

AZ

ARZĄDZANIA



AKADEMIA

MANAGEMENT

ACADEMY OF

Tom 10 ▶ Numer 1 ▶ 2026 ▶ ISSN 2544-512X

Wydział Inżynierii Zarządzania Politechniki Białostockiej



POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA

KWARTALNIK WYDZIAŁU INŻYNIERII ZARZĄDZANIA



AKADEMIA ZARZĄDZANIA

Numer 10(1) 2026

ACADEMY OF MANAGEMENT

Quarterly Journal of the Faculty of Engineering Management

Volume 10, Issue 1

POD REDAKCJĄ

Joanny Szydło, Danuty Szpilko

Białystok 2026

Kolegium Redakcyjne

Redaktor naczelny: prof. dr hab. Joanna Moczydłowska

Zastępcy redaktora naczelnego

- **ds. merytorycznych:** dr Łukasz Nazarko

- **ds. merytoryczno-organizacyjnych:** dr Joanna Szydło

- **ds. merytoryczno-wydawniczych:** dr Danuta Szpilko

Sekretarz techniczny: dr Dariusz Surel

Rada Naukowa

dr hab. Bogusław Bemberek, prof. PRz (Politechnika Rzeszowska), prof. dr hab. Agnieszka Bitkowska (Politechnika Warszawska), dr hab. Jacek Brdulak, prof. SGH (Szkoła Główna Handlowa), dr hab. inż. Justyna Maria Bugaj (Uniwersytet Jagielloński), prof. Valentina Burkšienė (Klaipėda University, Litwa), dr hab. Wiesław Ciechomski, prof. UEP (Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu), dr Dominika Czerniawska (Leiden University, Holandia), prof. Jaroslav Dvorak (Klaipėda University, Litwa), prof. dr hab. inż. Joanna Ejdyś (Politechnika Białostocka), dr hab. Marcin Geryk, prof. UJ (Uniwersytet Jagielloński), dr hab. inż. Katarzyna Halicka, prof. PB (Politechnika Białostocka), dr Andrea Ivanišević (University of Novi Sad, Serbia), dr Laima Jesevičiute-Ufartiene (Kauno Kolegija, Litwa), dr hab. Elżbieta Jędrych, prof. AFiB Vistula (Akademia Finansów i Biznesu Vistula w Warszawie), dr hab. inż. Arkadiusz Jurczuk (Politechnika Białostocka), dr Urszula Kobylińska (Politechnika Białostocka), dr hab. Jacek Kopeć, prof. UEK (Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie), dr hab. Anna Korombel, prof. PCz (Politechnika Częstochowska), dr hab. Zbigniew Korzeb, prof. PB (Politechnika Białostocka), prof. dr hab. Bolesław Kuc (Społeczna Akademia Nauk w Warszawie), dr hab. Aleksandra Laskowska, prof. UŁ (Uczelnia Łazarskiego), dr Lienite Litavniece (Rezekne Academy of Technologies, Łotwa), dr hab. inż. Wiesław Matwiejczuk, prof. PB (Politechnika Białostocka), dr hab. Iwona Mendryk, prof. UMCS (Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej), dr hab. Grażyna Michalczuk, prof. UwB (Uniwersytet w Białymstoku), dr hab. Bogusław Mikuła, prof. UEK (Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie), prof. dr hab. Joanna Moczydłowska (Politechnika Białostocka), prof. n. ekon. i n. tech. dr hab. inż. Joanicjusz Nazarko (Politechnika Białostocka), prof. Volodymyr Onyshchenko (Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University, Ukraina), dr hab. Jerzy Paszkowski, prof. PB (Politechnika Białostocka), dr Sonja Pejić (University of Novi Sad, Serbia), dr hab. Wiesław Tadeusz Popławski, prof. PB (Politechnika Białostocka), dr hab. Błażej Prusak, prof. PG (Politechnika Gdańska), dr Enida Pulaj (University of Vlora; Albania), dr Sofia Rodrigues (Polytechnic Institute of Viana do Castelo, Portugalia), dr Agnieszka Rogalska (Szpital Kliniczny w Bydgoszczy), dr Joanna Samul (Politechnika Białostocka), prof. Svitlana Sivitska (Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University, Ukraina), dr hab. Elżbieta Szymańska, prof. PB (Politechnika Białostocka), prof. dr hab. Zbigniew Ścibiorek (Wyższa Szkoła Wojsk Lądowych we Wrocławiu), dr hab. Wioletta Wereda (Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie), dr hab. Alicja Winnicka-Wejs, prof. UEK (Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach), dr hab. Anna Wziątek-Staśko, prof. UJ (Uniwersytet Jagielloński), prof. Monica Zaharie (Babeş-Bolyai University, Rumunia), dr Buthina Ziead Alobideen (Tafila Technical University, Jordania)

Adres Redakcji

Akademia Zarządzania, Wydział Inżynierii Zarządzania Politechniki Białostockiej

ul. Ojca S. Tarasiuka 2; 16-001 Kleosin-Białystok

tel. 85 746 98 28; e-mail: j.szydlo@pb.edu.pl

<https://wiz.pb.edu.pl/akademia-zarzadzania/>

Wersją pierwotną (referencyjną) czasopisma „Akademia Zarządzania” jest wersja zamieszczona na stronie <https://wiz.pb.edu.pl/akademia-zarzadzania/>

ISSN 2544-512X

© 2026 Politechnika Białostocka

Czasopismo Akademia Zarządzania jest udostępnione na licencji Creative Commons BY-NC-ND 4.0.

Projekt okładki: EkoPress

Redakcja językowa: Joanna Szydło

Redakcja techniczna i skład: Danuta Szpilko



SPIS TREŚCI

ZARZĄDZANIE ZASOBAMI LUDZKIMI

Bartosz Żynel, Joanna Samul	8
Czy digitalizacja zmienia istotę Kaizen? Rola lidera ciągłego doskonalenia w erze transformacji cyfrowej	
Michał Adam Leśniewski	20
Interpretacyjne spojrzenie na koncepcje sugestii pracowniczych w zarządzaniu przedsiębiorstwem	

FINANSE I ROZWÓJ PRZEDSIĘBIORSTWA

Emilia Lubińska	35
Budżet projektów finansowanych z Unii Europejskiej w uczelniach wyższych w kontekście jego elastyczności podczas realizacji projektu	
Chrystian Firlej	52
Application of Selected Multidimensional Discriminant Models for Assessing Financial Condition: The Case of Renewable Energy Companies Listed on the NewConnect Market	
Wiktoria Gorzoch, Wiktoria Krakowska, Marta Malecka-Dobrogowska	70
Greenwashing vs zrównoważone zarządzanie finansami osobistymi młodych konsumentów – perspektywa studentów WIZ PB	
Kacper Magolan	89
Postrzegany wpływ sztucznej inteligencji na rachunkowość zarządczą i controlling – perspektywa młodego pokolenia specjalistów	

NOWOCZESNE TECHNOLOGIE W ZARZĄDZANIU, LOGISTYCE I PRODUKCJI

Dariusz Surel	113
The Role of Information Technology Tools in Project Planning and Monitoring	

Jan Adam Czajkowski, Alicja Ewa Gudanowska	132
Ocena technologii RPA w kontekście jej potencjału wdrożeniowego w logistyce i wpływu na procesy logistyczne – wyniki badania delfickiego	
Aleksandra Gryc, Wojciech Kucharczyk, Klaudia Tomaszewska	156
AR jako narzędzie wizualizacji modeli CAD w fazie prototypowania – przegląd darmowych rozwiązań	

ZARZĄDZANIE TRANSPORTEM

Kaja Polkowska, Klaudia Budna	180
Ocena ryzyka transportu paliwa lotniczego z wykorzystaniem metody Risk Score	
Patrycja Hryc, Joanna Godlewska	201
Ergonomiczne uwarunkowania bezpieczeństwa pracy kierowcy w transporcie drogowym	

MARKETING I ZACHOWANIA KONSUMENTÓW

Eugenia Panfiluk, Piotr Czupe, Wiktor Pakuła	219
Wykorzystanie dziedzictwa kulinarnego w projektowaniu produktów turystycznych opartych na doświadczeniu użytkownika	
Maja Hańczuk, Urszula Kobylińska	237
Ocena satysfakcji klienta jako element zarządzania jakością usług bankowych z wykorzystaniem metody CSI na przykładzie PKO BP	
Eugenia Panfiluk, Kinga Kulesza, Natalia Modzelewska, Aleksandra Ostapczuk, Joanna Radziwon	257
Wykorzystanie technologii immersyjnych i sztucznej inteligencji w projektowaniu innowacyjnych produktów turystycznych opartych na doświadczeniu użytkownika	
Michał Bukłaha, Karolina Giermak, Andrzej Smolarczyk	277
Zachowania konsumentów platform dystrybucji cyfrowych gier wideo na przykładzie studentów z Polski i Hiszpanii	

CONTENTS

HUMAN RESOURCE MANAGEMENT

Bartosz Żynel, Joanna Samul	8
Does Digitalization Change the Essence of Kaizen? The Role of the Continuous Improvement Leader in the Era of Digital Transformation	
Michał Adam Leśniewski	20
An Interpretative Look at the Concepts of Employee Suggestions in Business Management	

FINANCE AND BUSINESS DEVELOPMENT

Emilia Lubińska	35
The Budget of European Union–Funded Projects at Higher Education Institutions in the Context of Its Flexibility During Project Implementation	
Chrystian Firlej	52
Application of Selected Multidimensional Discriminant Models for Assessing Financial Condition: The Case of Renewable Energy Companies Listed on the NewConnect Market	
Wiktoria Gorzoch, Wiktoria Krakowska, Marta Malecka-Dobrogowska	70
Greenwashing vs. Sustainable Personal Finance Management of Young Consumers – the Perspective of FEM BUT Students	
Kacper Magolan	89
The Perceived Impact of Artificial Intelligence on Management Accounting and Controlling – the Perspective of the Young Generation of Specialists	

MODERN TECHNOLOGIES IN MANAGEMENT, LOGISTICS AND PRODUCTION

Dariusz Surel	113
The Role of Information Technology Tools in Project Planning and Monitoring	

Jan Adam Czajkowski, Alicja Ewa Gudanowska	132
Assessment of RPA Technology in Terms of its Implementation Potential in Logistics and Impact on Logistics Processes – Results of a Delphi Study	
Aleksandra Gryc, Wojciech Kucharczyk, Klaudia Tomaszewska	156
AR as a Tool for Visualizing CAD Models in the Prototyping Phase – an Overview of Free Solutions	

TRANSPORT MANAGEMENT

Kaja Polkowska, Klaudia Budna	180
Risk Assessment of Aviation Fuel Transport Using the Risk Score Method	
Patrycja Hryc, Joanna Godlewska	201
Ergonomic Determinants of Occupational Safety for Drivers in Road Transport	

MARKETING AND CONSUMER BEHAVIOUR

Eugenia Panfiluk, Piotr Czuper, Wiktor Pakuła	219
Using Culinary Heritage in Designing Tourism Products Based on User Experience	
Maja Hańczuk, Urszula Kobylińska	237
Customer Satisfaction Assessment as an Element of Banking Service Quality Management Using the CSI Method on the Example of PKO BP	
Eugenia Panfiluk, Kinga Kulesza, Natalia Modzelewska, Aleksandra Ostapczuk, Joanna Radziwon	257
The Use of Immersive Technologies and Artificial Intelligence in Designing Innovative Tourism Products Based on User Experience	
Michał Bukłaha, Karolina Giermak, Andrzej Smolarczyk	277
Consumer Behavior of Digital Video Game Distribution Platforms among Students from Poland and Spain	

ZARZĄDZANIE ZASOBAMI LUDZKIMI

HUMAN RESOURCE MANAGEMENT

Czy digitalizacja zmienia istotę Kaizen? Rola lidera ciągłego doskonalenia w erze transformacji cyfrowej

Bartosz Żynel

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: bartosz.zynel@interia.com

Joanna Samul 

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: j.samul@pb.edu.pl

DOI: 10.24427/az-2026-0001

Streszczenie

Rozwój technologii cyfrowych oraz koncepcji Przemysłu 4.0 wpływa na współczesne funkcjonowanie organizacji, modyfikując sposób zarządzania procesami oraz realizację idei ciągłego doskonalenia. Celem artykułu jest zbadanie wpływu digitalizacji na fundamenty filozofii Kaizen oraz określenie zmian w roli i kompetencjach lidera Kaizen niezbędnych do utrzymania i wzmacniania tych fundamentów w środowisku cyfrowym. W pracy przeprowadzono przegląd literatury obejmującej zagadnienia filozofii Kaizen, digitalizacji, Przemysłu 4.0 oraz cyfrowego przywództwa. Analiza wskazuje, że digitalizacja nie zmienia istoty filozofii Kaizen, lecz istotnie wpływa na sposób realizacji działań doskonalących. Jednocześnie modyfikuje rolę lidera Kaizen, przesuwając ją z funkcji inicjatora zmian w kierunku integratora ludzi, procesów i technologii cyfrowych.

Słowa kluczowe

Kaizen, digitalizacja, lider, transformacja cyfrowa

Wstęp

W dobie nieustannych zmian technologicznych filozofia Kaizen, od dziesięcioleci utożsamiana z kulturą ciągłego doskonalenia i eliminacji strat, stoi dziś przed nowym wyzwaniem – integracją z cyfrową transformacją organizacji. Tradycyjnie

Kaizen koncentrował się na systematycznej poprawie jakości wytwarzanych produktów oraz eliminację marnotrawstwa co w konsekwencji prowadziło do usprawnienia istniejących już procesów [Bogatko i Nitkiewicz, 2016, s. 267] poprzez obserwację, eksperymentowanie i uczenie się w gemba (miejsce rzeczywistej pracy) jako kluczowych elementów zmian procesowych. Jednak rozwój narzędzi cyfrowych – takich jak automatyzacja, analityka danych, sztuczna inteligencja czy systemy cyfrowego monitorowania procesów – otwiera nowe możliwości wspierania podejmowania decyzji w czasie rzeczywistym i optymalizacji działań Kaizen, równocześnie sygnalizując przesunięcie akcentu z tradycyjnych, manualnych praktyk ku podejściom wspieranym technologią. W literaturze pojawia się coraz więcej badań wskazujących, że integracja narzędzi cyfrowych z praktykami ciągłego doskonalenia – określanych w niektórych pracach jako *Digital Kaizen* – może wspierać realizację celów Kaizen, angażowanie pracowników i wsparcie podejmowania decyzji [Dang-Pham i in., 2022]. Technologie Industry 4.0 mogą wspierać proces ciągłego doskonalenia, zwiększając elastyczność, przejrzystość i efektywność podejmowanych działań – klasycznych elementów praktyk Kaizen – jednocześnie ujawniając luki badawcze w rozumieniu ich faktycznego wpływu na kulturę organizacyjną i rolę liderów w procesie zmian [Bernard i in., 2025]. Rozwój digitalizacji oraz koncepcja Przemysłu 4.0 wprowadza istotne zmiany w sposobach gromadzenia, przetwarzania i wykorzystywania danych, a także procesów produkcyjnych i zarządczych. Brakuje jednak jednoznacznych odpowiedzi na pytanie czy postępująca transformacja cyfrowa modyfikuje istotę Kaizen, czy też stanowi jedynie nowe środowisko realizacji tej filozofii.

Zatem istnieje niedostateczna liczba badań analizujących, w jaki sposób digitalizacja redefiniuje istotę filozofii Kaizen oraz rolę i kompetencje liderów ciągłego doskonalenia, szczególnie w kontekście ich roli w prowadzeniu organizacji przez transformację cyfrową i kulturową. W związku z powyższym istotne wydaje się określenie: a) Czy digitalizacja zmienia fundamenty Kaizen? b) Jak zmienia się rola i kompetencje lidera Kaizen, aby te fundamenty zachować lub wzmocnić w środowisku cyfrowym?

Artykuł składa się z kilku części. Pierwsza część zawiera przegląd literatury poświęconej podstawowym zagadnieniom Kaizen oraz wyzwaniom ery Industry 4.0. W kolejnej części przedstawiono zmieniające się wymagania co do roli i kompetencji liderów Kaizen – menedżerów ciągłego doskonalenia. W zakończeniu artykułu zawarto podsumowanie przeprowadzonego przeglądu literatury i główne wnioski stanowiące odpowiedzi na powyższe pytania badawcze.

1. Kaizen w erze Industry 4.0

Kaizen, w wolnym tłumaczeniu oznaczające “zmiana na lepsze” jest filozofią zarządzania stanowiącą jeden z elementów koncepcji Lean Manufacturing. Jest to podejście oparte na stopniowym wprowadzaniu drobnych udoskonaleń sprzyjających trwałej poprawie wyników przy jednoczesnym ograniczeniu kosztów i ryzyka związanego z wprowadzanymi zmianami. Niewielka skala usprawnień pozwala na ich bieżącą ocenę i możliwość wycofania się w przypadku braku oczekiwanych efektów [Imai, 2006]. W przeciwieństwie do filozofii Kaizen, podejście innowacyjne spotykane częściej w zachodnich koncepcjach zarządzania, koncentruje się na realizacji zmian o charakterze radykalnym i jednorazowym. Rozwój organizacji opiera się przede wszystkim na odkrywaniu i wdrażaniu nowych technologii oraz przełomowych rozwiązań. Towarzyszą temu znacznie wyższy poziom ryzyka oraz większe nakłady finansowe niż przy stopniowym wprowadzaniu usprawnień [Gabryelewicz, Gawłowicz i Sadłowska-Wrzesińska 2015].

Skuteczność filozofii Kaizen w dużej mierze wynika z przyjętej kultury organizacyjnej oraz podejścia do pracownika jako partnera, a nie tylko wykonawcy powierzonych zadań. Wsparcie kierownictwa firmy umożliwiającego, a nawet zachęcającego pracowników do wyrażania własnych opinii, uwag i spostrzeżeń pozwala na efektywniejsze wprowadzanie zmian czy też udoskonalanie procesów. Taka postawa pozytywnie wpływa na zaangażowanie pracowników, dzięki czemu poprawia się jakość wykonywanej przez nich pracy [Kucharczyk, 2015].

W literaturze przedmiotu wykazuje się kilka kluczowych filarów filozofii Kaizen:

- ciągłe doskonalenie – wolne, lecz konsekwentne wprowadzanie drobnych udoskonaleń;
- zaangażowanie pracowników – pracownicy z wielu szczebli organizacji współpracują wnosząc swoje pomysły dotyczące potencjalnych usprawnień;
- gemba – rozwiązania nie są znajdowane za biurkiem tylko u źródła problemu;
- standaryzacja – wprowadzone zmiany są standaryzowane, aby utrzymać spójność;
- eliminacja marnotrawstwa – eliminuje się zbędne czynności, procesy i zasoby w celu optymalizacji;
- Total Productive Maintenance (TPM) – podejmowanie starań, które mogą zwiększać produktywność prowadząc do większego zysku, wydajności, elastyczności i bezpieczeństwa;

- orientacja na jakość – skupienie się na dostarczeniu produktu bądź usługi w możliwie jak najlepszej jakości;
- zarządzanie wizualne – informacje są prezentowane w sposób wizualny co pozwala na łatwiejsze ich zrozumienie oraz umożliwia szybsze podejmowanie decyzji;
- zespoły międzyfunkcyjne – w przypadku wystąpienia problemu osoby z różnych działów współpracują ze sobą aby szybciej znaleźć rozwiązanie;
- podejmowanie decyzji w oparciu o dane – proces decyzyjny oparty jest na danych, zapewniających dowody popierające słuszność danej zmiany.

Przedstawione zasady pomimo długiego okresu wprowadzania zmian zapewniają ich długotrwałość i stabilność, dając jednocześnie możliwość odwrotu w przypadku niepowodzenia. Dzięki zaangażowaniu całego zespołu i bazowaniu na istniejących już fundamentach możliwe jest utrzymanie niskich kosztów inwestycji. Zastniałe problemy są rozwiązywane szybko i skutecznie dzięki oparciu na praktyce a wprowadzone usprawnienia mają zapewnione utrzymanie się dzięki standaryzacji [Wolniak i Grebski, 2023, s. 680; Kotowski i Busłowska, 2014]. Stopniowy charakter usprawnień sprzyja ich akceptacji przez pracowników oraz umożliwia osiąganie zarówno krótkotrwałych, jak i długofalowych korzyści.

Pomimo licznych korzyści wynikających z zastosowania filozofii Kaizen, takich jak stabilna pozycja konkurencyjna budowana przez ciągłe doskonalenie, eliminacja marnotrawstwa oraz relatywnie niskie koszty implementacji zmian, podejście to nie jest pozbawione ograniczeń. Nadmierna drobiazgowość może prowadzić do zbyt szczegółowej analizy procesów, skutkującej identyfikacją nieistotnych problemów kosztem zagadnień kluczowych z punktu widzenia funkcjonowania organizacji. Barierę stanowi też konieczność zmiany sposobu myślenia w przedsiębiorstwie, co w przypadku wielu europejskich organizacji funkcjonujących w odmiennym środowisku kulturowym może okazać się trudne lub niewystarczająco efektywne. Dodatkowo długotrwały charakter wprowadzania zmian, choć w wielu przypadkach stanowi zaletę, w sytuacjach kryzysowych może ograniczać skuteczność Kaizen, gdy organizacja wymaga szybkich i radykalnych zmian przynoszących natychmiastowe efekty [Bochenek, 2018, s. 11].

Tradycyjne podejście do filozofii Kaizen opiera się w dużej mierze na bezpośredniej obserwacji procesów oraz wykorzystaniu narzędzi o charakterze analogowym takich, jak tablice wizualne czy też papierowa dokumentacja. Współczesne uwarunkowania technologiczne umożliwiają jednak zmianę formy funkcjonowania powyższych narzędzi dzięki digitalizacji. Według jednej z definicji jest to skanowanie analogowej formy dokumentu bądź obrazu i przekształcenie jej na formę cy-

frową. Obejmuje ona również wykorzystanie technologii cyfrowych do przekształcania procesów organizacyjnych oraz sposobów przetwarzania informacji [Mejor, 2012, s. 265-266]. Niesie to za sobą szereg zalet, jak łatwość przechowywania danych czy też dzielenia się nimi z innymi podmiotami. Rozwój narzędzi cyfrowych oraz technologii informatycznych doprowadził do stworzenia nowych rodzajów zintegrowanych systemów produkcyjnych i nowej organizacji produkcji, określanych mianem przemysłu 4.0 [Cellary, 2019].

Przemysł 4.0 stanowi kolejny etap długotrwałego procesu zmian technologicznych i organizacyjnych określanych jako rewolucje przemysłowe. Pierwsza rewolucja przemysłowa (1760-1900 r.), której symbolem stała się maszyna parowa, bazowała głównie na odkryciach geograficznych i handlu, generującym impuls do poszukiwania nowych rozwiązań w sferze produkcji i transportu. Kolejna rewolucja przemysłowa (1900 -1960 r.) - symbolizowana przez silniki spalinowe - opierała się na zwiększeniu popytu spowodowanego przez wzrost poziomu życia a w konsekwencji rozpowszechnieniu się produkcji masowej. Trzecia rewolucja przemysłowa (1960 - 2000 r.) zapoczątkowana przez wprowadzenie komputerów i rozwój telekomunikacji dała impuls do rozwoju sektora high-tech [Ratajczyk i Woźniak-Jęchorek, 2020, s. 25-41]. Na tle poprzednich rewolucji, przemysł 4.0 stanowi kolejny etap integracji świata fizycznego ze światem cyfrowym. Ma on charakter rewolucyjny, skupiając się przede wszystkim na procesach produkcyjnych. Zakłada cyfryzacje procesów przemysłowych wraz z ich automatyzacją oraz integrację systemów cyfrowych i fizycznych poprzez tworzenie systemów cyberfizycznych. Efektem transformacji cyfrowej przemysłu 4.0 ma być integracja wszystkich procesów biznesowych w organizacjach [Jędrzejczyk, 2020, s. 147-154].

Zjawisko to jest możliwe dzięki użyciu następujących komponentów przemysłu 4.0 [Furmanek, 2018, s. 58-59]:

- Systemy cyberfizyczne – poprzez użycie sensorów i modułów wykonawczych łączą świat fizyczny ze światem wirtualnym, w którym informacja na temat świata fizycznego jest przetwarzana w oparciu o matematyczne odwzorowanie obiektów;
- Internet rzeczy – dynamiczna sieć obiektów fizycznych, systemów, platform i aplikacji zdolnych do komunikowania się inteligencją pomiędzy sobą i otoczeniem zewnętrznym. Umożliwia im wchodzenie w interakcję i współdziałanie;
- Internet usług – część Internetu reprezentująca usługi i ich funkcjonalności jako komponenty dostarczane na życzenie przez różnych dostawców. Służą do budowania sieci wartości poprzez dobieranie usług z zasobów udostępnionych w sieci;

- Inteligentne fabryki – zawarte w nich systemy cyberfizyczne monitorują fizyczne procesy, tworzą kopie fizycznego świata i bazując na mechanizmach samoorganizacji podejmują decyzje.

Nowe procesy przepływu danych zarówno pomiędzy organizacjami, jak i w ich strukturach wewnętrznych, oparte na opisanych wyżej komponentach, stwarzają warunki do efektywniejszego gromadzenia, przetwarzania i wykorzystywania informacji. Dostęp do zintegrowanych danych pochodzących z różnych źródeł i aktualizowanych w czasie rzeczywistym, sprzyja podejmowaniu decyzji w oparciu o fakty oraz daje możliwość szybkiego porównania informacji. Prowadzi to do wzrostu produktywności oraz sprzyja poprawie jakości procesów, ich spójności i precyzji realizowanych procedur [Poszytek, 2024]. Filozofia Kaizen stanowi spójny system ciągłego doskonalenia, pełniący w organizacji rolę koncepcji ukierunkowującej jej działania doskonalące.

2. Ewolucja roli i kompetencji lidera Kaizen

Wynikające z postępu technologicznego dynamiczne zmiany organizacyjne oraz rosnąca złożoność procesów produkcyjnych, wymagają od przedsiębiorstw redefinicji dotychczasowych ról uczestników systemu zarządzania. Jedną z takich ról jest rola lidera, czyli osoby, która swoim działaniem wpływa na inne jednostki czy grupy w organizacji. W literaturze przedmiotu można znaleźć rozróżnienie na “menedżerów” i “liderów” w którym menedżerem określa się osobę posiadającą formalne umocowanie wpływu i która w ramach podejścia odgórnego koncentruje się na zarządzaniu i organizowaniu procesów oraz zmianach ewolucyjnych. Natomiast liderem określany jest ktoś kto przewodzi, przy oddolnym działaniu tworzy wizje oraz jednoczy ludzi wokół idei i swojej osoby, koncentrując się na zmianach rewolucyjnych [Iwińska, 2022].

Lider jest osobą, która musi posiadać określone cechy potrzebne jej do skutecznego działania w tej roli. Należą do nich między innymi zdolność do inspirowania, komunikatywność, determinacja, poczucie odpowiedzialności, pewność siebie, charyzma, inteligencja emocjonalna i społeczna, otwartość oraz umiejętność rozwiązywania problemów. Można się też spotkać z innym podejściem, zaprezentowanym przez J. Adaira, który wyróżnia takie cechy jak integralność, czyli wewnętrzną osobową spójność i przywiązanie do wartości zewnętrznych, twardość oznaczającą bycie wymagającym, nieustępliwym i cieszącym się szacunkiem wśród ludzi, ale też i ciepło rozumiane jako zaangażowanie emocjonalne [Szczęsna, 2021].

Praca lidera w organizacji obejmuje realizację szeregu funkcji związanych z projektowaniem, koordynowaniem, nadzorem i weryfikacją zespołów projektowych.

Lider odpowiada za efektywne wykorzystanie kapitału ludzkiego, tworząc zespół projektowy na podstawie kompetencji jego potencjalnych członków. Tworzy warunki sprzyjające realizacji wspólnych celów, których istotnym elementem jest motywowanie. Kluczowym elementem skutecznego przewodzenia jest też komunikacja, która pozwala na dostarczanie informacji w sposób jasny, spójny i jednoznacznie zrozumiały dla wszystkich członków zespołu. W przypadku występowania nieporozumień lider pełni rolę mediatora, dążąc do identyfikacji źródła problemu oraz podjęciu działań naprawczych. Ponadto, poprzez integrowanie zespołu i budowanie zdrowych relacji w grupie, lider przyczynia się do ograniczenia napięć i rozładowania powstałego stresu, co sprzyja zaangażowaniu i wzrostowi jakości realizowanych zadań [Kopacka, 2015].

W realiach zarządzania Lean Management, do których zalicza się filozofia Kaizen, to właśnie lider powinien kształtować u podwładnych sposób myślenia i poprzez bycie przykładem modelować ich zachowania niezbędne do procesu doskonalenia [Gutowska, 2014]. Jego zadaniem nie jest bezpośrednie decydowanie o rodzaju podejmowanych działań, lecz tworzenie warunków sprzyjających ich inicjowaniu i realizacji. Istotnym elementem tego procesu jest zarówno zapewnienie wsparcia ze strony kadry zarządzającej, w tym wsparcia finansowego, jak i budowanie atmosfery sprzyjającej akceptacji zachodzącej transformacji organizacyjnej [Bartos, 2011].

Lider powinien pełnić rolę strażnika działań Kaizen, dbając o utrzymanie motywacji oraz wysokiego poziomu zaangażowania pracowników warunkującego trwałość wprowadzanych zmian. Skuteczne pełnienie tej funkcji wymaga pełnego zrozumienia idei Kaizen oraz jej powiązania z długofalowymi celami organizacji. Dzięki temu lider jest w stanie w pełni koordynować działania doskonalące oraz stanowić realne wsparcie dla zespołu uczestniczącego w tym procesie [Trenkner, 2016].

W dobie digitalizacji wymaga się od organizacji działania w znacznie szybszym tempie, wykorzystując możliwości dostarczane przez cyfryzację. Wykorzystanie potencjału technologii cyfrowych wymaga od przedsiębiorstw wdrażania innowacji oraz rozwijania zdolności organizacyjnych umożliwiających tworzenie produktów i usług opartych na technologii zdolnych spełnić zmieniające się oczekiwania klientów. Rolą lidera jest przede wszystkim pobudzenie innowacyjności firmy. Osoba taka musi pozwalać na ścieranie się bardzo sprzecznych idei jednocześnie potrafiąc łagodzić potencjalne napięcia, emocje i stres. Pozwala to na swobodny przepływ pomysłów i nietłumienie twórczych dyskusji. W takim środowisku potrzebny jest lider potrafiący zapanować nad chaosem twórczym i podejmować trafne decyzje oraz wpływać na zwiększenie wydajności i wyzwolenie potencjału kreatywnego zespołów [Magesa Mwita i Joanthan, 2019; Świątek, 2016].

Nowoczesna koncepcja przywództwa, wywodząca się z idei Przemysłu 4.0, ewoluowała od wykorzystywania elektronicznych form komunikacji do skutecznego zarządzania w złożonym środowisku cyfrowym, łącząc proces transformacji cyfrowej z dynamicznym otoczeniem biznesowym. Podstawowe kompetencje menedżerskie, w szczególności te związane z orientacją na zasoby ludzkie, nadal stanowią fundament transformacji cyfrowej [Hanna, 2018; Ejdyś i in., 2024], jednak coraz większego znaczenia nabierają nowe umiejętności, zwłaszcza w zakresie cyfrowego rozpoznawania zmian oraz zwinności działania. Wśród istotnych kompetencji wymienia się biegłość w obsłudze narzędzi cyfrowych, umiejętność wyszukiwania, selekcji i oceny danych oraz zdolność skutecznej komunikacji i negocjacji w środowisku cyfrowym [Misztal, 2025]. Coraz większą rolę odgrywa również zdolność wykorzystywania narzędzi sztucznej inteligencji oraz aplikacji i systemów w nie wyposażonych [Jurczak, 2024]. Istotnym elementem przywództwa cyfrowego jest także efektywna współpraca z działem IT, umożliwiająca sprawne pozyskiwanie i integrację danych zarówno z wewnętrznych systemów organizacji, jak i ze źródeł zewnętrznych [Magesa Mwita i Jonathan, 2019]. Przywództwo cyfrowe powinno integrować wizję strategiczną z wdrażaniem technologii i praktyk cyfrowych. Do kluczowych kompetencji lidera cyfrowego należy umiejętność łączenia zdolności technologicznych z kompetencjami społecznymi, co przejawia się w kształtowaniu kultury organizacyjnej sprzyjającej rozwojowi pracowników, efektywnemu transferowi wiedzy, doskonaleniu umiejętności analizy danych oraz elastyczności działania [Gandedkar, Wong i Darendeliler, 2021]. Współczesny lider powinien ponadto charakteryzować się wysoką zdolnością adaptacyjną oraz aktywnie wspierać kreatywność w organizacji [Bagla i Sancheti, 2018; Szydło i in., 2024].

W erze transformacji cyfrowej rola lidera Kaizen ulega istotnej redefinicji. O ile istota ciągłego doskonalenia pozostaje niezmienna i nadal opiera się na zaangażowaniu pracowników, standaryzacji oraz systematycznym rozwiązywaniu problemów, o tyle zmieniają się narzędzia, kompetencje i sposób działania lidera. Współczesny lider Kaizen musi łączyć klasyczne kompetencje przywódcze z biegłością cyfrową, umiejętnością pracy z danymi oraz zdolnością wykorzystywania technologii cyfrowych i narzędzi analitycznych do identyfikowania strat, monitorowania procesów i podejmowania decyzji opartych na faktach. Jego rola coraz częściej polega na byciu integratorem ludzi, danych i technologii oraz moderatorem kultury ciągłego uczenia się i adaptacji w dynamicznym środowisku cyfrowym.

Podsumowanie

Przeprowadzony przegląd literatury wskazuje, że digitalizacja nie zmienia fundamentalnej istoty filozofii Kaizen, której podstawą pozostają ciągłe doskonalenie, orientacja na człowieka oraz systematyczne eliminowanie marnotrawstwa. Transformacja cyfrowa istotnie wpływa jednak na sposób realizacji działań doskonalących oraz na zakres roli i kompetencji lidera Kaizen. W warunkach Przemysłu 4.0 lider ciągłego doskonalenia przestaje pełnić wyłącznie rolę inicjatora usprawnień technicznych, a coraz częściej staje się integratorem ludzi, procesów i technologii cyfrowych oraz architektem środowiska sprzyjającego uczeniu się organizacyjnemu i adaptacji do zmian.

Skuteczny lider Kaizen w erze cyfrowej musi łączyć klasyczne kompetencje przywódcze i społeczne z kompetencjami cyfrowymi, obejmującymi pracę z danymi, wykorzystywanie systemów informatycznych, narzędzi analitycznych oraz rozwiązań opartych na sztucznej inteligencji. Dane cyfrowe stają się kluczowym zasobem w identyfikowaniu problemów, monitorowaniu efektów doskonalenia i podejmowaniu decyzji opartych na faktach, co wymaga od liderów nowych umiejętności interpretacyjnych, wysokiej zdolności adaptacyjnej oraz ścisłej współpracy z działami IT i analityki.

Z praktycznego punktu widzenia niniejszy przegląd literatury sugeruje konieczność redefinicji profilu kompetencyjnego liderów Kaizen dostosowanego do realiów transformacji cyfrowej. Organizacje powinny inwestować w rozwój kompetencji cyfrowych liderów ciągłego doskonalenia, aby zapewnić spójne połączenie narzędzi Industry 4.0 z filozofią Kaizen. Istotne staje się również budowanie kultury organizacyjnej sprzyjającej eksperymentowaniu, pracy z danymi oraz partycypacyjnemu podejściu do doskonalenia, w którym technologia wspiera, a nie zastępuje zaangażowanie pracowników.

Z naukowego punktu widzenia przeprowadzony przegląd literatury ujawnia niedostatek badań teoretycznych i empirycznych w zakresie roli i kompetencji lidera Kaizen w kontekście transformacji cyfrowej. Wiele badań koncentruje się na ogólnym przywództwie cyfrowym, pomijając specyfikę ciągłego doskonalenia i kontekstu Kaizen. Wskazuje to na potrzebę dalszych badań empirycznych, w szczególności badań ilościowych oraz studiów przypadków, które pozwoliłyby na identyfikację kluczowych kompetencji liderów Kaizen w różnych branżach i regionach. Dalsze prace badawcze powinny również analizować, w jakim stopniu technologie cyfrowe wzmacniają skuteczność praktyk Kaizen oraz jakie warunki organizacyjne sprzyjają ich trwałej integracji.

ORCID iD

Joanna Samul: <https://orcid.org/0000-0001-8544-0811>

Literatura

1. Bagla R.K., Sancheti. V. (2018), *Gaps in customer satisfaction with digital wallets: challenge for sustainability*, Journal of Management Development 37(6), pp. 442-451.
2. Barto K. (2011), *Implementacja elementów koncepcji lean manufacturing i związane z nią role pracowników na przykładzie przedsiębiorstwa produkcyjnego*, Nauki o Zarządzaniu 164, s. 9-18.
3. Bernard G., Budde L., Hänggi R., Friedli T. (2025), *Driving Continuous Improvement with Industry 4.0 Technologies: Lessons from Multiple Use Case Analysis*, Applied Sciences 15(4), 2191.
4. Bochenek M. (2018), *Kaizen costing jako narzędzie zarządzania kosztami w przedsiębiorstwie*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu 506, s. 9-17.
5. Bogatko A., Nitkiewicz T. (2016), *Ocena wdrożenia filozofii Kaizen i Kaizen costing w przedsiębiorstwie produkcyjnym*, Zeszyty Naukowe Wydziału Zamiejscowego w Chorzowie Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu 18, s. 265-280.
6. Cellary W. (2019), *Przemysł 4.0 i Gospodarka 4.0*, Biuletyn PTE 3(86), s. 48-52.
7. Dang-Pham D., Hoang A.-P., Vo D.T., Kautz K. (2022), *Digital Kaizen: An Approach to Digital Transformation*, Australasian Journal of Information Systems 26.
8. Ejdys J., Halicka K., Kosior-Kazberuk M., Szpilko D., Krawczyk-Dembicka E., Czerniawska M. (2024), *Kompetencje teraźniejszości i przyszłości – oczekiwania pracodawców reprezentujących mikro, małe oraz średnie przedsiębiorstwa w województwie podlaskim*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok.
9. Furmanek W. (2018), *Najważniejsze idee czwartej rewolucji przemysłowej (Industrie 4.0)*, Dydaktyka informatyki 13, s. 55-63.
10. Gabrylewicz I., Gawłowicz P., Sadłowska-Wrzesińska J. (2015), *Kaizen jako skuteczna metoda wspomagająca efektywne zarządzanie przedsiębiorstwem*, Problemy Profesjologii 2, s. 139-148.
11. Gandedkar N.H., Wong M.T., Darendeliler M.A. (2021), *Role of virtual reality (VR), Augmented reality (AR) and artificial intelligence (AI) in tertiary education and research of orthodontics: An insight*, Seminars in Orthodontics 27(2), pp. 69-77.
12. Gutowska D. (2014), *Lean Management, czyli odpowiedni lider na właściwym miejscu*, Przestrzeń, Ekonomia, Społeczeństwo 5/1, s. 151-170.
13. Hanna N. (2018), *A role for the state in the digital age*, Journal of Innovation and Entrepreneurship 7(1), s. 1-16.

14. Imai M. (2006), *Gemba Kaizen: zdroworozsądkowe, niskokosztowe podejście do zarządzania*, Wydawnictwo MT Biznes.
15. Iwińska M. (2022), *Kompetencje lidera w działalności usługowej*, Przegląd Ekonomiczny, 24.
16. Jędrzejczyk W. (2020), *Koncepcja przemysłu 4.0 jako źródło innowacyjnych przemian w przedsiębiorstwach przemysłowych—realia polskie*, Innowacje w dobie technologii IT. Obszary, koncepcje, narzędzia, s. 147-154.
17. Jurczak J. (2024), *Kompetencje transwersalne lidera w gospodarce cyfrowej*, Journal of Modern Science 58(4), s. 392-409.
18. Kopacka P. (2015), *Rola lidera w efektywnym zarządzaniu zespołem projektowym*, [W:] Rogozińska-Pawelczyk A. (red.), *Gospodarowanie kapitałem ludzkim*, Wyzwania organizacyjne i prawne, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
19. Kotowski R., Busłowska E. (2014), *Kaizen i Logistyka*. Logistyka 4, s. 3951-3957.
20. Kucharczyk R. (2015), *Definicja filozofii Kaizen i jej główne koncepcje*, Logistyka 3, s. 2664-2668.
21. Mejor, J. D. (2012), *Digitalizacja—garść refleksji*, Z badań nad książką i księgozbiorami historycznymi 6, s. 265-266.
22. Misztal J. (2025), *Lider 2.0. Jak cyfrowa transformacja i innowacje kształtują nową erę zarządzania projektami*, Management & Quality/Zarządzanie i Jakość 7(3), s. 195-221.
23. Mwita M. M., Joanthan J. (2019), *Digital leadership for digital transformation*, Electronic Scientific Journal 10(4), pp. 2082-2677.
24. Poszytek P., Lis M., Jefmański B., Fila J., Jeżowski M., Kotelska J. (2024), *Transformacja cyfrowa przedsiębiorstw w dobie Przemysłu 4.0*, Akademia WSB, Dąbrowa Górnicza.
25. Ratajczak M., Woźniak-Jęchorek B. (2020), *Rewolucje przemysłowe i ich wpływ na rozwój ekonomii*, Studia BAS 3(63), s. 25-41.
26. Świątek W. (2016), *Rola lidera w innowacyjnej organizacji*, Zarządzanie Zasobami Ludzkimi 1(108), s. 9-23.
27. Szczęsna I. (2021), *Lider/przywództwo w pracy zespołowej*, [W:] M. Kamińska, I. Szczęsna, A. Wielgus, R. Żak (red.), *Praca zespołowa jako kompetencja XXI wieku*, Wydawnictwo Novum, Płock, s. 95-110.
28. Szydło J., Czerniawska M., Rzepka A., Fariñas B. A. (2024), *Inclusive management in a diversified cultural environment*, Economics and Environment 87(4).
29. Trenkner M. (2016), *Rola i zadania kierowników w realizacji koncepcji Lean Management—aspekty społeczne*, Przedsiębiorczość i Zarządzanie 17(4.1), s. 173-188.
30. Wolniak R., Grebski W. (2023), *The Usage of Kaizen in Industry 4.0 Conditions*. Scientific Papers of Silesian University of Technology, Organization & Management/Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Organizacji i Zarządzanie (188), s. 677-686.

Does Digitalization Change the Essence of Kaizen? The Role of the Continuous Improvement Leader in the Era of Digital Transformation

Abstrakt

The development of digital technologies and the concept of Industry 4.0 influences the contemporary functioning of organizations, modifying process management approaches and the implementation of continuous improvement principles. The aim of this article is to examine the impact of digitalization on the foundations of the Kaizen philosophy and to identify changes in the role and competencies of the Kaizen leader necessary to maintain and strengthen these foundations in a digital environment. The study is based on a literature review covering the areas of Kaizen philosophy, digitalization, Industry 4.0, and digital leadership. The analysis indicates that digitalization does not alter the fundamental essence of the Kaizen philosophy; however, it significantly affects the way improvement activities are implemented. At the same time, it reshapes the role of the Kaizen leader, shifting it from that of a change initiator toward an integrator of people, processes, and digital technologies.

Key words

Kaizen, digitalization, leader, digital transformation

Interpretacyjne spojrzenie na koncepcje sugestii pracowniczych w zarządzaniu przedsiębiorstwem

Michał Adam Leśniewski 

Wyższa Szkoła Biznesu – National Louis University z siedzibą w Nowym Sączu,
Wydział Nauk Społecznych i Informatyki

e-mail: michaladam.lesniewski@wp.pl

DOI: 10.24427/az-2026-0002

Streszczenie

Niniejsze opracowanie podejmuje zagadnienie systemów sugestii pracowniczych jako instrumentu wspierającego innowacyjność oraz doskonalenie funkcjonowania organizacji, ukazując ich rolę w zarządzaniu przedsiębiorstwem. Autor podkreśla, że systemy sugestii nie powinny być postrzegane jedynie jako narzędzia służące zbieraniu i wdrażaniu pomysłów pracowników, lecz jako przejaw określonej koncepcji zarządzania, opartej na partycypacji, współodpowiedzialności oraz kształtowaniu kultury organizacyjnej opartej na zaufaniu i nieszablonowym myśleniu pracowników. Zaprezentowana perspektywa pozwala lepiej uchwycić społeczne i kulturowe znaczenie systemów sugestii jako mechanizmu wzmacniającego tożsamość organizacyjną, zaangażowanie pracowników oraz proces współtworzenia wartości organizacji. Efektywne funkcjonowanie systemu sugestii wymaga bowiem połączenia rozwiązań narzędziowych z celowym kształtowaniem kultury organizacyjnej sprzyjającej współpracy oraz dzieleniu się wiedzą. Celem opracowania jest przedstawienie modelu koncepcji sugestii pracowniczych w zarządzaniu przedsiębiorstwem z perspektywy interpretacyjnej. Opracowanie ma charakter koncepcyjny wpisujący się w zarządzanie miękkie.

Słowa kluczowe

propozycje zgłaszane przez pracowników, zarządzanie organizacją, myślenie niestandardowe

Wstęp

Współczesne organizacje działają w warunkach ciągłych zmian, które wymuszają systematyczne usprawnianie procesów, oferty produktowo-usługowej oraz sposobów funkcjonowania. Istotnym źródłem innowacyjnych rozwiązań i doskonalenia działalności przedsiębiorstw są inicjatywy zgłaszane przez pracowników (sugestie pracownicze). Dzięki codziennemu zaangażowaniu, wiedzy praktycznej i doświadczeniu są oni w stanie identyfikować niedoskonałości, szanse rozwojowe oraz obszary wymagające zmian, które często pozostają poza bezpośrednim polem obserwacji kadry zarządzającej. Narzędziem umożliwiającym systematyczne pozyskiwanie i porządkowanie takich propozycji są systemy sugestii pracowniczych.

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie koncepcji sugestii pracowniczych w zarządzaniu przedsiębiorstwem z perspektywy interpretacyjnej. Rozważania wykraczają poza techniczny opis procedur funkcjonowania tych systemów, koncentrując się również na ich wymiarze organizacyjnym, społecznym oraz kulturowym. Systemy sugestii można postrzegać jako element szerszego podejścia do partycypacji pracowników, sprzyjającego kształtowaniu kultury organizacyjnej opartej na zaufaniu, współodpowiedzialności oraz ciągłym doskonaleniu.

1. Przegląd literatury

1.1. Koncepcja angażowania pracowników w zgłaszanie usprawnień w organizacji

Organizacje można postrzegać jako złożone układy wzajemnie powiązanych elementów. Aby mogły się rozwijać i skutecznie funkcjonować, konieczne jest stosowanie różnorodnych podejść do zarządzania, takich jak metody o charakterze „twardym” czy „miękkim”, które są integralną częścią systemu organizacyjnego. Jednym z takich podejść są sugestie pracownicze, rozumiane jako sformalizowane mechanizmy umożliwiające zatrudnionym zgłaszanie własnych pomysłów, propozycji i rekomendacji dotyczących usprawniania procesów, podnoszenia efektywności oraz innych obszarów działalności przedsiębiorstwa. Ich istotą jest stymulowanie aktywnego zaangażowania pracowników w doskonalenie pracy i wdrażanie innowacji, co przynosi wymierne korzyści zarówno organizacji, jak i jej członkom [Jakobsen, Brix i Jakobsen, 2024, s. 1-24].

W literaturze przedmiotu podkreśla się, że angażowanie pracowników w zgłaszanie usprawnień zwiększa liczbę innowacji o charakterze inkrementalnym, które mają bezpośredni wpływ na efektywność operacyjną organizacji [Kesting i Ulhøi,

2020, s. 22-41]. Dodatkowo, transparentność procesu oceny pomysłów istotnie wpływa na długoterminowe zaangażowanie pracowników [Bos-Nehles i Veenendaal, 2023, s. 1127-1147]. Pozytywna i konstruktywna informacja zwrotna [Baran i Augustyn, 2021, s. 1-21], nawet w przypadku odrzuconych pomysłów, wzmacnia poczucie sprawczości i motywację do dalszego udziału w systemie usprawnień [Deichmann, 2022, s. 65-80]. Systemy zarządzania pomysłami zintegrowane z codzienną pracą operacyjną są skuteczniejsze niż rozwiązania traktowane jako okazjonalne aktywności dodatkowe [Jakobsen, Brix i Jakobsen, 2024, s. 1-24]. Nadmierna biurokratyzacja procesu zgłaszania usprawnień prowadzi do spadku partycypacji i zniechęcenia pracowników [Kesting i in., 2020, s. 22-41]. Angażowanie pracowników w zgłaszanie usprawnień sprzyja rozwojowi kompetencji innowacyjnych oraz procesom uczenia się organizacyjnego [Brix i Peters, 2020, s. 426-437]. Koncepcja angażowania pracowników w zgłaszanie usprawnień jest postrzegana jako kluczowy element długofalowego i zrównoważonego zarządzania innowacjami w organizacjach [Shipton i in., 2022, s. 246-265].

Koncepcja sugestii pracowniczych wpisuje się w nurt zarządzania miękkiego, ponieważ opiera się na inicjatywach pochodzących bezpośrednio od pracowników, którzy stanowią fundament tego rodzaju podejścia do zarządzania. Wykorzystywanie sugestii pracowniczych jako narzędzia kierowania organizacją oznacza zatem akcentowanie miękkich aspektów zarządzania. Należy przy tym podkreślić, że pracownicy są kluczowym zasobem organizacji – właściwe wsłuchiwanie się w ich opinie i potrzeby często prowadzi do naturalnego wypracowania skutecznych rozwiązań problemów [Ngongang i in., 2024, s. 311-339].

W realiach współczesnego biznesu innowacyjność oraz ciągłe usprawnianie procesów stanowią trwałe determinanty rozwoju przedsiębiorstw. Organizacja, która nie podejmuje działań rozwojowych i nie wdraża nowych rozwiązań, naraża się na utratę przewagi konkurencyjnej oraz spadek zainteresowania ze strony klientów. Koncepcja sugestii pracowniczych stanowi odpowiedź na dynamiczne zmiany zachodzące w otoczeniu gospodarczym, tworząc przestrzeń do aktywnego udziału pracowników w procesach doskonalenia, co może sprzyjać wzrostowi efektywności i rozwojowi firmy [Robbins i Judge, 2012, s. 241-243].

Warto zaznaczyć, że skuteczne funkcjonowanie systemu sugestii pracowniczych jest możliwe pod warunkiem istnienia rzeczywistych inicjatyw ze strony zatrudnionych oraz otwartości kadry kierowniczej na ich wykorzystywanie w procesie zarządzania, a także odpowiedniego motywowania pracowników do aktywnego uczestnictwa [Leśniewski, 2018, s.79-98]. Cechami charakteryzującymi koncepcje sugestii pracowniczych są otwartość na innych pracowników i prostota w stosowaniu w praktyce. Koncepcje te są dostępne dla wszystkich pracowników, bez względu na

hierarchiczną zależność czy pozycję oraz doświadczenie zawodowe. Każdy pracownik ma możliwość zgłoszenia swojej sugestii przełożonemu, co ma pozwolić na efektywniejsze wykorzystanie potencjału pracowników firmy [Leśniewski, 2018, s.79-98; Szydło, 2018, s. 57; Szydło i in., 2024].

Wdrażanie koncepcji sugestii pracowniczych nie sprowadza się wyłącznie do wykorzystywania potencjału zatrudnionych, lecz przede wszystkim służy realizacji określonych celów organizacyjnych. Zastosowanie tego podejścia w przedsiębiorstwie umożliwia osiągnięcie szeregu korzyści, do których należą m.in. wzrost efektywności i wydajności pracy, podniesienie jakości oferowanych produktów i usług, większe zaangażowanie pracowników, rozwój kreatywności oraz innowacyjności, a także kształtowanie pozytywnego obrazu firmy na rynku [Gołębska, 2013, s. 87].

Jednym z kluczowych celów implementacji systemu sugestii pracowniczych jest poprawa wydajności i efektywności funkcjonowania organizacji [Falchi i in., 2020, s.178-192]. Realizacja tego założenia może następować poprzez usprawnianie procesów biznesowych, racjonalizację działań czy wdrażanie nowych rozwiązań organizacyjnych. Pracownicy, wykonujący codzienne obowiązki operacyjne, często dysponują najbardziej aktualną wiedzą na temat obszarów wymagających zmian lub doskonalenia. Dzięki systemowi sugestii zyskują oni możliwość przekazywania swoich obserwacji i ocen dotyczących funkcjonowania przedsiębiorstwa, co może prowadzić do zwiększenia jego efektywności [Grudowski, 2014, s. 371-381].

Kolejnym istotnym celem jest podnoszenie jakości produktów i usług, co bezpośrednio wpływa na pozycję konkurencyjną przedsiębiorstwa. Pracownicy zaangażowani w procesy wytwarzania lub świadczenia usług są w stanie wskazać istniejące niedoskonałości oraz zaproponować rozwiązania prowadzące do ich eliminacji. W ten sposób organizacja zyskuje dostęp do praktycznych pomysłów ukierunkowanych na poprawę jakości swojej oferty [Kouakou, 2022, s.781-810].

Systemy sugestii pracowniczych sprzyjają również wzrostowi zaangażowania zatrudnionych, co może przekładać się na ograniczenie rotacji kadry. Możliwość zgłaszania własnych inicjatyw oraz otrzymywania informacji zwrotnej na ich temat sprawia, że pracownicy silniej identyfikują się z organizacją i odczuwają większą motywację do pracy. Koncepcja ta stanowi jednocześnie podstawę rozwoju partycypacji pracowniczej w zarządzaniu przedsiębiorstwem, umożliwiając lepsze wykorzystanie potencjału, który nie zawsze jest w pełni dostrzegany i doceniany [Arun-del, 2006, s. 211-212].

Istotnym celem wdrożenia sugestii pracowniczych jest także pobudzanie kreatywności oraz wspieranie innowacyjności organizacji. Stworzenie przestrzeni do prezentowania i omawiania pomysłów pracowników zwiększa szanse na wdrażanie nowatorskich rozwiązań. Różnorodność doświadczeń i perspektyw zatrudnionych

może w ten sposób zostać efektywnie wykorzystana na rzecz rozwoju przedsiębiorstwa [Arundel, 2006, s. 215].

Ponadto stosowanie koncepcji sugestii pracowniczych może wpływać na budowanie pozytywnego wizerunku firmy. Organizacje, które umożliwiają pracownikom realny udział w kształtowaniu procesów biznesowych, są postrzegane jako otwarte i przyjazne miejsca pracy. Może to prowadzić do formułowania pozytywnych opinii i rekomendacji, co wzmacnia reputację przedsiębiorstwa zarówno w oczach klientów, jak i na rynku pracy [Bombiak, 2010, s. 65-79].

1.2. Znaczenie koncepcji sugestii pracowniczych dla rozwoju organizacji

Koncepcje sugestii pracowniczych stanowią rozwiązania umożliwiające zatrudnionym zgłaszanie propozycji dotyczących usprawnienia funkcjonowania organizacji. Systemy te pełnią nie tylko rolę mechanizmu pozyskiwania wartościowych informacji, lecz także sprzyjają kształtowaniu pozytywnych relacji pomiędzy pracownikami a pracodawcą. Ich stosowanie wiąże się z licznymi korzyściami, takimi jak wzrost zaangażowania zatrudnionych, poprawa efektywności działania przedsiębiorstwa oraz rozwój kompetencji pracowników poprzez włączanie ich w procesy decyzyjne. W efekcie organizacje coraz częściej postrzegają pracowników jako partnerów, co wzmacnia ich poczucie przynależności oraz motywację do pracy [Achanga i in., 2006, s. 461-463; Ejds i in., 2024].

Wdrażanie koncepcji sugestii pracowniczych pozwala organizacjom uzyskać dostęp do istotnych informacji, które mogą zostać wykorzystane przy formułowaniu strategii ukierunkowanych na podnoszenie jakości i efektywności pracy. Jednocześnie tego typu rozwiązania sprzyjają większemu zaangażowaniu pracowników w sprawy firmy, co ma bezpośredni wpływ na ich motywację oraz chęć do realizacji powierzonych zadań [Ostrowski i Jagodziński, 2021, s. 107-120].

Pracownicy, którzy mają realną możliwość oddziaływania na procesy zachodzące w przedsiębiorstwie, wykazują silniejsze przywiązanie emocjonalne do organizacji. Świadomość, że ich opinie i pomysły są uwzględniane, sprzyja większemu zaangażowaniu w wykonywaną pracę oraz dążeniu do osiągania lepszych rezultatów. W ten sposób systemy sugestii pracowniczych przyczyniają się do wzrostu motywacji i aktywności zawodowej zatrudnionych. Implementacja koncepcji sugestii pracowniczych wspiera również rozwój kultury partycypacyjnej w organizacji. Proces ten polega na systematycznym włączaniu pracowników w podejmowanie decyzji oraz stwarzaniu im przestrzeni do wyrażania opinii na temat funkcjonowania przedsiębiorstwa. Kultura oparta na partycypacji sprzyja poprawie atmosfery pracy

oraz zwiększa zaangażowanie pracowników w życie organizacji [Oakland, 2014, s. 521].

Wdrażanie koncepcji sugestii pracowniczych w organizacji może w istotny sposób przyczynić się do kształtowania pozytywnego wizerunku przedsiębiorstwa zarówno wśród zatrudnionych, jak i w otoczeniu społecznym. Umożliwienie pracownikom realnego udziału w doskonaleniu procesów organizacyjnych sprzyja wzrostowi ich identyfikacji z firmą oraz budowaniu więzi emocjonalnej, co przekłada się na poprawę relacji pomiędzy pracownikami a pracodawcą. Takie działania świadczą o tym, że organizacja docenia głos swoich pracowników, okazuje im szacunek oraz wykazuje otwartość na zgłaszane inicjatywy i propozycje. W efekcie przedsiębiorstwo postrzegane jest jako pracodawca dbający o partnerskie relacje i aktywne zaangażowanie zatrudnionych w funkcjonowanie organizacji [Grudowski, 2014, s. 390].

Ponadto zastosowanie systemu sugestii pracowniczych wprowadza do organizacji podejście sprzyjające rozwojowi kreatywności i innowacyjności. Pracownicy, którzy mają możliwość wpływania na przebieg procesów zachodzących w organizacji, dysponują często wartościowymi pomysłami mogącymi przyczynić się do wzrostu efektywności działania oraz wzmocnienia konkurencyjności przedsiębiorstwa. Dzięki temu organizacja może budować wizerunek nowoczesnego i innowacyjnego pracodawcy, skoncentrowanego na rozwoju kompetencji pracowników oraz osiąganiu coraz lepszych rezultatów [Grudowski, 2014, s. 391].

2. Metodyka badań

Główny problem badawczy zaprezentowany w artykule to koncepcja sugestii pracowniczych w rozwój organizacji. Zamierzeniem badawczym autora jest przedstawienie własnego modelu koncepcyjnego zaangażowania pracowników w system sugestii pracowniczych. Model zaprezentowany w artykule został opracowany w podstawie interpretacji dostępnej literatury przedmiotu polskiej i zagranicznej. Opracowanie ma charakter koncepcyjny wpisujący się w zarządzanie miękkie.

3. Model koncepcyjny organizacyjnych możliwości podtrzymywania zaangażowania pracowników w sugestiach pracowniczych

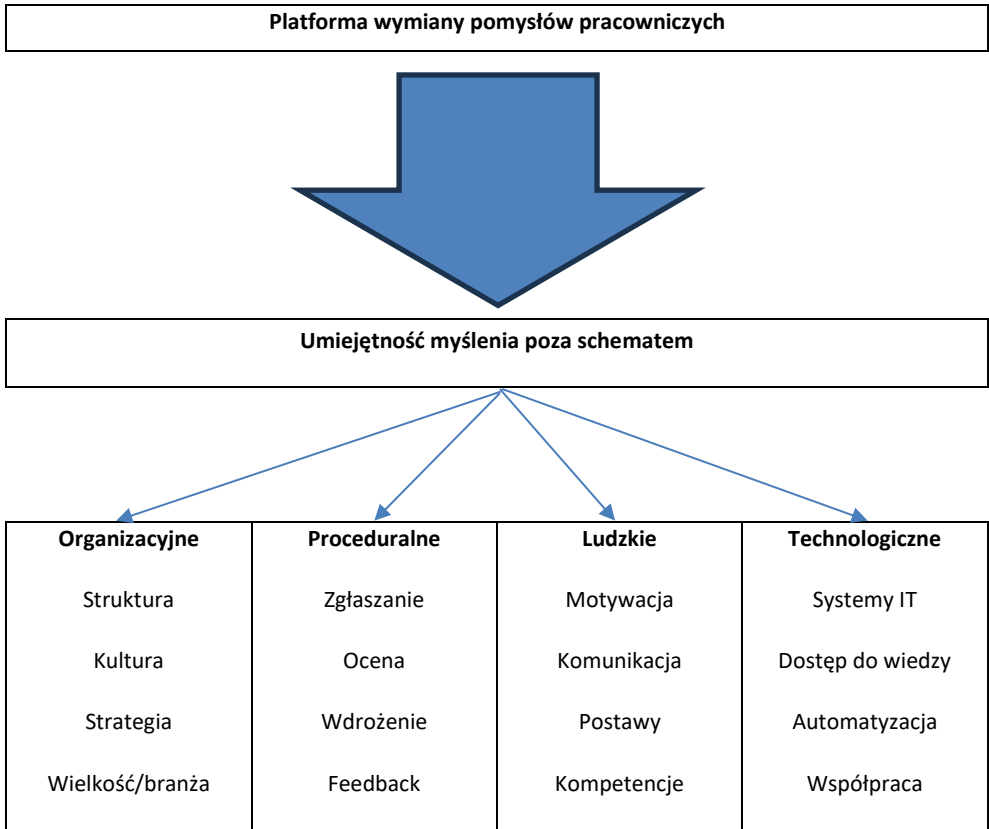
Utrzymanie wysokiego poziomu zaangażowania pracowników w ramach koncepcji sugestii pracowniczych stanowi istotne wyzwanie, ale jednocześnie jest warunkiem skutecznego funkcjonowania organizacji na konkurencyjnym rynku. Brak widocznych efektów zgłaszanych propozycji oraz niedostateczna informacja

zwrotna [Baran i Bauer, 2021, s. 1-18] mogą prowadzić do spadku motywacji i osłabienia chęci dalszego udziału w systemie sugestii. Dlatego kluczowe znaczenie ma regularna komunikacja ze strony organizacji, obejmująca informowanie pracowników o statusie zgłoszeń oraz docenianie i nagradzanie wartościowych inicjatyw [Shook, 2010, s.179].

Ignorowanie zgłaszanych sugestii lub niewystarczające zainteresowanie nimi ze strony kadry zarządzającej i przełożonych może wywoływać poczucie zniechęcenia i demotywacji wśród pracowników. Organizacja powinna zatem zapewnić sprawne i terminowe reagowanie na zgłoszenia, podkreślając ich znaczenie oraz akcentując wkład pracowników w doskonalenie funkcjonowania przedsiębiorstwa [Shook, 2010, s. 179]. Niski poziom zaufania do systemu sugestii pracowniczych, wynikający m.in. z obaw przed negatywnymi konsekwencjami lub braku wiary w realny wpływ na decyzje organizacyjne, może istotnie ograniczać aktywność pracowników. Budowanie zaufania wymaga przejrzystej i rzetelnej komunikacji, zagwarantowania poufności zgłoszeń oraz obiektywnego i uczciwego rozpatrywania przedstawianych propozycji. Istotną rolę odgrywa także odpowiedni system motywacyjny, obejmujący zarówno nagrody finansowe, jak i pozafinansowe formy uznania, takie jak awanse, wyróżnienia czy możliwości rozwoju zawodowego. Brak takich mechanizmów może prowadzić do spadku zainteresowania uczestnictwem w systemie sugestii [Arfi, Arzumanyan i Hikkerova, 2020, s. 63-88].

Pracownicy powinni również dysponować odpowiednim wsparciem oraz narzędziami umożliwiającymi skuteczne zgłaszanie pomysłów. Niedostateczna wiedza na temat obowiązujących procedur lub ograniczony dostęp do zasobów organizacyjnych mogą działać demotywująco. W związku z tym organizacja powinna oferować szkolenia, pomoc merytoryczną oraz narzędzia ułatwiające aktywne uczestnictwo w systemie sugestii pracowniczych [Wyrwicka i Zasada, 2008, s. 103].

W celu podtrzymania zaangażowania pracowników w koncepcję sugestii pracowniczych niezbędne jest systematyczne monitorowanie i doskonalenie procesu zgłaszania propozycji. Uwzględnianie opinii pracowników, reagowanie na ich inicjatywy oraz docenianie wniesionego wkładu sprzyja trwałemu zaangażowaniu. Dodatkowo kształtowanie kultury otwartej komunikacji i wzajemnego zaufania, a także zapewnienie odpowiedniego wsparcia organizacyjnego i narzędziowego, zwiększa efektywność funkcjonowania systemu sugestii. Koncepcja sugestii pracowniczych aby mogła być skutecznie realizowana, konieczne jest jej usystematyzowanie w postaci spójnego systemu obejmującego różnorodne, wzajemnie powiązane elementy [Kagan i Krzos, 2021, s. 1-14].



Rys. 1. Interpretacyjne ujęcie procesu partycypacji pracowników w poziom optymalizacji zarządzania organizacją – model koncepcyjny

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Jakobsen, Brix I Jakobsen, 2024, s.1-24; Veres i in., 2024, s. 15094-15128; Bezhovski, 2024, s. 119-126; Johnson i in., 2024, s. 709-736, Wang i Hou, 2023].

Elementem prezentowanego modelu jest platforma wymiany pomysłów pracowniczych to sugestie pracownicze, które mogą funkcjonować w formie sformalizowanej lub niesformalizowanej jako rozwiązanie organizacyjne również wsparte systemami informatycznymi, które wspierają i zachęcają pracowników do zgłaszania propozycji, pomysłów, usprawnień oraz innowacyjnych koncepcji odnoszących się do rozwiązywania różnorodnych problemów. Głównym założeniem takiej platformy jest wykorzystanie wiedzy, doświadczenia i kompetencji pracowników w celu podnoszenia efektywności organizacji oraz wzmacniania ich zaangażowania w jej

funkcjonowanie. Można stwierdzić, że potencjał tkwi w pracownikach, tylko trzeba umieć w nich to odkryć.

Kolejny element modelu to myślenie nieszablonowe pracowników. Tego typu podejście stanowi ważne ogniwo modelu, ponieważ pozwala na odejście od rutynowych sposobów funkcjonowania organizacji i otwiera przestrzeń dla czterech kluczowych obszarów zgłaszanych sugestii pracowniczych.

Pierwszą kategorię stanowią uwarunkowania organizacyjne, obejmujące takie elementy jak struktura organizacyjna (stopień centralizacji lub decentralizacji, hierarchia oraz obieg informacji), kultura organizacyjna (gotowość do zmian, poziom zaufania i sprzyjające innowacjom środowisko), strategia i cele przedsiębiorstwa (zgodność systemu sugestii z misją oraz celami strategicznymi), a także wielkość i branża organizacji, które determinują sposób funkcjonowania systemu sugestii poprzez specyfikę prowadzonej działalności.

Drugą kategorię tworzą czynniki proceduralne, obejmujące m.in. zasady zgłaszania sugestii (prostotę i dostępność zastosowanego mechanizmu), proces oceny oraz wyboru pomysłów (przejrzystość kryteriów i sprawność podejmowania decyzji [Leśniewski, 2021, s. 155-168], a także etapy realizacji i wdrażania rozwiązań (planowanie oraz zabezpieczenie niezbędnych zasobów). Do tej grupy zalicza się również przekazywanie informacji zwrotnej pracownikom (komunikowanie statusu zgłoszonych sugestii) oraz systemy nagradzania i motywowania, obejmujące zarówno finansowe, jak i pozafinansowe formy docenienia.

Trzecią kategorię stanowią czynniki związane z człowiekiem, odnoszące się do motywacji pracowników (potrzeby bycia docenionym oraz realnego wpływu na funkcjonowanie organizacji), jakości komunikacji i relacji (poziomu zaufania pomiędzy pracownikami a kadrą zarządzającą), nastawienia wobec zmian (gotowości do ich akceptacji lub występowania oporu), a także kompetencji i kreatywnego potencjału pracowników, obejmujących wiedzę merytoryczną oraz umiejętność tworzenia innowacyjnych rozwiązań.

Czwartą kategorię tworzą uwarunkowania technologiczne, skupiające się na wykorzystaniu systemów informatycznych, takich jak platformy umożliwiające zgłaszanie oraz monitorowanie sugestii. Obejmują one również dostęp do wiedzy i danych, który sprzyja tworzeniu bardziej wartościowych pomysłów, zastosowanie automatyzacji w procesie oceny (np. wstępna selekcja i kategoryzacja propozycji) oraz narzędzia wspierające współpracę, ułatwiające pracę zespołową i wymianę informacji.

System sugestii pracowniczych stanowi efekt nieszablonowego podejścia pracowników, powstającego w wyniku współdziałania czterech grup uwarunkowań: organizacyjnych, proceduralnych, ludzkich oraz technologicznych. Niedostateczne

funkcjonowanie któregośkolwiek z tych obszarów prowadzi do osłabienia efektywności całego systemu i zmniejsza jego znaczenie dla osiąganych przez przedsiębiorstwo wyników. Uwarunkowania organizacyjne obejmują przede wszystkim kulturę organizacyjną sprzyjającą otwartości, dialogowi oraz partycypacji pracowniczej. Istotną rolę odgrywa także wsparcie kierownictwa, które legitymizuje inicjatywy oddolne i nadaje im realną rangę decyzyjną. Uwarunkowania proceduralne odnoszą się do jasno zdefiniowanych zasad zgłaszania, oceny oraz wdrażania sugestii. Brak przejrzystych procedur może prowadzić do frustracji pracowników i spadku ich zaangażowania. Czynniki ludzkie związane są z kompetencjami, motywacją oraz poczuciem sprawczości uczestników systemu. Szczególne znaczenie ma tutaj zaufanie między pracownikami a kadrą zarządzającą. Uwarunkowania technologiczne obejmują narzędzia informatyczne wspierające gromadzenie, analizę i komunikowanie sugestii. Odpowiednio dobrane rozwiązania technologiczne zwiększają dostępność systemu i usprawniają jego funkcjonowanie. Wzajemne przenikanie się wskazanych obszarów determinuje zdolność systemu do generowania wartości organizacyjnej. Skuteczny system sugestii sprzyja innowacyjności, uczeniu się organizacyjnemu oraz ciągłemu doskonaleniu procesów. W dłuższej perspektywie wzmacnia on konkurencyjność przedsiębiorstwa oraz identyfikację pracowników z celami organizacji.

Podsumowanie

Systemy sugestii pracowniczych od wielu lat pozostają w centrum zainteresowania zarówno badaczy, jak i praktyków zarządzania, jako jedno z istotnych narzędzi wspierających procesy doskonalenia organizacji. W ujęciu interpretacyjnym nie powinny być one jednak sprowadzane wyłącznie do zestawu technicznych procedur służących zbieraniu i ocenie pomysłów pracowników. Systemy sugestii należy postrzegać jako odzwierciedlenie filozofii zarządzania opartej na zaufaniu, partycypacji, współodpowiedzialności oraz budowaniu relacji opartych na wzajemnym szacunku między pracownikami a organizacją.

Współczesne przedsiębiorstwa, funkcjonujące w warunkach niepewności, ryzyka oraz rosnącej presji na innowacyjność, coraz silniej potrzebują skutecznych sposobów wykorzystywania wiedzy i doświadczenia zatrudnionych osób. Systemy sugestii tworzą ramy umożliwiające ten proces, jednak ich skuteczność jest uzależniona od szeregu uwarunkowań kontekstowych. W opracowaniu podkreślono znaczenie takich elementów, jak kultura organizacyjna, styl przywództwa, rozwiązania motywacyjne oraz jakość komunikacji wewnętrznej, które stanowią kluczowe determinanty powodzenia tego typu systemów.

Wdrażanie systemów sugestii pracowniczych wymaga przyjęcia nieszablono-
wego sposobu myślenia, wykraczającego poza istniejące bariery i ograniczenia,
a także sprzyjającego tworzeniu zupełnie nowych rozwiązań. Szczególną rolę od-
grywają w tym procesie pracownicy kreatywni, którzy najlepiej odnajdują się w or-
ganizacjach nastawionych na rozwój i wyznaczają kierunki kształtowania systemów
sugestii.

Systemy sugestii pracowniczych pozwalają postrzegać je nie tylko jako instru-
ment usprawniania działań operacyjnych, lecz również jako ważny element długo-
falowej strategii organizacji. Skuteczny system sugestii to taki, który nie ogranicza
się do generowania pomysłów, lecz jednocześnie integruje pracowników wokół
wspólnych wartości, wzmacnia ich poczucie sprawczości oraz współodpowiedzial-
ności za osiągnane wyniki. W realiach współczesnego zarządzania, gdzie kapitał
ludzki i jego kreatywny potencjał stanowią podstawowe źródła przewagi konkuren-
cyjnej, znaczenie systemów sugestii pracowniczych wydaje się szczególnie istotne.

ORCID iD

Michał Adam Leśniewski: <https://orcid.org/0000-0003-2411-8911>

Literatura

1. Arfi W. B., Arzumanyan L., Hikkerova L. (2020), *Partage des connaissances et innovation à l'ère de la digitalisation*, Management Avenir, 118(4), pp. 63-88.
2. Arundel A. (2006), *Organizacja pracy i wydajności innowacyjnej*, DRUID, Aalborg.
3. Achanga P. Shehab E., Roy R. Nelder G. (2006), *Critical success factors for lean implementation within SMEs*, Journal of Manufacturing Technology Management, 17(4), pp. 460–471.
4. Baran M., Augustyn D. J. (2021), *The Evaluation of Transport Exclusion in the Peripheral Cross-Border Areas of Central Europe in the Context of Applicability of Information-Based Carpooling*, Sustainability, 13(6), pp. 1-21.
5. Baran M., Bauer K. (2021), *The Role of Information in Assessing the Risk of Conducting Bankruptcy Proceedings*, Risks, 9(4), pp. 1-18.
6. Bombiak E. (2010), *Motywowanie pracowników w świetle badań empirycznych*, Zeszyty Naukowe Akademii Podlaskiej w Siedlcach, Administracja i Zarządzanie, 86, ss. 65–79.
7. Bos-Nehles A. C., Veenendaal A. A. R. (2020), *Perceptions of HR practices and innovative work behavior*, Personnel Review, 49(5), pp.1127–1147.

8. Bezhovski Z. (2024), *Framework for designing idea management software systems*, Knowledge-International Journal, 67(1), pp. 119-126.
9. Deichmann D. (2022), *Motivation and idea management systems*, R&D Management, 52(1), pp. 65–80.
10. Ejdyś J., Halicka K., Kosior-Kazberuk M., Szpilko D., Krawczyk-Dembicka E., Czerniawska M. (2024), *Kompetencje terażniejszości i przyszłości – oczekiwania pracodawców reprezentujących mikro, małe oraz średnie przedsiębiorstwa w województwie podlaskim*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok.
11. Falchi A., Capelli S., Hussler C., Sabadie W. (2020), *La co-innovation avec les membres: une nouvelle forme de démocratie participative dans les coopératives*. In *Management des coopératives*, Chapitre 11, EMS Editions, pp. 178-192.
12. Grudowski P. (2014), *Motywowanie pracowników do zachowań o charakterze proinnowacyjnym*, w: Knosala R. (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją, Opole–Zakopane, s. 371–381.
13. Gołębska E. (red.), (2013), *Kompendium wiedzy o zarządzaniu*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
14. Brix J., Peters L. S. (2020), *Exploring an innovation project as a source of organizational learning*, Journal of Business Research, 113, pp. 426–437.
15. Jakobsen H. S., Brix J., Jakobsen R. S. (2024), *Unraveling data from an idea management system of 11 radical innovation portfolios: key lessons and avenues for artificial intelligence integration*, Journal of Innovation and Entrepreneurship, 13(1), pp. 1-24.
16. Johnson H., Wu, W., Zhang Y., Lyu Y. (2024), *Ideas endorsed, credit claimed: Managerial credit claiming weakens the benefits of voice endorsement on future voice behavior through respect and work group identification*, Human Relations, 77(5), pp. 709-736.
17. Kagan R., Krzos G. (2021), *Economic Efficiency of Employee Suggestion Systems in Manufacturing Enterprises*, Journal of Innovation & Business Best Practice, 2021, pp. 1-14.
18. Kesting P., Ullhøi J. P., Song X., Niu Y. (2020), *The impact of employee involvement on innovation performance*, International Journal of Innovation Management, 24(2), pp. 22-41.
19. Kouakou D. C. (2022), *Innovation, ancienneté du manager et implication des employés dans la prise de décision au sein des entreprises d'un pays en développement*, Revue économique, 73(5), pp. 781-810.
20. Leśniewski M. A. (2018), *Pozytywny menedżer wiedzy decydemtem stymulowania rozwoju zasobów przedsiębiorstwa*, Akademia Zarządzania, 2(1), ss. 79-98.

21. Leśniewski M. A. (2021), *Decyzyjność i decyzja a bezpieczeństwo pracy menedżera w organizacji–studium teoretyczne problemu badawczego*, Bezpieczeństwo. Teoria I Praktyka, 45(4), ss. 155-168.
22. Ngongang S. N., Evina J. F. N., Wassou N., Ikhida J. E. (2024), *La qualite de vie au travail dans les entreprises africaines: une etude exploratoire aupres des pme au cameroun*, Revue Française D'economie et de Gestion, 5(9), pp. 311-339.
23. Oakland J. (2014), *Leadership and policy deployment. The backbone of TQM*, Total Quality Management & Business Excellence, 22(5), pp. 517-534.
24. Ostrowski D., Jagodziński J. (2021), *Operation of an employee suggestion system in administration and production departments of a remanufacturing company*, Journal of Remanufacturing 11, pp. 107–120.
25. Robbins S. P., Judge T. A. (2012), *Zachowania w organizacji*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
26. Shook J. (2010), *Zarządzać znaczy uczyć*, Lean Enterprise Institut Polska, Wrocław.
27. Wyrwicka M., Zasada B. (2008), *Utrudnienia we wdrożeniu Lean Manufacturing w przedsiębiorstwach produkcyjnych*, Logistyka, 2, s. 103-116.
28. Szydło J. (2018), *Kulturowe ramy zarządzania*, Wydawnictwo Naukowe Sophia, Katowice.
29. Szydło J., Czerniawska M., Rzepka A., Fariñas B. A. (2024), *Inclusive management in a diversified cultural environment*, Economics and Environment 87(4).
30. Shipton H., Sparrow P., Budhwar P., Brown A. (2022), *HRM and innovation: Looking across levels*, Human Resource Management Journal, 32(2), pp. 246–265.
31. Wang P., Hou Y. (2023), *How does commitment affect employee's innovative behavior? A time-lagged study*, Sage Open, 13(4).
32. Veres C., Căndeia S., Gabor M. R., Naghi L. E. (2024), *Economic Effects of Idea Generation and Idea Management System in Automotive Industry: a Quantitative Case Study for Romania*, Journal of the Knowledge Economy, 15(3), pp.15094-15128.

An Interpretative Look at the Concepts of Employee Suggestions in Business Management

Abstract

This study addresses the issue of employee suggestion schemes as a tool supporting innovation and improving the functioning of organisations, highlighting their role in business management. The author emphasises that suggestion schemes should not be seen merely as tools for collecting and implementing employees' ideas, but as a manifestation of a specific management concept based on participation, shared responsibility and the development of an organisational culture based on trust and unconventional thinking on the part of employees. The perspective presented allows for a better understanding of the social and cultural significance of suggestion systems as a mechanism that strengthens organisational identity, employee engagement and the process of co-creating organisational value. The effective functioning of a suggestion system requires a combination of tools and the deliberate shaping of an organisational culture that promotes cooperation and knowledge sharing. The aim of this study is to present a model of the concept of employee suggestions in business management from an interpretative perspective. The study is conceptual in nature and fits into the framework of soft management.

Key words

proposals submitted by employees, organisational management, unconventional thinking

FINANSE I ROZWÓJ PRZEDSIĘBIORSTWA

FINANCE AND ENTERPRISE DEVELOPMENT

Budżet projektów finansowanych z Unii Europejskiej w uczelniach wyższych w kontekście jego elastyczności podczas realizacji projektu

Emilia Lubińska 

Państwowa Akademia Nauk Stosowanych im. I. Mościckiego w Ciechanowie

e-mail: emilia.lubinska@pansim.edu.pl

DOI: 10.24427/az-2026-0003

Streszczenie

Celem artykułu jest analiza elastyczności budżetu w projektach uczelnianych finansowanych ze środków europejskich, ze szczególnym uwzględnieniem przesunięć budżetowych jako narzędzia adaptacyjnego w zarządzaniu projektami. W części teoretycznej omówiono regulacje dotyczące kwalifikowalności kosztów oraz mechanizmy umożliwiające dokonywanie zmian w budżecie. Następnie przedstawiono wyniki badania ankietowego przeprowadzonego wśród członków zespołów projektowych uczelni publicznych i niepublicznych. Analiza wykazała, że przesunięcia budżetowe są zjawiskiem powszechnym i wynikają głównie z czynników zewnętrznych, takich jak niestabilność rynku i opóźnienia wykonawców. Jednocześnie zajmowane role w projekcie wpływają na inicjowanie i realizację przesunięć. W oparciu o przeprowadzoną analizę można stwierdzić, że elastyczność budżetu jest ważnym elementem skutecznego zarządzania projektami w szkolnictwie wyższym, a usprawnienia organizacyjne mogą przyczynić się do zwiększenia efektywności realizacji projektów.

Słowa kluczowe

zarządzanie projektami, przesunięcia budżetowe, kwalifikowalność kosztów, kwalifikowalność wydatków

Wstęp

Podstawowym źródłem finansowania szkolnictwa wyższego od roku 2018 są subwencje z budżetu państwa, których wysokość jest ustalana na podstawie algorytmu, mającego źródło w ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z roku 2018 wraz z późniejszymi zmianami [Beniek i Beniek, 2019, s. 8]. Jednakże zauważalne jest, iż uczelnie w związku z chęcią rozwoju i bycia konkurencyjnym na rynku

edukacyjnym starają się o dodatkowe środki finansowe m.in. finansowanie z Unii Europejskiej (UE). Instytucje systemu szkolnictwa wyższego w Polsce biorą aktywny udział we wnioskowaniu o środki zewnętrzne w tym również wsparcie z Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (NCBR), które jest główną instytucją dystrybuującą środki UE do uczelni [Pączek i Wyrozębski, 2018, s. 287-288]. Analizując udział dofinansowania z NCBR w środkach całkowitych uczelni jest to wartość nieco ponad 1%. Kwota ta stanowi dopływ środków które mają duże znaczenie w rozwoju dodatkowych zadań uczelni tj. naukowo-badawczych i infrastrukturalnych [Bemen, 2023, s. 94]. Na podstawie danych opublikowanych przez Główny Urząd Statystyczny (GUS) w roku 2019 łączna kwota uzyskana z NCBR dla uczelni publicznych wynosiła 448136,4 tys. zł. Wartość ta analizowana w przeciągu kolejnych 5 lat nie zmieniła się znacząco, co pozwala na stwierdzenie stabilności tej formy finansowania.

Wysoka liczba uczelni składających wnioski o dofinansowanie w ramach publikowanych przez instytucje zarządzające konkursów stanowi podstawę do stwierdzenia iż są to środki pożądane w edukacji wyższej. W rozpoczętej w roku 2021 perspektywie finansowania zostało już ogłoszonych przez NCBR 14 konkursów ogólnorozwojowych, których grupą docelową są wyżej wymienione podmioty. Zainteresowanie ogłoszonymi konkursami zawsze przewyższa możliwości finansowe konkursu, nawet dwukrotnie. Realizacja projektów edukacyjnych, które źródło finansowania mają w środkach UE niesie ze sobą wiele wyzwań w jego realizacji [Kerzner, 2017, s. 6]. Wnioskowanie o dofinansowanie, ocena wniosku, a także realizacji projektu jest długotrwałym procesem. Proces tworzenia wniosku trwa zazwyczaj 3 miesiące. Po złożeniu wniosku i zakończeniu naboru, proces oceny trwa 4 miesiące w podstawowym zakresie (ocena formalna i ocena merytoryczna). W przypadku odwołania się od decyzji Instytucji Pośredniczącej czas ten wydłuża się o kolejne 3-4 miesiące. Realizacja projektu średnio trwa około 36 miesięcy. Powoduje to przymus dostosowania projektu do zmieniającego się otoczenia rynkowego i społeczno-gospodarczego, a następnie skutkuje to zmianami podczas jego realizacji, szczególnie zmianami budżetowymi. Opracowanie koncentruje się na przeglądzie możliwości przesuwania środków projektu pomiędzy zadaniami jako praktyki koniecznej do efektywnej realizacji projektu.

Celem opracowania jest ustalenie postrzegania przesunięć budżetowych w projektach dofinansowanych przez UE przez zespoły projektowe Uczelni, a także ukazanie zasad zmian budżetowych projektów edukacyjnych. Analiza będzie opierać się na przeglądzie formalnych regulacji możliwości przesunięć środków, ale także doświadczenia w adaptacji budżetu uczelni do niezbędnych modyfikacji. Opraco-

wanie oparto na następujących pytaniach badawczych: Czy zespoły projektowe często przesuwają środki w budżetach projektowych? Z czego wynikają te przesunięcia? Jak wpływa to na dalsze losy projektu pod względem osiągnięcia celów, wskaźników i harmonogramu? Pytania te będą podstawą do zrozumienia wpływu elastyczności budżetu na realizację projektu edukacyjnego.

1. Przegląd regulacji i literatury

1.1. Elastyczność budżetu w opracowaniach

Literatura z zakresu finansów publicznych i zarządzania projektami skupia się również na zarządzaniu budżetem jako znaczącym elemencie projektu. W publikacjach Kerznera wielokrotnie podkreślane jest znaczenie planistyczne i kontrolne jaką pełni budżet projektu, a także konieczność jego modyfikacji podczas realizacji projektu [Kerzner, 2017, s. 6]. Kozioł i Pyka w swojej literaturze podnoszą tezę, iż podczas realizacji projektów publicznych, w tym także edukacyjnych, wymagana jest szczególna elastyczność budżetu ze względu na obowiązujące je regulacje prawne i administracyjne [Kozioł i Pyka, 2020, s.17], zaś Dziadek potwierdza ten fakt twierdząc iż konieczność przesuwania środków pomiędzy zadaniami jest konieczna z powodu trudności w zaplanowaniu kosztów [Dziadek, 2015, s.183].

Przesuwanie środków w projektach dofinansowanych ze środków pochodzących z UE jest dopuszczalne pod warunkiem zachowania zasady efektywności i przejrzystości finansowania. Powoływana wyżej instytucja zarządzająca środkami unijnymi dla Uczelni – NCBR zajmuje podobne stanowisko wyznaczając w regulaminach konkursów dopuszczalne limity przesunąć oraz procedurę aneksowania budżetów.

Reasumując, regulacje prawne instytucji zarządzających środkami finansowanymi z UE, nie wykluczają możliwości zmian w budżecie wnioskowanego projektu, a nawet wyznaczają kierunek i procedurę takich zmian mając świadomość transformacji zachodzących w różnych dziedzinach. Autorzy zajmujący się tematyką projektową także uznają iż przesunięcie środków w budżetach jest działaniem niezbędnym do prawidłowej realizacji całego projektu.

1.2. Znaczenie budżetu w procesie kontroli projektu

Budżet jest określany jako jeden z najważniejszych elementów realizacji zadań każdej jednostki, w tym również przedsiębiorstw, instytucji publicznych jak i pry-

watnych. Stanowi element planowania jak i kontroli wykonalności zadań. W projektach dofinansowanych ze środków zewnętrznych budżet stanowi podstawę do wypłaty dofinansowania, ale także dla instytucji zarządzającej jest narzędziem monitorowania projektu, w tym ocenę działań zmierzających do osiągnięcia założonych celów [MFIPR, 2025]. Porównanie wydatków zaplanowanych ze zrealizowanymi pozwala na wyznaczenie punktu w jakim jest projekt, określeniu odchyleń od planu, i możliwość szybkiej reakcji [NCBR, 2022]. W literaturze podnoszone jest to nawet jako “system wczesnego ostrzegania” podczas zarządzania zadaniami, dzięki którym jest możliwe jak najszybsze wykrycie nieprawidłowości [Bagieńska, 2023, s. 55]. Aspekt kontrolny budżetu jest istotny podczas realizacji projektów dofinansowanych z UE, które nakładają na realizatora wymogi przejrzystości i jego zgodności z wytycznymi a jednocześnie zmuszają do osiągnięcia założonych wskaźników bez zwiększenia kwoty dofinansowania. Zmiany w budżetach projektu są niejednokrotnie konieczne, jednakże mogą zwiększać ryzyko terminowości realizacji i ryzyko utraty kwalifikowalności [Adamowicz i Łuniewska, 2015, s. 359]. Każda zmiana nanosi również na beneficjenta obowiązek zbadania jej wpływu na dalszą realizację projektu, w tym cel i harmonogram, z czego można wysnuć wniosek iż budżet projektu jest także sposobem na kontrolę ryzyka realizacji projektu [Wyrozębski, 2016, s. 71].

1.3. Analiza wytycznych dotyczących przesunięć środków finansowych projektów na podstawie Narodowego Centrum Badań i Rozwoju

Jednym z głównych instytucji, które są zobligowane do dystrybucji środków unijnych do uczelni w Polsce jest NCBR, dlatego w opracowaniu skupiono uwagę na analizie regulacji przesunięć środków w tej instytucji. Sama instytucja pośrednicząca – NCBR – wielokrotnie podkreśla iż zmiany podczas realizacji projektu są nieuniknione ze względu na długi czas jego trwania i przełożenie teoretycznej fazy planowania na realną fazę realizacji.

Ustawy z dnia 28 kwietnia 2022 roku o zasadach realizacji zadań finansowanych ze środków europejskich w perspektywie finansowej 2021-2027 potwierdza możliwość dokonywania zmian w określonych przypadkach tj. jeżeli zmiany wprowadzone na etapie realizacji projektu nie wpłynęłyby na wynik oceny projektu w sposób, który skutkowałby jego negatywną oceną (czyli odrzuceniem na etapie wnioskowania) lub przymus zmiany wynika z okoliczności których beneficjent funduszy nie mógł przewidzieć, mimo starań, a zmieniony projekt również w podobnym stopniu będzie powodował realizację celów programu [Bukhła, 2019, s. 87]. W związku

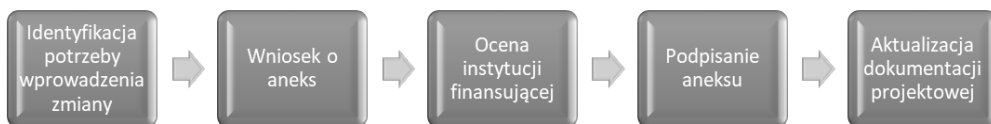
z tym podczas podpisywania umowy o dofinansowanie widnieje w umowie zapis o zakresie w jakim można dokonywać zmian oraz krokach jakie należy podjąć.

NCBR w projektach ogólnouczelnianych dedykowanych podmiotom szkolnictwa wyższego Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego (FERS) definiuje dwa tryby wprowadzania zmian tj. informacja przekazana przez beneficjenta w formularzu zmian w systemie CST2021 do akceptacji instytucji pośredniczącej niewymagająca aneksowania umowy lub zmiany w postaci aneksu do umowy. Zmiany w projekcie finansowanym z UE są dopuszczalne tylko i wyłącznie jeśli wprowadzone są one zgodne z zapisami umowy o dofinansowanie projektu, informacja o zmianach zostanie przesłana w terminie minimum 1 miesiąc przed złożeniem następnego wniosku o płatność, oraz wprowadzone zmiany nie będą negatywnie wpływać na cel projektu i powodować przekroczenie jego wartości. Skupiając się na zmianach w budżecie projektu beneficjent ma możliwość dokonywania zmian w trybie pierwszym gdy wartość przesunięcia środków nie jest większa niż 10% wartości zadania przesuwnego oraz do którego te środki beneficjent przesuwa. Istnieją też dodatkowe obostrzenia tychże zmian tj. przesunięcie nie może zwiększać wielkości ustalonego we wniosku cross-financingu, który jest w większości regulaminów wyboru projektu obciążony limitem oraz nie może zwiększać kwoty dofinansowania projektu jak i również dotyczyć kosztów rozliczanych ryczałtowo, którymi są zazwyczaj koszty pośrednie.

Elastyczność budżetu projektu jest zagadnieniem, który ma szczególne znaczenie, gdy beneficjentem jest uczelnia publiczna funkcjonująca w dynamicznym otoczeniu rynkowym i regulacyjnym. Zasada elastyczności budżetu definiowana jako możliwość reagowania budżetu na zmiany pozwala na przesuwanie określonej wysokości środków budżetu między zadaniami ale również pozwala na zrezygnowanie z wydatku na rzecz innego zadania, jeśli zmiana ta nie zagraża osiągnięciu celu projektu [Ustawa z dnia 28.04.2022]. Instytucje pośredniczące w nowej perspektywie finansowej odpowiadając na tą potrzebę rekomendują już na etapie tworzenia wniosku o dofinansowanie, ujmowanie w budżecie w każdym zadaniu projektu kategorii “inne” oszacowanej wstępnie na kwotę 0 zł pozwalającej na rozliczenie zmian [Dębowski, 2018, s. 62].

1.4. Procedura aneksowania

Zmiany wykraczające poza zasady pierwszego trybu przesunięć środków muszą być wprowadzone aneksem do umowy o dofinansowanie. Na rysunku 1 przedstawiono kroki, jakie powinno się podjąć podczas procedury aneksowania.



Rys. 1. Procedura wdrażania zmian w projekcie dofinansowanym z NCBR.

Źródło: opracowanie własne na podstawie <https://www.gov.pl/web/ncbr/informacje-dla-beneficjentow> [10.12.2025].

Na etapie nr 1 zespół projektowy diagnozuje problemy pojawiające się podczas realizacji projektu oraz podejmuje decyzję o konieczności wprowadzenia zmian w budżecie. Etap nr 2 polega na złożeniu formularza zmiany do Instytucji Pośredniczącej (IP), w którym beneficjent musi podać niezbędne dane, w tym skondensowany opis zmiany wraz z jej uzasadnieniem, zapisy przed zmianą i po zmianie, a także ich wpływ na realizację projektu. Krokiem trzecim jest ocena IP, która sprawdza, czy proponowane zmiany nie naruszają wytycznych dotyczących kwalifikowalności oraz czy nie wpłyną negatywnie na zapisy umowy. W przypadku uzyskania zgody instytucji przygotowywany jest aneks do umowy, na podstawie którego beneficjent aktualizuje dokumenty projektowe, w tym plan finansowy i harmonogram.

2. Metodyka

2.1. Metody i narzędzia wykorzystywane w badaniu

Opracowanie zawiera analizę dokumentów źródłowych obejmujących wytyczne instytucji zarządzających oraz wytyczne Ministerstwa Funduszy i Polityki Regionalnej, dzięki którym możliwe jest zrozumienie mechanizmów dokonywania przesunięć budżetowych. W ramach badania przeprowadzono ankietę internetową wśród członków zespołów projektowych uczelni wyższych. Kwestionariusz zawierał pytania otwarte i zamknięte.

Pierwsza część ankiety dotyczyła danych podstawowych, takich jak rola w projekcie, liczba zrealizowanych projektów oraz rodzaj uczelni. Kolejna część koncentrowała się na częstotliwości dokonywania przesunięć budżetowych oraz ich przyczynach. Następnie respondenci oceniali jasność procedur, czas uzyskania zgody na wprowadzenie zmian, progi dopuszczalnych modyfikacji niewymagających aneksu,

a także wskazywali największe ograniczenia w tym zakresie. Ostatnia część ankiety obejmowała pytania dotyczące wpływu przesunięć na realizację celów projektu, czas jego realizacji, ryzyko niekwalifikowalności wydatków oraz liczbę podpisanych aneksów związanych ze zmianami budżetowymi.

W badaniu zastosowano statystykę opisową zgromadzonych danych, analizę zależności między doświadczeniem członków zespołów projektowych a ich ocenami oraz analizę tematyczną odpowiedzi otwartych.

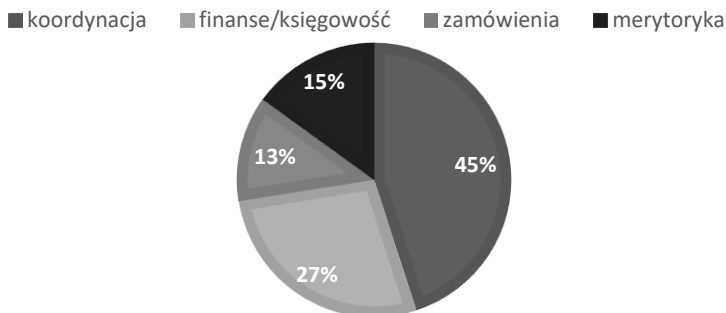
Ograniczeniem badania jest niewielka liczebność próby, typowa dla badań pilotażowych. Uzyskane wyniki należy traktować jako punkt wyjścia do dalszych badań prowadzonych na szerszej populacji.

2.2. Charakterystyka próby badawczej

Celem badania była ocena procedur, poznanie zależności cech grupy docelowej z efektywnością realizacji przesunięć budżetowych oraz wpływ tych działań na realizację projektów w Uczelniach wyższych.

Kwestionariusz ankiety został wysłany do 60 osób stanowiących próbę grupy docelowej - członków zespołów projektowych. Otrzymano zwrot odpowiedzi od 40 osób pracujących na uczelni w zespołach projektowych. Celem badania była ocena procedur, poznanie zależności cech grupy docelowej z efektywnością realizacji przesunięć budżetowych oraz wpływ tych działań na realizację projektów w uczelniach wyższych.

Największą grupę stanowili koordynatorzy projektów (45% ankietowanych), co nadaje badaniu perspektywę zarządczą. Koordynatorzy to osoby odpowiadające za spójność projektu i nadzór nad jego realizacją. Rola ta zmusza do podejmowania decyzji jako zarządzający projektem oraz balansowania pomiędzy realiami uczelni, a wymaganiami instytucji zarządzających. Obecność przedstawicieli finansów (27,5% respondentów), zamówień i merytoryki pozwala jednak uchwycić różnorodne spojrzenia na proces przesunięć. Struktura próby odzwierciedla typowy podział ról w projektach edukacyjnych finansowanych ze środków UE, w których koordynatorzy pełnią funkcję centralną, a działy finansowe i zamówień odpowiadają za zgodność formalną i operacyjną. Powyższa proporcja jest ukazana na rysunku 2.

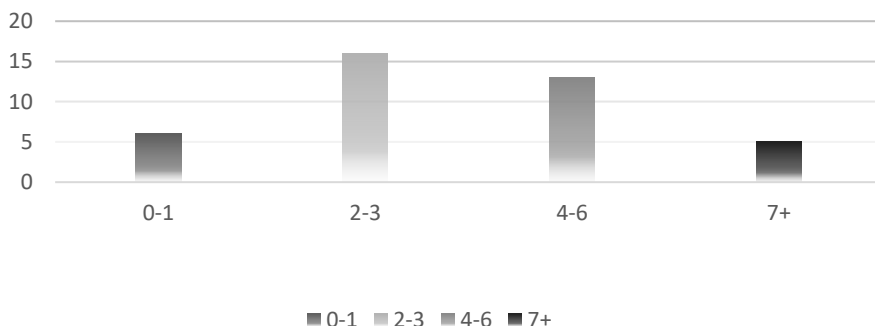


Rys. 2. Podział respondentów według zajmowanych stanowisk w projekcie

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonego badania ankietowego.

Najliczniejszą grupę stanowiły osoby posiadające umiarkowane doświadczenie w obsłudze projektów: 2–3 projekty (40% grupy docelowej) oraz 4–6 projektów, co stanowiło 32,5% grupy docelowej (GD). Dominacja tej kategorii respondentów pozwala stwierdzić, iż w badaniu uczestniczyły głównie osoby posiadające praktyczne doświadczenie w zarządzaniu projektami na uczelniach, znające realia ich realizacji oraz dysponujące odpowiednimi kompetencjami, a jednocześnie nadal rozwijające swoją wiedzę.

Osoby znajdujące się na początkowym etapie pracy z projektami unijnymi (0–1 zrealizowany projekt) stanowiły 22,5% grupy docelowej. Z kolei respondenci o największym doświadczeniu, którzy zrealizowali ponad 7 projektów, stanowili jedynie 5% badanej próby. Obecność w badaniu zarówno osób początkujących, jak i bardziej zaawansowanych umożliwiła uchwycenie zróżnicowanych perspektyw dotyczących procedur oraz skuteczności dokonywania przesunięć budżetowych. Podział grupy docelowej ze względu na doświadczenie przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Podział grupy docelowej ze względu na doświadczenie w realizacji projektów dofinansowanych z UE

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonego badania ankietowego.

Zdecydowana większość badanych osób (92,5%) pracuje w uczelniach publicznych. Wynik ten jest związany z faktem, iż to właśnie uczelnie publiczne najczęściej aplikują o projekty współfinansowane ze środków Unii Europejskiej oraz je realizują. Oznacza to, iż uzyskane wyniki badania odzwierciedlają przede wszystkim praktyki i problemy charakterystyczne dla sektora publicznego, w którym procedury są bardziej sformalizowane, a procesy decyzyjne mają wieloetapowy charakter.

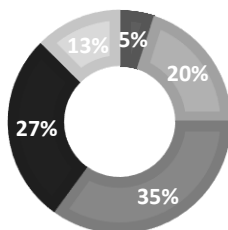
Kwestionariusz wypełniły jedynie trzy osoby reprezentujące uczelnie niepubliczne, co pozwala jedynie w ograniczonym stopniu zobrazować praktyki stosowane w sektorze prywatnym. Odpowiedzi te mogą jednak stanowić punkt odniesienia przy formułowaniu rekomendacji dotyczących usprawnienia procesów w sektorze publicznym.

3. Wyniki

3.1. Przesunięcia budżetowe jako element praktyki projektowej

Analiza odpowiedzi uzyskanych w kwestionariuszu ankietowym wskazuje, że przesunięcia budżetowe stanowią powszechny i naturalny element zarządzania projektami uczelnianymi. Aż 75% respondentów deklaruje, że przesunięcia między latami występują co najmniej „czasami” (rys. 4), natomiast ponad 75% wskazuje na częste lub bardzo częste przesunięcia między kategoriami kosztów (rys. 5). Oznacza to, że budżety projektów mają charakter dynamiczny i wymagają bieżącego dostosowywania do zmieniających się warunków realizacji.

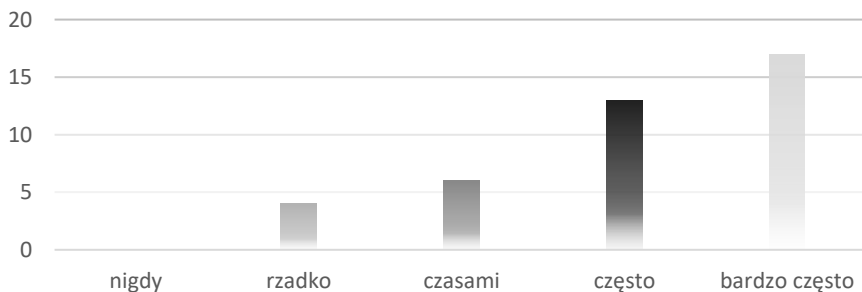
■ nigdy ■ rzadko ■ czasami ■ często ■ bardzo często



Rys. 4. Częstość przesunięć budżetowych pomiędzy latami według grupy docelowej

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonego badania ankietowego.

Wyniki badania pokazują wyraźne różnice w postrzeganiu i inicjowaniu przesunięć w zależności od roli pełnionej w projekcie. Kierownicy projektu najczęściej inicjują przesunięcia strategiczne – reagują na opóźnienia wykonawców, wzrost cen czy zmiany zakresu. Ich perspektywa jest całościowa, dlatego przesunięcia traktują jako sposób na utrzymanie spójności projektu. Pracownicy finansów/księgowości pełnią funkcję kontrolną. Ich podejście jest zachowawcze, co chroni projekt, ale może wydłużać proces decyzyjny. Koordynatorzy ds. zamówień publicznych najczęściej odpowiadają za przesunięcia czasowe, wynikające z czasu trwania procedur przetargowych, braku ofert lub opóźnień dostaw. Pracownicy merytoryczni generują przesunięcia zakresowe, wynikające z potrzeb uczestników, zmian w programie działań czy konieczności dostosowania zadań do obecnej sytuacji lub grupy docelowej.



Rys. 5. Częstość przesunięć budżetowych projektu między kategoriami w zadaniu

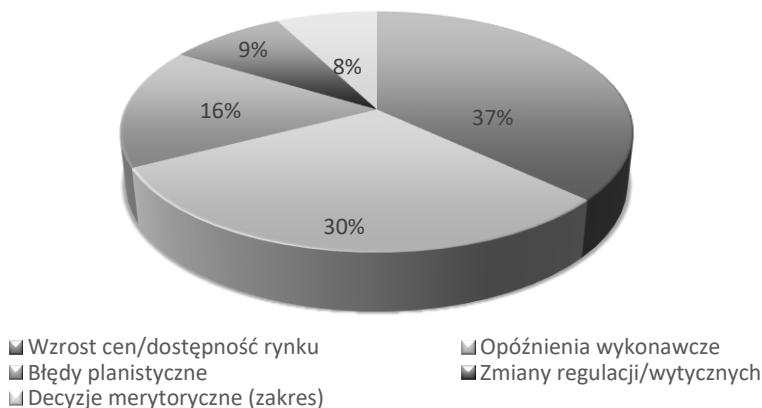
Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonego badania ankietowego.

Struktura ról w projekcie pokazuje, że elastyczność budżetu jest efektem współdziałania wielu obszarów, a przesunięcia nie wynikają z błędów, lecz z naturalnej dynamiki projektów.

3.2. Ocena procedur i przyczyn przesunięć

Respondenci umiarkowanie pozytywnie oceniają jasność procedur (średnia 3,1) oraz czas uzyskania zgody na przesunięcie (3,4). Najwyżej oceniono progi zmian bez aneksu (3,9), co potwierdza, że mechanizmy elastyczności przewidziane w wytycznych są realnie wykorzystywane i postrzegane jako właściwe. Jednocześnie aż 67% respondentów ocenia ryzyko nie kwalifikowalności jako „raczej wysokie” lub „bardzo wysokie”. To wskazuje, że mimo formalnych możliwości przesunięć, zespoły projektowe funkcjonują w warunkach dużej ostrożności i niepewności interpretacyjnej.

Najczęściej wskazywaną przyczyną przesunięć jest wzrost cen i dostępność rynku (34 wskazania), a następnie opóźnienia wykonawcze (28). Są to czynniki zewnętrzne, niezależne od zespołów projektowych, co potwierdza, że przesunięcia są reakcją na zmiany otoczenia, a nie na błędy planistyczne. Największe bariery dotyczą natomiast procedur księgowych (12 wskazań) oraz komunikacji w zespole (10). To elementy wewnętrzne, które mogą spowalniać proces decyzyjny i zwiększać ryzyko opóźnień (rys. 6).



Rys. 6. Najczęstsze przyczyny przesunięć według grupy docelowej badania

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonego badania ankietowego.

Aż 67% respondentów wskazuje, że przesunięcia pomogły osiągnąć cele projektu, co potwierdza, że elastyczność budżetu jest nie tylko koniecznością, ale także narzędziem zwiększającym efektywność realizacji. Jednocześnie tylko 15% badanych deklaruje, że przesunięcia powodowały opóźnienia, co sugeruje, że procedury nie blokują realizacji projektu.

3.3. Analiza statystyczna zależności badanych zmiennych

Kolejny etap analizy danych polegał na zidentyfikowaniu zależności między cechami respondentów (rola organizacyjna, doświadczenie projektowe) a oceną elastyczności budżetu projektowego, postrzeganiem ryzykiem finansowym oraz skutecznością przesunięć budżetowych. Ze względu na porządkowy i kategoriyczny charakter zmiennych zastosowano nieparametryczne testy statystyczne oraz miary siły efektu.

Sprawdzono wpływ doświadczenia projektowego (liczba zrealizowanych projektów) na ocenę kluczowych aspektów zarządzania budżetem. Zastosowany test Kruskala–Wallisa wykazał istotne różnice pomiędzy grupami respondentów o różnym poziomie doświadczenia projektowego ($H = 31.72$, $p < 0.001$). Wynik ten ukazuje, iż doświadczenie w realizacji projektów wpływa na percepcję ryzyka finansowego. Oznacza to, że osoby z większym doświadczeniem projektowym uznają ryzyko nie kwalifikowalności jako mniejsze, co może być spowodowane lepszą znajomością procedur, lepszą interpretacją wytycznych oraz skuteczniejszym działaniem w zarządzaniu ryzykiem.

Analiza wykazała również różnice w ogólnej ocenie elastyczności budżetu pomiędzy respondentami o różnym doświadczeniu projektowym ($H = 28.25$, $p < 0.001$). Uzyskane wyniki sugerują, że wraz ze wzrostem doświadczenia projektowego zmienia się sposób oceny mechanizmów umożliwiających przesunięcia budżetowe. Stwierdzono także wpływ w ocenie skuteczności przesunięć budżetowych w realizacji celów projektów ($H = 21.18$, $p < 0.001$). Uzyskane wyniki wskazują iż większe doświadczenie projektowe wiąże się z bardziej realistyczną oceną ryzyk oraz skuteczności stosowania narzędzi zarządzania budżetem.

W kolejnym etapie zbadano zależności pomiędzy zmiennymi kategoriowymi, wykorzystując test chi-kwadrat niezależności oraz współczynnik Cramera jako miarę siły związku. Na podstawie wyników stwierdzono związek pomiędzy rolą respondenta w projekcie a występowaniem opóźnień projektowych ($\chi^2 = 119.56$, $p < 0.001$). Siła związku była wysoka (Cramer's $V = 0.71$), co sugeruje, że doświadczenia związane z opóźnieniami projektowymi są silnie zróżnicowane w zależności od pełnionej funkcji organizacyjnej.

Dodatkowo sprawdzono zależności pomiędzy elementami procedur budżetowych a oceną ryzyka i skuteczności przesunięć, wykorzystując korelację rang Spearmana. Stwierdzono ujemną korelację między jasnością procedur a postrzeganym ryzykiem niekwalifikowalności kosztów ($\rho = -0.30$, $p < 0.05$), co oznacza, że większa przejrzystość procedur wiąże się z niższą percepcją ryzyka finansowego. Ponadto widoczna jest ujemna korelacja pomiędzy czasem uzyskania zgody na przesunięcia budżetowe a oceną ich skuteczności ($\rho = -0.31$, $p < 0.05$).

Po przeprowadzonej analizie można stwierdzić, że doświadczenie projektowe oraz uwarunkowania instytucjonalne stanowią kluczowe czynniki różnicujące sposób postrzegania elastyczności budżetu, ryzyka finansowego oraz skuteczności przesunięć budżetowych.

4. Dyskusja wyników

Wyniki przeprowadzonego badania potwierdzają, że przesunięcia budżetowe stanowią nieodłączny element zarządzania projektami edukacyjnymi realizowanymi przez uczelnie. Zjawisko to nie jest incydentalne, lecz systemowe - wynika zarówno z dynamiki otoczenia projektowego, jak i z wewnętrznej organizacji pracy zespołów. Analiza odpowiedzi respondentów pozwala zidentyfikować kilka kluczowych obszarów, które determinują sposób, w jaki uczelnie radzą sobie z elastycznością budżetu.

Najczęściej wskazywane przyczyny przesunięć, wzrost cen, dostępność rynku, opóźnienia wykonawcze, mają charakter zewnętrzny i są niezależne od zespołów projektowych. Wynik ten jest spójny z obserwacjami praktyków zarządzania projektami, którzy podkreślają, że w perspektywie FERS i wcześniejszych programów (np. Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój - PO WER) największym wyzwaniem jest niestabilność rynku usług i dostaw. Koszty zadań planowanych na etapie wnioskowania projektu mogą znacząco wzrosnąć w trakcie realizacji, m.in. z powodu zmian inflacyjnych. W 2022 inflacja w Polsce wynosiła 9,4 %, w roku 2023 osiągała poziom nawet 18,4%, podczas gdy w 2025 roku spadła do około 2,4% [<http://www.bankier.pl>, 01.01.2016]. Tak duża zmienność cen pokazuje, że budżety projektów są szczególnie narażone na wahania rynkowe, wraz ze wzrostem inflacji rosną koszty usług, materiałów oraz infrastruktury niezbędnej do realizacji działań. W tym kontekście przesunięcia nie są błędem planistycznym, lecz mechanizmem adaptacyjnym, który pozwala utrzymać zgodność projektu z celami mimo zmieniających się warunków.

Komplementarność ról jaką dana osoba pełni w projekcie wskazuje, że elastyczność budżetu nie jest efektem pojedynczej decyzji, lecz procesem współpracy między jednostkami, w którym każda z nich wnosi inną perspektywę i inne ograniczenia. Wynik ten jest zgodny z literaturą. A. Karczevska w swoim opracowaniu na temat efektywnej komunikacji w organizacji podkreśla, że skuteczność działań zależy od koordynacji między funkcyjnej i jakości komunikacji wewnętrznej [Karczevska, 2011, s. 113]. M. Trocki w podręczniku z zarządzania projektami również stawia nacisk na odpowiednią koordynację komunikacją w zespole i jednostkach. Podnosi też kwestię, iż prawidłowa komunikacja i odpowiednie zarządzanie pozwala na większą kreatywność zespołu, motywację, a dzięki temu zwiększyć efektywność zespołu [Trocki, 2012, s.319].

Respondenci umiarkowanie pozytywnie oceniają jasność procedur oraz czas uzyskania zgody na przesunięcie, jednak jednocześnie wskazują na wysokie ryzyko nie kwalifikowalności. Ten dualizm sugeruje, że procedury są formalnie poprawne, ale nie zawsze jednoznaczne w interpretacji, co prowadzi do ostrożności i wydłużania procesu decyzyjnego. Największe bariery mają charakter wewnętrzny, co oznacza, że usprawnienia organizacyjne na poziomie uczelni mogą znacząco poprawić efektywność zarządzania zmianą. Wynik ten koresponduje z badaniami dotyczącymi administracji uczelnianej, które wskazują, że złożoność struktur organizacyjnych może być jednym z głównych czynników spowalniających procesy projektowe.

Elastyczność budżetu nie jest jedynie koniecznością wynikającą z problemów, ale aktywnym narzędziem zarządczym. Przesunięcia umożliwiają dostosowanie działań do potrzeb uczestników, reagowanie na zmiany rynkowe i utrzymanie spójności projektu.

Przesunięcia budżetowe w projektach uczelnianych są zjawiskiem powszechnym, wielowymiarowym i w dużej mierze niezależnym od zespołów projektowych. Wyniki badania wskazują, że elastyczność budżetu jest nie tylko koniecznością, ale także narzędziem zwiększającym efektywność realizacji. Kluczowe znaczenie mają tu: współpraca między rolami, jasność procedur, jakość komunikacji oraz zdolność uczelni do adaptacji w dynamicznym otoczeniu. Wyniki te potwierdzają potrzebę dalszych badań nad organizacyjnymi i proceduralnymi aspektami zarządzania projektami w szkolnictwie wyższym.

Podsumowanie

Wyniki badania wskazują, że największe bariery w zarządzaniu przesunięciami mają charakter wewnętrzny. Dotyczą procedur księgowych, komunikacji oraz koordynacji między jednostkami. Na tej podstawie można sformułować następujące rekomendacje dla uczelni:

1. Wzmocnienie planowania budżetowego na etapie wniosku
 - Uwzględnianie buforów kosztowych w zadaniach najbardziej narażonych na wzrost cen (np. sprzęt, usługi zewnętrzne).
 - Stosowanie kategorii „inne” jako narzędzia elastyczności, zgodnie z wytycznymi.
 - Analiza ryzyk rynkowych już na etapie projektowania.
2. Usprawnienie komunikacji między jednostkami
 - Wprowadzenie jasnych ścieżek komunikacji między koordynacją, finansami, zamówieniami i merytoryką.
 - Regularne spotkania operacyjne zespołu projektowego (np. raz w miesiącu).
 - Tworzenie krótkich instrukcji wewnętrznych dotyczących przesunięć.
 - Budowanie kultury współpracy między jednostkami administracyjnymi.
3. Monitorowanie realizacji i wczesne reagowanie
 - Comiesięczne przeglądy realizacji budżetu.
 - Wczesna identyfikacja opóźnień wykonawców i ryzyk rynkowych.

Przeprowadzona analiza pozwala spojrzeć na elastyczność budżetu projektów uczelnianych w sposób wielowymiarowy, zarówno z perspektywy regulacji, jak i praktyki zarządzania oraz doświadczeń zespołów projektowych.

Badanie ankietowe potwierdziło, że przesunięcia budżetowe są zjawiskiem powszechnym i w dużej mierze niezależnym od beneficjentów. Wynikają przede wszystkim z czynników zewnętrznych. Jednocześnie to, w jaki sposób uczelnia reaguje na te wyzwania, zależy od struktury organizacyjnej, jasności procedur i kompetencji zespołów projektowych. Różne role w projekcie wnoszą odmienne perspektywy i ograniczenia, co czyni proces przesunięć złożonym, ale jednocześnie niezbędnym dla utrzymania spójności projektu. Wyniki opracowania wskazują, że elastyczność budżetu powinna być postrzegana nie jako odstępstwo od planu, lecz jako narzędzie adaptacyjne, które umożliwia realizację celów projektu w warunkach niepewności.

Ze względu na eksploracyjny charakter badania oraz ograniczoną liczebność próby, wyniki należy traktować jako punkt wyjścia do dalszych analiz. W przyszłych

badaniach warto objąć większą grupę respondentów reprezentujących różne typy instytucji oraz porównać doświadczenia osób piszących wnioski z perspektywą biur projektów.

ORCID iD

Emilia Lubińska, <https://orcid.org/0009-0005-9904-9115>

Literatura

1. Adamowicz M., Łuniewska S. (2015), *Planowanie i budżetowanie jako narzędzie zarządzania finansami przedsiębiorstwa*, Zeszyty naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 873 Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia 77.
2. Bagińska A. (2023), *Budżetowanie jako instrument zarządzania finansami – wyniki analizy bibliometrycznej*, Akademia Zarządzania 7(1).
3. Bemen K. (2023), *Zarządzanie projektami finansowanych z Unii Europejskiej realizowanymi na uczelniach wyższych*, w: Kuźmińska-Heberla A., Bobowski S. (red.) *Ekonomia i międzynarodowe stosunki gospodarcze*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, s. 90-102.
4. Beniek R., Beniek P. (2019), *Finansowanie szkolnictwa wyższego w Polsce i innych krajach Unii Europejskiej*, Munich Personal RePEc Archive.
5. Bukłaha E. (2019), *Menedżerski controlling projektów. Wyzwania i wyniki badań*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa.
6. Dębowski T (2018), *Zmienność wieloletniego budżetu unii europejskiej – ujęcie retro- i prospektywne*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.
7. Dziadek K. (2015), *Wykorzystanie budżetowania w zarządzaniu projektami unijnymi – wyniki badań*, Prace naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu 399.
8. Karczewska A. (2011), *Efektywna komunikacja w organizacji*, Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej 3, s. 110-116.
9. Kerzner H. (2017), *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*, Wiley.
10. Koziół W., Pyka, J. (2020), *Zarządzanie projektami publicznymi i edukacyjnymi*, Katowice, Wydawnictwo UE.
11. Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej, *Zasady finansowania programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 wersja 4 – obowiązująca od 1.07.2025 r.*

12. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (2022), *Regulaminy konkursów i zasady aneksowania budżetów*, Warszawa.
13. Pączek E., Wyróżębski P. (2018), *Typologia projektów zarządzanych przez uczelnie wyższe w Polsce*, w: Poniatowski G. (red.) *Determinanty i modele procesów gospodarczych*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa, s. 285-296.
14. Trocki M. (red.), (2012), *Nowoczesne zarządzanie projektami*, PWE, Warszawa.
15. *Ustawa z dnia 28 kwietnia 2022 r. o zasadach realizacji zadań finansowanych ze środków europejskich w perspektywie finansowej 2021–2027*, Warszawa, dnia 20 maja 2022 r.
16. Wyróżębski P. (2016), *Ryzyko i niepewność w procesie planowania projektów.*, Zarządzanie projektami – wyzwania i wyniki badań, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa, [data dostępu 01.01.2016]

The Budget of European Union – Funded Projects at Higher Education Institutions in the Context of Its Flexibility During Project Implementation

Abstract

The aim of this manuscript is to analyse budget flexibility in university projects financed by European funds, with particular emphasis on budget transfers as an adaptive tool in project management. The theoretical part discusses regulations concerning the eligibility of costs and mechanisms enabling changes to be made to the budget. This is followed by the results of a survey conducted among members of project teams at public and private universities. The analysis showed that budget transfers are a common phenomenon and are mainly due to external factors, such as market instability and delays on the part of contractors. At the same time, the roles played in the project influence the initiation and implementation of transfers. The results confirm that budget flexibility is an important element of effective project management in university, and that organizational improvements can contribute to increasing the effectiveness of project implementation.

Key words

project management, budget transfers, cost eligibility, expenditure eligibility

Application of Selected Multidimensional Discriminant Models for Assessing Financial Condition: The Case of Renewable Energy Companies Listed on the NewConnect Market

Chrystian Firlej

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Rolniczo-Ekonomiczny

e-mail: chrystianj.firlej@urk.edu.pl

DOI: 10.24427/az-2026-0004

Abstract

The article focuses on assessing the financial condition of companies listed on the NewConnect market using selected discriminant models, which are valuable tools for evaluating these enterprises. The main objective of the research was to apply selected Polish discriminant analysis models to study the financial condition of companies listed on the NewConnect market in the renewable energy sector. The purpose of the research was conditioned by the adopted research hypothesis, which stated that companies in the renewable energy sector listed on the NewConnect market were characterized by good and stable financial conditions during the analyzed period. The results confirmed that discriminant analysis models are a valuable tool for assessing the financial condition of the analyzed entities. On the other hand, on the other hand, the research carried out allowed the conclusion that companies operating on the NewConnect market (renewable energy sector) in 2019-2024 were in a diverse and ambiguous financial situation.

Keywords

discriminant analysis, financial condition, NewConnect market, Warsaw Stock Exchange

Introduction

An area that affects all aspects of human life is energy [Akinwale, 2022, p. 470], which particularly affects socioeconomic development [Tzanakis et al., 2011, pp. 462-502]. In addition, energy has applications in every area of social, economic and

environmental life [Tzanakis et al., 2012, pp. 4126-4140]. The use of energy positively influences the development of international trade, drives economic growth, improves the quality of life, and spreads research and technological innovation [Akinwale, 2021, pp. 373-380; Wang and Guo, 2021, pp. 1-10]. Despite the rise in popularity of renewable energy sources (RES), economic growth in many countries remains largely based on conventional fuels [Akinwale, 2018, pp. 601-614].

Further international efforts are needed to achieve climate neutrality by 2050 within the European Union [Jänicke and Wurzel, 2020, pp. 22-42]. It is crucial to educate future leaders on the implementation of climate policy in member states and European Union institutions in the area of RES development [<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/greenhouse-gasemission-trends-7/assessment>, 28.11.2025].

The rate of energy regeneration from RES is significantly faster than that from conventional sources [Karasmanaki and Tsantopoulos, 2019, pp. 111-119]. Renewable energy is now a sustainable energy path because it emits no or negligible dangerous gases [Adepoju and Akinwale, 2019, pp. 69-82]. Renewable energy can include: hydroelectric, solar, wind, biomass, geothermal, bioenergy, and wave and tidal energy [Jamil et al., 2012, pp. 266-274; Pan et al., 2019, pp. 456-464; Balcerzak et al., 2024, pp. 379-390]. In connection with the key aspect of renewable energy development, it seems appropriate to analyze the evolution of entities operating in this field.

The subject of the research is the NewConnect market, with a particular focus on companies in the "renewable energy" sector. The NewConnect market on the Warsaw Stock Exchange began in August 2007. This market is geared towards the development of small and medium-sized companies with high growth potential. The NewConnect market is aimed at investors who accept higher risk and hope for potentially high returns [<https://newconnect.pl/o-rynku>, 28.11.2025]. As of November 2025, there were 356 companies on this market (355 domestic and one foreign) with a total capitalization of PLN 13,052.65 million [<https://newconnect.pl/statystyki-okresowe>, 28.11.2025].

The financial condition of a company is also referred to as "financial standing". W. Bien treats the financial standing of an enterprise as "*a company's competitive position in the market, its credibility and economic strength*" [Bien, 1999, p. 81]. In addition, the financial position of a company is referred to in the literature as "financial health" [Wypych, 1998, pp. 177-178; Smithson et al., 2000, p. 167]. To assess an entity's financial condition, one can use the so-called multidimensional analysis, which focuses on quantitative factors. A limiting factor affecting the effectiveness

of discriminant analysis models is that it omits a crucial area of the company's operations: industry specificity [Rusek, 2010, p. 56; Wysocki and Kozera, 2012, p. 182]. In addition, the use of multidimensional discriminant analysis is used to assess the solvency of the companies under study. This can help identify early symptoms of insolvency risk leading to bankruptcy [Antczak, 2023]. Because discriminant analysis models may lose value over time, their effectiveness is assessed using the latest financial data [Pilch, 2021].

In the era of the capitalist economy, companies are constantly exposed to various threats, especially in a fluctuating market environment. These threats can create crisis situations in enterprises, leading to bankruptcy. A wide range of stakeholders interested in the financial situation of an enterprise creates a constant need to assess the financial standing of business entities. The mentioned stakeholders can be: banks (providers of external capital), auditors and chartered accountants, rating institutions, and potential investors (individual, institutional) [Zarzecki, 2000, pp. 371-372; Nowicki, 2020, p. 119].

Currently, discriminant analysis, logit models, neural networks, and classification trees remain the primary tools for bankruptcy prediction [Pociecha, 2014]. However, foreign models of discriminant analysis (such as the Altman model) are not practically applicable to the analysis and evaluation of the financial condition of Polish companies. This is related to the dynamic political and economic changes that occurred in Poland during the period of economic transition [Ptak-Chmielewska, 2014, pp. 9-21]. As a result, numerous Polish discriminant analysis models have been developed to predict the bankruptcy of Polish companies and are tailored to the Polish economic reality. The most popular examples of Polish discriminant analysis models may be: S. Gajdka and D. Stos [Gajdka and Stos, 1996], D. Wierzbza [Wierzbza, 2000, 79-105], A. Hołda [Hołda, 2001, pp. 306-310], M. Gruszczyński [Gruszczyński, 2003], the so-called "Poznań" model of M. Hamrol, B. Czajka and M. Piechocki [Hamrol et al., 2004, pp. 37-48], B. Prusak [Prusak, 2005] or E. Mączyńska and M. Zawadzki [Mączyńska and Zawadzki, 2006, pp. 205-235].

Discriminant analysis is widely used for predicting bankruptcy and assessing a company's financial situation due to its advantages. Nevertheless, like other bankruptcy assessment models, it has its disadvantages. The main advantages of discriminant analysis include, for example, the models juxtapose typical ratio analysis with econometrics [Wojcicka, 2010, p. 116] and reduce the assessment of the financial condition of the analyzed entity to a single numerical value, thus eliminating interpretational discrepancies [Bombiak, 2010, p. 145] or the fact that discriminant analysis models make it possible to assign the evaluated company to a group of com-

panies either at risk or not at risk of bankruptcy. Disadvantages of discriminant analysis include the rapid loss of model usefulness due to changes in economic conditions, and the fact that models are not among the so-called "universal" models. This means they are mainly used in the analysis of manufacturing companies [Kuciński, 2011, p. 160].

The discriminant analysis method is used to study the differentiation of the analyzed entities based on the results of the Z function. Based on the results, the studied entity can be assigned to a group with good or poor financial condition [Stanisz, 2007, p. 51]. Discriminant analysis is part of multivariate statistical analysis, which addresses the problem of discriminating and classifying multidimensional sets [Jajuga, 1993, p. 133]. Discriminant analysis models include a synthetic index, which is a combination of indicators and weights that captures the essence of these indicators and reflects the company's financial situation [Antonovich, 2007; Antonovich, 2010, pp. 3467-476].

The use of selected Polish discriminant analysis models to study the financial condition of companies listed on the NewConnect market in the renewable energy sector was adopted as the main objective of the study. The objective is to assess the financial condition of the indicated companies from the perspective of bankruptcy risk. The research hypothesis (H1) was adopted, stating that companies in the renewable energy sector listed on the NewConnect market were characterized by good and stable financial conditions during the analyzed period.

The first part of the article describes the NewConnect market on the Warsaw Stock Exchange. In the second part, a synthetic literature review of research on the use of discriminant analysis on NewConnect market companies was made. The next part of the article describes selected discriminant analysis models and presents the data and research methodology, respectively. The fourth part contains the results of the estimated models and compares them with results from the literature. The article closes with the fifth part, which includes conclusions.

1. Literature review

The beginning of the 20th century saw a surge of interest in bankruptcy forecasting in the economic literature. One particular event that drew attention to mass corporate bankruptcy was the Wall Street crisis of the late 1920s and early 1930s. [Mączyńska and Zawadzki, 2006, pp. 205-235]. Edward Altman's 1968 work represents a breakthrough in the development of bankruptcy prediction methods using discriminant analysis [Altman, 1968, pp. 589-609]. Subsequent methods were logit and probit models (1970s and 1980s), which were popularized by Ohlson [1980, pp.

109-131] and Zmijewski [1984, pp. 59-82]. Survival and duration models, on the other hand, were popularized by Shumway [2001, pp. 101-124].

The diversity of research and results in the foreign literature on the subject necessitates further research to assess the financial condition of companies in the renewable energy sector on the Warsaw Stock Exchange. The current literature indicates the popularity of applying multidimensional discriminant analysis models to assess the financial condition of the studied entities. The studies presented in Table 1 analyze and evaluate various entities and the research period. In addition, they were conducted using a diverse set of discriminant analysis models.

Tab. 1. Overview of studies involving the application of multidimensional discriminant analysis to the evaluation of companies in the NewConnect market in Poland

Author	Year	Entities	Time range	Included models of multidimensional discriminant analysis
Kuciński A. [2011].	2011	17 companies from the construction and commercial sectors	2008-2009	- S. Gajdka and D. Stos model - D. Hadasik model - A. Hołda
Nowicki T. [2020, p. 119].	2020	14 entities that filed for bankruptcy in the period: beginning 2018 - February 2020	early 2018 - February 2020	- E. Mączyńska model - S. Gajdka and D. Stos model - D. Hadasik model - D. Wierzba model - "Poznań" model
Postek Ł, Thor M. [2020, pp. 109-137].	2020	More than 400 companies	2014-2016	- S. Gajdka and D. Stos model - D. Wierzba model - A. Hołda - M. Gryszczyński's model - "Poznań" model - B. Prusak - E. Mączyńska and M. Zawadzki model

Source: own study based on a literature search.

The main objective of the research conducted by Kuciński [2011] was to apply selected discriminant models to analyze and evaluate the financial condition of companies listed on the NewConnect market of the Warsaw Stock Exchange. This constituted an attempt to analyze their financial condition and assess the threat of their

bankruptcy. During the study, 31 companies from the construction and trading sectors of the NewConnect market were selected. In the end, the research sample consisted of 17 companies. This was due to their short existence on the indicated market and the incompleteness of financial data. An extension of the research using discriminant analysis models was the analysis and evaluation of stock returns. In this respect, the NewConnect market is considered challenging. The results obtained by Kuciński showed that the analyzed companies achieved negative returns. This indicates that they were not in the best financial condition during the period under review. The reason for this may have been growing financial difficulties.

The research by Nowicki [2020] aimed to evaluate the effectiveness of selected Polish discriminant analysis models. In the research process, five models were selected, and 14 companies listed on the NewConnect market were analyzed. The companies selected for the study were those that had filed for bankruptcy in the last two years (from the beginning of 2018 to the end of February 2020). The values of the individual discriminant analysis models were calculated two years before the bankruptcy filing and one year before this event. In Kuciński's study, the second model of Gajdka and Stos proved to be the most effective of the verified models. However, the indicated model can be very sensitive to classification errors that achieve a positive net result yet are assigned to a group with poor financial condition.

In the research conducted by Postek and Thor [2020], three research objectives were adopted: constructing a bankruptcy prediction model based on companies' financial indicators on the NewConnect market. Another objective was to compare the results obtained from the created model with bankruptcy prediction models for Polish companies reported in the literature. The last objective was to verify the usefulness and feasibility of using discriminant analysis models in constructing an investment portfolio. The period of 2014-2016 was analyzed. In the study, the authors analyzed reports prepared in accordance with three standards: PAS (Polish Accounting Standard, about 87% of reports), IFRS (International Financial Reporting Standard, 13% of reports), and other accounting standards (less than 0.5%). The research sample consisted of 410 companies in 2014 and 406 in 2015 that operated on the NewConnect market.

2. Methodology

The research process of the proposed study firstly consisted of a literature search. In addition, an analysis of the financial statements of the companies under study was conducted during the period under review. In the next stage, appropriate statistical methods were selected. The selection of entities for the study was selective and

concerned entities in the renewable energy sector from the Warsaw Stock Exchange, which operated on the NewConnect market in 2019-2024 ($t = 1, 2, \dots, 6$). The indicated time period included a number of turbulent international geopolitical events that could affect the proper operation of renewable energy companies. These included the Covid-19 pandemic, BREXIT or the war in Ukraine. The following companies were analyzed: Becin Joint Stock Company (BEE), Biomass Energy Project Joint Stock Company (BEP), Corey Europe Joint Stock Company (COR), Elq Joint Stock Company (ELQ), Farmy Fotowoltaiki Polska Joint Stock Company (FFP), Foto Volt Eko Energia Joint Stock Company (FVE), Global Hydrogen Joint Stock Company (GHY), Hipower Energy Joint Stock Company (HPE), Hyenergy Joint Stock Company (HEN), Military Group Joint Stock Company (MIG), Oze Capital Joint Stock Company (OZE), Saule Technologies Joint Stock Company (SLT), Solar Innovation Joint Stock Company (SIN), T&T Proenergy Joint Stock Company (TNT), Voolt Joint Stock Company (VLT) And Zeneris Projects Joint Stock Company (ZEN). While completing the data, some difficulties were encountered due to missing required financial data for some companies. In such a case, it was impossible to determine the values of discriminant functions for all entities in the "renewable energy" sector from the NewConnect market in 2019-2024. This has limited the analysis in some areas, making it difficult to formulate final conclusions.

Four models of discriminant analysis were selected to evaluate the financial condition of the analyzed companies: the D. Hadasik model, the Z6 and Z7 models of INE PAN (E. Mączyńska and M. Zawadzki) and the "Poznań" model (M. Hamrol, B. Czajka, M. Piechocki). The value of the discriminant function Z (in the case of each model) made it possible to classify a given company into a group with good or bad financial condition. Table 2 presents the characteristics of the discriminant analysis models selected for the study.

Tab. 2. Overview of the discriminant analysis models selected for the study

Model	Formula	Indicators
Hadasik [1998].	$Z_H = 2.362 + 0.365X_1 - 0.765X_2 - 2.404X_3 + 1.590X_4 + 0.002X_5 - 0.012X_6$	X_1 - Current assets/current liabilities, X_2 - (current assets - inventories/current liabilities), X_3 - total liabilities/total assets, X_4 - (current assets - current liabilities) /total liabilities, X_5 - accounts receivable/sales revenue, X_6 - inventories/sales revenue.
Poznanski [Hamrol, Czajka, Piechocki, 2004; Kisielińska and	$Z_{POZ} = 3.562X_1 + 1.588X_2 + 4.288X_3 + 6.719X_4 - 2.368$	X_1 - Net financial result/total assets, X_2 - (current assets - inventories) / short-term liabilities,

Model	Formula	Indicators
Waszkowski, 2010, pp. 17-31].		X_3 - fixed capital/total assets, X_4 - financial result from sales/revenue from sales.
Z7 INE PAN (Mączyńska, 2004)	$Z_{7INE PAN} = 9.498X_1 + 3.566X_2 + 2.903X_3 + 0.452X_4 - 1.4987$	X_1 - operating result/value of assets, X_2 -value of equity/value of assets, X_3 - (net financial result + depreciation) /total liabilities, X_4 - current assets/current liabilities.
Z6 INE PAN [Mączyńska, 2004; Mączyńska and Zawadzki, 2006, pp. 205-235].	$Z_{6INE PAN} = 9.478X_1 + 3.613X_2 + 3.246AX_3 + 0.455X_4 + 0.802X_5 - 2.478$	X_1 - Operating profit/value of assets, X_2 - equity/value of assets, X_3 - (net financial result + depreciation) /total liabilities, X_4 - current assets/current liabilities, X_5 - sales revenue/value of assets.

Source: own compilation based on the literature search.

For all models selected for the study, the cut-off values are 0. This means that $Z < 0$ difficult financial situation of the entity and $Z > 0$ good financial situation of the entity.

3. Results

Table 3 shows the values of selected discriminant analysis models of the companies in the "renewable energy" sector selected for the study, operating on the NewConnect market in 2019-2024. Values that were below the cut-off value are marked in gray. In this case, their financial situation could be considered deteriorating.

Tab. 3. Results of selected discriminant analysis models for selected companies on the NewConnect market in 2019-2024

	ZEN	VLT	TNT	SIN	SLT	RES	MIG	HE	HPE	GHY	FVE	FFP	ELQ	COR	BEP	BEE	
	0.14	1.00	0.89	1.26	-0.40	0.13	0.98	1.39	-0.11	2.02	-4.68	-1.70	1.66	1.24	2.85	-1.75	H_2019
	0.74	1.22	1.79	1.79	1.04	-2.45	0.79	1.28	1.01	2.12	0.82	-2.86	0.26	-1.70	2.35	3.05	H_2020
	1.25	1.25	2.13	0.98	-3.00	-0.42	2.27	1.44	0.17	2.12	3.19	-25.70	0.91	1.07	2.13	2.31	H_2021
	0.20	1.18	1.93	-2.47	1.75	0.95	-2.53	1.45	0.60	2.08	3.07	-33.92	0.44	1.01	2.64	2.66	H_2022
	-0.91	-6.89	1.74	1.40	1.98	0.83	2.13	0.63	-5.80	1.55	1.43	-9.71	0.72	1.12	3.21	2.56	H_2023
	0.65	-43.02	1.93	1.21	1.81	0.77	1.61	1.37	2.11	1.46	2.12	0.28	1.59	1.06	2.97	2.40	H_2024
	3.39	14.97	15.03	3.95	-92.12	14.46	9.67	-3.28	-80.98	7.65	24.00	-3.71	3.82	-1.61	8.38	21.59	POZ_2019
	6.12	10.62	3.29	6.23	18.87	26.25	-1.64	8.62	-18.32	8.83	2.51	-44.67	2.04	12.73	5.79	6.50	POZ_2020
	9.97	9.88	4.78	8.04	27.61	16.01	-76.45	9.44	-21.22	8.14	4.55	-71.70	-0.56	4.24	7.34	9.93	POZ_2021
	15.93	-1.12	3.29	-38.48	-66.68	-1.49	2.24	9.21	-8.53	4.99	4.97	-580.00	0.78	1.75	5.93	4.07	POZ_2022
	20.85	0.51	7.42	-17.96	-132.09	8.25	4.69	-13.65	-80.64	1.03	4.15	-8.11	2.73	3.56	11.08	2.34	POZ_2023
	13.27	109.67	4.64	-0.44	-179.64	-3.49	-2.86	9.33	4.92	1.89	5.17	10.01	2.78	1.04	12.13	2.12	POZ_2024
	2.20	2.80	-2.63	-2.40	9.18	0.07	-0.68	2.19	-6.53	2.01	-21.70	-36.64	1.29	-1.85	0.50	-1.68	Z6_2019
	8.65	5.96	2.98	24.56	55.36	14.96	-4.28	6.89	-0.15	8.51	3.10	-56.60	2.67	4.80	4.04	4.00	Z6_2020
	6.67	6.91	4.32	-2.28	-28.94	8.25	-2.32	14.57	-2.49	8.24	10.23	-38.75	0.71	2.10	4.92	9.37	Z6_2021
	9.29	-2.71	1.29	-31.32	1.13	-5.35	-2.12	5.50	-2.97	0.48	8.30	-712.61	1.98	1.40	3.33	5.55	Z6_2022
	11.34	-6.30	4.22	-4.21	1.73	17.53	5.16	-8.57	-51.88	3.15	4.79	-6.17	5.08	3.42	6.90	2.34	Z6_2023
	7.20	-45.90	3.21	0.20	1.70	-7.98	-17.44	4.01	-0.22	-0.08	8.18	11.92	4.07	1.47	8.00	2.34	Z6_2024
	1.78	12.73	-37.01	-0.48	-3.81	8.36	6.24	1.08	-3.33	6.52	-225.74	-4.13	3.22	0.94	5.24	5.35	Z7_2019
	6.74	5.40	2.41	21.83	52.89	14.17	-4.07	6.32	-0.13	7.00	2.17	-58.99	1.26	4.71	3.87	5.56	Z7_2020
	5.44	5.72	4.09	-1.79	-25.43	7.90	-1.42	12.38	-2.46	6.71	8.88	-38.54	-0.26	1.86	4.66	9.52	Z7_2021
	7.92	-2.34	1.37	-32.58	1.33	-6.96	-2.65	4.11	-2.99	0.23	5.99	-708.39	1.35	1.23	3.29	6.08	Z7_2022
	10.00	-4.37	4.04	-3.87	1.81	5.27	4.38	-8.10	-52.43	3.04	2.99	-6.06	3.86	2.69	6.76	2.07	Z7_2023
	6.43	-35.74	3.12	0.20	1.75	-8.06	-18.03	3.86	0.13	0.03	6.34	11.32	2.96	1.36	7.81	2.19	Z7_2024

* The table uses abbreviated company names: Beelin Joint Stock Company (BEE), Biomass Energy Project Joint Stock Company (BEP), Corey Europe Joint Stock Company (COR), Elq Joint Stock Company (ELQ), Farny Fotowoltaiki Polska Joint Stock Company (FFP), Foto Volt Eko Energia Joint Stock Company (FVE), Global Hydrogen Joint Stock Company (GHY), Hipower Energy Joint Stock Company (HPE), Hyenergy Joint Stock Company (HEN), Military Group Joint Stock Company (MIG), Oze Capital Joint Stock Company (OZE), Saule Technologies Joint Stock Company (SLT), Solar Innovation Joint Stock Company (SIN), T&T Proenergy Joint Stock Company (TNT), Voolit Joint Stock Company (VLT) And Zeneris Projects Joint Stock Company (ZEN).

** H - Dorota Hadasik model, POZ - Poznań model, Z6 - Z6 INE PAN model, Z7 - Z7 INE PAN model.

Source: own study.

As shown in Table 3, across all models, the selected companies achieved values below the cutoff. The only company that achieved values above the cut-off value during the entire period of analysis and under all the models used was BIOMASS Energy Project Joint Stock Company. Very good results were also achieved by the companies: Global Hydrogen Joint Stock Company (only in 2024 - model Z6 negative result) and Zeneris Project Joint Stock Company (only in 2023 - model Hadasik negative result). Equally good results were achieved by the companies: Beein Joint Stock Company (negative result for model H_2019 and Z6_2019), Elq Joint Stock Company (negative result for model POZ_2021 and Z7_2021), and T&T Proenergy Joint Stock Company (negative result for model Z6_2019 and Z7_2019). Equally good results were achieved by the companies: Corey Europe Joint Stock Company (negative result for H_2020, POZ_2019, and Z6_2019) and Foto Volt Eko Energia Joint Stock Company (H_2019, Z6_2019, and Z7_2019). Extremely low values (below the limit of each model used) were achieved by the companies: Farny Fotowoltaiki Polska Joint Stock Company, Hipower Energy Joint Stock Company, Military Group Joint Stock Company, And Solar Innovation Joint Stock Company. This could indicate their poor or systematically deteriorating financial situation. The reason for such low values in the models selected for the study may have been the negative net profit levels and declining sales revenue during the period of analysis for the indicated companies. Table 4 shows the average values for each model, as well as the rankings based on the discriminant analysis average values for 2019-2024.

Tab. 4. The average values of the discriminant analysis models selected for the study, along with the ranking of the analyzed companies in 2019-2024

Com- pany	MPR - HAD	R - HAD.	ŚR-POZ	R - POZ	R-Z6	R - Z6	R-Z7	R - Z7
BEE	1.87	3	7.76	5 (↓2)	3.65	7 (↓2)	5.13	3 (↑4)
BEP	2.69	1	8.44	4 (↓3)	4.61	3 (↑1)	5.27	2 (↑1)
COR	0.63	10	3.62	9 (↑1)	1.89	11 (↓2)	2.13	8 (↑3)
ELQ	0.93	7	1.93	11 (↓4)	2.63	8 (↑3)	2.07	9 (↓1)
FFP	-65.27	16	-116.36	16 (↓0)	-139.81	16 (↓0)	-134.13	16 (↓0)
FVE	0.99	6	7.56	6 (↓0)	2.15	9 (↓3)	-33.23	15 (↓6)
GHY	1.90	2	5.42	8 (↓6)	3.72	6 (↑2)	3.92	5 (↑1)
HPE	-0.34	14	-34.13	14 (↓0)	-10.71	15 (↓1)	-10.20	14 (↑1)
HE	1.26	5	3.28	10 (↓5)	4.10	5 (↑5)	3.27	7 (↓2)
MIG	0.88	8	-10.72	13 (↓5)	-3.62	13 (↓0)	-2.59	10 (↑3)
RES	-0.03	13	10.00	3 (↑10)	4.58	4 (↓1)	3.45	6 (↓2)
SLT	0.53	11	-70.68	15 (↓4)	6.69	2 (↑13)	4.76	4 (↓2)
SIN	0.69	9	-6.44	12 (↓3)	-2.57	12 (↓0)	-2.78	11 (↑1)
TNT	1.74	4	6.41	7 (↓3)	2.13	10 (↓3)	-3.66	13 (↓3)
VLT	-7.54	15	24.09	1 (↑14)	-6.54	14 (↓13)	-3.10	12 (↑2)

Com- pany	MPR - HAD	R - HAD.	ŚR-POZ	R - POZ	R-Z6	R - Z6	R-Z7	R - Z7
ZEN	0.34	12	11.59	2 (↑10)	7.56	1 (↑1)	6.38	1 (↓0)

* The table uses abbreviated company names: Beein Joint Stock Company (BEE), Biomass Energy Project Joint Stock Company (BEP), Corey Europe Joint Stock Company (COR), Elq Joint Stock Company (ELQ), Farmy Fotowoltaiki Polska Joint Stock Company (FFP), Foto Volt Eko Energia Joint Stock Company (FVE), Global Hydrogen Joint Stock Company (GHY), Hipower Energy Joint Stock Company (HPE), Hyenergy Joint Stock Company (HEN), Military Group Joint Stock Company (MIG), Oze Capital Joint Stock Company (OZE), Saule Technologies Joint Stock Company (SLT), Solar Innovation Joint Stock Company (SIN), T&T Proenergy Joint Stock Company (TNT), Voolt Joint Stock Company (VLT) And Zeneris Projects Joint Stock Company (ZEN).

** (↑1) or (↓1) - increase or decrease in ranking by 1 position compared to the previous year, (↕0) - no change.

*** R- HAD - average values of model D. Hadasik, R - HAD - ranking of D. Hadasik, R-POZ - average values of Poznań model, R - POZ - ranking of Poznań model, R-Z6 - average values of Z6 model, R - Z6 - ranking of Z6 model, R-Z7 - average values of Z6 model, R - Z7 - ranking of Z7 model.

Source: own study.

Based on the results presented in Table 4, it can be concluded that the highest average values within the model D. Hadasik were characterized by the following companies: Biomass Energy Project Joint Stock Company (2.69), Global Hydrogen Joint Stock Company (1.90), and Beein Joint Stock Company (1.87). In contrast, the highest average values in the Poznań model were achieved by: VOOLT JOINT Stock Company (24.09), Zeneris Projekty Joint Stock Company (11.59), And Oze Capital Joint Stock Company (10.00). Zeneris Projects Joint Stock Company ranked first in terms of average values for Z6 INE PAN (7.56) and Z7 INE PAN (6.38). Saule Technologies Joint Stock Company ranked second in the Z6 model (6.69), and Biomass Energy Project Joint Stock Company ranked third (4.61). As for the average values for the Z7 INE PAN models, Biomass Energy Project Joint Stock Company ranked second (5.27) and Beein Joint Stock Company ranked third (5.13).

4. Discussion

The study by Kuciński [2011] used the model of Gajdek and Stack, Hadasik and Hołda, and estimated the values of the discriminant function for 2009 and 2008. The indicated values were determined as the quotient, which is the ratio of the price at the end of a given year to its issue price. The study included 17 companies in the construction and commercial sectors. In addition, the study focused on the analysis and evaluation of stock returns. The results showed that the NewConnect market is

challenging. The vast majority of companies had negative returns, which could indicate less-than-perfect financial condition. The growing financial difficulties of the analyzed companies could be considered as the reason for this. Based on the research in this article, the D. Hadasik model was the least rigorous of the models used.

Nowicki's [2020] study focused on the analysis of 14 entities that filed for bankruptcy from January 2018 to February 2020. Five discriminant analysis models were used for the study. The best model was the Gajdka and Stos model, which achieved up to 92.9% correct classifications one year before filing for bankruptcy (1 misclassified case) and up to 100% correct classifications two years before the company filed for bankruptcy. The analysis showed that all companies considered in the study recorded a net loss two years before bankruptcy. In contrast, only one company recorded a profit one year before filing: Denta-Medical S.A., which was misclassified as the only one by the Gajdka and Stos model. In contrast, D. Hadasik's model achieved 64.3% one year before filing for bankruptcy and 50% two years before filing for bankruptcy. Mączyńska's model showed 64.3% effectiveness one year before filing for bankruptcy and only 28.6% two years before filing. In contrast, the Poznań model achieved 71.4% effectiveness one year before and 50% artificiality two years before filing for bankruptcy. In the research presented in this article, the Poznań model proved to be one of the most rigorous and clearly indicated a deteriorating financial situation for some entities.

Postek and Thor's [2020] research focused on investment issues and on analyzing whether a given company on the NewConnect market can be classified as bankrupt or not using selected discriminant analysis models. More than 400 entities from the indicated market were analyzed, and seven discriminant analysis models were used. Based on the study, most models allow the construction of an investment portfolio whose return exceeds that of a portfolio with equal weights across all companies. The authors noted that the models of Prusak [2005] and Mączyńska and Zawadzki [2006] do not provide this possibility. In addition, according to the Authors, the Poznań [Hamrol et al., 2004] and (in particular) Gruszczyński [2003] models have high investment potential.

Conclusion

An essential issue in the use of discriminant analysis models to assess the financial condition of companies is that diagnostic reliability cannot be equated with the frequency of use in the literature. The research carried out in the article does not confirm the research hypothesis adopted (H1), which stated that companies in the renewable energy sector listed on the NewConnect market were characterized by

good and stable financial conditions during the analyzed period. It should be noted that discriminatory methods should not be attributed to the sector's universality. The research and results presented in the article represent a slice of reality regarding the financial situation of the companies under study. At the same time, the discriminant analysis models correctly classified the companies' financial situation for 2019-2024. With some advance notice, the discriminant analysis models can provide information about the potential and actual problems of the companies under analysis. The research concluded that companies operating on the NewConnect market (renewable energy sector) in 2019-2024 were in a diverse and ambiguous financial situation.

Based on studies by other authors, it can be concluded that the use of multidimensional discriminant analysis is a valuable tool for verifying and evaluating the financial situation of the analyzed companies in the NewConnect market. The different levels of sensitivity and the diverse set of indicators that make up the discriminant analysis models positively affect the evaluation and validity of their use in the proposed study. In the research process, the study was limited to companies from the renewable energy sector (NewConnect market) and the years 2019-2024. Such a narrowed analysis means that further research can be expanded to include entities from another financial market or outside the financial market.

The results presented here demonstrate that the research findings should be approached with great caution. At present, it is very difficult to identify and unequivocally specify a universal model that can be applied to the analysis of any enterprise. The study may indicate the limited usefulness of selected discriminant analysis models for bankruptcy forecasting of companies in the renewable energy sector (including an assessment of their financial situation). It may be incorrect to generalize the results, since the study involved selecting a company for examination and using four discriminant analysis models out of at least a dozen described in the literature.

To some extent, the study fills the research gap regarding the application of multidimensional discriminant analysis to the analysis and evaluation of the financial situation of companies in the NewConnect market. The problems caused by the COVID-19 pandemic remain relevant in renewable energy development, and research in this area must be continued and expanded with further analytical methods. This analysis and publication can contribute to the development of theory and practice in the proposed field of research, which may affect the implementation of public policy.

The results presented in the article do not exhaust the research in the scientific area under discussion. In further research, it would be necessary to expand the analysis to include, for example, indicator analysis (an element of financial analysis) or

investment issues related to the companies' shares (for example, using the Taxonomic Measure of Investment Attractiveness).

Nevertheless, the use of multidimensional discriminant analysis in researching the financial situation of companies in the renewable energy sector is a valuable tool. In addition, the use of this method can help in decision-making when assessing the risk of insolvency for the studied entity and the threat of future bankruptcy.

ORCID iD

Chrystian Firlej: <https://orcid.org/0000-0001-7724-5717>

References

1. Adepoju A. O., Akinwale, Y. O. (2019), *Factors influencing willingness to adopt renewable energy technologies among micro and small enterprises in Lagos State Nigeria*, International Journal of Sustainable Energy Planning and Management, 19, pp. 69-82.
2. Akinwale Y. (2018), *Descriptive analysis of building indigenous lowcarbon innovation capability in Nigeria*, African Journal of Science, Technology, Innovation and Development 10(5), pp. 601-614.
3. Akinwale Y. (2021), *Energy consumption, trade openness and economic growth: Empirical evidence from Nigeria*, International Journal of Energy Economics and Policy 11(6), pp. 373-380.
4. Akinwale Y. O. (2022), *Awareness and perceptions of university students in the business college towards energy savings and renewable energy sources in Saudi Arabia*, International Journal of Energy Economics and Policy 12(3), p. 470.
5. Altman E. (1968), *Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of corporate Bankruptcy*, Journal of Finance 23(4), pp. 589-609.
6. Antczak J. (2023), *Finance management in a turbulent environment on the example of a company operating in the video games industry*, Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization & Management/Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Organizacji i Zarządzanie 168, pp. 7-24.
7. Antonowicz P. (2007), *Metody oceny i prognoza kondycji ekonomiczno-finansowej przedsiębiorstw*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr.
8. Antonowicz P. (2010), *Teoria i praktyczne aspekty wykorzystania analizy dyskryminacyjnej w prognozowaniu niewypłacalności (upadłości) przedsiębiorstw*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Ekonomiczne Problemy Usług, (50 Strategie zarządzania mikro i małymi przedsiębiorstwami. Mikrofirma 2010), pp. 3467-3476.

9. Balcerzak A. P., Uddin, G. S., Dutta, A., Pietrzak, M. B., Igliński, B. (2024), *Energy mix management: A new look at the utilization of renewable sources from the perspective of the global energy transition*, *Equilibrium. Quarterly Journal of Economics and Economic Policy* 19(2), pp. 379–390. <https://doi.org/10.24136/eq.3158>.
10. Bień W. (1999), *Zarządzanie finansami przedsiębiorstwa*, Difin, Warszawa, p. 81.
11. Bombiak E. (2010), *Modele dyskryminacyjne jako metoda oceny sytuacji finansowej przedsiębiorstwa*, *Zeszyty Naukowe Akademii Podlaskiej w Siedlcach* 86.
12. European Environment Agency, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/greenhouse-gasemission-trends-7/assessment> [28.11.2025].
13. Gajdka J., Stos D. (1996), *Wykorzystanie analizy dyskryminacyjnej w ocenie kondycji finansowej przedsiębiorstw*, [w:] Borowiecki R. (red.), *Restrukturyzacja w procesie przekształceń i rozwoju przedsiębiorstw*, Kraków, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków.
14. Gruszczyński M. (2003), *Modele mikroekonometrii w analizie i prognozowaniu zagrożenia finansowego przedsiębiorstw*, *Studia Ekonomiczne*, 34 Warszawa, Wydawnictwo INE PAN.
15. Hadasik D. (1998), *Upadłość Przedsiębiorstw w Polsce i Metody jej Prognozowania*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu: Poznań, Poland.
16. Hamrol M., Czajka B., Piechocki M. (2004), *Prognozowanie upadłości przedsiębiorstwa – model analizy dyskryminacyjnej*, *Zeszyty Teoretyczne Rachunkowości* 76, pp. 37-48.
17. Hamrol M., Czajka B., Piechocki M. (2004), *Upadłości przedsiębiorstwa – model analizy dyskryminacyjnej*, *Przegląd Organizacji* 6.
18. Hołda A. (2001), *Prognozowanie bankructwa jednostki w warunkach gospodarki polskiej z wykorzystaniem funkcji dyskryminacyjnej ZH*, *Rachunkowość* 5, pp. 306-310.
19. Jajuga K. (1993), *Statystyczna analiza wielowymiarowa*, Wydawnictwo Naukowe PWN.
20. Jamil M., Kirmani S., Rizwan M. (2012), *Techno-economic feasibility analysis of solar photovoltaic power generation*, *A Review* 3, pp. 266-274.
21. Jänicke M., Wurzel R. K. (2020), *Leadership and lesson-drawing in the European Union's multilevel climate governance system*. In *Pioneers, Leaders and Followers in Multilevel and Polycentric Climate Governance*, Routledge, pp. 22-42.
22. Karasmanaki E., Tsantopoulos G. (2019), *Exploring future scientists' awareness about and attitudes towards renewable energy sources*, *Energy Policy* 131, pp. 111-119.
23. Kisielińska J., Waszkowski A. (2010), *Polskie modele do prognozowania bankructwa przedsiębiorstw i ich weryfikacja*, *Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie. Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej* 82, pp. 17-31.

24. Kuciński A. (2011), *Wykorzystanie wielowymiarowych modeli dyskryminacyjnych do oceny kondycji finansowej przedsiębiorstw na przykładzie wybranych spółek notowanych na rynku NewConnect*, Studia i Materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedza/Studies & Proceedings Polish Association for Knowledge Management 41.
25. Kuciński A. (2011), *Wykorzystanie wielowymiarowych modeli dyskryminacyjnych do oceny kondycji finansowej przedsiębiorstw na przykładzie wybranych spółek notowanych na rynku NewConnect*, Studia i Materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedza/Studies & Proceedings Polish Association for Knowledge Management 41.
26. Mączyńska E., Zawadzki M. (2006), *Dyskryminacyjne modele predykcji bankructwa przedsiębiorstw*, *Ekonomista* 2, pp. 205-235.
27. Mączyńska E. (2004), *Globalizacja ryzyka a systemy wczesnego ostrzegania przed upadłością przedsiębiorstwa*, [w:] Appenzeller D. (red.), *Upadłość przedsiębiorstw w Polsce w latach 1990–2003, Teoria i praktyka*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań.
28. Nakata T., Silva D., Rodionov M. (2011), *Application of energy system models for designing a low-carbon society*, *Progress in Energy and Combustion Science* 37(4), pp. 462-502.
29. NewConnect – O rynku, <https://newconnect.pl/o-rynku> [28.11.2025].
30. NewConnect – Statystyki, <https://newconnect.pl/statystyki-okresowe>, [28.11.2025].
31. Nowicki T. (2020), *Rozdział VIII Polskie modele dyskryminacyjne w prognozowaniu zagrożenia upadłością spółek z rynku NewConnect*, *Destruktory i kreatory wartości na poziomie sektora, przedsiębiorstwa, produktu i usługi*.
32. Ohlson J. (1980), *Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy*, *Journal of Accounting Research* 18(1), pp. 109-131.
33. Pan X., Uddin M. K., Han C., Pan X. (2019), *Dynamics of financial development, trade openness, technological innovation and energy intensity: Evidence from Bangladesh*, *Energy* 171, pp. 456–464, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.12.200>.
34. Pilch B. (2021), *An analysis of the effectiveness of bankruptcy prediction models—an industry approach*, *Folia Oeconomica Stetinensia* 21(2), pp. 76-96.
35. Pocięcha J. (red.), Pawełek B., Baryła M., Augustyn S. (2014), *Statystyczne metody prognozowania bankructwa w zmieniającej się koniunkturze gospodarczej*, Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków.
36. Postek Ł., Thor, M. (2020), *Modele predykcji bankructwa i ich zastosowanie dla rynku NewConnect*, *Gospodarka Narodowa. The Polish Journal of Economics* 301(1), pp. 109-137.
37. Prusak B. (2005), *Nowoczesne metody prognozowania zagrożenia finansowego przedsiębiorstwa*, Difin, Warszawa.

38. Ptak-Chmielewska A. (2014), *Modele predykcji upadłości MŚP w Polsce – analiza z wykorzystaniem modelu przeżycia Coxa i modelu regresji logistycznej*, *Ekonometria* 4(46), pp. 9-21.
39. Rusek O. (2010), *Przydatność modeli dyskryminacyjnych w zarządzaniu przedsiębiorstwem*, Zeszyty Naukowe SGGW. Ekonomia i Organizacja Gospodarki Żywnościowej 85, Warszawa.
40. Shumway T. (2001), *Forecasting bankruptcy more accurately: A simple hazard model*, *The journal of business* 74(1), pp. 101-124.
41. Smithson Ch. W., Smith Jr. C. W., Wilfor D. S. (2000), *Zarządzanie ryzykiem finansowym*, Dom wydawniczy ABC, Kraków.
42. Stanisław A. (2007), *Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem STATISTICA PL na przykładach medycyny*, Tom 1. Statystyki podstawowe, StatSoft Polska Sp. z o.o., Kraków.
43. Tzanakis I., Hadfield M., Thomas B., Noya S. M., Henshaw I., Austen S. (2012), *Future perspectives on sustainable tribology*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16(6), pp. 4126-4140.
44. Wang X., Guo L. (2021), *How to promote university students to innovative use of renewable energy? An inquiry-based learning course model*, *Sustainability* 13(3), pp. 1-10.
45. Wierzbą D. (2000), *Wczesne wykrywanie przedsiębiorstw zagrożonych upadłościami na podstawie analizy wskaźników finansowych – teoria i badania empiryczne*, Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Ekonomiczno-Informatycznej w Warszawie 9, pp. 79-105.
46. Wójcicka A. (2010), *Szacowanie prawdopodobieństwa niewypłacalności firmy na podstawie wybranych metod oceny ryzyka kredytowego*, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Poznań.
47. Wypych M. (1998), *Finanse przedsiębiorstw z elementami zarządzania i analizy*, Absolwent, Łódź, pp. 177-178.
48. Wysocki F., Kozera A. (2012), *Wykorzystanie analizy dyskryminacyjnej w ocenie ryzyka upadłości przedsiębiorstw przemysłu mięsnego*, *Journal of Agribusiness and Rural Development* 4 (26).
49. Zarzecki D. (2000), *O metodach oceny zagrożenia bankructwem i możliwościach ich wykorzystania w Polsce*, [w:] *Rynek kapitałowy. Skuteczne inwestowanie*, cz. I, Materiały i Konferencje Nr 53, praca zbiorowa pod red. nauk. W. Tarczyńskiego, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin, pp. 371-372.
50. Zmijewski M. E. (1984), *Methodological Issues Related to the Estimation of Financial Distress Prediction Models*, *Journal of Accounting Research* 22, Studies on Current Econometric Issues in Accounting Research, pp. 59-82.

Zastosowanie wybranych wielowymiarowych modeli dyskryminacyjnych w ocenie kondycji finansowej na przykładzie spółek z sektora odnawialnych źródeł energii notowanych na rynku NewConnect

Streszczenie

Artykuł koncentruje się na ocenie kondycji finansowej spółek notowanych na rynku NewConnect z wykorzystaniem wybranych modeli dyskryminacyjnych, stanowiących użyteczne narzędzie analizy sytuacji ekonomicznej przedsiębiorstw. Głównym celem badań było zastosowanie wybranych polskich modeli analizy dyskryminacyjnej do oceny kondycji finansowej spółek z sektora odnawialnych źródeł energii notowanych na rynku NewConnect. Cel badania został powiązany z przyjętą hipotezą badawczą, zgodnie z którą przedsiębiorstwa z sektora odnawialnych źródeł energii notowane na rynku NewConnect charakteryzowały się dobrą i stabilną sytuacją finansową w analizowanym okresie. Uzyskane wyniki potwierdziły, że modele analizy dyskryminacyjnej stanowią wartościowe narzędzie oceny kondycji finansowej badanych podmiotów. Jednocześnie przeprowadzone analizy pozwoliły stwierdzić, że spółki działające na rynku NewConnect w sektorze odnawialnych źródeł energii w latach 2019-2024 znajdowały się w zróżnicowanej i niejednoznacznej sytuacji finansowej.

Słowa kluczowe

analiza dyskryminacyjna, kondycja finansowa, rynek NewConnect, Giełda Papierów Wartościowych w Warszawie

Greenwashing vs zrównoważone zarządzanie finansami osobistymi młodych konsumentów – perspektywa studentów WIZ PB

Wiktoria Gorzoch

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: 86916@student.pb.edu.pl

Wiktoria Krakowska

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: 85725@student.pb.edu.pl

Marta Małecka-Dobrogowska 

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: marta.malecka-dobrogowska@pb.edu.pl

DOI: 10.24427/az-2026-0005

Streszczenie

Współczesny rynek stawia przed młodymi konsumentami wiele wyzwań, z czego kluczowym z nich jest konieczność łączenia wartości etycznych z podejmowaniem rozsądnych decyzji konsumenckich. Zjawisko greenwashingu, polegające na wywoływaniu błędnego przekonania o zaangażowaniu w zrównoważony rozwój, bez względu na realny wpływ poszczególnych oferentów i ich produktów w działalność środowiskową, zaburza proces podejmowania decyzji w zrównoważonym zarządzaniu finansami osobistymi. W tym kontekście nowoczesne podejście do pieniędzy wymaga od młodych konsumentów nie tylko planowania wydatków i oszczędności, ale również poszerzania swojej świadomości ekologicznej i poszerzanie wiedzy na temat manipulacyjnych podejść greenwashingowych przedsiębiorstw. Celem artykułu jest przybliżenie zagadnienia greenwashingu w kontekście zrównoważonego zarządzania finansami osobistymi przez młodych konsumentów oraz analiza postaw i wynikających z nich decyzji w tym zakresie, uwzględniających stan wiedzy o praktykach greenwashingowych stosowanych przez przedsiębiorstwa i innych oferentów. W artykule przedstawiono analizę piśmiennictwa oraz wyniki badań własnych. Badanie przeprowadzono z wykorzystaniem metody sondażu diagnostycznego, zrealizowanego za pomocą techniki

CAWI. Wyniki badania dowodzą, że wiedza ekologiczna młodych konsumentów często determinuje sposób zarządzania budżetem i wydatkami. Większość respondentów wykazuje się znajomością pojęcia i praktyk greenwashingowych. Konsumenti świadomie potrafią zidentyfikować nieetyczne praktyki stosowane przez przedsiębiorstwa, co pozwala im na krytyczną ocenę działań wizerunkowych firm i wpływ na decyzje w zakresie zarządzania finansami osobistymi. Wnioski z tego badania mogą być cenne z perspektywy rozpoznawania i niwelowania nieuczciwych praktyk z działalności oferentów, przyczyniając się jednocześnie do wzrostu świadomości w zakresie zrównoważonego zarządzania finansami osobistymi uwzględniającymi aspekty eko-świadomości konsumentów.

Słowa kluczowe

finanse osobiste, greenwashing, świadomość ekologiczna, zrównoważony rozwój, zielone finanse, ESG

Wstęp

W obliczu narastających wyzwań środowiskowych i społecznych koncepcja zrównoważonych finansów osobistych zyskuje coraz większe znaczenie zarówno w literaturze przedmiotu, jak i w praktyce gospodarczej. Rosnąca świadomość ekologiczna konsumentów sprzyja poszukiwaniu instrumentów finansowych oraz strategii budżetowych, które umożliwiają łączenie celów ekonomicznych z odpowiedzialnością społeczną i środowiskową. Konsumenti, inwestorzy oraz organy państwowe coraz częściej oczekują od przedsiębiorstw podejmowania działań ukierunkowanych na ochronę środowiska i klimatu [Malec, 2024, s. 92; Remiszewska i in, 2025]. Jednakże, wraz z nasileniem inicjatyw związanych ze zrównoważonym rozwojem, pojawiło się zjawisko greenwashingu, czyli praktyki polegającej na wywoływaniu błędnego przekonania, że produkt, działalność lub przedsięwzięcie jest bardziej przyjazne środowisku, niż wynika to z faktów [Pieróg, 2024, s. 138-139].

Celem niniejszego artykułu jest przybliżenie zagadnienia greenwashingu w kontekście zrównoważonego zarządzania finansami osobistymi przez młodych konsumentów oraz analiza postaw i wynikających z nich decyzji w tym zakresie, uwzględniających stan wiedzy o praktykach greenwashingowych stosowanych przez przedsiębiorstwa i innych oferentów. W szczególności analizie i dyskusji poddane zostało zagadnienie na ile młodzi konsumenci potrafią rozróżnić rzeczywiste inicjatywy ekologiczne od działań marketingowych pozornie „zielonych” oraz jakie konsekwencje ma ta wiedza dla zarządzania ich finansami osobistymi.

Zaproponowano następujące pytania badawcze, umożliwiające realizację postawionego celu niniejszych rozważań:

- 1) W jakim zakresie osoby młode zarządzając swoimi finansami osobistymi w decyzjach zakupowych kierują się względami ekologicznymi?
- 2) W jakim zakresie osoby młode mają świadomość zjawiska greenwashingu i w jaki sposób wpływa to na decyzje w zarządzaniu finansami osobistymi?

Artykuł został podzielony na trzy główne części. Pierwsza część koncentruje się na przeglądzie narracyjnym literatury w zakresie kluczowych zagadnień poddawanych analizie – zrównoważonego zarządzania finansami, operacjonalizacji pojęcia greenwashingu oraz wybranych teoretycznych aspektów finansów osobistych, w szczególności ekologizacji decyzji konsumenckich osób młodych. Druga część poświęcona jest problematyce greenwashingu, w tym mechanizmom jego działania, praktykom marketingowym pozornie „zielonym”. W części empirycznej przedstawiono wyniki badań dotyczących postaw i doświadczeń młodych konsumentów – studentów WIZ PB – w zakresie finansów osobistych oraz świadomych decyzji zakupowych w kontekście proekologicznym.

1. Przegląd literatury

Zrównoważone finanse definiuje się jako system podejmowania decyzji finansowych, który uwzględnia konsekwencje środowiskowe, społeczne oraz zarządcze, zapewniając równowagę między trzema filarami rozwoju zrównoważonego. Celem tego podejścia jest ograniczanie negatywnych efektów zewnętrznych, takich jak nierówności czy wykluczenie społeczne, przy jednoczesnym zachowaniu stabilności finansowej, racjonalnym zadłużaniu się oraz odpowiedzialności międzypokoleniowej za zobowiązania finansowe [Spoz i Ziolo, 2022, s. 261]. Czynniki społeczne z perspektywy zrównoważonych finansów określają inicjatywy podejmowane w celu minimalizacji peryferyzacji społecznej, natomiast czynniki środowiskowe są związane z operacjami polegającymi na łagodzeniu zmian klimatycznych, jak i integrowaniu kwestii środowiskowych oraz potencjalnych niebezpieczeństw w procesie podejmowania decyzji finansowych [Ziolo i in., 2019, s. 67].

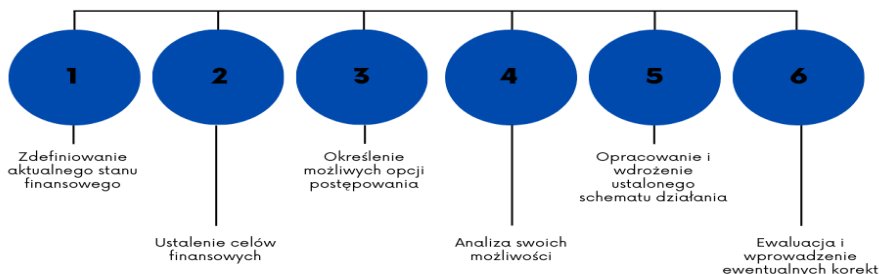
Ekologizacja konsumpcji sprawia, że decyzje zakupowe coraz częściej są poprzedzone świadomym wyborem uwzględniającym wpływ produktu na zdrowie i środowisko naturalne. Wybierając produkty przyjazne dla środowiska, konsumenci wyrażają odpowiedzialność społeczną oraz przekonanie, że ich decyzje mają znaczenie. Jednocześnie takie podejście wiąże się z zarządzaniem finansami osobistymi, ponieważ świadome wybory zakupowe sprzyjają racjonalnemu planowaniu wydatków i długoterminowemu gospodarowaniu budżetem domowym [Wesołowski i in., 2023, s. 37-38].

Subdyscyplina finansów prywatnych jaką stanowią finanse osobiste, nazywane również finansami gospodarstw domowych, w ostatnich latach odnotowuje coraz bardziej intensywny rozwój, co przekłada się na zwiększone zainteresowanie badacze danym tematem. Potwierdza to przede wszystkim rosnąca liczba przeprowadzanych badań, poradników, artykułów naukowych jak i publikacji [Waliszewski, 2022, s. 13]. Pod pojęciem finansów osobistych kryją się działania gospodarstw domowych w zakresie zarządzanie zasobami pieniężnymi i ich akumulowanie, ponownym transferze dochodów oraz lokowaniu oszczędności [Sztuczka, 2012, s. 568-569]. Finanse osobiste są subdyscypliną finansów zajmującą się gospodarowaniem środkami pieniężnymi przez członków gospodarstw domowych. Obejmują one procesy pozyskiwania dochodów, ich wydatkowania, a także oszczędzania i inwestowania środków finansowych. W tym ujęciu finanse osobiste są tożsame z finansami gospodarstw domowych [Świąćka, 2014, s. 18].

Na prawidłowe funkcjonowanie finansów osobistych wpływa szereg istotnych komponentów [https://businessinsider.com.pl/poradnikfinansowy/oszczedzanie/finanse-osobiste-jak-nimi-zarzadzac/w7bcdje, 18.11.2025]:

- Budżetowanie – działanie polegające na kształtowaniu i obserwacji dochodów oraz wydatków, umożliwiające sprawowanie właściwego nadzoru nad zasobami pieniężnymi.
- Oszczędzanie – systematyczne akumulowanie środków, które mogą przydać się w niespodziewanych sytuacjach lub zostać przeznaczone na planowane inwestycje.
- Inwestowanie – lokowanie kapitału w instrumentach finansowych, co przyczynia się do generowania przyrostu majątku.
- Zarządzanie długiem – dokonywanie wyborów związanych z zaciąganiem pożyczek, jak również rozporządzanie obecnymi obciążeniami kredytowymi.
- Zarządzanie ryzykiem i ubezpieczenia – planowanie adekwatnych instrumentów ubezpieczeniowych w celu zapewnienia stabilności i bezpieczeństwa finansowego w razie nagłych sytuacji.
- Planowanie emerytury – świadome odkładanie pieniędzy i inwestowanie ich w celu zapewnienia niezależności finansowej po zakończeniu kariery zawodowej.
- Planowanie podatkowe – tworzenie budżetów mające na celu obniżenie zobowiązań podatkowych z zachowaniem zgodności z obowiązującymi przepisami prawa podatkowego.
- Cele finansowe – ustalanie krótko- i długoterminowych celów pieniężnych oraz stworzenie planu ich realizacji.

Proces zarządzania finansami osobistymi składa się z etapów bazujących na ich gromadzeniu oraz rozdysponowywaniu [Olechnowicz-Szewczyk, 2020, s. 28]. Na rysunku 1 przedstawiono przykładowy schemat omawianego procesu.



Rys. 1. Schemat procesu zarządzania finansami osobistymi

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Olechnowicz-Szewczyk, 2020, s. 29].

Planowanie finansów osobistych stanowi ważny element budowania własnego bezpieczeństwa ekonomicznego. Stabilność finansowa zależy w dużej mierze od podejmowania właściwych decyzji w codziennych sytuacjach [Ganc i Krajewska, 2016, s. 18]. Zgodnie ze standardem ISO planowanie finansów osobistych definiowane jest jako proces ukierunkowany na umożliwienie konsumentom realizacji ich indywidualnych celów finansowych. Wyróżnia się w nim dwie zasadnicze płaszczyzny: procesową, odnoszącą się do sekwencji podejmowanych działań oraz przedmiotową, dotyczącą zakresu i rodzaju obszarów finansowych podlegających planowaniu [Waliszewski, 2014, s. 209].

Na procesowy aspekt finansów osobistych wpływ mają szereg czynników. Poziom wykształcenia, nawyki, pochodzenie czy różnice pokoleniowe, które odzwierciedlają postawy wobec zarządzania finansami osobistymi i sposób podejmowania decyzji finansowych przez osoby młode może odbiegać od charakterystyk innych grup konsumentów. Zjawisko to prowadzi do powstawania konfliktów międzypokoleniowych zarówno na poziomie mikroekonomicznym, w obrębie gospodarstw domowych, jak i w skali makroekonomicznej [Musiał, 2014, s. 259]. W badaniu przeprowadzonym przez J. Bartosiak wykazano, że młodzi Polacy w wieku 18–24 lat zarządzają swoimi finansami osobistymi samodzielnie poszerzając swoją wiedzę z tego zakresu, mierząc się z zawłościami ofert. Choć młodzi konsumenci doceniają

wagę analizy zapisów umów oraz przewidywania skutków swoich wyborów ekonomicznych, badanie wskazuje na ich silną tendencję do zachowań impulsywnych. Przy braku jasno określonych celów, czy pełnej świadomości co do zakresu i autentyczności wartości, w tym ekologicznej, proponowanego dobra czy usługi, może to zwiększać ryzyko problemów finansowych [Bartosiak, 2024, s. 31-41] jak i bycia wprowadzonym w błąd.

Wszystkie nieetyczne lub wprowadzające w błąd działania podejmowane przez firmy w celu wykreowania wizerunku organizacji jako zrównoważonej, niezależnie od rzeczywistego charakteru ich praktyk określane są terminem *greenwashing*. [KPMG International, 2023, p. 2]. Definicja *greenwashingu* została sformułowana przez biologa J. Westervelda, który po raz pierwszy użył tego terminu w 1986 roku [Krupska, 2024, s. 69]. W 1999 roku termin ten został wpisany do *Oxford English Dictionary* (OED) [Kantor, 2025, s. 56].

Greenwashing to praktyki mające na celu stworzenie wrażenia, że organizacja, jej produkty, cele czy zasady są przyjazne środowisku. Osiąga się to poprzez używanie ekologicznie brzmiących haseł, specjalistycznej terminologii czy sugestywnych obrazów. *Greenwashing* stanowi formę manipulacji informacyjnej, polegającą na kreowaniu fałszywego lub przesadnie pozytywnego wizerunku prośrodowiskowego przedsiębiorstwa, produktu bądź usługi. Zjawisko to prowadzi do zniekształcenia percepcji konsumentów, utrudniając im podejmowanie racjonalnych i świadomych decyzji zakupowych opartych na rzeczywistych parametrach zrównoważonego rozwoju [Kantor, 2025, s. 210-211]. Zabiegi te często polegają na nadużywaniu pojęć związanych z ekologią, posługiwaniu się sformułowaniami niezrozumiałymi dla konsumenta, braku spójności między deklaracjami a rzeczywistymi działaniami firmy oraz prezentowaniu danych nierzetelnych lub nieprawdziwych. W efekcie *greenwashing* staje się formą świadomej dezinformacji, która kreuje fałszywy i mylący obraz organizacji jako odpowiedzialnej za środowisko i społeczeństwo [Witek, 2013, s. 124], a przykłady stosowanych technik zostały skatalogowane w tabeli poniżej (tab.1).

Tab. 1. Przykłady stosowanych technik *greenwashingu*

Kategoria	Działanie	Wyjaśnienie	Przykład
Manipulacja informacją	Niepełne informacje/ukryty kompromis	Podkreślanie jednego „ekologicznego” aspektu produktu przy pomijaniu innych szkodliwych etapów produkcji	Papier reklamowany jako „przyjazny środowisku” z powodu braku chlorowania, mimo że pochodzi z nie-zrównoważonej wycinki lasów

Kategoria	Działanie	Wyjaśnienie	Przykład
	Nieistotne twierdzenia	Eksponowanie cech produktu, które nie mają znaczenia dla środowiska lub wynikają z prawa	Reklama produktów jako „bez freonów”, mimo że ich stosowanie jest od dawna zakazane
Brak wiarygodności/dowodów	Brak potwierdzenia naukowego	Deklaracje środowiskowe bez poparcia certyfikatami, badaniami czy audytami	Twierdzenie, że produkt jest biodegradowalny, bez wskazania źródeł potwierdzających tę właściwość
	Fałszywe ekoetykiety	Stosowanie własnych symboli lub pseudo-certyfikatów sugerujących spełnianie norm środowiskowych, bez oficjalnej akredytacji	Etykiety „100% EKO Quality” lub „Nature Friendly” w kolorze zielonym
Manipulacja językiem i obrazem	Niejasne sformułowania	Używanie ogólnych, nieprecyzyjnych określeń, które mogą wprowadzać konsumenta w błąd	Określanie środków czystości jako „bezpieczne dla natury”, mimo że zawierają toksyczne substancje
	Sugestywne obrazy i przesadne komunikaty	Stosowanie grafik, zdjęć i haseł sugerujących ekologiczność produktu bez faktycznego uzasadnienia	Opakowanie środka czystości z dużym zielonym liściem i napisem „100% naturalny”, mimo że produkt zawiera toksyczne chemikalia.
Celowe wprowadzanie w błąd	Mniejsze zło	Promowanie produktów lepszych od alternatyw, choć oba pozostają szkodliwe	Butelki „z mniejszą ilością plastiku”, ale wciąż jednorazowe i trudne do recyklingu
	Otwarte kłamstwo	Świadome podawanie nieprawdziwych informacji o proekologicznym charakterze produktu	Deklaracje o neutralności węglowej bez realnych działań; nielegalne użycie znaków ekologicznych; pomijanie informacji o rzeczywistym wpływie produktu na środowisko

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Dąbrowska i in., 2025, s. 30] oraz [Witek, 2013, s. 124-125].

Odbiorcy przekazów marketingowych nie są świadomi, że podejmują błędne decyzje rynkowe w wyniku zjawiska dezinformacji konsumenckiej. Co więcej, osłabia to ich pozycję przetargową, ograniczając możliwość dokonywania racjonalnych

wyborów. W rezultacie konieczne jest, aby konsumenci pogłębiali swoją wiedzę w zakresie sposobów ochrony przed manipulacją związaną z greenwashingiem [Jakubczak, 2018, s. 72]. Poniżej przedstawiono model segmentacji klientów stworzony przez The Natural Marketing Institute, który dokonuje podziału klientów na wyodrębnione grupy [Horiuchi i in., 2009, p. 15]:

- weryfikujący i kupujący produkty przyjazne środowisku, którzy jednocześnie promują organizacje proekologiczne;
- koncentrujący swoje upodobania na towarach proekologicznych, jednak nieingerujących w kwestie prawne ochrony środowiska;
- popierający ochronę środowiska, ale zmotywowani innymi czynnikami niż środowisko;
- nieskupiający uwagi na działania proekologiczne, natomiast efektywnie wykorzystujący energię i dbający o odpowiednie prowadzenie segregacji odpadów;
- nieangażujący się w podejmowanie inicjatyw na rzecz środowiska i społeczności.

Chociaż greenwashing opiera się na taktykach wprowadzających w błąd, może niezamierzenie pobudzać świadomość ekologiczną konsumentów. Stały napływ komunikatów dotyczących ochrony środowiska - nawet jeśli są one zwodnicze - sprawia, że kwestie zrównoważonego rozwoju częściej trafiają do centrum ich zainteresowania. Tak rozbudzona ciekawość może skłonić odbiorców do poszukiwania rzetelnych informacji, kwestionowania dotychczasowych nawyków zakupowych oraz podejmowania bardziej świadomych, proekologicznych decyzji [Bauchareb, 2024, p. 544-545].

2. Metodyka badań

W wyniku przeprowadzonego narracyjnego przeglądu literatury w zakresie kluczowych koncepcji zrównoważonych finansów, finansów osobistych, w tym zarządzanych przez młodych konsumentów oraz praktyk i modeli greenwashingu zidentyfikowano kluczowe zagadnienia umożliwiające zaprojektowanie szczegółowych treści w zaplanowanym badaniu ilościowym z wykorzystaniem techniki CAWI (Computer Assisted Web Interview). Kwestionariusz ankiety został skonstruowany w odpowiedzi na główne zagadnienia badawcze oraz szczegółowe, zidentyfikowane w poprzednich etapach luki w dostępnej wiedzy w badanym temacie. W kwestionariuszu zastosowano pytania zarówno otwarte i zamknięte, wielokrotnego wyboru oraz uwzględniające dychotomiczną ocenę wybranych aspektów. Przy budowaniu kafeterii odpowiedzi zastosowano 5 stopniową skalę Likerta.

W badaniu ankietowym wzięło udział 102 ankietowanych reprezentowanych przez studentów Wydziału Inżynierii Zarządzania Politechniki Białostockiej. Charakterystykę próby badawczej przedstawiono w tabeli 2.

Tab. 2. Charakterystyka próby badawczej

Zmienna		Charakterystyka	
		N=102	%
Płeć	Kobiety	60	59%
	Mężczyźni	42	41%
Wiek	<18	1	1%
	18-20	16	16%
	21-23	61	60%
	24-26	22	22%
	>26	2	2%
Miejsce zamieszkania	Wieś	30	29%
	Miasto	72	71%
Stopień studiów	I stopnia (licencjalckie lub inżynierskie)	48	47%
	II stopnia (magisterskie)	54	53%
Rok studiów	I rok	46	45%
	II rok	40	39%
	III rok	16	16%

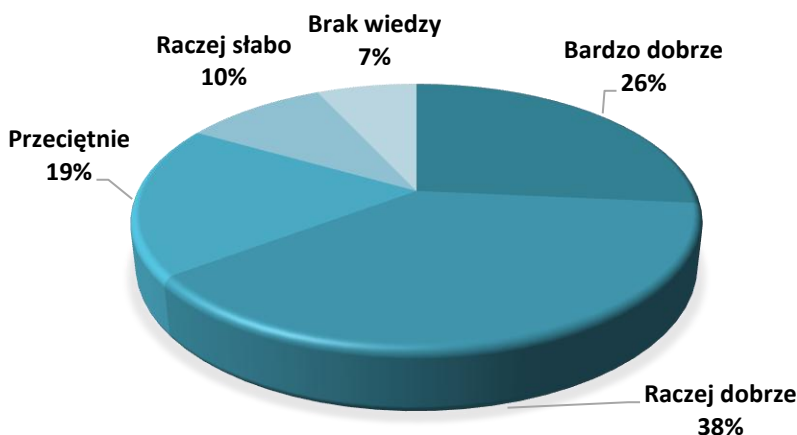
Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Badania zostały przeprowadzone wśród studentów studiów pierwszego i drugiego stopnia WIZ PB, w styczniu 2026 roku.

3. Wyniki badań

Analiza wyników przeprowadzonych badań pozwala na ukazanie najważniejszych obserwacji oraz interpretację pojawiających się zależności. Wyniki badań empirycznych pozwoliły nazebranie doświadczeń, ocenę postaw i sposobów interpretowania działań pozornie proekologicznych podejmowanych przez firmy, a także sprawdzenie, w jaki sposób wpływają one na codzienne wybory finansowe młodych konsumentów.

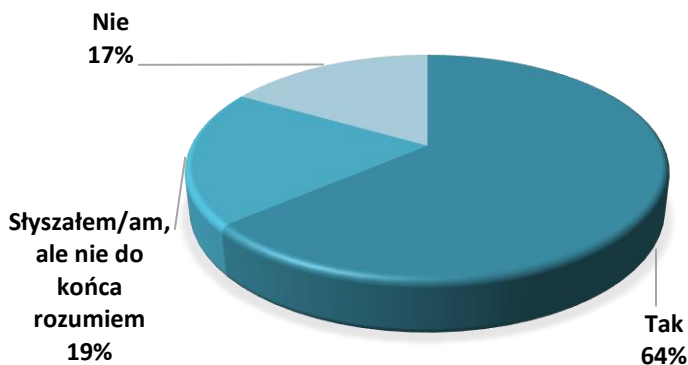
W pierwszej kolejności ankietowanym zadano pytanie dotyczące ich ogólnej wiedzy na temat zarządzania finansami osobistymi (rys. 2). Większość ankietowanych (64%) ocenia swoją wiedzę pozytywnie (odpowiedzi „raczej dobrze” oraz „bardzo dobrze”). 19% badanych określa swoją wiedzę jako przeciętną. Natomiast 10% respondentów ocenia ją raczej słabo, przy czym 7% uznaje, że nie posiada wiedzy na dany temat.



Rys. 2. Ocena wiedzy ankietowanych o zarządzaniu finansami osobistymi

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

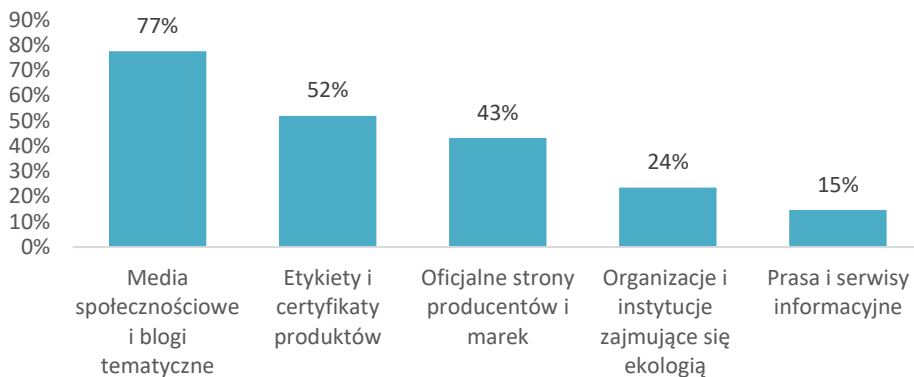
W kontekście oceny stopnia znajomości pojęcia greenwashingu (rys. 3). ponad połowa ankietowanych (64%) potwierdza, że wie czym jest omawiane zjawisko, natomiast 17% respondentów wskazało odpowiedź przeczącą. Z kolei 19% badanych twierdzi, że słyszała o greenwashingu, ale nie do końca rozumie znaczenie danego terminu.



Rys. 3. Znajomość pojęcia greenwashingu wśród respondentów

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Podczas badania poproszono również respondentów o wskazanie źródeł, z których czerpią wiedzę na temat ekologii w kontekście codziennych decyzji konsumenckich (rys. 4).



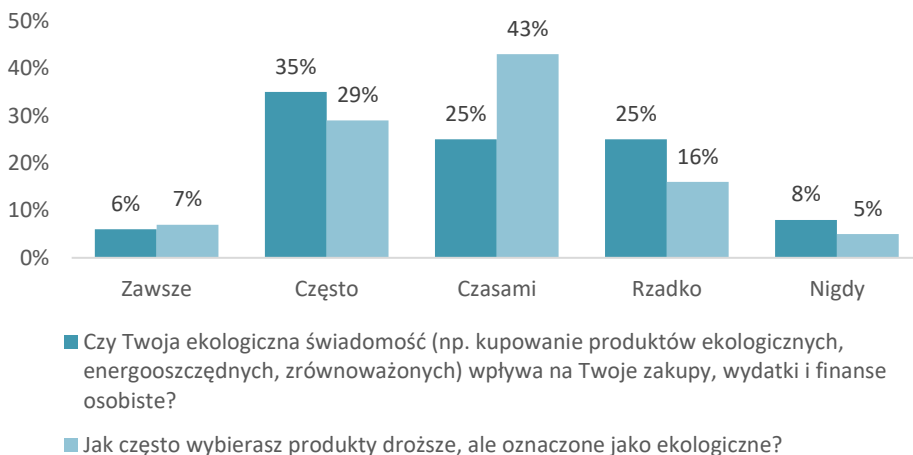
Rys. 4. Źródła informacji o ekologii i zrównoważonym stylu życia wskazane przez respondentów

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Zdecydowana większość z nich, bo aż 77% korzysta z mediów społecznościowych i blogów tematycznych jako najczęstszego źródła wiedzy na dany temat. Istotną rolę odgrywają również etykiety i certyfikaty produktów (52%) oraz oficjalne strony producentów i marek (43%). Najrzadziej wybieranymi źródłami in-

formacji przez młodych konsumentów są organizacje i instytucje zajmujące się ekologią (24%) oraz prasa i serwisy informacyjne, które wskazało jedynie 15% ankietowanych.

Relacja pomiędzy deklarowaną świadomością ekologiczną i jej wpływem na decyzje zakupowe a realnym wyborem produktów „ekologicznych” zaprezentowana została na wykresie poniżej (rys. 5).



Rys. 5. Wpływ świadomości ekologicznej na decyzje zakupowe respondentów oraz zarządzanie finansami osobistymi

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Analiza dwóch aspektów podejmowania decyzji przez młodych konsumentów wskazuje na szereg prawidłowości. Pierwszy z nich dotyczył skłonności do ponoszenia wyższych kosztów zakupu produktów opatrzonej etykietą ekologiczną. Największa grupa ankietowanych (43%) deklaruje, że czasami decyduje się na taki zakup. Skrajne postawy odnotowano najrzadziej: pełną determinację („zawsze”) wytypowało jedynie 7% ankietowanych, natomiast całkowitą rezygnację wskazało („nigdy”) wskazało zaledwie 5% badanych. W przypadku drugiego pytania dotyczącego ogólnego wpływu ekologicznej świadomości na zarządzanie finansami osobistymi, najliczniejszą grupą ankietowanych (35%) były osoby, których posiadana wiedza ekologiczna często determinuje sposób zarządzania budżetem i wydatkami. Odpowiedzi wskazujące na rzadszą częstotliwość danego zjawiska („czasami” oraz „rzadko”) rozłożyły się równomiernie, uzyskując odpowiednio po 25%. Wyłącznie

6% ankietowanych deklaruje stały wpływ postaw ekologicznych na ich zarządzanie finansami osobistymi.

W celu zidentyfikowania praktyk greenwashingu, respondentów poproszono o wskazanie przykładów, które w ich ocenie noszą znamiona pozorowanych działań proekologicznych (rys. 6).



Rys. 6. Działania firm kojarzące się z greenwashingiem

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Zdaniem prawie połowy ankietowanych (49%), podkreślanie pojedynczych „ekologicznych” cech produktu jest najczęstszą praktyką firm, kojarzoną przez respondentów z greenwashingiem. Niewiele mniej ankietowanych zwraca uwagę na używanie niejasnego języka oraz sugestywnych obrazków (47%) oraz promowanie „mniejszego zła” zamiast realnych zmian (40%). Odpowiednio po 39% badanych wskazuje używanie zielonej kolorystyki lub nawiązań do natury w reklamach bez realnych działań oraz ekspozowanie nieistotnych twierdzeń ekologicznych. Około ¼ ankietowanych przyjmuje za działania greenwashingowe jednorazowe tworzenie kampanii ekologicznych będących wyłącznie działaniami wizerunkowymi.

Respondentom zadano również jedno pytanie otwarte, w którym poproszono ich o wskazanie sytuacji, w których firmy przedstawiały swoje działania jako ekologiczne, mimo że w rzeczywistości takie nie były. Część ankietowanych wskazała,

że nie spotkała się z tego typu praktykami lub nie potrafiła przywołać konkretnych przykładów. Pozostali respondenci przedstawili liczne obserwacje potwierdzające występowanie zjawiska greenwashingu. Najczęściej wskazywanym przejawem było stosowanie zabiegów wizualnych i marketingowych, takich jak zielona kolorystyka opakowań, ekoznakowanie lub hasła proekologiczne niemające rzeczywistego odzwierciedlenia w składzie produktu ani w procesie jego wytwarzania. Respondenci zwracali również uwagę na używanie niejasnych lub błędnych oznaczeń ekologicznych, w tym tworzenie własnych symboli przypominających certyfikaty oraz posługiwanie się ogólnymi deklaracjami typu „przyjazny dla środowiska” bez potwierdzenia w wiarygodnych standardach. W wypowiedziach ankietowanych pojawiały się także przykłady dotyczące ukrywania informacji o rzeczywistych surowcach wykorzystywanych w produkcji oraz promowania ekologii przy jednoczesnym braku działań w zakresie recyklingu lub ograniczania negatywnego wpływu na środowisko. Respondenci wskazywali również na zawyżanie wyników testów dotyczących wpływu produktów na środowisko oraz kampanie reklamowe sugerujące większą ekologiczność określonych rozwiązań, niż miało to miejsce w rzeczywistości. Część badanych przywołała konkretne przykłady znanych marek i kampanii marketingowych, które w ich ocenie wprowadzały konsumentów w błąd poprzez selektywne prezentowanie informacji lub stosowanie narracji proekologicznej bez realnych podstaw.

4. Dyskusja wyników

Przeprowadzone w artykule rozważania teoretyczne i empiryczne obejmowały analizę piśmiennictwa z zakresu greenwashingu w wybranych kontekstach zrównoważonego zarządzania finansami osobistymi, jak również analizę wyników badań przeprowadzonych wśród młodych konsumentów – studentów WIZ PB. Rosnące zainteresowanie danym obszarem w ostatnich latach potwierdza, że jest to niezwykle aktualny temat, który stanowi istotny element współczesnej debaty naukowej i dyskusji podejmowanej wśród praktyków.

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, iż młodzi konsumenci posiadają stosowną wiedzę na temat zarządzania finansami osobistymi. Wśród nich są osoby, które deklarują wysoką świadomość w tym zakresie, część z badanych ocenia swoje kompetencje jako przeciętne lub przyznaje się do ich całkowitego braku. Rezultat badania potwierdza badanie na zlecenie Banku BPS i Banków Spółdzielczych z Grupy BPS, w którym wysoki poziom świadomości finansowej deklaruje jedynie co trzeci przedstawiciel pokolenia Z [Banki Spółdzielcze i Bank BPS, 2025, s. 10].

W tym kontekście warto podkreślić, że badany mechanizm greenwashingu jest znany dla ponad połowy respondentów, którzy deklarują, że wiedzą czego dotyczy dane zjawisko i potrafią je zdefiniować. Z kolei zgodnie z wynikami VII edycji badania Ekobarometr przeprowadzonego w 2025 roku, jedynie 32% Polaków podaje prawidłową definicję greenwashingu. Odnotowano tym samym regres o 3 punkty procentowe w stosunku do 2024 roku [Ekobarometr, 2026].

Przeprowadzone badania dowodzą, że praktyki greenwashingowe są wszechobecne, a młodzi konsumenci stale się na nie napotykaają i są ich świadomi. Wśród najczęściej spotykanych wyróżniono między innymi używanie niejasnego języka oraz sugestywnych obrazków, promowanie “mniejszego zła” zamiast realnych zmian, używanie zielonej kolorystyki lub natury w reklamach bez realnych działań, czy eksponowanie nieistotnych twierdzeń ekologicznych. Zgodnie z informacjami przedstawionymi w raporcie Kantar Polska, United Nations Global Compact Network Poland oraz agencji zielonych transformacji Lata Dwudzieste zatytułowanym “Ziemianie Atakują”, nieustannie przyglądamy się wprowadzaniu nowych strategii mających na celu kształtowanie percepcji odbiorców, jednocześnie wprowadzających ich w błąd. Wyróżniono między innymi komunikowanie marginalnych inicjatyw proekologicznych, odwracających uwagę od dominującej, nieekologicznej skali produkcji oraz budowanie pozytywnego wizerunku poprzez sponsoring inicjatyw środowiskowych przez przedsiębiorstwa, które nie podejmują realnych działań proekologicznych [Ziemianie Atakują, 2024, s. 59].

W świetle przeprowadzonych badań ponad 1/3 respondentów to osoby, których posiadana wiedza ekologiczna często determinuje sposób zarządzania budżetem i wydatkami. Według Raportu OOH “Eko świadomość w wyborach konsumentów”, ponad połowa badanych deklaruje dokonanie zmian w dotychczasowych postawach i nawykach konsumenckich, motywując to troską o stan środowiska naturalnego oraz ochronę klimatu [Eko świadomość w wyborach konsumentów, 2026].

Świadome decyzje konsumenckie nie kończą się w momencie zakupu, lecz obejmują również sposób postępowania z produktami po ich wykorzystaniu. W tym kontekście kluczową rolę odgrywają zasady re-use i re-cycle. Reuse polega na ponownym wykorzystywaniu przedmiotów, także tych jednorazowych, co pozwala wydłużyć ich cykl życia i ograniczyć ilość odpadów. Gdy ponowne użycie nie jest możliwe, istotne staje się recycle, czyli właściwa segregacja i przekazywanie odpadów do dalszego przetworzenia. Takie działania są wyrazem odpowiedzialnych postaw konsumenckich i stanowią ważny element świadomego podejścia do konsumpcji, ochrony środowiska i docelowo zrównoważonego zarządzania finansami osobistymi [Czekała, 2023, pp. 174-177; Szydło i Potmalnik, 2022].

Podsumowanie

W dobie powszechnych praktyk greenwashingu, zrównoważone zarządzanie finansami osobistymi młodych konsumentów wymaga od jednostki wysokiego poziomu świadomości ekologicznej, która umożliwi rozpoznanie nieetycznych działań prowadzonych przez firmy. W przyszłości dana kompetencja będzie miała realne przełożenie na racjonalne. Zrównoważone zarządzanie finansami osobistymi.

Celem artykułu była analiza relacji pomiędzy zjawiskiem greenwashingu a postawami młodych konsumentów w zakresie wybranych elementów zrównoważonego zarządzania finansami osobistymi, na przykładzie studentów Wydziału Inżynierii Zarządzania Politechniki Białostockiej. Przeprowadzone badanie pozwoliło na ocenę poziomu świadomości respondentów dotyczących praktyk greenwashingu oraz ich podejścia do decyzji finansowych uwzględniających aspekty środowiskowe i społeczne.

Analiza wyników badań empirycznych wskazuje, że młodzi konsumenci – studenci WIZ PB – w większości pozytywnie oceniają swoją wiedzę z zakresu zarządzania finansami osobistymi, przy jednoczesnym dość wysokim poziomie świadomości ekologicznej w kontekście znajomości pojęcia i praktyk greenwashingu. Choć znaczna część respondentów deklaruje znajomość tego zjawiska, nie wszyscy potrafią je jednoznacznie szczegółowo zidentyfikować, co może sprzyjać podatności na pozorne działania proekologiczne stosowane w komunikacji marketingowej przedsiębiorstw.

Badani najczęściej czerpią wiedzę na temat ekologii i zrównoważonego stylu życia z nieformalnych źródeł, w szczególności mediów społecznościowych, co zwiększa ryzyko kontaktu z treściami uproszczonymi lub nieweryfikowalnymi. Wyniki wskazują ponadto, że świadomość ekologiczna oddziałuje na decyzje zakupowe i zarządzanie finansami osobistymi w ograniczonym stopniu, ujawniając rozbieżność pomiędzy deklarowanymi postawami a faktycznymi zachowaniami konsumentekimi. Jednocześnie respondenci wykazują zdolność identyfikacji typowych przejawów greenwashingu, co świadczy o rosnącej świadomości wobec działań firm, jednak nie zawsze znajduje to odzwierciedlenie w konsekwentnych wyborach finansowych.

ORCID iD

Marta Małecka-Dobrogowska: <https://orcid.org/0000-0001-7247-9725>

Literatura

1. Banki Spółdzielcze i Bank BPS (2025), Jak pokolenie Z ogarnia kasę?, https://www.bankbps.pl/images/Dokumenty/Warto-wiedziec/Raport_Jak_pokolenie_Z_ogarnia_kase.pdf [26.01.2026].
2. Bauchareb N. (2024), *From greenwashing to green marketing-an approach to change consumer behavior towards environmental issues in emerging countries*, *Economic and regional studies* 17 (3), pp. 551-558.
3. Bartosiak J. (2024), *Świadomość finansowa młodych Polaków*, *Ekonomia Międzynarodowa* 45, s. 22-46.
4. Czekala M. (2023), *Recycling, upcycling and downcycling in aspect environmental safety*, *Scientific Journal of the Military University of Land Forces* 3 (209), pp. 169-181.
5. Dąbrowska N., Rolewicz-Kalińska A., Lelicińska-Serafin K. (2025), *Analiza i ocena zjawiska greenwashingu na rynku polskim ze szczególnym uwzględnieniem sektora spożywczego*, *Gaz Woda i Technika Sanitarna* 12//2025, s. 29-34.
6. Finanse osobiste. Co musisz o nich wiedzieć? (2025), <https://businessinsider.com.pl/po-radnikfinansowy/oszczedzanie/finanse-osobiste-jak-nimi-zarzadzac/w7bcdje> [18.11.2025].
7. Ganc M., Krajewska K. (2016), *Zarządzanie finansami osobistymi studentów Wydziału Nauk Ekonomicznych Szkoły Głównej Gospodarstw Wiejskich w Warszawie*, *Zarządzanie finansami i rachunkowość* 4 (3), s. 15-29.
8. Horiuchi R., Schuchard R. (2009), *Understanding and Preventing Greenwash: A Business Guide*, BSR Futerra Sustainability Communications, pp. 15.
9. Jakubczak A. (2018), *Strategie greenwashing w wybranych sieciach handlowych w Polsce*, *Polityki Europejskie, Finanse i Marketing* 20 (69), s. 72.
10. Kantar Polska, United Nations Global Compact Network Poland Agencja zielonych transformacji Lata Dwudzieste (2024), *Ziemianie Atakują*, Warszawa, s. 59.
11. Kantor A. (2025), *Świadomość ekologiczna konsumentów a greenwashing*, *Rozprawa doktorska*, Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach, s. 210-211.
12. KPMG (2023), *The crackdown on greenwashing*, <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pl/pdf/2024/06/pl-Crackdown-on-greenwashing.pdf> [03.12.2025].
13. Krupska K. (2024), *Greenwashing a potrzeba ochrony konsumentów w prawie Unii Europejskiej*, w: Kozień A. (red.), *Młoda Palestra. Czasopismo aplikantów adwokackich*, Naczelna Rada Adwokacka, s. 68-84.
14. Malec A. (2024), *Zjawisko greenwashingu a decyzje zakupowe pokolenia Z*, w: Teneta D. (red.), *Zrównoważony rozwój-trendy, wyzwania, kontrowersje*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław, s. 91-109.

15. Musiał M. (2014), *Dylematy zarządzania finansami osobistymi w kontekście koncepcji solidarności międzypokoleniowej*, w: Dziawgo L., Patrzalek L. (red.), *Finanse na rzecz zrównoważonego rozwoju Gospodarka – etyka – środowisko*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław, s. 258-265.
16. OOH (2024), *EKO świadomość w wyborach konsumentów*, <https://ams.com.pl/wp-content/uploads/2024/07/EKO-swiadomosc-w-wyborach-konsumentow.pdf> [27.01.2026].
17. Olechnowicz-Szewczyk O. (2020), *Skuteczne zarządzanie finansami osobistymi*, w: Markiewicz M., Borowicz A. (red.), *Wybrane zagadnienia z zakresu przedsiębiorczości i zarządzania finansami*, Dom Wydawniczy i Handlowy Elipsa, Warszawa 2020 s. 26-35.
18. Pieróg K. (2024), *Greenwashing – formy, regulacje prawa unijnego i konsekwencje*, w: Teneta D. (red.), *Zrównoważony rozwój-trendy, wyzwania, kontrowersje*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław, s. 138-145.
19. Remiszewska D., Remiszewska A., Szydło J. (2025), *Etyczne aspekty zarządzania*, *Akademia Zarządzania* 4(9), s. 9:51–67.
20. Spoz A., Ziolo M. (2022), *Zrównoważone finanse a stabilność finansowa gospodarstw domowych*, w: Waliszewski K. (red.), *Finanse osobiste*, Polska Akademia Nauk, Warszawa, s. 261-273.
21. Sztuczka P. (2012), *Zmiany świadomości ekonomicznej w Polskich gospodarstwach domowych. Definicje i istota finansów osobistych*, w: Rosa G. (red.), *Gospodarka i społeczeństwo - współczesne wyzwania*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, s. 568-569.
22. Szydło J., Potmalnik E. (2022), *Decyzje zakupowe przedstawicieli Pokolenia Z na przykładzie branży modowej*, *Marketing i Rynek* 29(9), s. 15-26.
23. Świecka B. (2014), *Finanse osobiste jako subdyscyplina finansów*, w: Świecka B. (red.), *Współczesne problemy finansów osobistych*, CeDeWu, Warszawa.
24. Waliszewski K. (2014), *Planowanie finansów osobistych (zarządzanie finansami osobistymi) z udziałem doradców finansowych: znaczenie dla gospodarstw domowych i gospodarki*, *Problemy Zarządzania* 12/4 (1), s. 204-221.
25. Waliszewski K. (2022), *Wstęp*, w: Waliszewski K. (red.), *Finanse osobiste*, Polska Akademia Nauk, Warszawa, s. 11-12.
26. Wesołowski G., Białoskurski S., Królik P. (2023), *Determinanty decyzji zakupowych dotyczących produktów ekologicznych w opiniach młodych nabywców*, *Marketing i Rynek* 09/2023, s. 37-46.
27. Witek L. (2013), *Zjawisko greenwashingu a zachowania konsumentów*, w: Rosa G., Smalec A. (red.), *Marketing przyszłości: Trendy. Strategie. Instrumenty. Konsument jako uczestnik procesów rynkowych i odbiorca komunikatów marketingowych*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin.

28. Ziolo M., Pawlaczyk M, Sawicki P. (2019), *Sustainable Development versus Green Banking: Where Is the Link?*, w: Ziolo M., Sergi B. S. (red.), *Financing Sustainable Development. Key Challenges and Prospects*, Palgrave Studies in Impact Finance, Palgrave Macmillan, s. 66–67.

Greenwashing vs. Sustainable Personal Finance Management of Young Consumers – the Perspective of FEM BUT Students

Abstract

The modern market presents young consumers with numerous challenges, the most critical being the necessity to align ethical values with prudent consumer decision-making. The phenomenon of greenwashing—the practice of crafting a corporate image of commitment to sustainable development regardless of the actual environmental impact—acts as a significant barrier that disrupts sustainable personal finance management. In this context, a modern approach to money requires young consumers to not only plan their spending and savings but also to expand their ecological awareness and knowledge of deceptive corporate marketing strategies.

The aim of this article is to explore the issue of greenwashing within the framework of sustainable personal finance management among young consumers. It further analyzes the attitudes and resulting decisions in this area, taking into account the level of knowledge regarding greenwashing practices employed by companies and other providers.

This paper presents a literature review alongside the results of original empirical research. The study was conducted using a diagnostic survey method, implemented via the CAWI (Computer-Assisted Web Interviewing) technique. The findings demonstrate that the ecological knowledge of young consumers often determines their budget and expenditure management. While the majority of respondents are familiar with the concept of greenwashing, there remains a group for whom this phenomenon is unknown. Consumers aware of the term are able to identify unethical corporate practices, allowing for a critical evaluation of branding activities. The conclusions of this study may prove valuable to institutions, organizations, and enterprises, as they contribute to protecting the budgets of young people against market manipulation.

Key words

personal finance, greenwashing, environmental awareness

Postrzegany wpływ sztucznej inteligencji na rachunkowość zarządczą i controlling – perspektywa młodego pokolenia specjalistów

Kacper Magolan 

Uniwersytet Łódzki, Wydział Zarządzania

e-mail: 0286882@edu.uni.lodz.pl

DOI: 10.24427/az-2026-0006

Streszczenie

Celem niniejszego artykułu jest ocena wpływu sztucznej inteligencji na rachunkowość zarządczą i controlling. Opracowanie wypełnia lukę badawczą dotyczącą niedostatecznego rozpoznania percepcji innowacji technologicznych przez młode kadry eksperckie. Badanie empiryczne zrealizowano w grudniu 2025 roku przy użyciu autorskiego kwestionariusza ankiety (techniki CAWI oraz PAPI) na próbie N=252 studentów Uniwersytetu Łódzkiego. Wyniki dostarczyły dowodów na występowanie specyficznej dychotomii: wysokiemu optymizmowi technologicznemu towarzyszy głębokie poczucie deficytu kompetencyjnego w badanym obszarze. Analiza ujawniła, że obecna biegłość w posługiwaniu się AI ma charakter asystencki, oparty na rozwiązaniach ogólnego przeznaczenia (wykorzystanie ChatGPT - 82% wskazań), przy marginalnym udziale profesjonalnych platform analitycznych (Power BI AI - 6% wskazań). Respondenci identyfikują AI jako czynnik wspierający procesy decyzyjne, podkreślając jednocześnie konieczność utrzymania nadzoru ludzkiego (human-in-the-loop). Wnioski wskazują na pilną potrzebę redefinicji programów nauczania oraz przejścia od podstawowych modeli językowych ku zaawansowanym instrumentom wspierającym wielowymiarowe sterowanie wynikami organizacji.

Słowa kluczowe

sztuczna inteligencja, studenci, rachunkowość zarządcza i controlling, szkolnictwo wyższe, kompetencje cyfrowe

Wstęp

Sztuczna inteligencja stała się w ostatnich latach jednym z kluczowych osiągnięć technologicznych kształtujących współczesne gospodarki i organizacje. Fundamentem tej technologii są zaawansowane algorytmy oraz modele matematyczne, które umożliwiają systemom realizację procesów wymagających dotychczas zaangażowania człowieka, takich jak uczenie się na podstawie danych czy formułowanie prognoz. W krótkim czasie sztuczna inteligencja (AI) ewoluowała od koncepcji teoretycznej do praktycznego narzędzia, szeroko stosowanego w biznesie, finansach i zarządzaniu [Ranta, 2023; Ławreszuk i Szydło, 2025].

Dotychczasowe badania wskazują, że technologie sztucznej inteligencji znacząco wpływają na procesy księgowe, struktury organizacyjne i role zawodowe. Mimo to zrozumienie sztucznej inteligencji przez praktyków, a w szczególności młodszych specjalistów rozpoczynających karierę, pozostaje obszarem niedostatecznie rozpoznanym [Abbas, 2025]. W dobie powszechnej cyfryzacji [Leviakangas, 2016], organizacje coraz częściej gromadzą i analizują ogromne zbiory danych, aby podejmować szybsze i trafniejsze decyzje [Farrokhi, 2020]. Narzędzia AI wspierają ten proces, minimalizując wpływ ograniczeń poznawczych oraz automatyzując rutynowe etapy procesów decyzyjnych [Merchant, 2017].

Rozwój modeli językowych (np. ChatGPT, Gemini) oraz analityki predykcyjnej otwiera nowe perspektywy dla rachunkowości zarządczej, umożliwiając m.in. generowanie precyzyjnych prognoz finansowych w czasie rzeczywistym oraz prowadzenie wielowariantowych symulacji decyzyjnych [Mahlendorf, 2023]. Zmiany te generują jednak wyzwania związane z nadmierną automatyzacją, co wymusza ewolucję roli controllera w nowoczesnej organizacji [Frey, 2017]. Pomimo potencjału AI, dostępna literatura jest fragmentaryczna i nie odzwierciedla w pełni transformacji procesów gospodarczych [Arkhipova, 2024].

Szczególnie istotna w tym kontekście jest perspektywa młodych specjalistów. Osoby te, ukształtowane w środowisku cyfrowym, mogą postrzegać sztuczną inteligencję nie jako zagrożenie, lecz jako szansę na dynamiczny rozwój zawodowy oraz redefinicję swoich ról w organizacjach. Z uwagi na fakt, że opinia tej grupy pozostaje relatywnie słabo zbadana, istnieje wyraźna luka badawcza wymagająca pogłębionej analizy. Celem niniejszego artykułu jest ocena wpływu sztucznej inteligencji na rachunkowość zarządczą i controlling. Narzędziem badawczym wykorzystanym w niniejszym badaniu był autorski kwestionariusz ankiety, zrealizowany przy użyciu technik CAWI oraz PAPI.

1. Przegląd literatury

1.1. Obszary implementacji oraz funkcje sztucznej inteligencji w rachunkowości zarządczej i controllingu

Sztuczna inteligencja (AI) w kontekście systemów wspierających procesy zarządzające jest rozumiana jako zespół rozwiązań informatycznych zdolnych do symulacji wybranych procesów poznawczych, właściwych dla ludzkiego rozumowania. Funkcjonowanie AI opiera się na zaawansowanych algorytmach analizujących zbiory danych pochodzące z otoczenia biznesowego, co pozwala na odwzorowywanie mechanizmów interpretacji informacji, adaptacyjnego uczenia się oraz podejmowania autonomicznych działań w zmiennych warunkach operacyjnych [Łada, 2023]. Wdrożenie tych technologii w strukturach rachunkowości zarządczej determinuje ewolucję od deskryptywnego przetwarzania informacji ku zaawansowanym modelom analitycznym wspierającym obiektywizację decyzji zarządczych.

Kluczowym atrybutem systemów AI jest zdolność do przetwarzania informacji nieustrukturyzowanych, takich jak język naturalny czy dane wizualne. Poprzez replikację zdolności percepcyjnych, narzędzia te przejmują realizację zadań determinujących jakość rachunkowości zarządczej, w tym m.in. analizę złożonych treści tekstowych, formułowanie rekomendacji zarządczych oraz optymalizację strategicznych procesów decyzyjnych. Dynamiczny rozwój AI, stymulowany wzrostem mocy obliczeniowej oraz dostępem do masowych zbiorów danych (Big Data), prowadzi do sytuacji, w której w specyficznych obszarach analitycznych algorytmy wykazują wyższą precyzję niż tradycyjne metody manualne [Łada, 2023]. W tym kontekście sztuczna inteligencja nie powinna być postrzegana jako proste narzędzie techniczne, ale jako siła napędowa głębokiej transformacji dzisiejszego świata biznesowego.

W procesie tym istotną rolę odgrywa digitalizacja systemów rachunkowości zarządczej, która warunkuje możliwość przetwarzania informacji w czasie rzeczywistym. Zapewnia to kadrze menedżerskiej bezzwłoczny dostęp do zaktualizowanych wskaźników efektywności, co wymiennie podnosi jakość i szybkość reakcji na odchylenia operacyjne [Broccardo, 2024]. Równolegle, technologie uczenia maszynowego są identyfikowane jako czynniki transformujące procesy raportowania wewnętrznego [Weinzierl, 2024]. Do fundamentalnych funkcji tych rozwiązań należy podnoszenie dokładności prognoz finansowych oraz operacyjnych [Ranta, 2023, strony 607-636]. Modele te wspierają jednostki controllingu w identyfikacji ryzyk oraz wykrywaniu anomalii kosztowych, co stanowi istotny element systemów wczesnego ostrzegania i przeciwdziałania nadużyciom.

Kolejnym obszarem implementacji jest wykorzystanie AI do zaawansowanej analityki treści. Rozwiązanie to rozszerza zakres informacyjny rachunkowości zarządczej poprzez integrację danych pozafinansowych – pochodzących z raportów wewnętrznych czy korespondencji biznesowej – z tradycyjnymi systemami wskaźnikowymi. Możliwości te znajdują zastosowanie przede wszystkim w planowaniu strategicznym, ukierunkowanym na budowanie długoterminowej wartości organizacji oraz promowanie strategii zrównoważonego rozwoju [Ranta, 2023].

Z perspektywy funkcji controllingu kluczowe znaczenie ma analityka predykcyjna, która umożliwia przejście od analiz retrospektywnych (opisowych) ku modelowaniu przyszłych trendów i scenariuszy gospodarczych. Dzięki wykorzystaniu AI, specjaliści ds. rachunkowości zarządczej mogą formułować proaktywne rekomendacje, oparte na zautomatyzowanej identyfikacji przyszłych odchyleń budżetowych czy prognozowaniu wolumenów sprzedaży [Pavlovic, 2024]. Implementacja rozwiązań opartych na sztucznej inteligencji nie tylko optymalizuje operacyjne procesy zarządcze, lecz przede wszystkim wzmacnia strategiczną pozycję controllera, pozwalając na alokację zasobów poznawczych ku zadaniom o wysokiej wartości dodanej.

Mimo zdefiniowania teoretycznych funkcji i obszarów implementacji sztucznej inteligencji w rachunkowości zarządczej, ich subiektywny odbiór przez przyszłych specjalistów pozostaje obszarem niedostatecznie zbadanym. Zidentyfikowana luka badawcza determinuje potrzebę podjęcia dalszych eksploracji, zmierzających do rzetelnej oceny percepcji omawianych rozwiązań w grupie osób przygotowujących się do profesjonalnej aktywności w obszarach związanych z rachunkowością zarządczą i controllingiem.

1.2. Wyzwania etyczne oraz ryzyka operacyjne implementacji sztucznej inteligencji w rachunkowości zarządczej i controllingu

Dynamiczna ekspansja systemów sztucznej inteligencji (AI) determinuje istotne przeobrażenia w paradygmacie współczesnej rachunkowości zarządczej. Nowe technologie, mimo oferowania zaawansowanych możliwości w zakresie wielowymiarowej analityki i predykcji, generują szereg dylematów, w szczególności o charakterze etycznym.

W literaturze przedmiotu identyfikuje się szereg zagrożeń systemowych, które bezpośrednio rzutują na jakość i wiarygodność procesów informacyjnych we współczesnym controllingu. Należą do nich deprofesjonalizacja funkcji księgowych, ryzyka naruszenia integralności danych oraz zjawisko izolacji zawodowej specjalistów

w obliczu postępującej automatyzacji procedur [Zhang, 2023]. Istotna zmiana systemowa objawia się w zdolności algorytmów nie tylko do dostarczania danych, ale także do autonomicznego formułowania rekomendacji zarządczych. Sytuacja ta rodzi krytyczne pytania o transparentność algorytmiczną oraz przypisanie odpowiedzialności za konsekwencje decyzji podjętych na podstawie wskazań systemów AI [Losbichler, 2021]. W strukturach controllingowych kwestia odpowiedzialności staje się niejednoznaczna – w przypadku błędnej estymacji generowanej przez system, granica decyzyjna między algorytmem a pracownikiem ulega zatarciu, co podważa tradycyjne mechanizmy kontroli [Zhang, 2023].

Szczególnie narażona na te ryzyka jest kontrola zarządcza. Z uwagi na brak ścisłej standaryzacji raportów wewnętrznych, implementacja AI może nieświadomie sprzyjać subiektywizmowi, stronniczości algorytmicznej lub nadmiernej heurystyce dostępności, gdzie menedżerowie bezkrytycznie polegają na rekomendacjach inteligentnych systemów kosztem własnej oceny merytorycznej [Zhang, 2023].

Automatyzacja i coraz powszechniejsze wykorzystywanie systemów opartych na sztucznej inteligencji mogą stopniowo ograniczać opanowanie przez specjalistów ds. rachunkowości zarządczej i controllerów podstawowych umiejętności. Delegowanie zadań z zakresu ewidencji i raportowania do systemów zautomatyzowanych może prowadzić do utraty biegłości w zakresie procedur operacyjnych przez przyszłe kadry eksperckie. Zjawisko to ogranicza zdolność do krytycznej weryfikacji danych i stanowi długofalowe zagrożenie dla rozwoju zawodowego, obniżając elastyczność poznawczą specjalistów ds. rachunkowości zarządczej i controllerów w sytuacjach kryzysowych [Thaller, 2023]. Konsekwencją tych zmian jest narastająca niepewność dotycząca stabilności zatrudnienia i obawa przed strukturalnym bezrobociem w sektorze rachunkowości [Zhang, 2020].

Transformacja cyfrowa w obszarze controllingu jest procesem o bezprecedensowej skali, co utrudnia precyzyjne prognozowanie ewolucji ról zawodowych. Kluczowym czynnikiem sukcesu w tym procesie powinna być świadoma implementacja technologii z zachowaniem paradygmatu human-in-the-loop (człowiek w pętli decyzyjnej), zapewniającego nadzór nad procesami zautomatyzowanymi. W tym kontekście analiza percepcji ryzyka przez studentów (młodych specjalistów) jest krytyczna, gdyż to ich postawy zdefiniują przyszły model etyczny i organizacyjny controllingu w organizacjach w Polsce.

Wymaga to opracowania nowych standardów zawodowych i ram etycznych, które będą integralną częścią wdrażania innowacji. Sztuczna inteligencja musi być pozycjonowana jako narzędzie wspomagania, a nie substytucji ludzkiego osądu eksperckiego, co stanowi fundamentalne wyzwanie dla współczesnej kontroli zarządczej.

1.3. Ewolucja kompetencji zawodowych oraz uwarunkowania organizacyjne wdrożeń AI w obszarze rachunkowości zarządczej i controllingu

Implementacja rozwiązań z zakresu sztucznej inteligencji w rachunkowości zarządczej generuje istotne korzyści optymalizacyjne, lecz jednocześnie wiąże się ze złożonymi wyzwaniami wdrożeniowymi. Uwarunkowania te mają charakter wielowymiarowy i obejmują aspekty technologiczne, bariery prawne oraz specyficzne determinanty organizacyjne, które bezpośrednio rzutują na tempo i efektywność cyfrowej transformacji [Czyżewski, 2025].

Mimo wysokiego stopnia zaawansowania algorytmów w zadaniach analitycznych, systemy AI nie stanowią pełnego substytutu dla specyficznych kompetencji ludzkich w rachunkowości zarządczej. Kluczowe procesy, takie jak stosowanie profesjonalnego sceptycyzmu, interpretacja złożonych zdarzeń gospodarczych w kontekście etycznym czy świadome podejmowanie decyzji o charakterze strategicznym, wymagają zaangażowania ze strony specjalisty. W literaturze podnosi się także problem „bezrobocia technologicznego”, które w odniesieniu do sektora rachunkowości zarządczej może prowadzić do redukcji stanowisk o charakterze rutynowym i powtarzalnym [Bizarro, 2017].

Wdrożenie AI determinuje głęboką redefinicję profilu kompetencyjnego specjalistów ds. rachunkowości zarządczej i controllerów [Bose, 2022]. Współcześni specjaliści muszą wykraczać poza tradycyjną ewidencję danych, rozwijając umiejętności w zakresie zaawansowanej analityki danych, modelowania predykcyjnego oraz krytycznego monitorowania wyników generowanych przez systemy autonomiczne. Istotną barierą pozostaje niedostatek dedykowanych programów rozwojowych, co w świetle współczesnej literatury staje się kluczowym wyzwaniem w kontekście niwelowania dystansu między rosnącymi wymaganiami rynku pracy a realnym przygotowaniem studentów rachunkowości zarządczej i controllingu [Tiron-Tudor i in., 2025]. Sytuacje, w których organizacje inwestują w zaawansowaną infrastrukturę technologiczną, pomijając inwestycje w kapitał ludzki (szkolenia profilowane dla działów controllingowych), skutkują niepełnym wykorzystaniem potencjału wdrożonych narzędzi i obniżeniem oczekiwanego zwrotu z inwestycji [Hasan, 2022]. Reorganizacja procesów w działach rachunkowości zarządczej często wywołuje opór personelu, wynikający z obaw o dewaluację dotychczasowego doświadczenia zawodowego. Skuteczne zarządzanie zmianą w tym obszarze musi opierać się na transparentnej komunikacji, angażowaniu controllerów w proces projektowania narzędzi oraz budowaniu kultury ciągłego uczenia się [Bose, 2022]. Dodatkowym czynnikiem hamującym jest wysoki koszt nabycia i utrzymania systemów AI, co przy niepewnym wskaźniku ROI (Return on Investment) stanowi wyzwanie dla planowania

budżetów inwestycyjnych w obszarze IT [Luo, 2018]. Należy także podkreślić dynamikę zmian w otoczeniu regulacyjnym. W obszarze sprawozdawczości finansowej i prawa podatkowego konieczna jest permanentna aktualizacja algorytmów AI, aby zapewnić ich zgodność z ewoluującymi normami prawnymi. Brak rygorystycznego nadzoru nad adekwatnością modeli finansowych może prowadzić do dezaktualizacji systemów, generując ryzyko błędnych decyzji zarządczych [Huang, 2018].

Zbiornicze zestawienie kluczowych korzyści oraz wyzwań specyficznych dla implementacji narzędzi AI w rachunkowości zarządczej i controllingu zaprezentowano w tabeli 1.

Tab. 1. Determinanty implementacji rozwiązań AI w obszarze rachunkowości i zarządzania

Korzyści	Wyzwania
Zmniejszenie kosztów działalności operacyjnej	Wysokie nakłady inwestycyjne oraz koszty utrzymania specyficznych systemów
Poprawa jakości i precyzji raportowania zarządczego	Niechęć pracowników działów controllingowych do zachodzących zmian
Uwolnienie specjalistów ds. rachunkowości zarządczej i controllerów od rutynowych zadań	Konieczność dostosowywania systemów do zmieniających się warunków (rynkowych, organizacyjnych, prawnych)
Wzrost ogólnej produktywności organizacji	Możliwa redukcja dotychczasowych miejsc pracy
Większa elastyczność w organizacji pracy	Zjawisko over-reliance (nadmiernego zaufania) ograniczające krytycyzm specjalistów
Zaawansowana predykcja trendów w oparciu o Big Data	Ryzyko wycieku danych wrażliwych w wyniku cyberataków
Automatyczna identyfikacja anomalii i nadużyć w danych	Możliwość błędnych rekomendacji w przypadku niepełnych danych

Źródło: opracowanie własne.

Proces redefinicji profilu kompetencyjnego oraz identyfikacja barier organizacyjnych stanowią kluczowe punkty odniesienia dla transformacji cyfrowej obszaru rachunkowości zarządczej i controllingu. Niemniej jednak, stopień akceptacji tych przeobrażeń oraz subiektywna ocena gotowości do adaptacji nowych wymagań zawodowych przez studentów kierunków związanych z obszarami rachunkowości zarządczej i controllingu pozostaje zagadnieniem niedostatecznie wyeksplorowanym w krajowej literaturze przedmiotu. Zrozumienie percepcji tej grupy w odniesieniu do ewolucji kompetencji i ograniczeń wdrożeniowych jest zatem niezbędne dla rzetelnej oceny przyszłości zawodu specjalisty ds. rachunkowości zarządczej i controllera w dobie sztucznej inteligencji.

2. Metodyka badań

2.1. Metody i narzędzia wykorzystane w badaniu

Głównym celem niniejszego opracowania jest ocena wpływu sztucznej inteligencji na rachunkowość zarządczą i controlling w opinii studentów kierunków związanych z tym obszarem. Realizacji tak sformułowanego celu posłużyło badanie empiryczne przeprowadzone z wykorzystaniem autorskiego kwestionariusza ankiety. W procesie gromadzenia danych zastosowano techniki mieszane: CAWI (Computer Assisted Web Interview) oraz PAPI (Paper and Pen Interview), co pozwoliło na optymalizację dotarcia do zróżnicowanych grup respondentów i uzyskanie szerokiego spektrum opinii.

Badanie zostało zrealizowane w grudniu 2025 roku. Przyjęta strategia dystrybucji kwestionariusza uwzględniała specyfikę trybu studiów, obejmując zarówno studentów stacjonarnych, jak i niestacjonarnych. Ankiety w formie elektronicznej zostały udostępnione poprzez kanały przedmiotowe na platformie Microsoft Teams oraz oficjalną komunikację mailową Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Łódzkiego. Z kolei technika PAPI została wykorzystana bezpośrednio podczas zajęć dydaktycznych z obszaru rachunkowości zarządczej i controllingu prowadzonych w trybie stacjonarnym.

Pomiar postaw i opinii respondentów w sekcjach ewaluacyjnych zrealizowano przy użyciu pięciostopniowej skali Likerta. Wybór tego narzędzia pozwolił na precyzyjne określenie stopnia akceptacji lub odrzucenia prezentowanych twierdzeń (od „zdecydowanie nie zgadzam się” do „zdecydowanie zgadzam się”).

Narzędzie badawcze zostało ustrukturyzowane w formie pięciu sekcji tematycznych:

- charakterystyka respondenta: obejmująca poziom studiów oraz status i sektor zatrudnienia;
- potencjał aplikacyjny AI: analiza postrzeganych korzyści w procesach zarządczych (skala Likerta);
- ryzyka i bariery: ocena zagrożeń specyficznych dla funkcji controllingu (skala Likerta);
- kompetencje zawodowe: subiektywna ocena gotowości do pracy w cyfrowym środowisku rachunkowości zarządczej (skala Likerta);
- praktyczne zastosowanie rozwiązań AI: identyfikacja konkretnych rozwiązań i platform wykorzystywanych przez respondentów (pytania wielokrotnego wyboru).

W celu zapewnienia rzetelności pomiaru, kwestionariusz poddano wstępnemu badaniu pilotażowemu, co umożliwiło eliminację niejasności terminologicznych. Udział w badaniu był w pełni dobrowolny i anonimowy.

2.2. Charakterystyka badanej próby

Badanie empiryczne zostało skierowane do studentów Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Łódzkiego, realizujących kształcenie na kierunkach bezpośrednio powiązanych z obszarem rachunkowości zarządczej i controllingu. Kwestionariusz został udostępniony grupie 494 osób, z czego uzyskano 252 poprawnie wypełnione ankiety. Pozwoliło to na osiągnięcie wskaźnika zwrotu na poziomie 51%, co stanowi wystarczającą podstawę do przeprowadzenia wnioskowania statystycznego i analizy postaw badanej grupy.

Strukturę respondentów pod względem poziomu studiów oraz ich aktualnego statusu na rynku pracy przedstawiono w tabeli 2.

Tab. 2. Związek między poziomem studiów a statusem zatrudnienia studentów

Poziom studiów	Pracują na cały etat	Pracują na część etatu	Nie pracują zawodowo, studiują	Razem
licencjackie	15	11	16	42
magisterskie	103	61	35	199
podyplomowe	11	0	0	11
Razem	129	72	51	252

Źródło: opracowanie własne.

Analiza struktury próby wskazuje, że zdecydowana większość uczestników, tj. 83% (210 osób), to studenci studiów drugiego stopnia oraz studiów podyplomowych. Dobór ten jest merytorycznie uzasadniony, gdyż grupa ta w najbliższej perspektywie czasowej będzie decydować o kształcie procesów controllingowych w organizacjach. Zwraca uwagę wysoki poziom aktywności zawodowej badanych – wśród studentów studiów magisterskich jedynie 18% nie podjęło jeszcze pracy zarobkowej. Tak ukształtowana próba pozwala na uzyskanie opinii od osób, które konfrontują zdobytą wiedzę akademicką z realną praktyką gospodarczą.

Ważnym aspektem charakterystyki próby jest sektor zatrudnienia oraz bezpośrednio powiązanie obecnej aktywności zawodowej z funkcją controllingu, zaprezentowane w tabeli 3.

Tab. 3. Związek między sektorem zatrudnienia a powiązaniem z rachunkowością zarządczą

Sektor zatrudnienia	Praca związana z rachunkowością zarządczą/controllingiem	Praca nie związana z rachunkowością zarządczą/controllingiem	Brak odpowiedzi	Razem
Prywatny	32	132	0	164
Publiczny	9	22	0	31
Inny	0	6	0	6
Brak odpowiedzi	0	0	51	51
Razem	41	160	51	252

Źródło: opracowanie własne.

Analiza struktury sektorowej oraz profilu zawodowego respondentów, przedstawiona w tabeli 3, wskazuje na wyraźną koncentrację aktywności badanych w sektorze prywatnym, gdzie zatrudnionych jest 82% pracujących uczestników badania (164 osoby). Grupa 51 respondentów, którzy nie udzielili odpowiedzi w tym zakresie, odpowiada liczbie osób deklarujących brak zatrudnienia w tabeli 2, co zachowuje logiczną spójność charakterystyki próby. Odnotowana w badaniu dominacja podmiotów komercyjnych, stwarza korzystne warunki do realizacji celu badawczego, gdyż jednostki te charakteryzują się zazwyczaj wyższą dynamiką implementacji innowacji technologicznych i systemów AI w porównaniu do podmiotów sektora publicznego. W kontekście specjalizacji zawodowej, 41 respondentów zajmuje już stanowiska bezpośrednio związane z rachunkowością zarządczą lub controllingiem, stanowiąc grupę o najwyższym stopniu kompetencyjnego dopasowania do tematyki badania. Pozostała część pracujących badanych (160 osób) wykonuje zadania w pokrewnych obszarach finansowo-księgowych. Fakt ten zidentyfikowano na podstawie zastosowanego w kwestionariuszu pytania warunkowego, w którym osoby deklarujące brak powiązania z controllingiem wskazywały konkretną dziedzinę aktywności, wymieniając najczęściej rachunkowość finansową, sprawozdawczość oraz audyt. Z uwagi na profil realizowanego kształcenia na Wydziale Zarządzania UŁ, osoby te stanowią naturalne zaplecze eksperckie dla przyszłych struktur controllingowych. W związku z powyższym, opinie całej badanej zbiorowości pozwalają na rzetelną ocenę postrzeganego wpływu sztucznej inteligencji na rachunkowość zarządczą i controlling.

3. Analiza wyników badań własnych

3.1. Wpływ i możliwości sztucznej inteligencji w obszarze rachunkowości zarządczej i controllingu w perspektywie 3 – 5 lat – analiza badań własnych

W niniejszym podrozdziale poddano analizie opinie badanych studentów Uniwersytetu Łódzkiego dotyczące potencjalnych kierunków i skali wykorzystania sztucznej inteligencji w obszarze rachunkowości zarządczej i controllingu w perspektywie średnioterminowej. Zestawienie statystyk opisowych dla sformułowanych w kwestionariuszu stwierdzeń ewaluacyjnych zaprezentowano w tabeli 4.

Tab. 4. Możliwości wykorzystania sztucznej inteligencji w perspektywie 3-5 lat – wyniki analizy opisowej

Pytanie	Ś	M	D	O	W	%
Wykorzystanie AI może usprawnić proces podejmowania decyzji w organizacjach	4,30	4	4	0,70	0,16	92%
AI może skrócić znacząco czas potrzebny na sporządzanie raportów i sprawozdań wewnętrznych	4,47	5	5	0,7	0,16	92%
AI może zmienić dotychczasową rolę controllerów – przekierowując ich uwagę na zadania bardziej strategiczne	3,92	4	4	0,83	0,21	72%
AI będzie stanowiło integralną część pracy codziennej specjalistów ds. rachunkowości zarządczej	4,02	4	4	0,78	0,19	79%
AI umożliwi dokładniejsze planowanie i budżetowanie w organizacjach	3,88	4	4	0,86	0,22	73%
Zastosowanie elementów AI może znacząco obniżyć koszty działów controllin- gowych w organizacjach	3,90	4	4	0,91	0,23	69%
Wykorzystanie AI stworzy w perspektywie kilku lat nowe możliwości zatrudnienia w dziedzinie controllingu.	3,51	4	3	1,07	0,30	51%

Oznaczenia zawarte w tabeli: Ś – średnia arytmetyczna, M – mediana, D – dominanta, O – odchylenie standardowe, W – współczynnik zmienności, % – % pozytywnych odpowiedzi (4-5 w skali Likerta).

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie uzyskanych rezultatów można stwierdzić wyraźnie pozytywne postrzeganie możliwości oferowanych przez sztuczną inteligencję w obszarze rachunkowości zarządczej i controllingu. Wszystkie średnie wartości dla zaproponowanych twierdzeń przekraczają punkt neutralny (3,0), co wskazuje na ogólną tendencję do akceptacji tych rozwiązań przez przyszłe kadry.

Najwyższą ocenę ($\bar{S} = 4,47$) odnotowano dla stwierdzenia dotyczącego optymalizacji czasu sporządzania raportów. Rezultat ten, przy jednoczesnym najwyższym wyniku mediany i dominanty (5), potwierdza, że respondenci upatrują w AI przede wszystkim szansy na automatyzację zadań rutynowych i poprawę efektywności operacyjnej. Wysoki stopień zgodności (92% odpowiedzi pozytywnych) oraz niski współczynnik zmienności wskazują na dużą spójność opinii studentów w tym zakresie.

Istotne wyniki uzyskano również w obszarze wsparcia procesów decyzyjnych oraz integracji AI z codzienną aktywnością zawodową specjalistów (średnia odpowiednio 4,30 oraz 4,02). Niskie wskaźniki rozproszenia danych sugerują, że sztuczna inteligencja nie jest postrzegana jedynie jako doraźne wsparcie technologiczne, lecz jako trwały element przyszłego środowiska pracy w rachunkowości zarządczej i controllingu.

Relatywnie najniższe oceny oraz najwyższy poziom rozproszenia odpowiedzi ($W = 0,30$; $O = 1,07$) zaobserwowano w przypadku twierdzenia dotyczącego kreowania nowych miejsc pracy. Wynik ten ($\bar{S} = 3,51$) sugeruje, że opinie respondentów są podzielone - obok oczekiwań na nowe formy zatrudnienia pojawiają się prawdopodobnie obawy przed częściową substytucją ról ludzkich przez algorytmy.

Wyniki wskazują, że w percepcji badanych studentów sztuczna inteligencja stanowi fundament przyszłej poprawy jakości procesów informacyjnych w rachunkowości zarządczej i controllingu. Jednocześnie niepewność dotycząca skutków kadrowych podkreśla wagę stopniowej implementacji tych technologii w organizacjach, z uwzględnieniem perspektywy młodych oraz przyszłych specjalistów.

3.2. Zagrożenia i obawy wynikające z zastosowania sztucznej inteligencji w obszarze rachunkowości zarządczej i controllingu – analiza wyników badań własnych

Kolejnym etapem analizy zgromadzonego materiału empirycznego była identyfikacja obaw i zagrożeń, jakie w opinii badanych studentów wiążą się z implementacją sztucznej inteligencji w procesach zarządczych. Skupienie uwagi na percepcji

ryzyk pozwala na pełniejsze zrozumienie postaw przyszłych kadr wobec transformacji cyfrowej obszaru rachunkowości zarządczej i controllingu. Zbiorcze zestawienie statystyk opisowych dla tej sekcji badawczej zaprezentowano w tabeli 5.

Tab. 5. Wyniki analizy opisowej odpowiedzi z zakresu zagrożeń i obaw związanych z wykorzystaniem sztucznej inteligencji w przyszłości

Pytanie	Ś	M	D	O	W	%
AI może w 100% zastąpić pracę specjalistów ds. rachunkowości zarządczej oraz controllerów, powodując tym samym liczne zwolnienia z pracy	2,32	2	2	1,16	0,50	21%
Zastosowanie AI może stwarzać problemy etyczne związane z decyzyjnością zarządzania danymi w organizacjach	3,59	4	4	0,89	0,25	57%
Nadmierne wykorzystywanie AI może prowadzić do utraty kontroli człowieka nad procesami w organizacjach	3,95	4	4	1,01	0,26	75%
Wiarygodność danych generowanych przez systemy AI jest wątpliwa	3,69	4	4	0,94	0,26	60%
Brak jasnych regulacji dotyczących AI może prowadzić do wielu istotnych konfliktów prawnych	4,17	4	4	0,75	0,18	85%
Istnieje duże ryzyko, że błędy w algorytmach AI mogą prowadzić do podejmowania błędnych decyzji operacyjnych (w wyniku braku odpowiedniego nadzoru ze strony specjalistów)	4,19	4	4	0,72	0,17	88%
AI w sposób znaczący ograniczy potrzebę krytycznego myślenia ze strony controllerów/specjalistów ds. rachunkowości zarządczej	3,46	4	4	1,20	0,35	55%

Oznaczenia zawarte w tabeli: Ś – średnia arytmetyczna, M – mediana, D – dominanta, O – odchylenie standardowe, W – współczynnik zmienności, % - % pozytywnych odpowiedzi (4-5 w skali Likerta).

Źródło: opracowanie własne.

Analiza uzyskanych rezultatów wskazuje, że respondenci wykazują wysoką świadomość ryzyk towarzyszących cyfryzacji rachunkowości zarządczej i controllingu, przy czym ich obawy koncentrują się wokół aspektów regulacyjnych i operacyjnych, a nie personalnych. Najwyższe średnie oceny odnotowano w przypadku stwierdzeń dotyczących błędów algorytmicznych mogących skutkować wadliwymi decyzjami operacyjnymi ($\bar{S} = 4,19$) oraz ryzyka konfliktów prawnych wynikających z niedostatecznych regulacji ($\bar{S} = 4,17$). Bardzo wysoki odsetek odpowiedzi pozy-

tywnych (odpowiednio 88% i 85%) przy niskim współczynniku zmienności świadczy o dużej spójności badanej grupy w zakresie postrzegania nadzoru ludzkiego i ram prawnych jako kluczowych determinantów bezpieczeństwa systemów AI.

Istotne obawy respondentów budzi również kwestia potencjalnej utraty kontroli nad procesami organizacyjnymi ($\bar{S} = 3,95$; 75% wskazań pozytywnych) oraz subiektywnie oceniana wiarygodność danych generowanych autonomicznie ($\bar{S} = 3,69$). Wyniki te sugerują, że w percepcji przyszłych specjalistów technologia AI, mimo oferowanych korzyści efektywnościowych, wymaga implementacji rygorystycznych mechanizmów weryfikacyjnych i kontrolnych. Respondenci dostrzegają zagrożenie w bezkrytycznym poleganiu na wynikach prac algorytmów, co znajduje odzwierciedlenie w umiarkowanie wysokiej ocenie ryzyka ograniczenia potrzeby krytycznego myślenia ($\bar{S} = 3,46$).

Wyraźny kontrast w stosunku do pozostałych ryzyk stanowi postrzeganie możliwości całkowitego zastąpienia pracy specjalistów ds. rachunkowości zarządczej i controllerów przez sztuczną inteligencję. Twierdzenie to uzyskało najniższą średnią ocenę ($\bar{S} = 2,32$) oraz najniższy odsetek odpowiedzi pozytywnych (21%), przy relatywnie wysokim odchyleniu standardowym ($O = 1,16$). Sugeruje to, że większość badanych studentów nie identyfikuje technologii AI jako bezpośredniego zagrożenia dla istnienia profesji specjalisty ds. rachunkowości zarządczej oraz controllera, lecz raczej jako narzędzie zmieniające charakter wykonywanych dotychczas zadań.

Wyniki analizy wskazują, że młodzi oraz przyszli specjaliści ds. rachunkowości zarządczej i controllingu postrzegają sztuczną inteligencję jako rozwiązanie wymagające systemowego nadzoru i precyzyjnego osadzenia w strukturach prawno-organizacyjnych. Dominujący w badaniu sceptycyzm wobec pełnej automatyzacji ról zawodowych, przy jednoczesnym lęku przed błędami technologicznymi, wyznacza kierunek pożądanых zmian: dążenie do modelu współpracy hybrydowej (człowiek-maszyna), w którym technologia AI pełni funkcję wspierającą, a nie decyzyjną.

3.3. Kompetencje i perspektywy zawodowe młodych i przyszłych specjalistów z zakresu rachunkowości zarządczej i controllingu w dobie sztucznej inteligencji – analiza badań własnych

Prezentowana część analizy merytorycznej koncentruje się na subiektywnej ocenie poziomu przygotowania oraz perspektyw rozwoju kariery respondentów w środowisku zdominowanym przez technologie cyfrowe. Badanie pozwoliło na zidenty-

fikowanie relacji między postrzeganym znaczeniem AI na rynku pracy a oceną aktualnej oferty kształcenia akademickiego w obszarze rachunkowości zarządczej i controllingu. Statystyki opisowe dla tej sekcji zestawiono w tabeli 6.

Tab. 6. Perspektywy zawodowe i gotowość kompetencyjna respondentów – wyniki analizy opisowej

Pytanie	Ś	M	D	O	W	%
Chciałbym/chciałabym rozwijać karierę zawodową w środowisku wykorzystującym technologie AI	3,55	4	4	0,92	0,26	57%
Uważam, że AI tworzy dla specjalistów z działów controllingu więcej szans niż zagrożeń	3,42	3	3	0,87	0,25	46%
Uważam, że jestem przygotowany/przygotowana do pracy z narzędziami AI w przyszłości	3,20	3	4	1,05	0,33	44%
Obecny program studiów gwarantuje studentom odpowiednie przygotowanie do pracy z narzędziami AI w środowisku zawodowym	2,29	2	2	0,93	0,41	10%
Umiejętność pracy z AI będzie jednym z kluczowych czynników wpływających na zatrudnienia w obszarach rachunkowości zarządczej/controllingu	3,43	4	4	0,91	0,26	51%
Chciałbym/chciałabym odbyć praktyczne szkolenie z zakresu wykorzystania narzędzi AI w controllingu	4,15	4	4	0,94	0,23	83%

Oznaczenia zawarte w tabeli: Ś – średnia arytmetyczna, M – mediana, D – dominanta, O – odchylenie standardowe, W – współczynnik zmienności, % – % pozytywnych odpowiedzi (4-5 w skali Likerta).

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki wskazują na ambiwalentne postawy młodych oraz przyszłych specjalistów wobec własnej pozycji rynkowej w dobie transformacji technologicznej. Chęć rozwoju kariery w środowisku opartym na AI deklaruje 57% badanych ($\bar{S} = 3,55$), jednak przekonanie o przewadze szans nad zagrożeniami wyraża już mniej niż połowa respondentów (46%). Relatywnie wysoki współczynnik zmienności w tym obszarze sugeruje, że otwartość na technologie AI nie jest tożsama z bezkrytycznym optymizmem, lecz wynika raczej z pragmatycznego postrzegania wymogów współczesnego rynku pracy.

Kluczowym odkryciem badawczym jest zidentyfikowanie istotnej luki kompetencyjnej. Jedynie 44% respondentów czuje się przygotowanych do pracy z narzędziami AI, co przy stosunkowo niskiej średniej ($\bar{S} = 3,20$) i znacznym rozproszeniu odpowiedzi ($O = 1,05$) świadczy o dużym poczuciu niepewności. Stan ten znajduje bezpośrednie uzasadnienie w krytycznej ocenie programów nauczania w zakresie przygotowania do cyfrowych wyzwań. Stwierdzenie dotyczące adekwatności programu studiów uzyskało najniższą notę w całym badaniu ($\bar{S} = 2,29$, przy zaledwie

10% wskazań pozytywnych), co jednoznacznie wskazuje na konieczność modyfikacji modeli dydaktycznych i silniejszej integracji technologii AI z programami kierunków związanych z rachunkowością zarządczą i controllingiem.

Pomimo niskiej samooceny przygotowania merytorycznego, badana grupa wykazuje silną orientację proaktywną. Najwyższy wynik w tej sekcji ($\bar{S} = 4,15$; 83% wskazań pozytywnych) odnotowano dla chęci udziału w praktycznych szkoleniach z zakresu wykorzystania AI w rachunkowości zarządczej i controllingu. Tak wysoka determinacja do podnoszenia kwalifikacji, przy jednoczesnym uznaniu kompetencji cyfrowych za istotny czynnik sukcesu zawodowego ($\bar{S} = 3,43$), stanowi ważny sygnał zarówno dla jednostek akademickich, jak i organizacji planujących wdrożenie systemów AI, dotyczący konieczności pilnej aktualizacji programów kształcenia oraz projektowania dedykowanych programów podnoszenia kompetencji dostosowanych do specyfiki nowoczesnej rachunkowości zarządczej i controllingu.

3.4. Narzędzia i platformy sztucznej inteligencji w praktyce zawodowej oraz akademickiej w obszarze rachunkowości zarządczej i controllingu – analiza wyników badań własnych

Ostatni etap analizy empirycznej koncentruje się na identyfikacji konkretnych rozwiązań technologicznych wykorzystywanych przez respondentów. Celem tej sekcji było określenie stopnia realnego kontaktu młodych oraz przyszłych specjalistów z narzędziami AI oraz wskazanie dominujących obszarów ich aplikacji w kontekście przyszłej pracy w obszarze rachunkowości zarządczej i controllingu. Statystyki opisowe dla tej sekcji zestawiono w tabelach 7, 8 oraz 9. Takie ujęcie problematyki pozwala na obiektywną ocenę luki między powszechną dostępnością technologii a stopniem ich profesjonalnego wykorzystania w procesach informacyjno-decyzyjnych w organizacjach.

Tab. 7. Rodzaje narzędzi i platform AI wykorzystywanych przez respondentów

Pytanie	Narzędzie	Liczba wskazań	% wskazań
Z jakich konkretnych narzędzi lub platform AI Pan/Pani korzysta najczęściej	ChatGPT	206	82%
	Microsoft Copilot	79	31%
	Power BI AI	16	6%
	Google Gemini	144	57%
	Inne	24	10%

Źródło: opracowanie własne.

Analiza danych wskazuje na dominację narzędzi typu generative AI, wśród których ChatGPT (82%) oraz Google Gemini (57%) stanowią główne punkty kontaktu

z nowoczesnymi technologiami. Średnia liczba wykorzystywanych platform wynosi 1,86 na jednego respondenta, co świadczy o postępującej dywersyfikacji źródeł wsparcia technologicznego. Znamienny dla obszaru rachunkowości zarządczej i controllingu jest relatywnie niski odsetek wskazań na specjalistyczne rozwiązania analityczne, takie jak Power BI AI (6%), co sugeruje, że obecny kontakt z AI ma charakter ogólny, a stopień wykorzystania narzędzi dedykowanych profesjonalnym procesom zarządzczym pozostaje na niskim poziomie.

Tab. 8. Ocena łatwości obsługi narzędzi AI dostępnych na rynku

Pytanie	Odpowiedzi	Liczba odpowiedzi	% odpowiedzi
Jak Pan/Pani ocenia łatwość korzystania z narzędzi AI dostępnych na rynku?	bardzo łatwe w obsłudze	94	37%
	raczej łatwe	146	58%
	średnio łatwe	9	4%
	trudne	0	0%
	nie korzystałem/am	3	1%

Źródło: opracowanie własne.

Percepcja bariery technologicznej w procesie przyswajania innowacji jest minimalna – aż 95% respondentów ocenia obsługę systemów AI jako łatwą lub raczej łatwą. Powszechność tych technologii w codziennej praktyce akademickiej i zawodowej potwierdza fakt, że jedynie 1% grupy deklaruje całkowity brak doświadczenia w ich użytkowaniu. Wysoka intuicyjność dostępnych rozwiązań stanowi korzystny prognostyk dla przyszłej, pogłębionej integracji systemów AI z procesami decyzyjnymi w rachunkowości zarządczej i controllingu. Powyższe wyniki implikują, że w nadchodzących latach fundamentem sukcesu w rachunkowości zarządczej i controllingu stanie się nie tyle sprawność techniczna, co zdolność do merytorycznego nadzoru i krytycznej interpretacji danych generowanych przez algorytmy.

Tab. 9. Obszary praktycznego wykorzystania narzędzi AI przez respondentów

Pytanie	Odpowiedzi	Liczba odpowiedzi	% odpowiedzi
W jakich obszarach pracy najczęściej wykorzystuje Pan/Pani narzędzia AI? (można zaznaczyć kilka odpowiedzi)	Analiza danych	81	32%
	Raportowanie i prezentacja wyników	63	25%
	Automatyzacja zadań administracyjnych	56	22%
	Tworzenie treści (np. tekstów, prezentacji)	178	71%
	Komunikacja i obsługa klienta	48	19%
	Nie wykorzystuję AI w pracy	23	9%
	Nie dotyczy	29	21%

Pytanie	Odpowiedzi	Liczba odpowiedzi	% odpowiedzi
	Inne	8	3%

Źródło: opracowanie własne.

Struktura aplikacyjna sztucznej inteligencji wskazuje na wyraźną dominację zadań związanych z szeroko pojętą kreacją treści (71%) nad funkcjami o charakterze stricte analitycznym (32%) czy raportowym (25%). Szczegółowa analiza wskazań w kategorii „Inne” ujawnia dodatkowo, iż respondenci upatrują potencjał AI nie tylko w prostym wsparciu biurowym, lecz także w zadaniach wymagających precyzji językowej (tłumaczenia, copywriting) oraz w obszarach o wyższym stopniu zaawansowania technicznego, takich jak automatyzacja arkuszy kalkulacyjnych poprzez generowanie makr w programie Excel. Powyższe obserwacje dowodzą, że wykorzystywanie sztucznej inteligencji przez młodych oraz przyszłych specjalistów wykracza poza ramy zdefiniowane w kwestionariuszu, obejmując również specjalistyczne aspekty warsztatu pracy w rachunkowości zarządczej i controllingu.

Wysoki stopień korespondencji między deklarowanym brakiem aktywności zawodowej (zidentyfikowanym w sekcji 2.2) a odpowiedziami wskazującymi na brak wykorzystania narzędzi AI w środowisku pracy (łącznie 52 wskazania w kategoriach „Nie wykorzystuję” oraz „Nie dotyczy”) stanowi istotne potwierdzenie rzetelności zgromadzonego materiału empirycznego oraz konsekwencji badanej próby w procesie ankietowania.

Podsumowując, mimo powszechnej znajomości i wysokiej oceny intuicyjności dostępnych rozwiązań, sztuczna inteligencja znajduje obecnie zastosowanie głównie jako narzędzie wspierające ogólne procesy intelektualne o charakterze asystenckim. W konsekwencji, osiągnięcie pełnej dojrzałości cyfrowej w obszarze rachunkowości zarządczej i controllingu zależeć będzie od zdolności do transformacji ogólnych asystentów AI w wyspecjalizowane instrumenty wspierające precyzyjne prognozowania zarządcze oraz wielowymiarowe sterowanie wynikami organizacji.

4. Dyskusja wyników

Głównym przedmiotem niniejszego opracowania była analiza postrzeganego wpływu sztucznej inteligencji na rachunkowość zarządczą i controlling w opinii studentów kierunków związanych z tym obszarem. Uzyskane wyniki dostarczyły dowodów empirycznych na występowanie specyficznej dychotomii: deklarowanemu optymizmowi technologicznemu towarzyszy głębokie poczucie deficytu kompetencyjnego w badanym obszarze. Analiza statystyczna potwierdziła, iż sztuczna inteligencja jest postrzegana przez respondentów przede wszystkim jako czynnik wspierający procesy zarządzania i podejmowania decyzji [Farrokhi, 2020]. Postawy te są

spójne z nurtami literatury podkreślającymi, że technologia redefiniuje rolę specjalisty, nie eliminując jednak jego funkcji w strukturze organizacyjnej [Bizarro, 2017; Bose, 2022]. Szczególnie wysokie noty w zakresie poprawy efektywności operacyjnej ($\bar{S} = 4,47$) oraz usprawnienia procesów raportowych (92% wskazań pozytywnych) sugerują, że respondenci upatrują w AI narzędzia uwalniającego zasoby poznawcze od zadań rutynowych na rzecz działań o charakterze strategicznym.

Pogłębiona segmentacja wyników ujawniła jednak istotną barierę w procesie adaptacji nowych technologii. Choć badani oceniają obsługę systemów AI jako intuicyjną (95% wskazań pozytywnych), ich realne doświadczenia koncentrują się na rozwiązaniach ogólnego przeznaczenia (ChatGPT – 82% wskazań) przy marginalnym wykorzystaniu profesjonalnych platform analitycznych, takich jak Power BI AI (6% wskazań). Taka struktura wykorzystania narzędzi koresponduje z trendami globalnymi: podczas gdy modele generatywne dominują w prostych zadaniach asystenckich, wciąż brakuje sformalizowanych procedur wdrażania zaawansowanych systemów AI w profesjonalne procesy zarządcze [Thomson Reuters Institute, 2025].

Można wnioskować, że obecna biegłość w posługiwaniu się sztuczną inteligencją ma charakter asystencki, a nie profesjonalny, co bezpośrednio koresponduje ze zidentyfikowaną krytyczną oceną programów nauczania (jedynie 10% wskazań pozytywnych). W literaturze przedmiotu wskazuje się, iż deficyt przygotowania do wymagań rynku jest pochodną ograniczonego kontaktu z praktycznymi aplikacjami w toku kształcenia akademickiego [Pan i Seow, 2016; Cunha i in., 2022; Nieścior i in., 2024].

Istotnym mechanizmem zidentyfikowanym w badaniu jest wysoka świadomość ryzyk operacyjnych i prawnych. Respondenci za kluczowy warunek odpowiedzialnego korzystania z AI uznają utrzymanie paradygmatu human-in-the-loop, co objawia się w silnym postulatcie zachowania nadzoru ludzkiego nad wynikami prac algorytmów (88% wskazań). Wskazuje to na fakt, iż w profesjonalnej praktyce rachunkowości zarządczej i controllingu punkt ciężkości przesuwa się z manualnej obsługi danych w stronę merytorycznej weryfikacji i krytycznej interpretacji wyników generowanych autonomicznie. Proces ten stymuluje rozwój kompetencji miękkich, niezbędnych do skutecznej komunikacji biznesowej, które stają się kluczowym atrybutem nowoczesnego specjalisty ds. rachunkowości zarządczej i controllera [Larios i Ibarra, 2025].

Podsumowanie

Niniejszy artykuł wypełnia zidentyfikowaną lukę badawczą, wynikającą z niedostatecznej liczby opracowań dotyczących opinii młodych specjalistów z zakresu rachunkowości zarządczej i controllingu na temat technologii AI. Zrealizowane badanie pozwoliło na realizację celu głównego, jakim była analiza postrzeganego wpływu sztucznej inteligencji na omawiany obszar w opinii studentów.

Wymiar teoretyczny opracowania znajduje odzwierciedlenie w dostarczeniu dowodów empirycznych potwierdzających tezę o ewolucyjnej redefinicji roli specjalisty. Wkładem naukowym artykułu jest wykazanie, że w badanej grupie przyszłość dyscypliny nie jest kojarzona z pełną automatyzacją, lecz z przesunięciem kompetencji w stronę merytorycznego nadzoru nad systemami autonomicznymi, co stanowi istotne rozszerzenie dotychczasowego stanu wiedzy o perspektywę pokolenia wchodzącego na rynek pracy.

Wymiar praktyczny badania wskazuje na konieczność pilnej modyfikacji modeli dydaktycznych. Zidentyfikowany rozdźwięk między wysoką otwartością technologiczną a brakiem umiejętności obsługi profesjonalnych narzędzi analitycznych stanowi sygnał dla uczelni wyższych oraz organizacji biznesowych. Kluczowym wnioskiem aplikacyjnym jest postulat przejścia od nauki obsługi podstawowych modeli językowych w stronę zaawansowanych instrumentów wspierających wielowymiarowe sterowanie wynikami organizacji.

Należy jednak podkreślić, iż otrzymane wyniki odzwierciedlają perspektywę studentów Uniwersytetu Łódzkiego, co ogranicza możliwość ich bezpośredniego uogólniania na całą populację młodych specjalistów w Polsce. Subiektywny charakter ocen, podlegający dynamice wraz z dojrzewaniem technologii AI, rzutuje na potrzebę ostrożnej interpretacji wniosków w długim horyzoncie czasowym. W związku z powyższym, zasadne jest rozszerzenie próby badawczej o inne ośrodki akademickie oraz przeprowadzenie badań longitudinalnych. Pozwolą one na śledzenie ewolucji postaw wobec wpływu AI na rachunkowość zarządczą i controlling w miarę nabywania przez respondentów realnego doświadczenia zawodowego. Zaprezentowane wnioski stanowią fundament do dalszej refleksji nad przyszłością profesji, w której eksperci ds. rachunkowości zarządczej i controllingu przyjmą rolę architektów procesów hybrydowych.

ORCID iD

Kacper Magolan: <https://orcid.org/0009-0002-6791-7633>

Literatura

1. Abbas, K. (2025), *Management accounting and artificial intelligence: A comprehensive literature review and recommendations for future research*, The British Accounting Review, s. 2-26.
2. Arkhipova, D., Montemari, M., Mio, C., Marasca, S. (2024), *Digital technologies and the evolution of the management accounting profession: A grounded theory literature review*, Meditari Accountancy Research, s. 56–85.
3. Bizarro, P. A., Dorian, M. (2017), *Artificial Intelligence: The Future of Auditing*, Internal Auditing, s. 21-26.
4. Bose, S., Dey, S. K., Bhattacharjee S. (2022), *Data, data analytics and artificial intelligence in accounting: An overview*, Edward Elgar Publishing, s. 5–12.
5. Broccardo, L., Tenucci, A., Agarwal, R., Alshibani, S. M. (2024), *Steering digitalization and management control maturity in small and medium enterprises (SMEs)*, Technological Forecasting and Social Change.
6. Cunha, T., Martins, H., Carvalho, A., Carmo, C. (2022), *Not Practicing What You Preach: How Is Accounting Higher Education Preparing the Future of Accounting*, Education Sciences.
7. Czyżewski, P., Karwowski, M. (2025), *Wyzwania związane z wykorzystaniem nowoczesnych technologii sztucznej inteligencji (AI) w rachunkowości i podatkach*, Kwartalnik nauk o przedsiębiorstwie nr 2(76).
8. Farrokhi, A., Shirazi, F., Hajli, N., Tajvidi, M. (2020), *Using artificial intelligence to detect crisis related to events: Decision making in B2B by artificial intelligence*, Industrial Marketing Management, s. 257–273.
9. Frey, C. B., Osborne, M. A. (2017), *The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?*, Technological Forecasting and Social Change, s. 254–280.
10. Hasan, A. (2022), *Artificial intelligence (AI) in accounting & auditing: A literature review*, Open Journal of Business and Management, s. 440–465.
11. Huang, Z. (2018), *Discussion on the Development of Artificial Intelligence in Taxation*, American Journal of Industrial and Business Management, s. 1817-1824.
12. Iwankowski, P., Formela, M., Jankowski, A. (2024), *Czym są badania ankietowe i jakie są ich rodzaje?*, <https://pogotowiestatystyczne.pl/badania-ankietowe-i-ich-rodzaje/> [22.12.2025].
13. Larios, O., Ibarra, V., Cuaresma, J. (2025), *Transforming accounting education: integrating technological, soft and research skills in education*, Cogent Education.
14. Leviakangas, P. (2016), *Digitalisation of Finland's transport sector*, Technology in Society, s. 1-15.
15. Losbichler, H., Lehner, O. (2021), *Limits of artificial intelligence in controlling and the ways forward: a call for future accounting research*, Journal of Applied Accounting Research, s. 365-382.
16. Luo, J., Meng, Q., Cai, Y. (2018), *Analysis of the Impact of Artificial Intelligence Application on the Development of Accounting Industry*, Open Journal of Business and Management, s. 850-856.

17. Łada, M., Martinek-Jaguszevska, K. (2023), *Zastosowania sztucznej inteligencji w rachunkowości*, <https://rachunkowosc.com.pl/zastosowania-sztucznej-inteligencji-w-rachunkowosci> [22.12.2025].
18. Ławreszuk A., Szydło J. (2025), *Sztuczna inteligencja jako narzędzie marketingu online – przyszłość tworzenia treści i angażowania klientów*, *Akademia Zarządzania* 9(2), s. 363-382
19. Mahlendorf, M. D., Martin, M. A., Smith, D. (2023), *Innovative data – use-cases in management accounting research and practice*, *European Accounting Review*, s. 547–576.
20. Merchant, K. A., Van der Stede, W. (2017), *Management control systems: Performance measurement, evaluation and incentives* (4th ed.).
21. Nieścior J., Radziszewska K., Wróbel D., Szydło J. (2024), *Wpływ rozwoju technologii AI na zaangażowanie w proces edukacyjny studentów Wydziału Inżynierii Zarządzania Politechniki Białostockiej*, *Akademia Zarządzania* 8(3), s. 348-372.
22. Pan, G., Seow, P. (2016), *Preparing accounting graduates for digital revolution: A critical review of information technology competencies and skills development*, *Journal of Education for Business*, s.166-175.
23. Pavlovic, M., Gligoric, C., Zdravkovic, F., Pavlovic, D. (2024), *Revolutionizing Management Accounting: The Role of Artificial Intelligence in Predictive Analytics, Automated Reporting and Decision-Making*, *BUSINESS & MANAGEMENT COMPASS*, s. 23-42.
24. Ranta, M., Ylinen, M., Jarvenpaa, M. (2023), *Machine Learning in Management Accounting Research: Literature Review and Pathways for the Future*, *European Accounting Review*, s. 607–636.
25. Thaller, J., Duller, C., Feldbauer-Durstmüller, B., Gartner, B. (2023), *Career development in management accounting: Empirical evidence*, *Journal of Applied Accounting Research*.
26. Thomson Reuters Institute (2025), *2025 Generative AI in Professional Services Report*, Thomson Reuters.
27. Tiron-Tudor, A., Cordoș, A., Deliu, D. (2025), *Future-Ready Digital Skills in the AI Era: Bridging Market Demands and Student Expectations in the Accounting Profession*, *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 215, s. 1–12.
28. Weinzierl, S., Zilker, S., Dunzer, S., Matzner, M. (2024), *Machine learning in business process management: A systematic literature review*, *Expert Systems with Applications*.
29. Zhang C., Zhu, W., Dai, J., Wu, Y., Chen, X. (2023), *Ethical impact of artificial intelligence in managerial accounting*, *International Journal of Accounting Information*.
30. Zhang, Y., Xiong, F., Xie, Y., Fan, X., Gu, H. (2020), *The impact of artificial intelligence and blockchain on the accounting profession*, *IEEE Access*.

The Perceived Impact of Artificial Intelligence on Management Accounting and Controlling – the Perspective of the Young Generation of Specialists

Abstract

The aim of this article is to analyze the perceived impact of artificial intelligence (AI) on management accounting and controlling in the opinion of students specializing in this field. This study fills a research gap regarding the insufficient recognition of technological innovation perception among young expert personnel. The empirical research was conducted in December 2025 using an original survey questionnaire (CAWI and PAPI techniques) on a sample of N=252 students from the University of Lodz. The results provided evidence of a specific dichotomy: high technological optimism is accompanied by a profound sense of competency deficit in the researched area. The analysis revealed that current AI proficiency is of an auxiliary nature, based on general-purpose solutions (use of ChatGPT – 82% of responses), with marginal utilization of professional analytical platforms (Power BI AI – 6% of responses). Respondents identify AI as a factor supporting decision-making processes, while simultaneously emphasizing the necessity of maintaining human oversight (human-in-the-loop). The conclusions point to an urgent need to redefine curricula and transition from basic language models toward advanced instruments supporting the multidimensional management of organizational performance.

Keywords

artificial intelligence, students, management accounting and controlling, higher education, digital competences

NOWOCZESNE TECHNOLOGIE W ZARZĄDZANIU, LOGISTYCE I PRODUKCJI

MODERN TECHNOLOGIES IN MANAGEMENT, LOGISTICS AND PRODUCTION

The Role of Information Technology Tools in Project Planning and Monitoring

Dariusz Surel 

Białystok University of Technology, Faculty of Engineering Management

e-mail: dariusz.surel@pb.edu.pl

DOI: 10.24427/az-2026-0007

Abstract

Effective project planning and monitoring are key factors determining the successful achievement of project objectives in modern organizations. Along with the development of information technologies, the importance of information technology tools supporting project managers in scheduling activities, allocating resources, controlling costs and reporting project progress has significantly increased. The aim of this article is to analyze the role of information technology tools in project planning and monitoring processes and to identify the areas in which information technologies contribute most strongly to improving project management effectiveness. The study is based on a review of the relevant literature and a descriptive-analytical approach, enabling a structured presentation of the functions and applications of selected information technology tools used in project management. Particular attention is given to digital tools supporting key project management processes, particularly in the areas of planning, resource coordination, cost control, risk management and performance monitoring. The article also addresses the challenges and limitations associated with the use of information technology tools in project practice, emphasising the importance of user competencies for their effective implementation. The conclusions presented may provide a basis for further research as well as practical implications for project management practice.

Key words

project management, information technology tools, project planning, project monitoring, scheduling and control, project performance

Introduction

Projects have become one of the dominant forms of organizing work in contemporary organizations, enabling the implementation of complex and time-bound initiatives across various sectors of the economy. The growing importance of projects results from increasing market competition, rapid technological change and the need for flexibility in responding to dynamic environmental conditions. In this context, effective project management is increasingly recognised as a critical factor contributing to organizational performance and long-term competitiveness. Among the key processes of project management, project planning and monitoring play a central role, as they directly influence the achievement of project objectives in terms of time, cost, scope, and quality.

Project planning involves defining project goals, developing schedules, allocating resources, estimating costs and identifying potential risks. Monitoring, in turn, enables continuous tracking of project progress, comparison of actual results with planned values and the identification of deviations that may require corrective actions. These processes are closely interrelated and form the foundation for informed decision-making throughout the project life cycle. Ineffective planning or insufficient monitoring often leads to delays, cost overruns and reduced project performance, highlighting the need for appropriate tools and methods supporting these activities.

The development of information technologies has significantly transformed the way projects are planned and monitored. Information technology tools provide project managers with advanced functionalities for scheduling activities, managing resources, controlling budgets and reporting project progress. Spreadsheet software, project management applications, communication platforms and data visualization tools enable more accurate planning, faster access to information and improved transparency of project processes. As a result, information technology tools have become an integral component of project management practice, supporting both operational and strategic project-related decisions.

Recent studies addressing current and future labour market competency requirements indicate that expectations toward both candidates and early-career employees increasingly include, among others, digitalisation and automation skills, proficiency in advanced software and competencies related to project and process management (Ejdys et al., 2024, p. 151). These findings suggest that project managers must possess not only methodological knowledge but also strong technological competencies that enable them to effectively utilise digital tools in planning, coordination and monitoring activities. The need to develop such competencies is also reflected in

higher education, which is increasingly expected to prepare individuals for functioning in conditions of constant change and to support the development of adaptive and decision-making capabilities (Gudanowska et al., 2025).

At the same time, the growing availability of information technology tools presents new challenges for project managers. The diversity of available solutions, differences in their functionalities and the need for integration between various systems may complicate their effective use. Moreover, the benefits resulting from the application of information technology tools largely depend on the competencies of users and their ability to select appropriate tools for specific project management tasks. Therefore, understanding the role of information technology tools in project planning and monitoring requires not only an analysis of technological solutions but also an examination of their practical application within project management processes.

In response to these challenges, there is a need for a structured analysis of how information technology tools support project planning and monitoring activities. This article aims to examine the role of selected information technology tools in these processes and to identify the areas in which they contribute most significantly to improving project management effectiveness. The study is based on a review of the relevant literature and a descriptive-analytical approach, focusing on the functions of information technology tools used for scheduling, monitoring task execution, analyzing time and cost variances and supporting project communication. Additionally, the article shortly discusses the limitations and challenges associated with the use of information technology tools in project practice.

1. Definition of project and project management

In recent decades, there has been a marked increase in the use of the project approach, which has become firmly established in management practice. Projects are now found in almost every field – from business, through science and administration, to the social sector – forming the basis for the implementation of development activities. Due to the wide range of applications of projects, many definitions describing their nature and specificity have been developed in the literature on the subject. It is therefore worth referring to the most frequently cited definitions in order to grasp the essence of this concept.

In the literature on the subject, there are many different definitions of the concept of a project. The definition created by the Project Management Institute (PMI), formulated in the second half of the 20th century (1998), is considered to be the foundation of the modern understanding of a project, defining it as a finite undertaking focused on creating a unique product, service, or outcome, consisting of a series of

planned tasks and deliverables executed in a systematic manner to achieve the intended objectives [Project Management Institute, <https://www.pmi.org/about/what-is-a-project>, 20.11.2025]. An interesting approach to analysis the definition of a project was presented by Trocki (Trocki, 2012, p. 19), referring to research conducted by B. J. Madaus (Madaus, 2000, pp. 516-529), which aimed to analyse 16 definitions of project management (which came from the most competent specialists and organisations) and identify the most important characteristics of a project. The most important features of the projects listed by Trocki are presented in the table 1.

Tab. 1. The most important features of the projects

No.	Feature
The most important	
1.	time constraints
2.	clearly defined beginning and end of the project
3.	clear identification of the purpose, tasks, and responsibilities
4.	one-off nature
5.	uniqueness
6.	financial and resource constraints
7.	complexity
Less important	
8.	interdisciplinary nature
9.	novelty
10.	specific project organization
11.	involvement of multiple people, teams, and organizations
12.	size
13.	uncertainty and risk
14.	dynamics and boundaries from other projects

Source: own elaboration based on [Trocki, 2012, p. 19].

According to Kerzner et al. (Kerzner et al., 2005, p. 17), a project is „an undertaking for which objectives, required resources, deadlines, costs, and quality levels are specified”. An interesting and influential perspective on the nature of projects was introduced by John Dewey. As presented in the *Project Management: T-Kit 3* developed by the Council of Europe and the European Commission (2000), J. Dewey (1859-1952), known for the *learning by doing* approach, emphasised that a project

should involve collective reflection, consideration of contextual conditions, reference to past experiences and the ability to synthesise historical knowledge with present circumstances to derive meaning and direction for action.

Having discussed the concept of a project, it is now necessary to address how such endeavours are organised and implemented in practice. This naturally leads to the notion of project management, which provides a structured approach to planning, coordinating and controlling project activities. Against this background, it is important to refer to the definitions of project management formulated in the literature. Project management refers to the systematic application of knowledge, skills, tools and techniques to project activities in order to meet defined requirements and objectives. The subject literature does not provide one unified definition of project management, but rather presents multiple, non-contradictory interpretations that attempt to organise and explain this notion. As Trocki notes, „project management can be considered both as a field of theoretical and practical knowledge (which is applied in project management) and as a set of managerial skills necessary for the effective and efficient implementation of a project” (Trocki, 2012, p. 49). In turn, Wyrozębski believes that „due to its dynamics, particular practical dimension and broad spectrum of issues, this field is characterised by rich knowledge resources and a continuing deficit of scientific systematics of solutions and management methods” (Wyrozębski, 2014, p. 132). Particularly noteworthy is the definition proposed by the Project Management Institute (PMI), which describes project management as the application of specialised knowledge, skills, tools and methodologies to project activities in order to fulfil established objectives [Project Management Institute, <https://www.pmi.org/about/what-is-project-management>, 20.11.2025]. In this view, project management involves the structured planning, coordination and execution of tasks that transform an initial concept into a concrete product, service or outcome. It also encompasses key activities such as defining scope, identifying deliverables, assessing risks and ensuring effective communication among project stakeholders. According to Fewings, project management involves the systematic planning, supervision and regulation of project activities, accompanied by the effective engagement of all participants, so that the project goals are met within the assumed timeframe, budget, quality requirements and performance standards (Fewings, 2005, pp. 11-12). In summary, the diversity of definitions indicates that project management is interpreted through various perspectives, yet they all emphasise purposeful action aimed at achieving project objectives.

The conceptual understanding of project management forms only the starting point; equally important is the identification of its essential components, which serve

as the basis for effective project execution. Several key elements can be distinguished that structure the management process and determine the effectiveness of project delivery. In addition to traditional process-oriented frameworks, contemporary standards increasingly emphasise guiding principles that underpin successful project realisation. The Project Management Institute (PMI) defines a set of twelve project management principles that serve as fundamental tenets for planning, executing and leading projects in diverse environments and methodologies. These principles encompass aspects such as stewardship of resources, holistic systems thinking, focus on value, quality, adaptability and effective stakeholder engagement, providing a behavioural and strategic foundation for project management practice. 12 principles of project management are presented in figure 1.



Fig. 1. Principles of project management proposed by Project Management Institute (PMI)

Source: Project Management Institute, 12 Principles of Project Management, <https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/pmbok-standards/12-project-management-principles.pdf>, 20.11.2025.

Presented principles reflect the gradual transformation of project management from a discipline centred mainly on procedures and control mechanisms toward one that emphasises value creation, human dynamics and adaptability. Rather than prescribing specific techniques, they promote a mindset that encourages reflective decision-making, proactive stakeholder engagement and the ability to navigate complexity and change. This shift suggests that project success is increasingly determined not only by adherence to schedules and budgets, but also by the capacity of project teams to collaborate, learn and respond to emerging challenges in a flexible

and value-driven manner. Building upon these principles it is also important to examine the knowledge areas that define the technical and managerial domains of project work, providing a more structured perspective on the processes involved in project planning and execution.

2. Stages of the project lifecycle

The project lifecycle represents an organised framework that divides a project into successive stages, providing structure for planning, decision-making and evaluation. Despite differences across standards and methodologies, core phases such as initiation, planning, execution, monitoring, control and closure remain widely recognised in the literature (Bajare et al., 2025, p. 649) (fig. 2). The significance of these stages lies in their ability to support control of scope, time, cost and quality, with planning and monitoring forming the foundation of efficient project management.

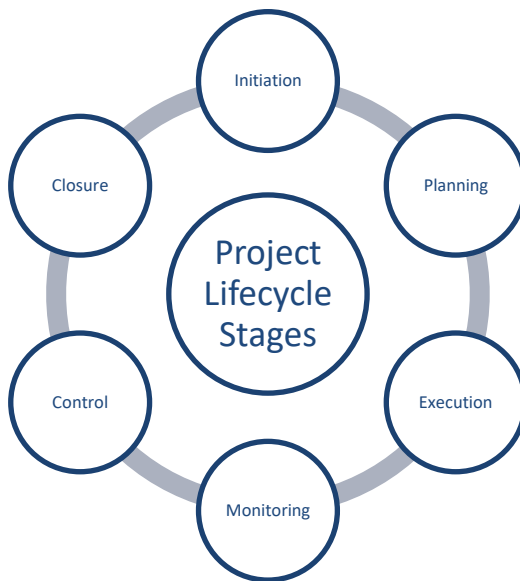


Fig. 2. Project lifecycle stages

Source: own elaboration based on [Bajare et al., 2025, p. 649].

The initiation phase is a crucial part of the project lifecycle and defines the moment when the project formally begins. At this stage, the essential activities include clarifying the core objectives, assigning responsibility for project oversight and

providing suitable resources (Kapusta, 2022, p. 16). The outcome is typically a project charter that authorises further work and sets the initial scope and boundaries of the project.

The planning phase focuses on translating the project concept into a structured plan of action. It includes defining the project scope, formulating objectives, estimating resources and costs, developing schedules and preparing risk management strategies. It is worth mentioning here that detailed planning often reveals gaps or incorrect assumptions made earlier during the initiation stage or while preparing the project proposal [PM4DEV, 2020, 20.11.2025].

The execution phase is centred on implementing the plans developed earlier and delivering project outputs. Tasks are assigned and performed, resources are mobilised and teams collaborate to produce deliverables. This stage involves carrying out the necessary actions and coordinating efforts to ensure that planned activities are completed effectively.

The monitoring and control stage runs parallel to execution and involves tracking project performance against established plans. It is a continuous process of measuring progress, analysing deviations and implementing corrective or preventive actions to ensure that project activities remain aligned with defined objectives and performance standards (Jeremiah Barasa Kabeyi, 2019, p. 70).

The closure phase signifies the formal completion of the project. It involves final deliverable acceptance, release of resources, evaluation of project outcomes and documentation of lessons learned. Administrative activities such as reporting, archiving and contract closure are also performed. This phase provides an opportunity to assess project success and transfer knowledge for future initiatives.

Among these phases, planning and monitoring play a crucial role, as they determine the direction of the project and ensure that progress remains aligned with expectations. Their quality directly influences the control level during execution and the overall project outcome. Although presented sequentially, project stages often interact dynamically and may partially overlap, especially in complex or evolving environments (Kapusta, 2022, p. 19). This iterative nature highlights the importance of continuous communication and decision-making throughout the lifecycle.

Together, these phases illustrate the dynamic and iterative character of project work, emphasising the role of planning, monitoring and informed decision-making in achieving project goals. It is worth emphasizing that the ways in which they are operationalised can differ, depending on the management approach adopted.

3. Overview of selected project management methodologies

Building on the discussion of project definitions, management concepts and the stages of the project lifecycle, it becomes necessary to consider the methodological frameworks that guide project management practice. Project management methodologies provide structured sets of principles, processes and tools that support planning, execution and control across different project contexts.

One of the most widely recognised approaches to project management is the Project Management Body of Knowledge (PMBOK®), developed by the earlier mentioned Project Management Institute (PMI) [PMBOK® Guide, <https://www.pmi.org/standards/pmbok>, 17.12.2025]. PMBOK represents not a rigid methodology, but a comprehensive framework that consolidates best practices, guidelines and terminology commonly applied in managing projects across various industries and organisational contexts. PMI first published PMBOK® in 1983 and over the course of more than 40 years, the guide has seen eight editions, the latest of which was released in November 2025 [PMBOK® Guide, <https://www.pmi.org/standards/pmbok>, 17.12.2025]. The main objective of the creators was to collect best practices in project management and to develop a common vocabulary for those involved in project management (Kapusta, 2022, p. 25). Traditionally, the PMBOK framework has been structured around process groups and knowledge areas, offering a systematic and process-oriented view of project management. The process groups reflect the stages of project work, initiation, planning, execution, monitoring and control, and closure, while the knowledge areas define the key domains of managerial responsibility, such as scope, schedule, cost, quality, resources, communication, risk, procurement and stakeholder management. This structure enables project managers to organise activities, allocate resources and maintain control over project objectives throughout the project lifecycle.

Another widely recognised project management approach is PRINCE2® (Projects in Controlled Environments) originally developed for the UK public sector and currently maintained by Axelos [Axelos, PRINCE2®, <https://www.axelos.com/>, 12.12.2025]. When developing this methodology, the creators sought to establish a procedure that would facilitate the achievement of objectives to the highest possible degree in line with the predefined performance indicators [Rynkiewicz, 2015, p. 136]. This approach is built upon seven principles, seven themes and seven processes, which together create a structured framework supporting effective project governance and decision-making. A distinguishing feature of PRINCE2® is its strong emphasis on governance, particularly through clearly defined roles and responsibilities that support accountability and structured-decision making. One of the

core principles of PRINCE2 is continued business justification, meaning that the project must remain viable and aligned with organisational objectives throughout its lifecycle [Łabuda, 2010, p. 71]. Importantly, PRINCE2® is designed to be tailored, allowing organisations to adapt the method to the size, complexity and risk profile of a given project. While PMBOK® functions primarily as a flexible body of knowledge, PRINCE2® offers a more prescriptive and process-oriented approach, placing greater emphasis on control mechanisms, documentation and formal governance structures.

In contrast to traditional plan-driven approaches such as PMBOK® and PRINCE2®, Agile represents a more flexible and adaptive paradigm of project management, emphasising iterative development, customer collaboration and responsiveness to change. In traditional project management approaches, requirements are typically defined during the early stages of the project and are expected to remain relatively stable throughout its execution (Kisielnicki & Misiak, 2017, p. 29). In contrast, Agile embraces evolving requirements, allowing teams to adapt to changing stakeholder needs and environmental conditions. The Agile philosophy is grounded in a set of core values that prioritise individuals and interactions over processes and tools, working solutions over extensive documentation, customer collaboration over contract negotiation and responsiveness to change over strict adherence to plans [Hołub, 2009, p. 220]. These values reflect a fundamental shift from procedural control toward adaptability, collaboration and value delivery in project environments.

The reviewed methodologies illustrate the evolution of project management from structured plan-driven models toward more adaptive approaches capable of addressing the challenges of dynamic project environments. While traditional frameworks provide stability and control, agile approaches prioritise flexibility and responsiveness. The selection of an appropriate methodology increasingly depends on factors such as project complexity, organisational context and technological maturity.

4. IT tools supporting project planning and monitoring

Effective project planning is widely recognised as one of the primary determinants of project success, as it establishes the foundation for resource, allocation, scheduling, risk anticipation and coordination of project activities. In increasingly complex organisational environments, traditional planning practices are being progressively enhanced by information technology tools that enable more accurate forecasting, improved data integration and greater transparency of project processes. By

supporting analytical capabilities and facilitating real-time access to information, digital solutions allow project managers to make more informed decisions and respond more effectively to emerging challenges. Consequently, the integration of IT tools into the planning phase has become a critical factor in strengthening the overall effectiveness of project management. Giegiel and Szpilko [2025, p. 288] emphasise that information technology has evolved into a strategic factor for ensuring sustainable competitive advantage in modern enterprises, driven by globalisation, intense competition and the growing demand for high-quality decision-making.

The increasing scale and complexity of modern projects have significantly expanded the informational demands placed on project managers, making technological support no longer optional, but essential for effective planning. From a functional perspective, information technology tools support project planning across several interrelated managerial activities that collectively enhance the structure, coherence and feasibility of project plans. A closer examination reveals several functional areas in which technological support plays a particularly significant role in strengthening project planning processes. One such critical area in which information technology supports project planning is schedule development, as the creation of realistic timelines directly influences the feasibility and coordination of project activities. The project management literature emphasises that digital scheduling tools enhance the accuracy of planning processes by enabling managers to identify task dependencies, estimate durations and optimise activity sequences [Pondel and Pondel, 2011, p. 174]. Beyond their operational functionality, these tools strengthen the analytical dimension of project planning by improving forecasting effectiveness and supporting more proactive managerial decision-making. As a result, technological support in scheduling contributes not only to greater temporal control, but also to increased predictability of overall project outcomes.

Currently, a wide range of information technology tools is available to support effective project planning. These kind of solutions are not limited to traditional desktop applications; increasingly, web-based platforms and cloud-enabled systems are being adopted by project managers to enhance accessibility, flexibility and collaborative planning processes. Moreover, the growing integration of artificial intelligence into project management tools reflects a shift toward more data-driven planning, supporting managerial decision-making, enabling earlier risk identification and providing real-time insights that strengthen project adaptability. [Łukasik-Stachowiak, 2025, p. 296].

Given the wide range of tools currently available, the selection of an appropriate solutions plays a significant role in shaping the effectiveness of project planning. To support the selection of appropriate technological solutions, various rankings and

comparative reports are developed to evaluate tools and software widely recognised among users. One of the most popular and noteworthy studies is the regularly published report by Gartner Inc., called *Gartner Magic Quadrant for IT Project and Portfolio Management* (fig. 3).



Fig. 3. Magic Quadrant for Project and Portfolio Management

Source: own elaboration based on Gartner Inc., USA, May, 2019, www.gartner.com.

As illustrated in Fig. 3, the *Gartner Magic Quadrant* categorises technology providers into four groups: Leaders, Challengers, Visionaries and Niche Players, based on their ability to execute and completeness of vision. This classification suggests that effective project management solutions should combine operational reliability with strategic development, reflecting the evolving expectations placed on contemporary digital tools. In addition to the *Gartner Magic Quadrant*, reports such as the Forrester Wave™ [Forrester, <https://www.forrester.com/policies/forrester-wave>

methodology/, 05.02.2026] offer a structured evaluation of technology providers, enabling a multidimensional comparison of solutions available on the project management software market.

While market reports provide valuable insight into the positioning of technology providers, it is equally important to examine the specific planning functions supported by these tools and their implications for project effectiveness. One particularly critical domain is resource planning, as the effective allocation of human and material resources directly influences project continuity and performance. From a managerial perspective, resources are often conceptualised through the 7M framework – Manpower, Management (professionals and specialists), Materials, Merchandise, Machinery, Money and Movement [Keeling, 2000] – which collectively represent the key inputs required for successful project execution. Information technology tools support the coordination and optimisation of these resource categories by enhancing visibility, facilitating allocation decisions and enabling more efficient utilisation throughout the project lifecycle. As a result, digitally supported resource planning, enhances organisational control and contributes to greater operational stability in project environments.

Closely related to resource allocation is cost planning, which plays a fundamental role in ensuring the financial feasibility of projects. The dynamic and often unpredictable nature of organisational environments necessitates a strategic approach to financial planning that extends beyond traditional cost management. Within project settings, effective cost planning supports the alignment of financial resources with both immediate operational needs and long-term organisational objectives, thereby enhancing overall project feasibility [Rybak, 2025, p. 450]. Accurate cost estimation enables organisations to anticipate financial requirements, allocate budgets more effectively and reduce the likelihood of cost overruns. Moreover, integrating cost considerations with scheduling and resource planning enhances overall project coherence and supports more informed managerial decision-making. Consequently, information technology tools strengthen cost planning by improving budgeting accuracy, enabling ongoing expense monitoring and supporting more reliable financial forecasting.

Given the inherent uncertainty of project environments, financial planning remains closely intertwined with risk management processes. Effective risk planning enables organisations to anticipate potential threats, reduce uncertainty and enhance the resilience of project plans. Referring to the definition proposed by the European Commission, project risk is „...the probability of a phenomenon or action occurring (...) that may have positive or negative consequences for the course of the entire

project and/or its individual parts” [European Commission, 2004, p. 145]. This perspective highlights that risk is an inherent attribute of projects and therefore requires systematic identification, assessment and response already at the planning stage. Effective risk management contributes not only to the timely and cost-efficient completion of projects but also safeguards organisational resources, protects reputation and supports long-term performance [Temitope, 2024, p. 372]. In this context, information technology tools increasingly support risk planning by enabling structured risk analysis, facilitating scenario modelling and enhancing the early identification of potential threats. Improved access to data and analytical functionalities allows project managers to respond more proactively to emerging uncertainties, thereby strengthening overall project stability. The increasing application of artificial intelligence in project environments further strengthens risk planning by enabling predictive analytics and supporting data-driven decision-making under conditions of uncertainty [Makovsky, 2024, p. 25].

The considerations presented above indicate that information technology tools increasingly support the key dimensions of project planning, including scheduling, resource allocation, cost estimation and risk management. Their application enhances organisational preparedness, improves analytical capabilities and enables more informed managerial decision-making. By facilitating access to real-time data and supporting predictive analyses, digital solutions contribute to greater transparency and stability in project environments. Accordingly, information technology is no longer perceived merely as an operational support mechanism but rather as a strategic enabler of effective project planning.

While effective planning establishes the structural foundation of a project, it is continuous monitoring that determines whether intended objectives are achieved in practice. In today’s project environments characterised by increasing complexity and uncertainty, monitoring has evolved from a primarily administrative activity into a critical managerial function supporting informed and timely decision-making. Digital technologies play a central role in this transformation by enhancing data visibility, enabling real-time performance tracking and facilitating faster responses to emerging deviations. As a result, technology-supported monitoring strengthens organisational control while simultaneously improving a project’s capacity to adapt to changing conditions. Monitoring, while undertaken at structured intervals, is inherently continuous and functions as a mechanism through which project managers can verify that implementation remains consistent with planned objectives [Pawlak, 2022, p. 85].

Taken together, the analysis of planning and monitoring processes highlights the growing significance of digital technologies in shaping project management

practices. Their integration supports a more structured, transparent and responsive approach to managing projects, enabling organisations to operate more effectively under conditions of increasing complexity and uncertainty. The expanding landscape of technological solutions further illustrates the transition toward digitally supported project environments, where access to timely and reliable information becomes a critical determinant of managerial effectiveness.

While the earlier part of this chapter introduced the *Gartner Magic Quadrant* as a structured overview of major technology providers, table 2 presents selected information technology tools together with their primary applications and core functionalities, offering a more detailed perspective on digital support for project planning and monitoring.

Tab. 2. Selected information technology tools supporting key project management processes

No.	Tool	Primary application	Key functionalities
1.	Microsoft Project	Advanced scheduling and resource planning	critical path analysis, budgeting, reporting, resource management
2.	Asana	Task and workflow coordination	task assignment, progress tracking, team communication
3.	Jira	Agile project management	sprint planning, backlog management, workflow tracking
4.	Trello	Visual workflow management	Kanban boards, task tracking, collaboration
5.	Google Workspace	Collaborative project support	shared files, real-time editing, communication, cloud storage
6.	Monday.com	Collaborative project management	workflow automation, dashboards, reporting
7.	Smartsheet	Project tracking and reporting	resource management, automated updates, performance monitoring

Source: own elaboration based on Bitrix24 (2026) and official software documentation.

Table 2 presents a selection of digital tools that support project planning and monitoring, illustrating the wide range of technological solutions available to modern project managers. However, the effective use of such tools depends not only on their functionalities, but also on the appropriate selection of a solution aligned with project needs and organisational context. It is important to recognise that some platforms require financial investment, while others may involve a learning curve that can temporarily affect implementation efficiency. Therefore, the decision to

adopt a particular tool should be preceded by a careful assessment of project requirements, team competencies and available resources.

Conclusion

The purpose of this article was to analyse the role of information technology tools in supporting project planning and monitoring processes and to identify the areas in which digital solutions contribute to enhancing project management effectiveness. The conducted literature review and subsequent analysis indicate that technological support has become an increasingly important component of contemporary project environments. As organisations operate under conditions of growing complexity and uncertainty, the integration of digital tools appears to strengthen managerial capacity, improve coordination and facilitate more informed decision-making.

The findings suggest that the expanding availability of digital tools reflects a broader transformation in project management practices, moving from predominantly procedural approaches toward more technology-enabled models. Solutions supporting scheduling, resource allocation, cost control and risk management increasingly function as integrated platforms that enhance transparency and support real-time access to project data. This shift indicates that effective project management is no longer determined solely by methodological frameworks, but also by the organisation's ability to leverage technological infrastructure.

Despite its contributions, this study has several limitations. The analysis was based primarily on a review of existing literature and industry reports, which may not fully capture the dynamic evolution of project management technologies. Future research could therefore focus on empirical investigations examining how organisations implement digital tools in practice and how such adoption influences project performance across different industries. Further studies may also explore the long-term impact of emerging technologies, including artificial intelligence, on project management processes.

ORCID iD

Dariusz Surel: <https://orcid.org/0000-0003-1174-5545>

References

1. Axelos, *PRINCE2®*, <https://www.axelos.com/> [12.12.2025].
2. Bajare D., Zsembinski G., Frazão Pedroso P., Frazão Pedroso M., Kripa D., Nano X., Tambovceva T., Borg R. P. (2025), *Defining the Project's Lifecycle Stages and Their Related Decision-Making Activities*, in: Bragança L., Griffiths P., Askar R., Salles A., Ungureanu V., Tsikaloudaki K., Bajare D., Zsembinski G., Cvetkovska M. (Eds), *Circular Economy Design and Management in the Built Environment*, Springer Nature Switzerland, pp. 647-665. https://doi.org/10.1007/978-3-031-73490-8_21
3. Bitrix 24 (2026), *20 najlepszych narzędzi do planowania projektów w 2026 roku*, <https://www.bitrix24.pl/articles/20-najlepszych-narzedzi-do-planowania-projektow-w-2022-roku.php> [08.02.2026].
4. Council of Europe & European Commission (2000), *Project Management: T-Kit 3* [PDF], Joint Programme Portal. <https://pjp-eu.coe.int/documents/42128013/47261197/tkit3.pdf/63828fe8-4022-4944-9459-32ac0c8b6fbf?t=1377268931000> [20.01.2026].
5. Ejdys J., Halicka K., Kosior-Kazberuk M., Szpilko D., Krawczyk-Dembicka E., Czerniawska, M. (2024), *Kompetencje teraźniejszości i przyszłości – oczekiwania pracodawców reprezentujących mikro, małe oraz średnie przedsiębiorstwa w województwie podlaskim*, Politechnika Białostocka. <https://doi.org/10.24427/978-83-68077-62-9>
6. European Commission, *Project Management Guidelines*, Brussels, 2004.
7. Forrester, *The Forrester Wave Methodology*, <https://www.forrester.com/policies/forrester-wave-methodology> [05.02.2026].
8. Gartner Inc., USA, May, 2019, www.gartner.com [05.02.2026].
9. Giegiel B., Szpilko D. (2025), *Modern information technologies improving enterprise management. Examples from the TSL sector*, Academy of Management, 9(3), pp. 287–304 . <https://doi.org/10.24427/az-2025-0060>
10. Gudanowska A., Siderska J., Kobylińska U., Szpilko D., Szydło J. (2025), *Mapowanie nowoczesnych metod i technik nauczania na poziomie wyższym w województwie podlaskim*, Politechnika Białostocka. <https://doi.org/10.24427/978-83-68673-16-6>
11. Hołub C. (2009), *Metodyka Agile i niektóre przykłady współcześnie rozwijanych jej odmian w wytwarzaniu oprogramowania*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 82, pp. 218-226.
12. Jeremiah Barasa Kabeyi M. (2019), *Evolution of Project Management, Monitoring and Evaluation, with Historical Events and Projects that Have Shaped the Development of Project Management as a Profession*, International Journal of Science and Research (IJSR) 8(12), pp. 63-79.

13. Kapusta M. (2022), *Zarządzanie projektami krok po kroku* (Wydanie II). Samo Sedno, Warszawa.
14. Keeling R. (2000), *Project Management. An International Perspective*, St. Martin Press, New York.
15. Kerzner H., Dąbrowski P., Dzieniszewski S., Rzychoń T., Żmijewski T. (2005), *Advanced project management*, Wydawnictwo Helion, Gliwice.
16. Kisielnicki J., Misiak A. (2017), *Podejście Agile versus waterfall w projektowaniu zaawansowanych systemów informatycznych zarządzania*, Przegląd Organizacji, pp. 27-33.
17. Łabuda W. (2010), *Wybrane aspekty planowania w metodyce PRINCE2(TM)*, Zeszyty Naukowe Warszawskiej Wyższej Szkoły Informatyki 4(4), pp. 69-85.
18. Łukasik K. (2025), *The use of Artificial Intelligence in Project Management*, Scientific Papers of Silesian University of Technology, Organization and Management Series no. 217, pp. 281-299.
19. Madauss B.J. (2000), *Handbuch Projektmanagement*, Schaeffer-Poeschel Verlag, Stuttgart.
20. Makovsky P. (2024), *AI-Driven Project Management: Revolutionizing the Field*, I Can. International Career Advancement Network.
21. Pawlak P. (2022), *Praktyczne aspekty monitorowania projektów społecznych zarządzanych metodyką PCM*, Fides, Ratio et Patria. Studia Toruńskie 16/2022, pp. 81-101.
22. PM4DEV (2020), *The Project Management Cycle*, <https://www.pm4dev.com/resources/free-e-books/8-the-project-management-cycle/file.html> [20.11.2025].
23. Pondel J., Pondel M. (2011), *Zastosowanie narzędzi informatycznych do zarządzania wiedzą w projektach*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu 187, pp. 165-175.
24. Project Management Institute, *What is a project*, <https://www.pmi.org/about/what-is-a-project>, [20.11.2025].
25. Project Management Institute, *What is project management*, <https://www.pmi.org/about/what-is-project-management>, [20.11.2025].
26. Project Management Institute, *PMBOK® Guide* (2025), <https://www.pmi.org/standards/pmbok> [17.12.2025].
27. Rybak A. (2025), *Budget planning for product innovation projects by small and medium-sized enterprises*, Scientific Papers of Silesian University of Technology, Organization and Management Series 217, pp. 447-457.
28. Rynkiewicz K. (2015), *Podstawowe założenia metodyki PRINCE2 w projektach badawczo-rozwojowych*, Obronność – Zeszyty Naukowe Wydziału Zarządzania i Dowodzenia Akademii Sztuki Wojennej 4(16), pp. 130-146.

29. Temitope A. O. (2024), *Project Risk Management Strategies: Best Practices for Identifying, Assessing, and Mitigating Risks in Project Management*, *Iconic Research and Engineering Journals* 7 (10), pp. 371-381.
30. Trocki M. (red.). (2012), *Nowoczesne zarządzanie projektami*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
31. Wyróżębski P. (2014), *Zarządzanie wiedzą projektową*. Difin, Warszawa.

Rola narzędzi informatycznych w planowaniu i monitorowaniu projektów

Streszczenie

Skuteczne planowanie i monitorowanie projektów stanowią kluczowe czynniki determinujące pomyślne osiąganie celów projektowych we współczesnych organizacjach. Wraz z rozwojem technologii informacyjnych znacząco wzrosło znaczenie narzędzi informatycznych wspierających kierowników projektów w harmonogramowaniu działań, alokacji zasobów, kontroli kosztów oraz raportowaniu postępów realizacji projektów. Celem niniejszego artykułu jest analiza roli narzędzi technologii informacyjnych w procesach planowania i monitorowania projektów oraz identyfikacja obszarów, w których technologie informacyjne w największym stopniu przyczyniają się do poprawy efektywności zarządzania projektami. Badanie oparto na przeglądzie literatury przedmiotu oraz podejściu opisowo-analitycznym, umożliwiającym uporządkowaną prezentację funkcji i zastosowań wybranych narzędzi informatycznych wykorzystywanych w zarządzaniu projektami. Szczególną uwagę poświęcono narzędziom cyfrowym wspierającym kluczowe procesy zarządzania projektami, zwłaszcza w obszarach planowania, koordynacji zasobów, kontroli kosztów, zarządzania ryzykiem oraz monitorowania realizacji projektów. Artykuł porusza również zagadnienia związane z wyzwaniami i ograniczeniami stosowania narzędzi informatycznych w praktyce projektowej, podkreślając znaczenie kompetencji użytkowników dla ich skutecznego wdrażania. Przedstawione wnioski mogą stanowić podstawę do dalszych badań oraz dostarczać praktycznych implikacji dla praktyki zarządzania projektami.

Słowa kluczowe

zarządzanie projektem, narzędzia informatyczne, planowanie projektu, monitorowanie projektu, harmonogramowanie i kontrola, wydajność projektu

Ocena technologii RPA w kontekście jej potencjału wdrożeniowego w logistyce i wpływu na procesy logistyczne – wyniki badania delfickiego

Jan Adam Czajkowski

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: jan.adam.czajkowski@gmail.com

Alicja Ewa Gudanowska 

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: a.gudanowska@pb.edu.pl

DOI: 10.24427/az-2026-0008

Streszczenie

Zasadniczy cel niniejszej pracy obejmował dokonanie analizy potencjału wdrożenia RPA w ramach procesów logistycznych przy wykorzystaniu metody delfickiej. Uzyskane wyniki dotyczyły zarówno oceny istotności przygotowanych tez delfickich dla rozwoju logistyki, jak również ocenę potencjalnego horyzontu wdrożenia poszczególnych przewidywań. W artykule uwagę skupiono także na czynnikach i barierach związanych z wdrażaniem RPA. Według uzyskanych wyników największy wpływ na rozwój logistyki będzie miało wykorzystanie RPA i AI do automatyzacji procesów oraz optymalizacji działań operacyjnych. Aspekty związane z robotyzacją magazynów oraz zmianami w kompetencjach pracowników oceniono jako te o mniejszym znaczeniu. Należy jednak podkreślić, że przewidywana transformacja będzie przebiegać etapowo, a skuteczne wdrażanie wymagać będzie podejścia strategicznego, obejmującego modernizację systemów, budowę warstw integracyjnych, a także pokonania barier technologicznych i kompetencyjnych.

Słowa kluczowe

procesy logistyczne, automatyzacja procesów, *Robotic Process Automation* (RPA), metoda delficka

Wstęp

Współczesna branża logistyczna musi mierzyć się z wyzwaniami, takimi jak rosnące wymagania klientów w odniesieniu do szybkości i jakości obsługi, presja kosztowa, braki w zakresie wyspecjalizowanej siły roboczej czy konieczność szybkiego reagowania na zmiany rynkowe lub zakłócenia w łańcuchach dostaw. W kontekście wymienionych wyzwań technologia RPA (ang. *Robotic Process Automation*) stanowić może użyteczne narzędzie pozwalające na automatyzację powtarzalnych procesów operacyjnych i administracyjnych. Analiza możliwości wdrożenia RPA jako wsparcia dla realizacji procesów może wspierać przedsiębiorstwa logistyczne w poprawie ich konkurencyjności i usprawnieniu reakcji na zmiany w dynamicznym otoczeniu gospodarczym [Legito, 2023, s. 85-93].

Warto zauważyć, że choć wykorzystanie RPA w logistyce ma duży potencjał praktyczny a automatyzacja procesów staje się coraz powszechniejsza w przedsiębiorstwach, to w dostępnej literaturze wciąż brakuje pogłębionych opracowań oceniających, na ile sektor logistyczny jest przygotowany do wdrażania takich rozwiązań, zwłaszcza w obszarach operacyjnych i administracyjnych. Planowane wykorzystanie metody delfickiej umożliwia zebranie opinii ekspertów z różnych części organizacji i sprzyja identyfikacji zarówno czynników wspierających, jak i przeszkód utrudniających wdrożenie analizowanego rozwiązania. Realizacja badań dotyczących RPA pozwala określić kluczowe kierunki implementacji tej technologii, ocenić jej rzeczywisty potencjał oraz lepiej przygotować organizacje logistyczne do automatyzacji procesów, jednocześnie uzupełniając istniejącą lukę badawczą w zakresie stosowania metody delfickiej w obszarze RPA.

Przeprowadzone i udokumentowane w artykule badania skupiają się przede wszystkim na weryfikacji stwierdzenia, czy RPA można uznać za nowatorskie narzędzie wspierające cyfryzację i automatyzację procesów logistycznych. Głównym celem artykułu było uzyskanie przy wykorzystaniu metody delfickiej szerszego spojrzenia na potencjał wdrożenia RPA w logistyce oraz na czynniki wpływające na skuteczność wdrożenia, a także na bariery, które mogą ten proces ograniczać.

1. Automatyzacja jako jeden z nowoczesnych trendów wspierających procesy logistyczne – przegląd literatury

1.1. Innowacje w realizacji procesów logistycznych

Współczesne procesy logistyczne podlegają dynamicznym przemianom wynikającym z postępu technologicznego, rosnącej konkurencyjności oraz konieczności

dostosowania się do zmieniających się warunków rynkowych. Innowacje stają się kluczowym czynnikiem budowania przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstw sektora TSL. W obliczu wyzwań gospodarczych, geopolitycznych i regulacyjnych rośnie znaczenie wdrażania nowoczesnych rozwiązań technologicznych i organizacyjnych w przedsiębiorstwach logistycznych, jako tych, które mają realny potencjał w zakresie doskonalenia realizowanych w nich procesów [Przybylska, 2018, s. 422; Wolak i in., 2019, s. 56-84].

Jednym z najważniejszych innowacyjnych trendów jest cyfryzacja procesów logistycznych, obejmująca między innymi wykorzystanie sztucznej inteligencji (ang. *Artificial Intelligence* – AI), robotyzacji oraz automatyzacji procesów. Technologie te wspierają analizę dużych zbiorów danych, optymalizację decyzji operacyjnych, przewidywanie popytu oraz modelowanie zachowań klientów. AI znajduje zastosowanie między innymi w planowaniu transportu, zarządzaniu zapasami, prognozowaniu oraz obsłudze klienta, czego przykładem są chatboty wykorzystywane przez firmy kurierskie, takie jak InPost [Wolak i in., 2019, s. 56-84; Józwiak, Świdorski, 2017, s. 107-108]. Ważną rolę odgrywają również sztuczne sieci neuronowe i uczenie maszynowe, które wspierają ocenę jakości usług transportowych, optymalizację tras i zarządzanie flotą [Józwiak i Świdorski, 2017, s. 107-108].

Znaczący wpływ na rozwój logistyki ma także *big data*, umożliwiające analizę danych pochodzących z GPS, sensorów, systemów magazynowych czy urządzeń mobilnych. Ich wykorzystanie pozwala na identyfikację trudnych i nieefektywnych etapów realizowanych działań, przewidywanie opóźnień, optymalizację tras oraz tworzenie bardziej odpornych i elastycznych łańcuchów dostaw [Torbacki, 2018, s. 751-755]. Równolegle rozwijają się zintegrowane systemy informatyczne, takie jak ERP (ang. *Enterprise Resource Planning*), WMS (ang. *Warehouse Management System*) i SCM (ang. *Supply Chain Management*), które wspierają kompleksowe zarządzanie zasobami, magazynami i całym łańcuchem dostaw. Ich integracja umożliwia pełniejszą automatyzację procesów, redukcję kosztów oraz poprawę jakości obsługi klienta [Majewski, 2008, s. 50-57; Barcik i Kubański, 2011, s. 84-85; Ficoń i Krasnodębski, 2016, s. 73-74].

W obszarze automatyzacji fizycznej coraz większe znaczenie mają roboty AGV, autonomiczne pojazdy transportowe oraz roboty kompletacyjne, które zwiększają wydajność magazynów i ograniczają ryzyko błędów oraz zagrożeń dla pracowników. Autonomiczne pojazdy stanowią natomiast przyszłość transportu, oferując możliwość redukcji wypadków, optymalizacji tras i skrócenia czasu dostaw, choć ich rozwój wiąże się z wyzwaniami technologicznymi i kosztowymi [Neumann, 2018, s. 788-789; Dobrzański, 2016, s. 83-84]. Coraz częściej wykorzystuje się także

drony, szczególnie w dostawach na krótkich dystansach i w trudno dostępnych lokalizacjach [Hejduk i Kardasz, 2015].

Ważnym kierunkiem rozwoju współczesnej logistyki jest również zrównoważony rozwój, obejmujący wdrażanie niskoemisyjnych technologii, rozwój transportu intermodalnego oraz ograniczanie negatywnego wpływu działalności logistycznej na środowisko. Zielona logistyka i zielone łańcuchy dostaw koncentrują się na redukcji emisji, optymalizacji zużycia zasobów oraz wdrażaniu logistyki odwrotnej, umożliwiającej odzysk i recykling produktów [Lew i in., 2016, s. 116; Tokarski, 2024, s. 46-47]. Inwestycje infrastrukturalne, takie jak Centralny Port Komunikacyjny czy rozwój szlaków międzynarodowych, dodatkowo wspierają transformację sektora TSL [Wolak i in., 2019, s. 56-84].

Nowe modele biznesowe w logistyce kształtowane są przez koncepcję Przemysłu 4.0, zakładającą integrację inteligentnych systemów produkcyjnych i logistycznych, automatyzację procesów oraz komunikację maszyn w czasie rzeczywistym. *Smart factory* umożliwia personalizację produkcji, skrócenie czasu realizacji zamówień i precyzyjne planowanie, co wzmacnia konkurencyjność przedsiębiorstw i wspiera realizację celów zrównoważonego rozwoju [Bujak, 2017, s. 1341-1342].

Analizując nowoczesne trendy i innowacje wykorzystywane w logistyce można zauważyć, że obejmują one szeroki zakres technologii i koncepcji, które wspólnie kształtują przyszłość sektora TSL. Cyfryzacja, automatyzacja, robotyzacja, sztuczna inteligencja, *big data* oraz zrównoważony rozwój tworzą zintegrowany ekosystem umożliwiający poprawę skuteczności realizacji procesów logistycznych. Transformacja ta obejmuje wykorzystanie zarówno narzędzi technologicznych, ale również zmiany organizacyjne oraz strategiczne [Kononiuk i Gudanowska, 2020, s. 11-30].

1.2. Automatyzacja – istota i obszary jej zastosowania w logistyce

Automatyzacja jest jednym z kluczowych kierunków rozwoju współczesnej logistyki, umożliwiając realizację procesów w sposób autonomiczny, bez bezpośredniego udziału człowieka. Dzięki niej procesy mogą być realizowane powtarzalnie i bardziej niezawodnie. Obejmuje ona zarówno techniczne aspekty sterowania urządzeniami, jak i integrację systemów cyfrowych. Wdrożenie automatyzacji wymaga jednak uwzględnienia czynników ludzkich oraz odpowiedniej integracji użytkownika z systemem, co stanowi swego rodzaju wyzwanie w kontekście zmiennych warunków pracy [Madakam i in., 2019, s. 3-4]. Warto zauważyć również, że znaczenie automatyzacji w logistyce jest pochodną presji na redukcję kosztów, zwiększenie wydajności oraz minimalizację błędów, co czyni ją jednym z fundamentów transformacji przedsiębiorstw [Ferreira i Reis, 2023, s. 1-3].

W ujęciu ogólnym automatyzacja oznacza zastępowanie pracy człowieka przez maszyny, które samodzielnie wykonują czynności związane ze sterowaniem i kontrolą procesów technologicznych. Może mieć charakter częściowy lub pełny, przy czym pełna automatyzacja zakłada całkowicie samoczynny przebieg procesu bez ingerencji operatora. Jest ona naturalnym etapem rozwoju po mechanizacji, a jej zaawansowaną formą jest robotyzacja, obejmująca zarówno roboty przemysłowe, jak i oprogramowanie automatyzujące procesy informacyjne, takie jak RPA [Jabłoński, 2021, s. 3-4; Sobczak, 2019, s. 87-88]. Współczesne systemy automatyzacji coraz częściej wykorzystują sztuczną inteligencję, uczenie maszynowe oraz narzędzia zarządzania procesami biznesowymi, co pozwala na analizę danych, samodoskonalenie algorytmów i optymalizację działań operacyjnych [Sobczak, 2019, s. 87-88].

Zastosowanie automatyzacji może mieć miejsce tak właściwie we wszystkich obszarach logistyki: od produkcji, poprzez magazynowanie, aż po transport, a także procesy biurowe. W produkcji kluczową rolę odgrywają roboty przemysłowe, coboty oraz systemy zarządzania produkcją (ang. *Manufacturing Execution Systems – MES*), które monitorują i optymalizują przebieg operacji. Transport wewnętrzny wspierają pojazdy AGV (ang. *Automated Guided Vehicles*) i AMR (ang. *Autonomous Mobile Robots*), autonomicznie przemieszczające materiały między stanowiskami pracy [<https://wdx.pl>, 23.08.2025; Stadnicka i in., 2025]. W magazynach stosuje się systemy AS/RS (ang. *Automated Storage and Retrieval Systems*), regały karuzelowe, *Pallet Shuttle* oraz roboty kompletacyjne, które zwiększają wydajność i redukują koszty operacyjne. Przykładem zaawansowanej automatyzacji są roboty IAM Robotics oraz systemy satelitarne AutoSAT i AutoMAG, umożliwiające masowe składowanie towarów [Trzop, 2020, s. 239-240].

Automatyzacja obejmuje również procesy biurowe, w tym przetwarzanie danych, tworzenie dokumentów i realizację analiz. Szczególne znaczenie mają arkusze kalkulacyjne, które z prostych narzędzi obliczeniowych przekształciły się w zaawansowane platformy analityczne wspierające decyzje logistyczne [Alter, 2008, s.19; Hurley i Balez, 2008, s. 271-280]. Ważnym obszarem jest także *e-procurement*, który usprawnia procesy zakupowe, choć wiąże się z wyzwaniami dotyczącymi bezpieczeństwa danych i zaufania użytkowników [Kenneth i Traver, 2016, s. 348-349].

Kluczową rolę w logistyce odgrywa komunikacja, w tym technologie bezprzewodowe i systemy GPS, które pozwalają na monitorowanie pojazdów, optymalizację tras oraz redukcję kosztów operacyjnych. Rozwój telekomunikacji znacząco zwiększył możliwości koordynacji działań logistycznych, co jest szczególnie istotne w sytuacjach kryzysowych [Krause, 2002, s. 12-13; McCrea, 2008, s. 47-50]. Coraz większe znaczenie ma integracja technologii w ramach Internetu Rzeczy (IoT), platform chmurowych i systemów ERP [<https://wdx.pl>, 23.08.2025].

Automatyzacja logistyki wiąże się jednak także z wyzwaniami, takimi jak konieczność zmiany zachowań użytkowników, zapewnienie bezpieczeństwa danych oraz przeciwdziałanie oporowi pracowników wobec nowych technologii. Jej skuteczne wdrożenie wymaga świadomego zarządzania zmianą oraz odpowiedniej kultury organizacyjnej [Zambroski, 2006; Murphy i Wood, 2011, s. 71-72].

1.3. *Robotic Process Automation (RPA)*

Istotą technologii *Robotic Process Automation (RPA)* jest wykorzystanie robotów programowych (botów), które naśladują działania człowieka w systemach informatycznych, wykonując powtarzalne, rutynowe zadania. Choć termin RPA pojawił się dopiero w 2012 roku, sama idea automatyzacji, szczególnie w kontekście czynności biurowych, ma znacznie dłuższą historię. RPA w aspekcie odciążenia pracowników umożliwia wykonywanie operacji takich jak kopiowanie danych, logowanie do systemów, przetwarzanie e-maili, obsługa dokumentów czy wykonywanie obliczeń [Kaczmarek, 2020, s. 44-45].

Historia RPA sięga lat 90., kiedy rozwijano narzędzia do automatyzacji testów interfejsów użytkownika. W kolejnych latach pojawiające się technologie *screen scraping*, czy *workflow automation*, a także rozwój sztucznej inteligencji stworzyły fundamenty współczesnej robotyzacji procesów [www.ebsco.com, 25.08.2025]. Przełom nastąpił wraz z powstaniem firm Blue Prism (2001), Automation Anywhere (2003) i UiPath (2005), które ujednoliciły podejście do automatyzacji i wprowadziły termin RPA do praktyki biznesowej [www.blueprism.com, 25.08.2025].

W kolejnych latach RPA zyskało popularność w sektorze outsourcingu procesów biznesowych (ang. *business process outsourcing* – BPO), finansach, ubezpieczeniach i opiece zdrowotnej, gdzie przetwarzanie dużych wolumenów danych sprzyjało automatyzacji. Integracja z technologią optycznego rozpoznawania znaków (ang. *optical character recognition* – OCR) oraz AI umożliwiła automatyzację bardziej złożonych procesów, a rozwój hiperautomatyzacji po 2014 roku doprowadził do powstania kompleksowych ekosystemów automatyzacyjnych obejmujących m.in. funkcje inteligentnego przetwarzania dokumentów (ang. *Intelligent Document Processing* – IDP), chatboty, voiceboty czy *process mining* [wizlink.eu, 25.08.2025].

Współczesne definicje RPA podkreślają jej nieinwazyjność, elastyczność oraz zdolność do pracy na poziomie interfejsu użytkownika. RPA opisywane jest jako technologia umożliwiająca każdemu użytkownikowi konfigurowanie robotów zdolnych do odwzorowania ludzkich działań w systemach cyfrowych [www.uipath.com,

25.08.2025], z możliwością tworzenia botów bez konieczności programowania, czyniąc je „cyfrową siłą roboczą” [www.ibm.com, 25.08.2025]. Wskazuje się również na szczególną przydatność RPA w pracy ze starszymi systemami pozbawionymi API, gdzie boty mogą zastąpić integracje systemowe poprzez symulację działań użytkownika [www.pega.com, 25.08.2025].

Wyróżnia się trzy główne typy RPA: *attended*, *unattended* oraz inteligentną automatyzację procesów (ang. *Intelligent Process Automation* – IPA). *Attended* RPA wspiera pracowników w czasie rzeczywistym, działając jako wirtualny asystent, szczególnie w środowiskach takich jak *call center* [www.automationanywhere.com, 25.08.2025]. *Unattended* RPA automatyzuje procesy bez udziału człowieka, uruchamiając się na podstawie zdarzeń i realizując zadania *end-to-end*. Najbardziej zaawansowaną formą jest IPA, która łączy klasyczne RPA z technologiami sztucznej inteligencji, uczenia maszynowego, NLP czy analizy predykcyjnej, umożliwiając automatyzację procesów wymagających interpretacji danych i podejmowania decyzji [www.techtarget.com, 25.08.2025].

Automatyzacja kognitywna (ang. *cognitive automation*), utożsamiana z generatywną sztuczną inteligencją (ang. *generative artificial intelligence* – GenAI), stanowi kolejny etap rozwoju RPA. Pozwala ona systemom na analizę wzorców, interpretację danych niestrukturnalnych oraz adaptacyjne podejmowanie decyzji. Szczególnego znaczenia nabiera to w zarządzaniu łańcuchem dostaw, gdzie GenAI wspiera prognozowanie popytu, optymalizację tras czy kontrolę jakości [Pahune i Rewatkar, 2024, s. 2-5]. Z kolei integracja AI z RPA umożliwia przetwarzanie zarówno danych strukturalnych, jak i niestrukturnalnych, co rozszerza zakres możliwych zastosowań [Narojczyk, 2025, s. 154-156].

Korzyści wynikające z wdrożenia RPA obejmują wzrost produktywności, redukcję błędów, poprawę jakości procesów, zwiększenie dostępności usług oraz obniżenie kosztów prowadzenia działalności. Automatyzacja pozwala pracownikom skupić się na zadaniach kreatywnych, zwiększa ich satysfakcję oraz poprawia dobrostan zawodowy [Moreira i in., 2023, s. 249-251; Strömberg, 2018, s. 13-15]. RPA cechuje się niską barierą wejścia, nie wymaga modyfikacji systemów źródłowych i umożliwia szybkie wdrożenie [Lacity i in., 2015, s. 21-35].

Jednocześnie wdrażanie RPA wiąże się z wyzwaniami. Należą do nich obawy pracowników przed utratą pracy, brak wystarczającej wiedzy technologicznej, niejasny podział odpowiedzialności, koszty licencji, brak standaryzacji procesów oraz trudności w identyfikacji procesów nadających się do automatyzacji [Flechsig i in., 2022, s. 7]. Kluczowe znaczenie ma odpowiednie zarządzanie zmianą, komunikacja wewnętrzna oraz przygotowanie organizacji do transformacji cyfrowej.

Analizując najpopularniejsze dostępne rozwiązania można zauważyć, że na rynku dominują platformy UiPath i Blue Prism, które oferują zaawansowane narzędzia do projektowania, wdrażania i zarządzania robotami programowymi. UiPath wyróżnia się intuicyjnością i szybkim wdrożeniem, natomiast Blue Prism jest preferowany przez duże organizacje wymagające wysokiej kontroli i skalowalności [www.xenonstack.com, 28.08.2025].

Przykłady wdrożeń RPA obejmują liczne sektory. W telekomunikacji Airtel i O2 automatyzują obsługę klienta i płatności [Madakam i in., 2019, s. 7-9], w bankowości RPA wspiera procesy kredytowe, KYC (ang. *Know Your Customer*), przeciwdziałanie praniu pieniędzy (ang. *anti-money laundering* – AML), księgowość i obsługę transakcji [automationedge.com, 29.08.2025]. Z kolei w ochronie zdrowia roboty wspierają rejestrację pacjentów i analizę zgłoszeń [www.tungstenautomation.com, 29.08.2025], a w administracji publicznej wdrażane są między innymi w polskich urzędach jako wsparcie cyfryzacji usług [wizlink.eu, 25.08.2025]. W logistyce RPA wspiera zarządzanie przesyłkami, fakturowanie, monitorowanie dostaw i obsługę klienta [www.bitrix24.pl, 19.10.2025; Khan i in., 2022, s. 11057-11059]. Przykładem jest Grupa Raben, która dzięki robotyzacji uwolniła czas pracy odpowiadający ponad 25 etatom, automatyzując planowanie tras, aktualizację danych oraz procesy finansowe [polska.raben-group.com, 19.10.2025]. Podobne rozwiązania stosują Walmart, UPS, FedEx i C.H. Robinson, wykorzystując RPA do analizy danych i optymalizacji łańcucha dostaw [ggsitc.com, 19.10.2025].

2. Metodyka badań i charakterystyka grupy respondentów

Początki metody delfickiej sięgają prac N. Dalkeya i O. Helmera z RAND Corporation, a jej celem jest formułowanie prognoz w sytuacjach braku wystarczających danych empirycznych. Metoda opiera się na uporządkowanym zbieraniu opinii ekspertów, traktowanych jako wiedza pośrednia między naukowym poznaniem a przypuszczeniami, co pozwala osiągnąć konsensus w warunkach niepewności. Jej konstrukcja eliminuje typowe problemy dyskusji grupowych, takie jak dominacja silnych osobowości czy presja środowiskowa [Stone Fish i Busby, 2005, s. 240; Szpilko, 2014, s. 331] oraz może być stosowana zarówno do prognozowania przyszłych zjawisk, jak i analizy procesów bieżących [Sudoł, 2016, s. 69–74].

Skuteczność metody zależy w dużej mierze od właściwego doboru ekspertów reprezentujących różne dziedziny wiedzy, co zapewnia wielostronność ocen i konfrontację odmiennych perspektyw. Efekt końcowy to synteza zintegrowanych opinii ekspertów. Procedura badawcza obejmuje zwykle cztery fazy: koncepcyjną, przygotowawczą, iteracyjną oraz końcową. W fazie koncepcyjnej definiuje się problem

badawczy, cele, hipotezy oraz narzędzia, w tym kwestionariusz ekspercki. Etap przygotowawczy obejmuje dobór ekspertów, ustalenie zasad współpracy i organizację procesu. Faza iteracyjna polega na wielokrotnym zbieraniu opinii, analizie wyników i przekazywaniu informacji zwrotnej, co prowadzi do stopniowego zbliżania stanowisk. W fazie końcowej opracowuje się wyniki, formułuje wnioski i przeprowadza ewaluację procedury [Sudoł, 2016, s. 69–74; Ejdys i in., 2025, 1077; Ejdys i in., 2023, s. 7].

Metoda delficka wspiera podejmowanie decyzji i znajduje szerokie zastosowanie w naukach o zarządzaniu, w obszarach takich jak prognozowanie rynkowe, analiza rozwoju przedsiębiorstw, zarządzanie procesowe, zasobowe i funkcjonalne, zarządzanie ryzykiem, produkcją czy zmianami organizacyjnymi. Zastosowanie metody umożliwia identyfikację trendów, ocenę czynników rozwojowych oraz formułowanie rekomendacji [Matejun, 2012, s. 179–180].

Do głównych zalet metody należą: możliwość integracji wiedzy ekspertów, ograniczenie wpływu presji grupowej dzięki anonimowości, wieloetapowość procesu oraz uzyskiwanie pogłębionych, wieloaspektowych opinii. Ograniczenia dotyczą natomiast czasochłonności, kosztów, ryzyka subiektywności ocen oraz trudności w doborze odpowiednich ekspertów [Matejun, 2012, s. 179–180].

Warto podkreślić, że choć metoda delficka najczęściej opiera się na dwóch rundach konsultacji, w literaturze można znaleźć liczne przykłady odmiennych wariantów jej realizacji. W badaniu prezentowanym w artykule ze względu na ograniczoną liczbę ekspertów oraz dostępne okno czasowe na realizację badania odstąpiono od przeprowadzenia drugiej tury. W przedstawionym podejściu zastosowano zatem procedurę badawczą (rys. 1) obejmującą sześć etapów i ograniczoną do jednej rundy, służącą ocenie możliwości rozwoju RPA w logistyce.

Podczas badania wykorzystano dane z dużego przedsiębiorstwa logistycznego obsługującego transport, magazynowanie i dystrybucję. Podmiot ten został wybrany ze względu na silną pozycję rynkową, wysoki stopień zaawansowania technologicznego oraz aktywne uczestnictwo w procesach cyfryzacji operacji logistycznych, co czyniło go reprezentatywnym przykładem dużych podmiotów logistycznych w Polsce. Opinie dotyczące wdrożenia RPA zebrano od menedżerów, kierowników operacyjnych i administracyjnych oraz specjalistów ds. procesów i automatyzacji. Narzędziem badawczym stał się elektroniczny formularz ankiety udostępniony respondentom przez Internet. Ankieta została opracowana zgodnie z założeniami metody delfickiej.

Na pierwszym etapie opracowanego postępowania badawczego przygotowano osiem tez delfickich dotyczących możliwości wdrożenia technologii RPA w branży logistycznej (tab. 1), jak również listę barier i czynników sprzyjających realizacji

tez. Opracowanie wskazanych na tym etapie rezultatów było możliwe w wyniku analizy i porządkowania treści publikacji poświęconych automatyzacji procesów i innowacjom technologicznym w logistyce (m. in. [Narojczyk, 2025], [Taulli, 2020], [www.uipath.com, 25.08.2025], [www.blueprism.com, 25.08.2025]), jak również dzięki poczynionym obserwacjom funkcjonowania procesów logistycznych w przedsiębiorstwach.



Rys. 1. Przyjęta metodyka badawcza

Źródło: opracowanie własne.

Etap drugi polegał na opracowaniu kwestionariusza ankiety delfickiej w formie elektronicznej. Ocena każdej tezy została zaplanowana jako odpowiedź na jednolity zestaw pytań dotyczących jej istotności, przewidywanego czasu realizacji oraz czynników ułatwiających bądź barier utrudniających jej wdrożenie. Czynniki oraz bariery obejmowały te same sformułowania w przypadku każdej z ocenianych tez.

Trzeci etap obejmował dobór ekspertów z branży logistycznej, reprezentujących różne obszary działalności przedsiębiorstw, takich jak zarządzanie łańcuchem dostaw, magazynowanie, planowanie transportu i integrację systemów IT. Dobór miał charakter celowy. Przed rozpoczęciem badania ekspertom przedstawiono harmonogram, zasady komunikacji oraz cel ankiety, podkreślając jej anonimowość.

W czwartym etapie przeprowadzono pierwszą i jedyną turę badania delfickiego, udostępniając ekspertom elektroniczny kwestionariusz.

Tab. 1. Opracowane tezy delfickie

Numer tezy	Nazwa tezy
Teza 1	Wdrażanie rozwiązań z zakresu RPA w celu automatyzacji powtarzalnych procesów operacyjnych stanie się standardem w branży logistycznej.
Teza 2	Zastosowanie RPA w zarządzaniu łańcuchem dostaw znacznie obniży koszty operacyjne oraz poprawi precyzję realizacji zleceń logistycznych.
Teza 3	W wyniku wdrożenia rozwiązań z zakresu RPA do zadań powtarzalnych w branży logistycznej bardziej pożądane w odniesieniu do pracowników staną się kompetencje z obszaru analizy danych i zarządzania wyjątkami.
Teza 4	Wykorzystanie RPA oraz AI w branży logistycznej umożliwi dynamiczne planowanie tras, prognozowanie popytu i optymalizację zapasów.
Teza 5	Postępująca automatyzacja procesów logistycznych wymusi rozwój w zakresie integracji RPA z systemami klasy ERP, WMS i SCM.
Teza 6	W dużych przedsiębiorstwach logistycznych wdrażana będzie hiperautomatyzacja.
Teza 7	Równoczesne zastosowanie Big Data, RPA i AI w logistyce umożliwi predykcyjne zarządzanie zapasami, optymalizację tras transportowych oraz poprawi szybkość reakcji przedsiębiorstw logistycznych na zmiany rynkowe.
Teza 8	Automatyzacja procesów magazynowych przy wykorzystaniu robotów AGV, systemów AS/RS i zaawansowanych systemów WMS istotnie poprawi wydajność i redukuje liczbę błędów operacyjnych popełnianych w centrach logistycznych.

Źródło: opracowanie własne.

Piąty etap wiązał się z opracowaniem wyników oraz przygotowaniem zestawień graficznych (obrazujących odsetek wskazanych odpowiedzi w kontekście każdej z tez i zestawień zbiorczych). Na etapie tym wyznaczono również wskaźniki istotności (WI) w celu bardziej precyzyjnego określenia istotności poszczególnych tez dla rozwoju logistyki według wzoru [Breńko i Kononiuk, 2012, s. 89]:

$$WI = \frac{nBI * 100 + nI * 75 + nRI * 50 + nMI * 25 + nNI * 0}{n} \quad (1)$$

gdzie:

nBI- liczba odpowiedzi „bardzo wysokie znaczenie”,

nI- liczba odpowiedzi „wysokie znaczenie”,

nRI- liczba odpowiedzi „średnie znaczenie”,

nMI- liczba odpowiedzi „niskie znaczenie”,

nNI- liczba odpowiedzi „bardzo niskie znaczenie”,

n- liczba wszystkich odpowiedzi.

Wskaźnik ten przyjmuje wartości od 0 do 100, a dana teza jest tym bardziej istotna dla rozwoju logistyki im wskaźnik jest bliższy 100.

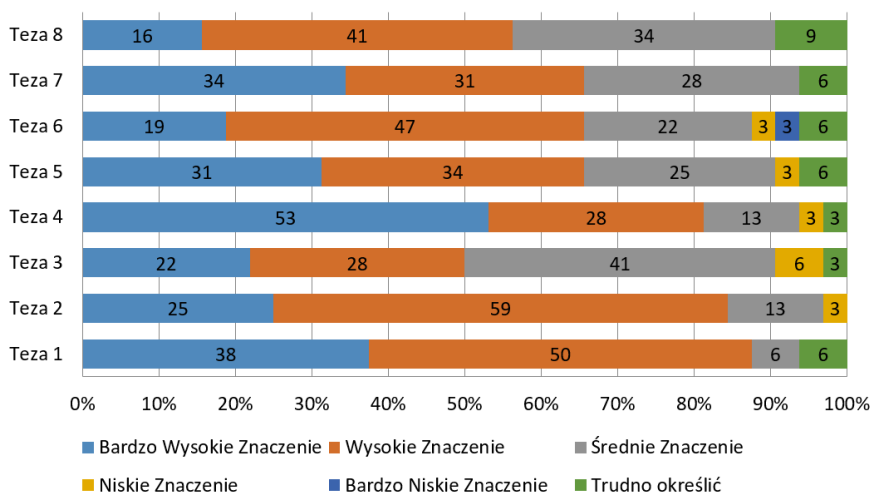
Etap szósty obejmował sformułowanie końcowych wniosków i rekomendacji dotyczących wdrażania technologii RPA w logistyce.

Badanie zostało przeprowadzone w październiku 2025 i objęło 32 osoby zatrudnione w przedsiębiorstwie logistycznym. Przebadana grupa była stosunkowo zrównoważona pod względem płci: 16 osób stanowiły kobiety (50%), 15 osób mężczyźni (46,9%), natomiast jedna osoba (3,1%) nie podała płci. Większość uczestników badania stanowiły osoby poniżej 25 lat (31,3%) oraz 26-35 lat (40,6%), natomiast osoby w wieku 36-45 lat 21,9%, zaś w przedziale 45-54 lat 6,3%. W badaniu nie uczestniczyły osoby powyżej 55 roku życia. Widoczna jest dominacja młodszych pracowników, zatem grupa poddana badaniu okazała się grupą skoncentrowaną na młodszych wiekowo ekspertach. Analizując zajmowane stanowisko można było zauważyć, że największą grupę stanowili specjaliści ds. logistyki, było to 11 osób (34,4%). Pozostali reprezentanci obejmowali stanowiska: specjalista ds. obsługi klienta – 7 osób (21,9%), stanowisko kierownicze/menedżerskie – 5 osób (15,6%), specjalista ds. sprzedaży – 3 osoby (9,4%) oraz inne stanowiska – 6 osób (18,7%). Z kolei biorąc pod uwagę staż pracy w branży logistycznej to największą grupę stanowili pracownicy z doświadczeniem od 1 do 3 lat, było to 15 osób (46,9%), natomiast najmniejszą grupę osoby pracujące mniej niż rok (6,3%).

3. Wyniki badań

Pierwsza część przeprowadzonego badania dotyczyła oceny istotności poszczególnych tez. Na rys. 2 przedstawiono wyniki zbiorcze w tym zakresie, z kolei w tab. 2 porównanie wskaźników istotności wyznaczonych wedle wzoru (1) dla poszczególnych tez. Większość analizowanych tez została oceniona jako stwierdzenia o średnim, wysokim lub bardzo wysokim znaczeniu. Odpowiedzi wskazujące na niskie bądź bardzo niskie znaczenie pojawiały się sporadycznie. Najwyżej oceniono tezę 4, dotyczącą wykorzystania RPA i AI w dynamicznym planowaniu tras, prognozowaniu popytu i optymalizacji zapasów – ponad połowa (53%) ekspertów uznało ją za tezę o bardzo wysokim znaczeniu, a 28% o wysokim znaczeniu, co pozwala na wskazanie jej jako kierunku o strategicznym znaczeniu; teza ta osiągnęła również najwyższy wskaźnik istotności (83,87). Wysokie oceny uzyskała także teza 1 (sumarycznie 88% ekspertów uznało ją za tezę o wysokim lub bardzo wysokim znaczeniu), odnosząca się do automatyzacji powtarzalnych procesów operacyjnych (również drugi najwyższy wskaźnik istotności – 83,33). Za wysoko ocenione można uznać również tezę 7, dotyczącą równoczesnego zastosowania Big Data, RPA i AI w predykcyjnym zarządzaniu zapasami i optymalizacji tras (wskaźnik na poziomie 76,67), a także tezę 2, wskazującą

na możliwość obniżenia kosztów operacyjnych i poprawę precyzji realizacji zleceń dzięki RPA (wskaźnik istotności – 76,56). Nieco niżej oceniono też 5, dotyczącą integracji RPA z systemami ERP, WMS i SCM (wartość wskaźnika istotności to 75), oraz też 6, odnoszącą się do wdrażania hiperautomatyzacji w dużych przedsiębiorstwach logistycznych (wskaźnik równy 70). Najniższe znaczenie przypisano tezie 3, dotyczącej zmian kompetencji pracowników po wdrożeniu RPA (wskaźnik na poziomie 66,94), oraz tezie 8, odnoszącej się do automatyzacji procesów magazynowych z wykorzystaniem robotów AGV i systemów AS/RS (wskaźnik równy 69,83), które jednocześnie uzyskały największy odsetek wskazań średniego znaczenia – odpowiednio 41% i 34% ekspertów.



Rys. 2. Zestawienie zbiorcze opinii ekspertów na temat znaczenia tez dla rozwoju branży logistyczne

Źródło: opracowanie własne.

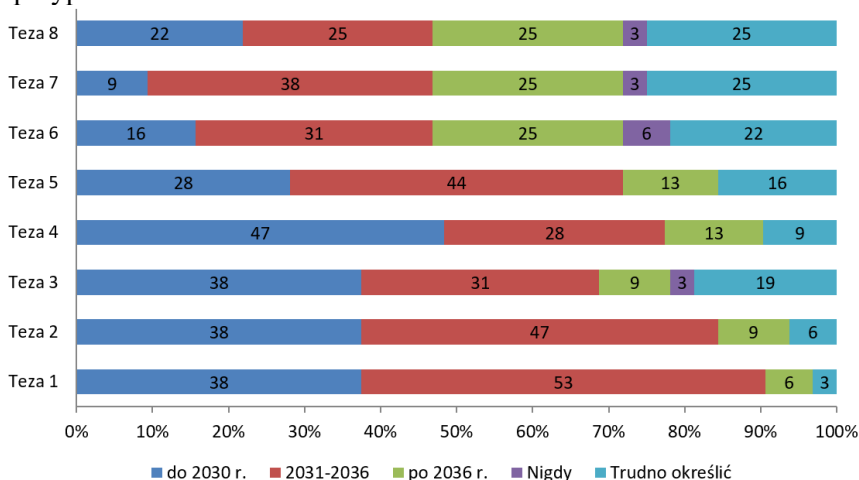
Tab. 2. Wskaźniki istotności (WI) poszczególnych tez dla rozwoju branży logistycznej

TEZA	Teza 1	Teza 2	Teza 3	Teza 4	Teza 5	Teza 6	Teza 7	Teza 8
WI	83,33	76,56	66,94	83,87	75	70	76,67	69,83

Źródło: opracowanie własne.

Część druga badania obejmowała analizę opinii ekspertów dotyczących czasu realizacji tez w zakresie wdrażania technologii RPA w branży logistycznej. Zbiorcze zestawienie przewidywanego tempa wdrażania poszczególnych tez zaprezentowano na rys. 3. Respondenci przewidywali, że automatyzacja procesów logistycznych

będzie intensywnie rozwijać się głównie w nadchodzącej dekadzie. Najwięcej wskazań dla najkrótszego horyzontu czasowego – realizacji do 2030 roku – uzyskała teza 4, dotycząca wykorzystania RPA i AI do dynamicznego planowania tras, prognozowania popytu i optymalizacji zapasów, co sugeruje, że właśnie w tych obszarach eksperci spodziewają się najszybszych wdrożeń. Wysokie prawdopodobieństwo realizacji do 2030 roku odnotowano również dla tez 1, 2 i 3, odnoszących się odpowiednio do upowszechnienia RPA jako standardu w logistyce, redukcji kosztów operacyjnych i poprawy precyzji działań dzięki automatyzacji oraz wzrostu znaczenia kompetencji analitycznych u pracowników. Natomiast w perspektywie po 2036 roku najczęściej wskazywano tezy 6, 7 i 8, dotyczące hiperautomatyzacji, zaawansowanego wykorzystania Big Data, RPA i AI w predykcyjnym zarządzaniu zapasami oraz automatyzacji magazynów z użyciem AGV i AS/RS. Wysoki odsetek wskazań w kategorii oznaczającej dalszą perspektywę czasową ewentualnej realizacji tych właśnie tez sugeruje, że eksperci postrzegają mogą procesy, których dotyczą tezy jako bardziej skomplikowane technologicznie i wymagające większej dojrzałości organizacyjnej oraz nakładów inwestycyjnych. W całej ocenianej grupie tez zauważalny był też brak dominujących odpowiedzi „nigdy”, co wskazywać może na przekonanie ekspertów o nieuchronnym kierunku rozwoju logistyki opartej na automatyzacji i cyfryzacji. Największa niepewność dotyczyła tez wymagających najbardziej zaawansowanych technologii (6, 7 i 8), co potwierdza wysoki odsetek odpowiedzi „trudno określić” w ich przypadku.



Rys. 3. Zestawienie zbiorcze opinii ekspertów na temat horyzontu czasowego realizacji poszczególnych tez związanych z wdrożeniem technologii RPA w branży logistycznej

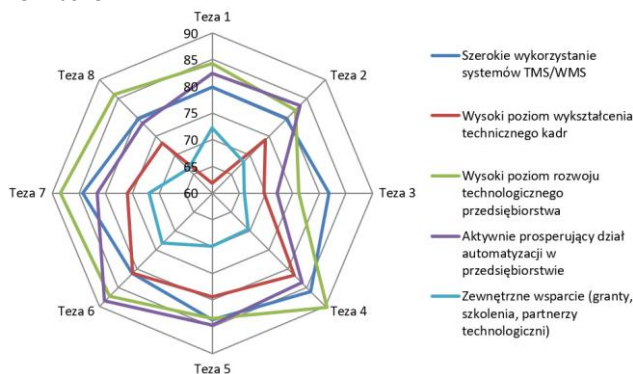
Źródło: opracowanie własne.

Na potrzeby badania sporządzono również listę czynników, które mogą sprzyjać realizacji tez. Stopień ich oddziaływania został oceniony w odniesieniu do każdej z tez, zaś na bazie ocen eksperckich wyznaczono oraz porównano uzyskane wartości wskaźników istotności (według wzoru 1). W tab. 3 widoczna jest zarówno lista ocenianych czynników (drugi wiersz tabeli), jak również wartości WI w odniesieniu do każdej z tez delfickich analizowanych w badaniu. Dla czytelniejszego porównania wyliczonych wskaźników przedstawiono je także w formie wykresu radarowego (rys. 4).

Tab. 3. Wskaźniki istotności (WI) poszczególnych czynników sprzyjających realizacji tez

TEZY	CZYNNIKI SPRZYJAJĄCE REALIZACJI TEZ				
	Szerokie wykorzystanie systemów TMS/WMS	Wysoki poziom wykształcenia technicznego kadr	Wysoki poziom rozwoju technologicznego przedsiębiorstwa	Aktywnie prosperujący dział automatyzacji w przedsiębiorstwie	Zewnętrzne wsparcie (granty, szkolenia, partnerzy technologiczni)
Teza 1	79,85	61,82	84,23	82,35	72,14
Teza 2	79,59	74,08	81,97	83,23	68,18
Teza 3	81,78	69,61	76,13	72,13	66,02
Teza 4	86,03	81,68	90,29	83,68	69,53
Teza 5	83,67	79,43	83,43	84,68	69,92
Teza 6	81,25	81,13	87,3	88,55	73,25
Teza 7	84,33	75,93	88,48	81,53	71,85
Teza 8	79,62	73,28	86,05	78,53	66,43

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 4. Porównanie oddziaływania poszczególnych czynników na realizację wszystkich tez

Źródło: opracowanie własne.

Respondenci uznali, że najważniejszym czynnikiem sprzyjającym realizacji tez i wdrażaniu RPA w logistycę jest wysoki poziom rozwoju technologicznego przedsiębiorstwa, który we wszystkich przypadkach osiągnął jedno z najwyższych ocen. Silne wsparcie stanowią także aktywnie funkcjonujący dział automatyzacji oraz szerokie wykorzystanie systemów TMS/WMS. Nieco mniejsze znaczenie przypisano wysokiemu poziomowi wykształcenia kadr, natomiast najsłabiej oddziałującym czynnikiem okazało się zewnętrzne wsparcie, takie jak granty czy szkolenia.

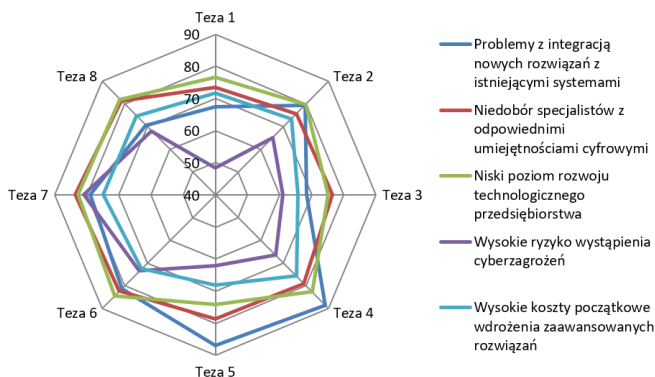
Ostatnia część przeprowadzonego badania dotyczyła barier wdrożenia technologii RPA w branży logistycznej. Analogicznie jak w przypadku czynników, tak i w przypadku barier wyznaczono wskaźniki znaczenia poszczególnych barier dla realizacji każdej z tez (tab. 4) oraz porównano ich poziom na wykresie (rys.5).

Tab. 4. Wskaźniki istotności (WI) poszczególnych barier utrudniających realizacji tez

TEZY	BARIERY UTRUDNIAJĄCE REALIZACJĘ TEZ				
	Problemy z integracją nowych rozwiązań z istniejącymi systemami	Niedobór specjalistów z odpowiednimi umiejętnościami cyfrowymi	Niski poziom rozwoju technologicznego przedsiębiorstwa	Wysokie ryzyko wystąpienia cyberzagrożeń	Wysokie koszty początkowe wdrożenia zaawansowanych rozwiązań
Teza 1	67,41	73,4	76,63	48,33	71,69
Teza 2	79,45	75,69	79,8	65,16	73,48
Teza 3	68,31	76,44	75,1	60,93	65,65
Teza 4	88,48	78,95	82,58	66,45	75,77
Teza 5	86,88	78,63	74,05	62,16	67,98
Teza 6	81,25	82,27	84,36	73,43	72,57
Teza 7	78,99	83,59	82,77	81,06	74,99
Teza 8	70,55	81,4	82,03	68,09	74,68

Źródło: opracowanie własne.

Ekspertsi uznali, że największą barierą utrudniającą realizację tez i wdrażanie RPA w logistycę jest niski poziom rozwoju technologicznego przedsiębiorstw, który we wszystkich przypadkach osiągnął jedno z najwyższych ocen. Istotnymi przeszkodami okazały się także problemy z integracją nowych rozwiązań z istniejącymi systemami IT oraz niedobór specjalistów o odpowiednich kompetencjach cyfrowych. Za najsłabiej oddziałujące bariery uznano natomiast ryzyko cyberzagrożeń oraz wysokie koszty początkowe wdrożeń.



Rys. 4. Porównanie oddziaływania poszczególnych barier na realizację wszystkich tez

Źródło: opracowanie własne.

4. Dyskusja wyników

Zastosowanie RPA w przedsiębiorstwach logistycznych według analiz przedstawianych w literaturze może przyczyniać się do skrócenia czasu realizacji zamówień, powodować zmniejszenie liczby błędów w dokumentacji transportowej, redukcję kosztów ponoszonych przez przedsiębiorstwo, a także pozwalać pracownikom na koncentrację na zadaniach wymagających analizy i podejmowania decyzji [Perchela, 2019, s. 209-213].

Badania Brzezińskiego oparte na studium przypadku w firmie produkcyjno-logistycznej pokazały, że wdrożenie RPA w obszarach obsługi zamówień, przyjęć magazynowych i dokumentacji transportowej znacząco przyspieszyło realizację procesów oraz ograniczyło liczbę błędów wynikających z ręcznego wprowadzania danych. Autor podkreślił jednak, że skuteczność robotyzacji zależy przede wszystkim od przygotowania organizacji, kompetencji cyfrowych pracowników i odpowiedniej integracji z systemami ERP [Brzeziński, 2022, s. 310-314].

W literaturze można znaleźć także przykłady wykorzystania metody delfickiej do prognozowania rozwoju technologii logistycznych, w tym badanie Escherle, Darlagiannisa i Sprunga dotyczące niemieckiego rynku transportu towarowego i perspektywy wdrożenia ciężarówek SAE L4 do 2030 roku. Autorzy przeprowadzili konsultacje z ekspertami z branży motoryzacyjnej, logistycznej, konsultingu i środowiska akademickiego, formułując 19 prognoz dotyczących przyszłego otoczenia logistycznego. Eksperci przewidywali, że rozwój logistyki będzie napędzany digitalizacją, elektryfikacją transportu, zrównoważonym rozwojem oraz rosnącą rolą

usług cyfrowych, choć nadal istnieją poważne bariery związane z infrastrukturą, automatyzacją operacji i interoperacyjnością systemów. Badanie pokazuje, że mimo gotowości technologii autonomicznych ciężarówek, pełna integracja logistyki zautomatyzowanej do 2030 roku pozostaje mało prawdopodobna i zależy od szerszego otoczenia procesowego i infrastrukturalnego [Escherle i in., 2023, s. 5-17].

Przeprowadzone i przedstawione w niniejszym artykule badania potwierdziły, że technologia RPA stanowi jeden z kluczowych kierunków rozwoju współczesnej logistyki. W swojej ocenie eksperci uznali, że największy wpływ na rozwój logistyki mają tezy związane z wykorzystaniem RPA i AI do automatyzacji procesów oraz optymalizacji działań operacyjnych, podczas gdy aspekty związane z robotyzacją magazynów oraz zmianami w kompetencjach pracowników mają relatywnie mniejsze znaczenie. Uzyskane wyniki jednoznacznie wskazują, że rozwój sektora logistycznego w najbliższych latach będzie silnie powiązany z procesem cyfryzacji i integracji technologii analitycznych z rozwiązaniami automatyzującymi procesy operacyjne. Jednak warto zauważyć, że pełna transformacja cyfrowa przedsiębiorstw logistycznych wymagać będzie nie tylko odpowiedniego poziomu dojrzałości technologicznej, ale również stopniowego dojrzewania kompetencji organizacyjnych i technicznych.

Podsumowanie

Analiza wyników badania wskazuje, że eksperci bardzo wysoko ocenili znaczenie wszystkich przedstawionych tez, co jednoznacznie potwierdza silną wiarę w potencjał RPA jako motoru rozwoju logistyki. Największą wagę przypisano rozwiązaniom opartym na RPA i AI w obszarze dynamicznego planowania tras, prognozowania popytu i optymalizacji zapasów oraz automatyzacji powtarzalnych procesów operacyjnych, które eksperci postrzegają jako kluczowe kierunki transformacji branży w nadchodzących latach. Wysoko oceniono również tezy dotyczące integracji RPA z systemami ERP, WMS i SCM oraz łączenia RPA, AI i Big Data w zarządzaniu zapasami i transportem. Obszary te można uznać za najbardziej prawdopodobne i perspektywiczne kierunki rozwoju nowoczesnych, zautomatyzowanych procesów logistycznych.

Eksperti biorący udział w badaniu przewidywali, że pierwsze efekty wdrożeń RPA w logistyce będą widoczne do 2030 roku, zwłaszcza w zakresie automatyzacji procesów i wykorzystania sztucznej inteligencji w planowaniu operacyjnym. Największy rozwój technologiczny przypadnie jednak na lata 2031–2036, natomiast pełna transformacja obejmująca hiperautomatyzację i integrację z zaawansowanymi systemami analitycznymi nastąpi dopiero po 2036 roku.

Powodzenie wdrożeń zależeć będzie przede wszystkim od gotowości technologicznej organizacji oraz posiadania wewnętrznych struktur wspierających innowacje. Znaczenie, choć mniejsze, miały również kompetencje techniczne kadry pracowniczej oraz zewnętrzne formy wsparcia – granty, szkolenia i partnerstwa z instytucjami badawczymi. Wskazuje to na konieczność równoległego rozwoju zarówno infrastruktury technicznej, jak i kapitału ludzkiego. Z kolei najistotniejszymi barierami w skutecznej implementacji technologii RPA w logistyce są niedobór wykwalifikowanej kadry oraz niewystarczająca infrastruktura technologiczna, a także problemy z integracją nowych technologii do funkcjonujących już systemów, podczas gdy bariery ekonomiczne i związane z ryzykiem cyberzagrożeń, choć istotne, mają mniejsze znaczenie.

W opinii respondentów przedsiębiorstwa logistyczne dysponują znacznym potencjałem do wdrażania RPA, jednak jego wykorzystanie zależy od jednoczesnego pokonania barier technologicznych, integracyjnych i kompetencyjnych. Skuteczne wdrożenie wymaga strategicznego podejścia obejmującego modernizację kluczowych systemów, tworzenie warstw integracyjnych zapewniających stabilną współpracę robotów z systemami WMS i ERP oraz rozwój kompetencji pracowników poprzez centra doskonałości, szkolenia i współpracę z instytucjami zewnętrznymi. Przyszłe projekty wdrażania RPA powinny być realizowane etapowo, zaczynając od pilotaży, co pozwoliłoby ocenić opłacalność i ograniczyć ryzyko techniczne, finansowe i operacyjne. Takie podejście – łączące rozwój infrastruktury z budowaniem kompetencji – umożliwiłoby bezpieczne i efektywne wdrażanie automatyzacji, wzmacniając przewagę operacyjną firm, ich odporność na zagrożenia cyfrowe oraz konkurencyjność rynkową.

Z perspektywy badawczej istotne jest kontynuowanie analiz empirycznych w różnych typach przedsiębiorstw, od małych operatorów po duże centra dystrybucyjne, co pozwoliłoby na bardziej kompleksowe zrozumienie zjawiska automatyzacji i wzmocnienie roli RPA jako kluczowego narzędzia transformacji sektora logistycznego.

ORCID iD

Alicja E. Gudanowska: <https://orcid.org/0000-0003-3850-7176>

Literatura

1. Alter S. (2008), *Defining information systems as work systems: implications for the IS field*, European Journal of Information Systems 17, s. 448-469.
2. Automation Anywhere, <https://www.automationanywhere.com> [25.08.2025].
3. AutomationEdge, <https://automationedge.com> [29.08.2025].
4. Barcik R., Kubański M. (2011), *Technologie wspomagające zarządzanie łańcuchem dostaw*, Logistyka 4, pp. 80-87.
5. Bitrix24, <https://www.bitrix24.pl> [19.10.2025].
6. BluePrism, <https://www.blueprism.com> [25.08.2025].
7. Breńko A., Kononiuk A. (2021), *Zastosowanie metody delfickiej do oceny możliwości wdrożenia innowacyjnych rozwiązań Przemysłu 4.0 w obszarze logistyki na przykładzie przedsiębiorstwa produkcyjno-usługowego*, Akademia Zarządzania 5(1), pp. 75-99.
8. Brzeziński Ł. (2022), *Robotic Process Automation in Logistics – A Case Study of a Production Company*, European Research Studies Journal 25(2B), pp. 307-315.
9. Bujak A. (2017), *Rewolucja przemysłowa 4.0 i jej wpływ na logistykę XI wieku*, Logistyka 6, pp. 1338-1344.
10. Dobrzański G. (2016), *Wykorzystanie robotów w procesach logistycznych*, Zeszyty naukowe Politechniki Śląskiej 99, pp. 77-88.
11. EBSCO, www.ebsco.com [25.08.2025].
12. Ejdy J., Czerewacz-Filipowicz K., Halicka K., Kononiuk A., Magruk A., Siderska J., Szpilko D. (2023), *A preparedness plan for Europe: Addressing food, energy and technological security*, European Parliamentary Research Service, European Union, Brussels.
13. Ejdy J., Garwolińska M., Lăzăroiu G., Nica E., di Pietro F., Poskrobko T., Szpilko D. (2025), *Should we be wary of using artificial intelligence-based big data management in social research?* Journal of Business Economics and Management, 26(5), pp. 1071–1089.
14. Escherle S., Darlagiannis E., Sprung A. (2023), *Automated Trucks and the Future of Logistics – A Delphi-Based Scenario Study*, Logistics Research 16(1).
15. Ferreira F., Reis J. (2023), *A Systematic Literature Review on the Application of Automation in Logistics*, Logistics 7/4.
16. Ficoń K., Krasnodebski G. (2016), *Cztery generacje logistycznych systemów informatycznych. Geneza, aplikacje, trendy*, Systemy Logistyczne Wojsk 44, pp. 63-82.
17. Flechsig C., Anslinger F., Lasch R. (2022), *Robotic Process Automation in purchasing and supply management: a multiple case study on potentials, barriers, and implementation*, Journal of Purchasing and Supply Management 28(1).
18. GGSITC, <https://ggsite.com> [19.10.2025].

19. Hejduk I., Kardasz A. (2015), *Bezzałogowe statki latające w usługach kurierskich*, „Otwarta innowacja” 4, dostęp online: https://openin.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=104:bezzałogowe-statki-latajace-w-uslugach-kurierskich [20.08.2025].
20. Hurley J., Balez R. (2008), *A Spreadsheet Implementation of an Ammunition Requirements Model for the Canadian Army*, Interfaces 8/4, pp. 271-280.
21. IBM, <https://www.ibm.com> [25.08.2025].
22. Jabłoński M. (2021), *Bariery i zakres automatyzacji z perspektywy treści pracy*, Przegląd Organizacji 3(974), pp. 3-11.
23. Józwiak J., Świderski P. (2017), *Algorytmy sztucznej inteligencji w logistyce*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport 117, pp. 97-108.
24. Kaczmarek, M. (2020), *Robotic Process Automation, czyli automatyzacja modeli decyzyjnych z wykorzystaniem botów. Perspektywy i obawy na przykładzie zastosowań w branży farmaceutycznej*, Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów 179, pp. 43-56.
25. Kenneth C., Traver L. (2016), *E-commerce: business, technology, society*, Pearson, Harlow.
26. Khan S., Uygun H., Tailor R. K., Gujrati R. (2022), *Application of robotic process automation (RPA) for supply chain management, smart transportation and logistics*, International Journal of Health Sciences 6(S3), s. 11051–11066.
27. Kononiuk A. (red.), Gudanowska A. (red.) (2020), *Uwarunkowania ucyfrowienia procesów produkcji i wzrostu kompetencji cyfrowych społeczeństwa*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok.
28. Krause S. K. (2002), *FedEx's 9-11 Response*, Traffic World September.
29. Lacity M., Willcocks L., Craig A. (2015), *Robotic Process Automation at Telefónica O2*, The Outsourcing Unit Working Research Paper Series 15/02.
30. Legito (2023), *Examining the Effects of Robotic Process Automation on Operational Efficiency and Business Process Optimization (Literature Study)*, West Science Interdisciplinary Studies 1/6, pp. 84-93.
31. Lew A., Chew B., Hamid S. (2016), *Green logistics implementation factors: A study on a global logistics provider*, Journal of Advanced Manufacturing Technology 112/1, pp. 115-128.
32. Madakam S., Holmukhe R. M., Jaiswal D. K. (2019), *The Future Digital Work Force: Robotic Process Automation (RPA)*, Journal of Information Systems and Technology Management 16.
33. Majewski J. (2008), *Informatyka dla logistyki*, INST Logistyki, Poznań.

34. Matejun M. (2012), *Metoda delficka w naukach o zarządzaniu*, w: Kuczmera-Ludwicińska E. (red.), *Zarządzanie w regionie. Teoria i praktyka*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa, s. 173-182.
35. McCrea B. (2008), *The Golden Age of Wireless*, *Logistics Management* 47/10, pp. 47-50.
36. Moreira S., Mamede H. S., Santos A. (2023), *Process automation using RPA – a literature review*, *Procedia Computer Science* 219, pp. 244-254.
37. Murphy Jr. P. R., Wood D. F. (2011), *Nowoczesna logistyka*, Wydawnictwo Helion, Gliwice.
38. Narojczyk S. (2025), *Nowe modne w rozwoju*, w: Narojczyk S., Nowak D., Remlein F., Romanchuk K., *Przedsiębiorstwa w erze globalnych kryzysów i przemian technologicznych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań, s. 132-160.
39. Neumann T. (2018), *Perspektywy wykorzystania pojazdów autonomicznych w transporcie drogowym w Polsce*, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 12, pp. 787-794.
40. Pahune S., Rewatkar N. (2024), *Cognitive Automation in the Supply Chain: Unleashing the Power of RPA vs. GEN AI*, preprint, DOI: 10.13140/RG.2.2.22528.85761.
41. Pega, <https://www.pegacom> [25.08.2025].
42. Perchela A. K. (2019), *Revolutionizing Supply Chains – Exploring the Potential of RPA in Logistics*, *Journal of Scientific and Engineering Research* 6(9), pp. 209-213.
43. Przybylska E. (2018), *Trendy wpływające na rozwój innowacji produktowych i procesowych w branży TSL*, *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Organizacja i Zarządzanie* 121, pp. 421-432.
44. Raben Group, <https://polska.raben-group.com> [19.10.2025].
45. Sobczak A. (2019), *Developing a Robotic Process Automation Management Model*, *Business Informatics* 2(52), pp. 85-100.
46. Stadnicka D., Kononiuk A., Gudanowska A., Siderska J. (2025), *Innowacyjne technologie wspierające integrację i aktywność zawodową osób z niepełnosprawnościami w przemyśle produkcyjnym*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok.
47. Stone Fish L., Busby D. M. (2005), *The Delphi Method*, w: Sprenkle D. H. (red.), Piercy F. P. (red.), *Research Methods in Family Therapy*, The Guilford Press, New York, s. 238-253.
48. Strömberg K. (2018), *Robotic Process Automation of office work: benefits, challenges and capability development*, Master's Thesis, Aalto University School of Business Accounting, Espoo 2018.
49. Sudoł S. (2016), *Delficka metoda badawcza*, *Zarządzanie. Teoria i Praktyka* 3, pp. 69-74.

50. Szpilko D. (2014), *The use of Delphi method in the process of building a tourism development strategy in the region*, *Ekonomia i Zarządzanie*, 6(4), pp. 329-346.
51. Taulli T. (2020), *The Robotic Process Automation Handbook*, Apress, Monrovia USA.
52. TechTarget, <https://www.techtarget.com> [25.08.2025].
53. Tokarski D., Górniak-Krupińska J., Bielecki M. (2024), *Determinanty logistyki w dobie zrównoważonego rozwoju przedsiębiorstw*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
54. Torbacki W. (2018), *Transformacja logistyki w dobie koncepcji Przemysł 4.0*, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 220/6, pp. 751–755.
55. Trzop A. (2020), Przegląd rozwiązań z zakresu Przemysłu 4.0 stosowanych w obszarze logistyki, *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Organizacja i Zarządzanie* 81, pp. 233-247.
56. Tungsten Automation, <https://www.tungstenautomation.com> [29.08.2025].
57. UiPath, <https://www.uipath.com> [25.08.2025].
58. WDX, <https://wdx.pl> [23.08.2025].
59. Wizlink, <https://wizlink.eu> [25.08.2025].
60. Wolak M., Lysionok A., Kosturek B., Wiśniewski J., Wawryszuk B., Kawa A., Davidson R., Maćkowiak M., Starzyk M., Kulikowska-Wielgus A., Ziemkowska D. (2019), *Rewolucja technologiczna. Kierunki rozwoju branży TSL*, Polski Instytut Transportu Drogowego, Wrocław.
61. Xenonstack, <https://www.xenonstack.com> [28.08.2025].
62. Zambroski A. (2006), *Think Before You Send*, Communication World.

Assessment of RPA Technology in Terms of its Implementation Potential in Logistics and Impact on Logistics Processes – Results of a Delphi Study

Abstract

The main objective of this study was to analyse the potential for implementing RPA in logistics processes using the Delphi method. The results obtained concerned both the assessment of the significance of the Delphi theses prepared for the development of logistics and the assessment of the potential horizon for the implementation of individual predictions. The article also focused on the factors and barriers related to the implementation of RPA.

According to the results obtained, the use of RPA and AI for process automation and operational optimisation will have the greatest impact on the development of logistics. Aspects related to warehouse robotisation and changes in employee competences were assessed as less important. However, it should be emphasised that the anticipated transformation will take place in stages, and effective implementation will require a strategic approach, including the modernisation of systems, the construction of integration layers, and the overcoming of technological and competence barriers.

Key words

logistics processes, process automation, Robotic Process Automation (RPA), Delphi method

AR jako narzędzie wizualizacji modeli CAD w fazie prototypowania – przegląd darmowych rozwiązań

Aleksandra Gryc

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: 94924@student.pb.edu.pl

Wojciech Kucharczyk

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: 94927@student.pb.edu.pl

Klaudia Tomaszewska

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: k.tomaszewska@pb.edu.pl

DOI: 10.24427/az-2026-0009

Streszczenie

W dobie cyfrowej transformacji procesów wytwórczych (Przemysł 4.0), technologie rzeczywistości rozszerzonej (Augmented Reality) zyskują na znaczeniu jako kluczowy element technologii wspierający procesy naukowo-badawcze. Celem niniejszej pracy jest analiza darmowych narzędzi rozszerzonej rzeczywistości wspierających wizualizację modeli wspomagania komputerowego. W pracy dokonano przeglądu literatury oraz zaprezentowano ocenę wybranych aplikacji AR takich jak Planner 5D, eDrawings, Onshape czy Shapr 3D. Wyniki badań wskazują na wyraźny podział dostępnych rozwiązań na aplikacje konsumencko-wizualizacyjne, cechujące się wysoką intuicyjnością i obsługą formatów siatkowych (mesh), oraz profesjonalne narzędzia inżynierskie, oferujące precyzję i obsługę formatów bryłowych (solid) takich jak STEP, lecz wymagające specjalistycznej wiedzy. Analiza wykazała istotne ograniczenia wersji bezpłatnych, obejmujące między innymi limity eksportu plików, brak możliwości zapisu czy wymuszoną jawność projektów. Sformułowane wnioski potwierdzają, że technologia rozszerzonej rzeczywistości wspiera proces prototypowania i redukcję kosztów. Dobór darmowego narzędzia musi być ściśle powiązany z konkretnymi potrzebami

projektowymi, gdyż nie istnieje uniwersalne bezpłatne rozwiązanie spełniające wszystkie wymogi użytkownika, bez względu na stopień jego zaawansowania w projektowaniu.

Słowa kluczowe

rzeczywistość rozszerzona, modele CAD, prototypowanie

Wstęp

Rozszerzona rzeczywistość (Augmented Reality w dalszej części określana skrótem AR) staje się coraz bardziej popularnym podejściem na ukazanie otoczenia w sposób innowacyjny. AR jest systemem łączącym świat rzeczywisty z obrazem generowanym komputerowo [Billinghurst i in., 2015]. Zazwyczaj w rozwiązaniach tego typu wykorzystuje się obraz z kamery, na który w czasie rzeczywistym nakładana jest grafika trójwymiarowa. Rozszerzona rzeczywistość stała się niezwykle pomocnym narzędziem w projektowaniu oraz inżynierii. Pozwala ona na wizualizację produktu, jego wymiarów, specyfikacji oraz wyglądu jeszcze przed jego fizycznym wyprodukowaniem. Dzięki temu inżynierowie mogą w immersyjny sposób przeanalizować różnego rodzaju prototypy i w szybki sposób dokonać zmian czy poprawek bez konieczności czekania na wytworzenie nowej części. Kluczowym elementem rozszerzonej rzeczywistości jest CAD (Computer-Aided Design) – komputerowe projektowanie wspomagane, polegające na wykorzystaniu specjalistycznego oprogramowania do tworzenia precyzyjnych modeli dwuwymiarowych i trójwymiarowych [Nowak i Ziętak, 2023]. W procesie projektowym umożliwia przeprowadzenie analizy, wizualizację oraz szybkie wprowadzenie zmian w projekcie. Takie udogodnienia prowadzą do skrócenia czasu projektowania i obniżenia kosztów dzięki elastyczności, dokładności oraz wydajności projektowania CAD.

Zaawansowana technologia rozszerzonej rzeczywistości jest coraz częściej wykorzystywana w przestrzeni przemysłowej [Caudell i Mizell, 1992], projektowej, produkcyjnej. Dla zwykłego konsumenta wciąż może być czymś niedostępnym lub trudnym w użyciu. Na rynku pojawia się coraz więcej programów i aplikacji, przeznaczonych do użytkowania w życiu codziennym. Wiele z tych rozwiązań pozwala użytkownikom na wygodne korzystanie z AR, lecz nie wszystkie spełniają swoje funkcje w odpowiednim stopniu. Dlatego przeprowadzono badanie, którego celem była analiza darmowych narzędzi rzeczywistości rozszerzonej wspierających wizualizację modeli CAD [Azuma, 1997, s. 356; Nee i in., 2012, s. 658-660]

1. Przegląd literatury

Niniejszy rozdział stanowi przegląd literatury przedmiotu, mający na celu przybliżenie aktualnego stanu wiedzy w zakresie systemów rzeczywistości rozszerzonej, wirtualnej oraz mieszanej. Dotychczasowy dorobek naukowy koncentruje się przede wszystkim na fundamentach teoretycznych, takich jak kontinuum wirtualności [Milgram i Kishino, 1994] oraz prace [Azuma, 1997], definiujące kryteria niezbędne do poprawnej integracji obu światów w czasie rzeczywistym. Pomimo licznych studiów przypadków dotyczących wydajności sprzętowej [Zhou i in. 2008], wciąż zauważalne są istotne luki badawcze, szczególnie w zakresie interfejsów angażujących zmysły dotyku, węchu czy smaku oraz ich wpływu na ergonomię pracy.

Rzeczywistość rozszerzona stanowi zaawansowane rozwiązanie informatyczne, którego celem jest wzbogacenie naturalnego pola percepcji użytkownika o elementy generowane komputerowo. W przeciwieństwie do systemów w pełni wirtualnych, technologia AR nie zastępuje środowiska fizycznego, lecz nakłada na nie cyfrowe warstwy informacyjne, tworząc spójną i interaktywną przestrzeń hybrydową. Ważnym punktem odniesienia w literaturze przedmiotu pozostaje klasyczna definicja Ronalda Azumy. Według autora, system rzeczywistości rozszerzonej musi spełniać trzy fundamentalne kryteria: łączenie świata realnego z wirtualnym, zapewnienie interakcji w czasie rzeczywistym oraz precyzyjną rejestrację obiektów w przestrzeni trójwymiarowej [Azuma, 1997, s. 356].

Wirtualna rzeczywistość (Virtual Reality; VR) jest rzeczywistością, która nie istnieje w sposób fizyczny, natomiast jest stworzona wirtualnie, lecz tak realistycznie, że wydaje się rzeczywista. Mieszana rzeczywistość (Mixed Reality; MR) jest rzeczywistością, w której obiekty świata rzeczywistego i wirtualnego są prezentowane wspólnie w obrębie jednego systemu wyświetlania. Rzeczywistość wirtualna oraz rzeczywistość mieszana wchodzi w skład rozszerzonej rzeczywistości. Każda z nich różni się od siebie, natomiast mają wspólny cel – wytworzenie efektów cyfrowych pozwalających na zetknięcie się z wirtualnym światem [Nikolay i in., 2023, s. 4-6].

Relację zachodzącą pomiędzy środowiskiem rzeczywistym, a wirtualnym najlepiej obrazuje model kontinuum wirtualności (rys. 1). Pokazuje on, w jaki sposób technologie rzeczywistości rozszerzonej i mieszanej wypełniają przestrzeń pomiędzy bezpośrednią obserwacją otoczenia a całkowitym pochłonięciem w świecie cyfrowym. Schemat ukazuje, że rzeczywistość rozszerzona jest bliżej świata realnego niż wirtualnego.



Rys. 1. Kontynuum rzeczywistość - wirtualność (Reality – Virtuality Continuum)

Źródło: opracowanie własne na podstawie Paul Milgram, Fumio Kishino [1994] „A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays”, s. 2-4

Współczesna inżynieria oraz procesy projektowe stają przed wyzwaniem skrócenia czasu wprowadzenia produktu na rynek przy jednoczesnym zachowaniu najwyższych standardów jakości. Tradycyjne metody opierające się na fizycznych modelach testowych są coraz częściej zastępowane przez zaawansowane systemy wizualizacji cyfrowej. W tym kontekście technologie rzeczywistości rozszerzonej stają się kluczowym narzędziem wspierającym cykl życia produktu.

AR definiowane jako zaawansowane rozwiązanie informatyczne umożliwiające połączenie świata realnego z wirtualnym, oddziałując na zmysły wzroku i słuchu w czasie rzeczywistym, odgrywa ważną rolę w procesach projektowych oraz inżynierskich. W inżynierii umożliwia zapisanie wiedzy w formie modelu geometrycznego CAD bezpośrednio na fizycznych obiektach (przykładowo montaż skomplikowanych maszyn). Z kolei, rzeczywistość wirtualna, generująca w pełni cyfrowy świat, znajduje zastosowanie w sytuacjach wymagających całkowitej immersji na przykład symulacje niebezpiecznych zdarzeń. Relację między tymi technologiami najlepiej obrazuje koncepcja „kontynuum wirtualności”, gdzie rzeczywistość mieszana stanowi obszar łączący realność z wirtualnością.

Wiedza ekspercka zgromadzona w powstających modelach umożliwia łatwiejsze zastosowanie [Linowes i Babiński, 2020] w projektowaniu, przenosząc ciężar operacyjny do interaktywnej przestrzeni trójwymiarowej. Wykorzystanie technologii immersyjnej umożliwia efektywne oddanie charakteru przestrzeni danego modelu w skali 1:1. Umożliwiają nakładanie wirtualnych elementów na makiety fizyczne, co pozwala na szybkie i bezkosztowe testy bez konieczności wytwarzania fizycznego egzemplarzu. Omówione technologie umożliwiają pracę nad jednym projektem osobom rozmieszczonych geograficznie oraz manipulowanie tym samym modelem. Co więcej, realizują założenie uzupełniania rzeczywistości o interaktywne elementy, bezpośrednio wspierając proces projektowy.

Szczegółowe zestawienie parametrów omawianych rozwiązań zostało zaprezentowane w tabeli 1. ozwała to na identyfikację różnic w podejściu do interakcji z modelem cyfrowym – od prostych systemów opartych na urządzeniach mobilnych po zaawansowane gogle VR, zapewniające pełną izolację od bodźców zewnętrznych. Z perspektywy inżynierskiej istotne jest rozróżnienie metod wizualizacji oraz wymaganych czujników, które warunkują precyzję nakładania modeli CAD na obiekty rzeczywiste.

Tab. 1. Porównanie technologii rozszerzonej rzeczywistości (AR), mieszanej (MR) i wirtualnej (VR)

Cecha	Smartfony i tablety (Mobile AR)	Okulary AR/MR (np. HoloLens, Magic Leap)	Gogle VR (np. Meta Quest, HTC Vive)
Główny cel	Masowy dostęp, proste instrukcje serwisowe	Praca inżynierska "hands-free"	Prototypowanie wirtualne, symulacje, szkolenia
Metoda wizualizacji	Ekran urządzenia (widok przez kamerę)	Wyświetlacze przeziernie (optyczne nakładanie na świat rzeczywisty)	Nieprzezroczyste ekrany
Wymagane czujniki	Kamera RGB, akcelerometr, żyroskop, GPS	Kamery głębi (LiDAR/ToF), IMU, śledzenie dłoni i wzroku	Zewnętrzne stacje bazowe lub inside-out (kamery śledzące), kontrolery
Wymagania programowe	Android (ARCore), iOS (ARKit)	Windows Holographic/Mixed Reality, Unity/Unreal Engine	Android/Windows, SteamVR, OpenXR, Unity/Unreal
Stopień swobody (DoF)	6 DoF (z SLAM w nowszych modelach)	Pełne 6 DoF + mapowanie przestrzenne	6 DoF (głowa + kontrolery)
Przykłady urządzeń	iPhone 15+, Samsung Galaxy S24, iPad Pro	Microsoft HoloLens 2, Magic Leap 2, Apple Vision Pro	Meta Quest 3, HTC Vive Pro 2, Valve Index

Źródło: opracowanie własne na podstawie taksonomii Milgrama i Kishino.

W tabeli 1 przedstawiono porównanie współczesnych technologii rozszerzonej rzeczywistości. Została ona opracowana na podstawie analizy specyfikacji technicznych wiodących platform sprzętowych oraz klasyfikacji systemów rzeczywistości

mieszanej. Zestawienie uwzględnia aspekty konstrukcyjne, takie jak wymagane sensory oraz standardy programowe, które determinują poziom zanurzenia użytkownika w środowisku cyfrowym.

2. Metodyka badań

Proces badawczy przeprowadzony na potrzeby niniejszego artykułu składał się z trzech głównych etapów: przeglądu literatury przedmiotu, selekcji i analizy narzędzi AR oraz syntezy wyników.

W pierwszym etapie dokonano przeglądu literatury naukowej dotyczącej technologii AR i systemów CAD. Poszukiwano publikacji związanych z tematyką rozszerzonej rzeczywistości, aplikacji AR w inżynierii oraz wizualizacji modeli trójwymiarowych. Szczególną uwagę zwrócono na prace definiujące fundamenty teoretyczne AR [Azuma, 1997; Milgram i Kishino, 1994] oraz współczesne zastosowania w procesach projektowych i prototypowych. Drugi etap obejmował identyfikację i selekcję darmowych narzędzi AR wspierających wizualizację modeli CAD. Kryteriami doboru aplikacji były: dostępność wersji bezpłatnej, obsługa formatów CAD (STEP, STL, OBJ), funkcjonalność AR oraz dostępność na platformach mobilnych lub webowych. Informacje o aplikacjach pozyskiwano ze stron producentów, oficjalnej dokumentacji technicznej oraz portali branżowych. Do szczegółowej analizy wybrano następujące narzędzia: Planner 5D, eDrawings, Onshape, Shapr3D, Assemblr, AR Code, BIMx, SketchUp, uMake oraz Vectorworks. Trzeci etap polegał na analizie porównawczej wybranych aplikacji pod kątem następujących parametrów: obsługiwane formaty plików, dostępne funkcje w wersji darmowej, ograniczenia bezpłatnego użytkowania, intuicyjność interfejsu oraz wymagania sprzętowe. Dane pozyskiwano z dokumentacji producenta, testów praktycznych oraz specyfikacji technicznych dostępnych na stronach internetowych aplikacji.

Celem niniejszej pracy jest analiza darmowych narzędzi AR wspierających wizualizację modeli CAD w prototypowaniu z naciskiem na rozwiązania darmowe, które uwzględnią potencjał oraz ograniczenia. Głównym elementem problemu badawczego jest weryfikacja wyselekcjonowanych narzędzi. Szczegółowe cele obejmują identyfikację darmowych narzędzi AR, ocenę ich kompatybilności z formatami CAD (STEP, STL, OBJ), analizę funkcji wizualizacyjnych oraz wskazanie braków funkcjonalnych w opcjach bezpłatnych.

Artykuł ma charakter przeglądowo-analityczny i opiera się na badaniach jakościowych. Przeprowadzono systematyczną analizę literatury przedmiotu z baz naukowych (Google Scholar) oraz źródeł branżowych dotyczących AR w CAD. Wyniki analizy zostały usystematyzowane i przedstawione w formie opisowej

z podziałem na kategorie użytkowników (konsumenci, profesjonalści) oraz zastosowań (wizualizacja, projektowanie, prezentacja).

3. Wyniki badań

Przetestowano łącznie 12 aplikacji/programów: Assemblr, AR Code, Shapr 3D, SketchUp, AutoCAD (Mobile App), eDrawings, Onshape, BIMx, Fu-sion 360 (Mobile), Vectorworks Nomad, uMake, Planner 5D.

Tab. 2. Porównanie możliwości techniczne aplikacji pod względem AR

Aplikacja	AR Trigger – czynnik wyzwalający model CAD w przestrzeni	Interakcja AR	Wsparcie AR
Assemblr	Wykrywanie płaszczyzny w otoczeniu lub kodu QR, markera	Proste modele i ich animacje; możliwość wyświetlania wideo oraz tekstu w przestrzeni; interaktywne przyciski funkcyjne	Własny silnik oparty na silniku Unity
AR Code	Kod QR lub specjalny symbol tzw. AR Logo	Wyświetlanie modelu, tekstu lub wideo z możliwością obracanie i przesuwania w każdej płaszczyźnie	WebAR
Shapr3D	Wykrywanie płaszczyzny w otoczeniu	Modelowanie w AR w czasie rzeczywistym; widok materiałów PBR (Physically Based Rendering); okluzja otoczenia (symulacja realistycznego cieniowania)	ARKit - LiDAR
SketchUp	Wykrywanie płaszczyzny w otoczeniu	Skalowanie 1:1 (dopasowanie modelu do otoczenia w jego realnych wymiarach); warstwy (możliwość przechodzenia między warstwami projektu), sceny – dodatkowe opcje zmiany realnego otoczenia; realistyczne cienie słoneczne wywołane przez model 3D	ARKit, ARCore, HoloLens poprzez Trimble Connect)
AutoCAD-aplikacja mobilna	Wykrywanie płaszczyzny w otoczeniu	Podgląd 2D/3D (szybkie przełączanie między wymiarami); pomiary - możliwość zwymiarowania modelu podczas projekcji AR; warstwy	ARKit, ARCore
eDrawings	Kod QR umieszczony na płaszczyźnie - marker / wykrywanie płaszczyzny w otoczeniu	Eksplodowanie, rozstrzelenie – rozbięcie modelu na małe elementy; przekroje - możliwość wizualizacji przekrojów elementu; obracanie modelu w każdej płaszczyźnie	ARKit, ARCore

Aplikacja	AR Trigger – czynnik wyzwalający model CAD w przestrzeni	Interakcja AR	Wsparcie AR
Onshape	Wykrywanie płaszczyzny w otoczeniu	Podgląd aktualizacji na żywo - wprowadzane zmiany modelu od razu są widoczne w otoczeniu AR; mate connectors – technologia pozwalająca na łatwe określenie w jaki sposób elementy łączą się ze sobą np. połączenie sworznia z tuleją	ARKit, ARCore
BIMx	Wykrywanie płaszczyzny w otoczeniu	Wirtualny spacer – model pozostaje na swoim miejscu nawet w przypadku ruchu użytkownika co pozwala na obejście go; informacje o obiekcie w formie prostych i zrozumiałych tagów; suwak 2D/3D pozwalający na szybką zmianę widoku	ARKit, ARCore, Google Cardboard
Fusion 360 – wersja mobilna	Wykrywanie płaszczyzny w otoczeniu	Podgląd elementu w każdej płaszczyźnie; komentarze (szpilki) wyświetlane bezpośrednio na modelu; właściwości- możliwość sprawdzenia parametrów elementu np. materiałów z jakich ma być wykonany	ARKit, ARCore
Vectorworks Nomad	Wykrywanie płaszczyzny w otoczeniu	Skalowanie modelu CAD; Multi-user AR - możliwość oglądania modelu przez wielu użytkowników jednocześnie (model pozostaje w tym samym miejscu bez względu na wielu użytkowników)	ARKit, ARCore
uMake	Wykrywanie płaszczyzny w otoczeniu	Szkicowanie w AR – model tworzy się na zasadzie rysowania w przestrzeni; teksturowanie – możliwość zmieniania materiału modelu; proste bryły - program przystosowany jest do sprawnego modelowania niezłożonych brył	ARKit – tylko iOS (iPhone Operating System)
Planner 5D	Skanowanie pomieszczenia - technologia LiDAR	Umeblowanie – program pozwala na wyświetlenie pełnego umeblowania pomieszczenia (wiele elementów jednocześnie); skanowanie ścian – możliwość automatycznego utworzenia wirtualnego skanu pomieszczenia; zmiana tekstur – szybka zmiana np. materiałów, z którego wykonane są meble	ARKit - LiDAR, ARCore

Źródła: opracowanie własne na podstawie dokumentacji producentów aplikacji

Zestawione aplikacje demonstrują szerokie spektrum zastosowań technologii AR oraz modelowania CAD [Skórska, 2017]. Istotną różnicą między aplikacjami jest metoda osadzenia modelu w przestrzeni (od markerów do technologii LiDAR,

Light Detection and Ranging, czyli wykrywania i pomiaru odległości za pomocą światła). Kolejną różnicą jest poziom interakcji użytkownika, różne narzędzia oferują zróżnicowane rozwiązania. Wspólnym mianownikiem aplikacji pozostaje dążenie do jak najbardziej realistycznej prezentacji obiektów poprzez między innymi symulację oświetlenia, zwiększając wartość poznawczą modelu.

Tab. 3. Porównanie wymagań stawianych użytkownikom

Aplikacja	Obsługiwane formaty	Wymagania sprzętowe	Intuicyjność obsługi
Assemblr	FBX, OBJ	Niskie	Bardzo wysoka (osoby, które nie miały styczności z tego typu oprogramowaniem poradzą sobie z obsługą)
AR Code	GLB, USDZ, STL, OBJ, FBX.	Niskie (przeglądarka internetowa)	Wysoka
Shapr3D	STEP, IGES, X_T, STL, DXF	Wysokie (iPad Pro z czipem M1/M2 - zależnie producenta)	Średnia (wymaga nauki modelowania CAD)
SketchUp	SKP, DWG, DXF	Średnie	Wysoka (bardzo intuicyjny, użytkownik nie ma problemu z obsługą aplikacji)
AutoCAD-aplikacja mobilna	DWG, DXF, PDF	Niskie / Średnie	Średnia
eDrawings	SLDPRT, SLDASM, STEP	Niskie	Wysoka (kontrola za pomocą prostych gestów)
Onshape	Native (Cloud), STEP	Średnie (wymaga wydajnego procesora (CPU) do renderingu)	Niska (wymaga wiedzy z modelowania na poziomie inżynierskim)
BIMx	BIMx Hyper - model pochodzący z Archicad	Wysokie (dla dużych obiektów)	Wysoka (obsługa programu przypomina grę komputerową)
Fusion 360 – wersja mobilna	F3D, STEP, USDZ	Średnie	Niska (obsługa wymaga profesjonalnej znajomości modelowania CAD)
Vector-works	VWX, PDF	Średnie	Średnia
uMake	OBJ, STEP, IGES	Średnie (iPad)	Średnia (użytkownik musi posiadać wiedzę z zakresu rysunku)
Planner 5D	Własny format	Wysokie (ze względu na skanowanie pomieszczenia)	Bardzo wysoka (aplikacja przystosowana dla amatorów w zakresie modelowania oraz AR)

Źródła: opracowanie własne na podstawie dokumentacji producentów aplikacji

Analiza dostępnych rozwiązań AR pokazała, że można wyodrębnić trzy główne grupy: profesjonalne edytory – wymagają wydajnego sprzętu i dużych umiejętności (Shapr3D, uMake); narzędzia wizualizacyjne – narzędzia o wysokim stopniu intuicyjności (BIMx, eDrawings); platformy amatorskie/edukacyjne – narzędzia o bardzo niskim progu wejścia (Assemblr, Planner 5D).

Tab. 4. Porównanie finansowe ograniczeń oprogramowań

Aplikacja	Platforma	Cennik /zakres	Ograniczenia darmowego konta	Obsługa zespołowa	Online /offline
Assemblr	Web, aplikacja mobilna	Freemium (subskrypcja ~200zł/mc)	Znaki wodne występujące w wielu miejscach; mało miejsca na dysku internetowym do zapisywania projektów	TAK (współdzielone projekty)	Online/ Offline
AR Code	Web, Web AR	Płatna aplikacja (dostępny darmowy okres próbny)	Skanowanie ze znakiem wodnym; ograniczona ilość skanów kodów QR	TAK (dashboard)	Online
Shapr3D	iOS (iPad), Windows, MacOS	Freemium / Subskrypcja (~1500 zł/rok)	Max 2 projekty, brak eksportu CAD, niska jakość tekstur	TAK (chmura)	Offline
SketchUp	Web, iOS, Android, PC	Freemium (Viewer Free; Go ~500 zł/rok)	Viewer tylko podgląd; Web brak AR; iPad płatny po trialu	TAK (chmura, komentarze)	Online/ Offline
Auto-CAD- aplikacja mobilna	Web, iOS, Android, PC	Subskrypcja (~250 zł/rok za mobile)	Tryb „Tylko do odczytu” (brak edycji i zapisu zmian)	TAK (chmura)	Offline
eDrawings	iOS, Android, PC	Płatna aplikacja (jednorazowo ~50 zł)	Viewer: Darmowy (bez AR/przekrojów)	NIE	Offline
Onshape	Web, iOS, Android	Całkowicie darmowa (Public) / Pro	Free - wszystkie projekty są jawne (Public);	TAK (zmiany w czasie rzeczywistym)	Online
BIMx	iOS, Android, Web, Desktop	Całkowicie darmowa	Free - pełna nawigacja; Pro- Tylko dla subskrybentów Graphisoft	TAK (chmura)	Offline

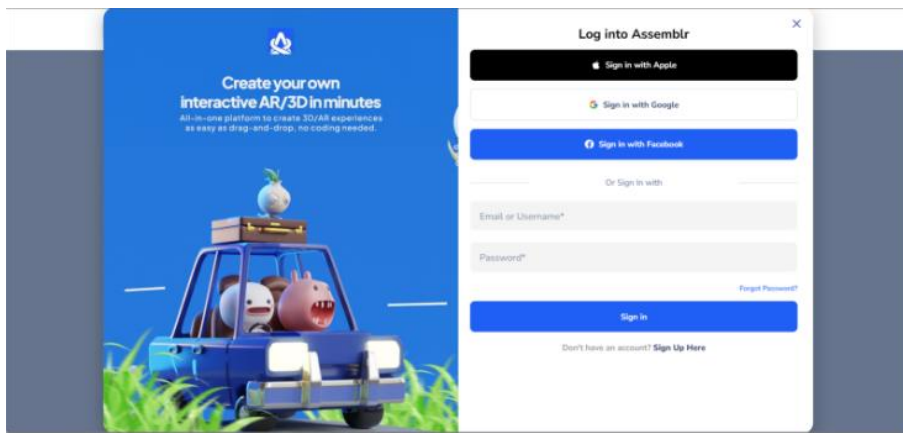
Aplikacja	Platforma	Cennik /zakres	Ograniczenia darmowego konta	Obsługa zespołowa	Online /offline
Fusion 360 – wersja mobilna	PC, Mac, iOS, Android	Darmowa (Hobby) / Pro (~2700 zł/rok)	Limit aktywnych dok., brak zaaw. symulacji CAM	TAK (komentarze)	Online/ Offline
Vectorworks	iOS, Android	Darmowa (wymaga licencji Desktop)	Aplikacja beзуżyteczna bez pliku z wersji Desktop (płatnej)	TAK (udostępnianie AR)	Online/ Offline
uMake	iOS (iPad/iPhone)	Freemium (~400 zł/rok)	Limit eksportu, ograniczone narzędzia edycji	NIE	Offline
Planner 5D	Web, iOS, Mac, Windows	Freemium (~30-50 zł/mc)	Mały katalog mebli, brak renderów HD, brak edycji tekstur	TAK (chmura)	Online

Źródła: opracowanie własne na podstawie dokumentacji producentów aplikacji

Zestawienie wskazuje, że technologia rozszerzonej rzeczywistości jest powszechnie dostępna, lecz jej profesjonalne wykorzystanie jest znacząco ograniczone poprzez płatne licencje. Darmowe wersje oprogramowania w większości służą demonstracji podstawowych funkcji narzędzia i nie nadają się do komercyjnego wykorzystania, które wymaga rozszerzonych funkcji.

4. Wygląd i sposób użytkowania aplikacji AR na przykładzie Assemblr Studio

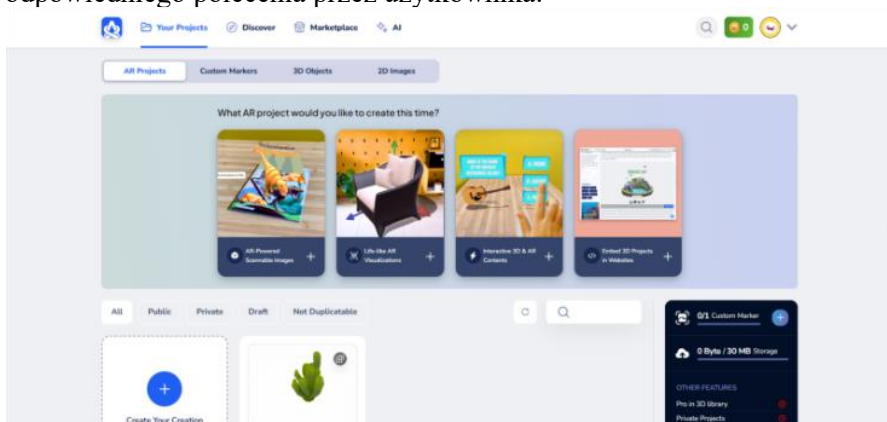
Po wejściu na stronę internetową producenta użytkownik dokonuje wersji programu. Podczas badania została użyta wersja przeznaczona do celów edukacyjnych. Po dokonaniu wyboru należy założyć konto (rys. 2).



Rys. 2. Ekran logowania lub zakładania nowego konta

Źródło: opracowanie własne.

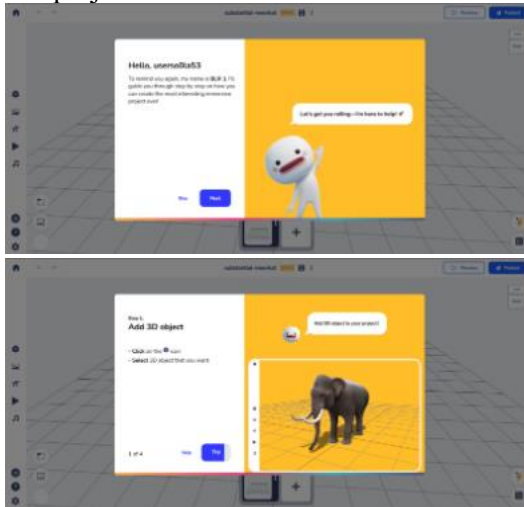
Po uprzednim zalogowaniu się użytkownik otrzymuje dostęp do menu głównego aplikacji, w którym może nawigować między zakładkami. Zakładka "Your Projects" (rys. 3) prezentuje wszystkie wykonane projekty z możliwością ich sortowania. W tym miejscu widoczne jest również okno pokazujące ograniczenia darmowego konta. Zakładka „Discover” umożliwia wyszukiwanie inspiracji do kolejnych projektów; tutaj swoje prace zamieszczają inni użytkownicy. Zakładka „Marketplace” pozwala na zakup gotowych modeli trójwymiarowych. Z kolei zakładka „AI” stanowi narzędzie sztucznej inteligencji, które jest w stanie utworzyć model po wpisaniu odpowiedniego polecenia przez użytkownika.



Rys. 3. Ekran menu głównego aplikacji

Źródło: opracowanie własne.

Po utworzeniu nowego projektu za pomocą odpowiedniego przycisku użytkownik przechodzi to okna projektu.



Rys. 4. Okno powitalne

Źródło: opracowanie własne.

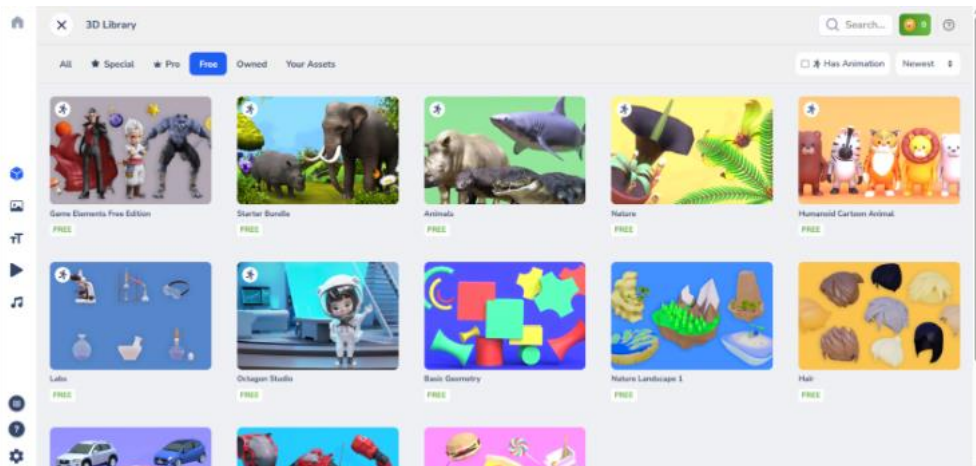
Okno powitalne (rys. 4) (po lewej stronie) oraz samouczek, krótki przewodnik po programie (po prawej stronie).



Rys. 5. Pole projektowania modelu trójwymiarowego

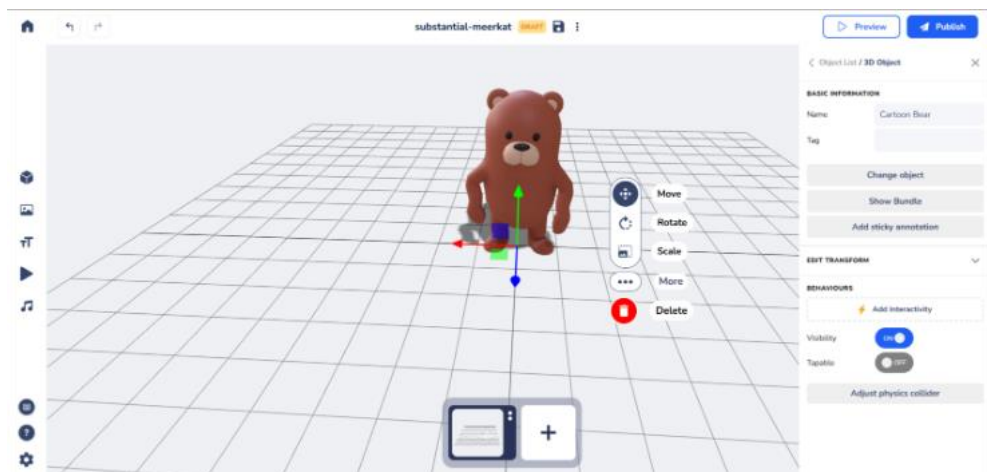
Źródło: opracowanie własne.

Widok pola projektowania modelu (rys. 5), dostępna biblioteka według kategorii (rys. 6) oraz okno projektowe z przykładowym modelem (rys. 7).



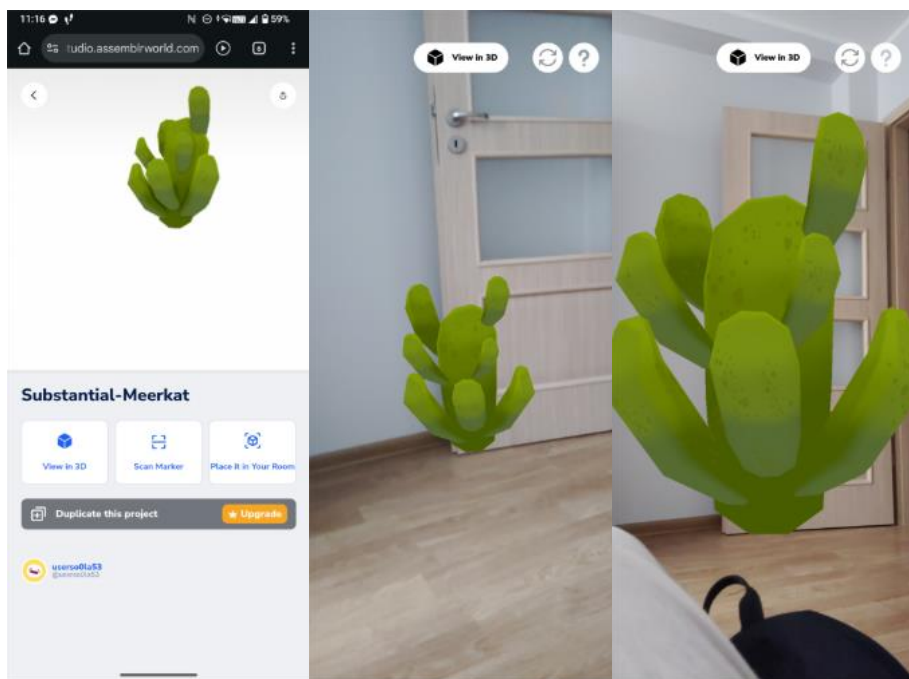
Rys. 6. Biblioteka z dostępnymi tematycznymi katalogami modeli 3D

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 7. Okno projektu ze wstawionym modelem wraz z polem wyboru opcji odnośnie do modelu

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 8. Wizualizacja

Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 8 po lewej stronie przedstawiono widok aplikacji na smartphonie (okno wyboru opcji wizualizacji modelu 3D); na środku: wizualizacja AR modelu w kształcie kaktusa; po prawej: wizualizacja modelu kaktusa, lecz w zwiększonej skali.

5. Dyskusja wyników

Analiza materiału badawczego, w którego skład wchodzi 12 aplikacji wspierających technologię rzeczywistości rozszerzonej, pozwala na sformułowanie licznych wniosków dotyczących ich przydatności w życiu codziennym, jak i w procesach projektowych oraz inżynierskich.

Przeprowadzona analiza oraz ocena porównawcza, uwzględniająca parametry techniczne, wymagania użytkowania i model licencjonowania, ujawnia wyraźne zróżnicowanie w ogólnodostępnych narzędziach AR, szczególnie podział na aplikacje stricte konsumenckie (wizualizacyjne) oraz profesjonalne (inżynierskie).

Pierwszym wnioskiem płynącym z analizy funkcjonalności testowanych aplikacji jest wyraźna różnica pomiędzy narzędziami służącymi wyłącznie do wyświetlania modeli CAD w przestrzeni (tzw. przeglądarkami modeli), a środowiskami umożliwiającymi ich aktywną edycję w czasie rzeczywistym podczas projekcji AR [Skórska, 2017]. Przeprowadzone badania wykazały, że znaczna część darmowych programów, takich jak eDrawings, AR Code czy BIMx, oferuje jedynie pasywną formę interakcji. Aplikacje te pozwalają na przeglądanie wybranego modelu bez możliwości jego bieżącej modyfikacji. Tego rodzaju funkcjonalność jest wystarczająca na etapie wizualnej weryfikacji projektu lub jego prezentacji, na przykład w celach marketingowych, jednak okazuje się niewystarczająca w fazie aktywnego prototypowania inżynierskiego.

Z drugiej strony aplikacje pokroju Shapr3D, Onshape czy uMake, które wprowadzają pełnoprawne narzędzia modelowania CAD do wizualizacji AR [Harrington Au i Gertz, 2016]. Program Sharp3D szczególnie wyróżnia się przez wykorzystanie silnika Parasolid oraz wsparcia dla materiałów PBR (Physically Based Rendering – renderowanie oparte na fizycznych właściwościach) i okluzji otoczenia. Takie połączenie technologii pozwala na realistyczną symulację modelu w przestrzeni wraz z cieniowaniem, co jeszcze zwiększa immersyjność prezentacji rzeczywistości rozszerzonej. Z kolei Onshape, którego struktura opiera się na działaniu w chmurze, wprowadza unikalną funkcję aktualizacji na żywo, czyli zmiany w modelu widoczne w czasie rzeczywistym. To znacznie ułatwia proces projektowania elementów, gdyż zmiany są widoczne na bieżąco, umożliwiają szybkie udoskonalanie projektu. Czas prototypowania jest kluczowy w procesie projektowym, więc narzędzia AR tego typu stanowią istotne ułatwienie. Owa funkcjonalność skraca nie tylko czas projektowania, ale również obniża koszty poprzez eliminację konieczności wytwarzania fizycznych prototypowych części.

Analiza wymagań sprzętowych wykazuje korelację między ilością i zaawansowaniem funkcji, a mocą obliczeniową, jaką musi posiadać sprzęt obsługiwany przez użytkownika. Aplikacje internetowe (działające w przeglądarce), takie jak AR Code czy Assemblr, charakteryzują się najniższą barierą wejścia, działając w oparciu o przeglądarkę i niewymagające markery (kody QR). Jest to rozwiązanie optymalne dla masowego odbiorcy, jednak wiąże się z niższą precyzją pozycjonowania modelu w przestrzeni. Takie narzędzia nie nadają się do profesjonalnego projektowania inżynierskiego.

Zaawansowane narzędzia modelowania CAD i projekcji AR odpowiednie dla inżynierów i architektów, wymagających precyzji, wydajności oraz wielu specjalistycznych narzędzi, to Shapr3D, Planner 5D, BIMx. Polegają one na sensorach głębi, takich jak technologia LiDAR. To rozwiązanie oparte o skan otoczenia, lecz

wymaga on bardzo wydajnego sprzętu, co wiąże się z dużymi kosztami dla użytkownika. W przypadku użycia tej technologii można liczyć na znacznie większą precyzję niż w przypadku markerów. W wizualizacji AR wysoka precyzja, rozdzielczość modelu oraz możliwości jego edytowania ściśle łączą się z koniecznością wykorzystania bardziej zaawansowanego technologicznie sprzętu, który jest znacznie droższy od standardowych urządzeń biurowych.

Kolejnym czynnikiem technicznym determinującym użyteczność inżynierską jest obsługa natywnych formatów plików. Badanie wykazało, że aplikacje konsumenckie (Assemblr, Planner 5D, uMake) operują głównie na formatach siatkowych (mesh), takich jak OBJ czy FBX. Formaty te, choć lekkie i łatwe w renderowaniu, pozbawione są inżynierskiej precyzji i historii operacji, przez co stają się one nieprzydatne w produkcji przemysłowej (CAM – Computer-Aided Manufacturing, czyli wspomagane komputerowo wytwarzanie; CNC – Computer Numerical Control, czyli numeryczne sterowanie komputerowe). Formaty siatkowe idealnie nadają się dla użytkownika, który chce mieć szybki dostęp do pojedynczych modeli poglądowych, które nie muszą być bardzo dokładne.

Dla inżyniera kluczowa jest obsługa formatów bryłowych (solid), takich jak STEP, IGES czy plików natywnych (SLDPRT, DWG). Aplikacje takie jak Shapr3D, eDrawings oraz Onshape zapewniają wsparcie dla tych standardów, pozwalając na zachowanie ciągłości cyklu życia produktu (Product Life-cycle Management). Należy jednak zauważyć, że darmowe wersje często limitują możliwości eksportu tych formatów (np. Shapr3D, uMake), zmuszając użytkownika do przejścia na model subskrypcyjny w momencie chęci przekazania projektu do produkcji. Taka polityka stawia użytkownika przed wyborem – porzucenia projektu lub wykupienia zazwyczaj drogiej licencji ograniczonej czasowo. Formaty bryłowe są niezbędne w procesie produkcji, gdyż charakteryzują się bardzo dużą dokładnością.

Większość testowanych aplikacji posiada różnego rodzaju ograniczenia finansowe tj. wymagają wykupienia licencji lub subskrypcji w celu uzyskania dostępu do wszystkich funkcji lub zniesienia ograniczeń. Wiele narzędzi początkowo wydaje się być całkowicie darmowa, posiadać nieistotne zablokowane funkcje, lecz po chwili użytkownika konsument dostrzega wiele różnorodnych ograniczeń, którymi są m.in.:

1. Ograniczenia prywatności/własności intelektualnej. Idealnym przykładem jest aplikacja Onshape, która w swojej darmowej wersji wymusza jawność wszystkich utworzonych na koncie projektów. Każdy inny użytkownik może obejrzeć dany model. To dyskwalifikuje z korzystania z programu w celach komercyjnych, ponieważ jawność np. prototypów nowych części nie zapewnia w żadnym

stopniu tajności i dyskrecji elementom wymagającym ochrony w przedsiębiorstwie. Pomimo wielu użytecznych funkcji tego typu program wymusza zakup subskrypcji, jeśli użytkownik potrzebuje zachowania prywatności swoich prac.

2. Ograniczenia funkcjonalne tj.:

- wiele aplikacji w tym AutoCAD Mobile w swojej bezpłatnej wersji nie pozwala na zapisywanie i edycję projektu, ale jedynie na jego od-czyt. Użytkownik ma możliwość wczytania modelu 3D do aplikacji, a następnie obejrzenia go podczas projekcji AR, lecz nie może edytować elementu oraz zapisać projektu w celu późniejszego obejrzenia ponownie. Musi znów powtarzać czynność wczytania gotowego modelu, aby móc dokonać jego ponownej wizualizacji;
- ograniczenia formatu – każdą z testowanych aplikacji wyróżniały formaty, w których użytkownik może zapisać swoje prace. Nie każdy program spełnia wymagania konsumenta odnośnie do zapisu; niektóre z aplikacji w bezpłatnej wersji nie pozwalają na swobodny wybór formatu zapisu. Dopiero po zakupie subskrypcji bądź licencji zostaje odblokowana możliwość wyboru formatu w jakim projekt ma zostać zapisany. Część programów nie pozwala na wielokrotny zapis prac w wielu różnych formatach, co jest nierzadko potrzebne podczas projektowania, gdyż każdy format zapisu posiada inne, odrębne cechy, które wykorzystuje się na różnych płaszczyznach, przykładowo w druku 3D;
- znaki wodne – aplikacje takie jak np. AR Code, Assemblr w bezpłatnej wersji oferują wiele funkcji, ale do każdej z prac dołączają wiele znaków wodnych tzn. na utworzonych przez użytkownika modelach bez względu na to jakich narzędzi użyje zostaną dodane elementy graficzne, których nie będzie mógł się pozbyć, dopóki nie wykupi wersji premium;
- limit aktywnych dokumentów – aplikacja Fusion 360 stosuje w swojej darmowej wersji ograniczenie jakim jest limit dokumentów, na których użytkownik może pracować, dopiero po wykupieniu subskrypcji otrzymuje dostęp do Nielimitowanych projektów. Tego typu ograniczenie jest znaczne, jeśli konsument chce projektować wiele odseparowanych elementów.

Istotnym aspektem korzystania z aplikacji do modelowania wspomaganego projektowania komputerowego i wspierających rozwiązania rzeczywistości rozszerzonej jest intuicyjność, ergonomia oraz wrażenia użytkownika z korzystania z programu. Projektowanie modeli trójwymiarowych jest wymagającą czynnością, ponieważ konsument pracuje w przestrzeni trójwymiarowej, gdzie liczy się orientacja w wymiarze długości, szerokości i wysokości. Wiele z przetestowanych programów

znacznie ułatwia rozeznanie się w tym procesie. Nowoczesne rozwiązania i funkcje pomagają w sprawnym projektowaniu nawet zaawansowanych elementów.

Badania wykazały zróżnicowany poziom intuicyjności. Narzędzia, takie jak SketchUp czy Planner 5D cechują się wysoką intuicyjnością, ponieważ są skierowane do architektów wnętrz i hobbystów, a więc osób, które chcą od razu przejść do ustalania jak ma wyglądać dane pomieszczenie. Tacy konsumenci nie potrzebują i nie chcą spędzać dużych ilości czasu na tworzeniu modelu pomieszczenia samego w sobie. Producenci wzięli tą potrzebę pod uwagę, więc program jest bardzo prosty w obsłudze, a użytkownik po kilku chwilach może zająć się np. planowaniem wystroju pokoju korzystając z dostępnych modeli, bez konieczności tworzenia własnych. To sprawia, że nawet osoby niedoświadczone w przestrzeni wspomaganej projektowania komputerowego oraz projekcji rzeczywistości rozszerzonej są w stanie obsłużyć program.

Aplikacje przeznaczone głównie dla zwykłego użytkownika, nieposiadającego wiedzy z zakresu projektowania inżynierskiego wymagają niskiego progu wejścia, jeśli chodzi o zaznajomienie z modelowaniem 3D. Większość dostępnych na rynku ogólnodostępnych narzędzi pozwala w krótkim czasie opanować obsługę różnych funkcji i możliwości aplikacji, co zdecydowanie wpływa na popularność takich rozwiązań w czynnościach związanych z codziennym życiem np. zaplanowanie wyglądu pokoju po remoncie lub prezentacja nowego rozwiązania w przedsiębiorstwie. Wysoka intuicyjność przekłada się na większe zainteresowanie konsumentów bez dużej wiedzy inżynierskiej, gdyż w prosty sposób mogą zwizualizować coś co kiedyś zajmowało wiele godzin pracy lub w ogóle nie było osiągalne.

Poza aplikacjami stricte hobbystycznymi mamy programy pokroju Fusion 360, Onshape, które charakteryzują się wysokim progiem wejścia, ponieważ wymagają posiadania wiedzy na poziomie inżynierskim w zakresie projektowania. Te rozwiązania oferują znacznie bardziej zaawansowane funkcje jak przykładowo łączniki dopasowania w Onshape, co wymaga większego rozeznania w tematyce CAD. Większe możliwości bardzo często idą w parze z koniecznością poświęcenia czasu na naukę obsługi programu. Początkujący użytkownik prawdopodobnie będzie miał problemy z utworzeniem bardziej zaawansowanych modeli, szczególnie jeśli chodzi o bezpośrednią edycję w środowisku AR.

W obecnych czasach cyfryzacji, obecności wielu narzędzi każdy użytkownik jest w stanie znaleźć program odpowiadający swoim potrzebom i kompetencjom. W przypadku, kiedy musi skorzystać z aplikacji wykraczającym poza jego wiedzę Internet oferuje mnóstwo poradników czy kursów dzięki którym można poznać działanie nawet tych bardziej skomplikowanych narzędzi.

Podsumowując dyskusję wyników badania można sformułować szereg wniosków. Technologia AR wykroczyła z fazy eksperymentalnej i testowej, przestała być wyłącznie ciekawostką, lecz stała się pełnoprawnym narzędziem, które można wykorzystać w wielu dziedzinach. W przemyśle stała się definicyjnym rozwiązaniem stosowanym w przemyśle 4.0. Natomiast dla zwykłego użytkownika AR jest ułatwieniem oraz urozmaicheniem codziennych czynności w pracy czy w życiu prywatnym. Ważnym elementem jest wybór odpowiedniego narzędzia:

- do szybkiej wizualizacji marketingowej najlepiej nadadzą się łatwe w obsłudze narzędzia oparte na pracy w przeglądarce web, takie jak AR Code czy Assemblr;
- do prezentacji wizji architektonicznej idealnie nadadzą się BIMx i Planner 5D, ponieważ zintegrowane są z technologiami BIM oraz LiDAR, które znacznie ułatwią, usprawniają pracę w takim programie;
- do projektowania na poziomie inżynierskim nadadzą się Onshape, eDrawings, ponieważ opierają się one na zaawansowanych technologiach STEP/CAD.

Cała analiza skupia się jedynie na wizualnym, żadna z aplikacji nie angażuje innego zmysłu niż wzrok. Wizualizacja AR zapewniająca doświadczenia haptyczne (dotykowe) byłaby o wiele bardziej angażująca i wpływająca na postrzeganie wirtualnych obiektów. Być może wprowadzenie zaawansowanych systemów wykorzystujących nie tylko aspekt wizualny, ale również pobudzających inne zmysły będzie przyszłością prężnie rozwijającej się branży aplikacji wspierających modelowanie CAD oraz wizualizację rozszerzonej rzeczywistości.

Podsumowanie

Przeprowadzona analiza darmowych narzędzi rozszerzonej rzeczywistości wspierających wizualizację modeli CAD potwierdza, że ta technologia staje się kluczowym elementem nowoczesnego projektowania inżynierskiego i prototypowania. Analiza badanych platform ukazała wyraźny podział między narzędziami nastawionymi na prostą, intuicyjną prezentację modeli 3D a zaawansowanymi platformami wymagającymi wiedzy inżynierskiej, lecz oferującymi bardziej rozbudowane funkcje techniczne. W trakcie przeprowadzanych badań wykazano, że ważnym czynnikiem warunkującym użyteczność oprogramowania AR jest przede wszystkim kompatybilność z formatami takimi jak STEP, STL czy OBJ oraz intuicyjność interfejsu.

Analiza wybranych rozwiązań pozwala na wyraźny podział rynku oprogramowania ze względu na grupę docelową. Narzędzia, takie jak Assemblr czy Planner 5D, cechują się bardzo wysoką intuicyjnością, sprzyjając dostępności dla amatorów

i osób bez przygotowania technicznego. Z kolei aplikacje, takie jak Onshape oraz Shapr3D, stanowią profesjonalne systemy inżynierskie, które umożliwiają wizualizację w rozszerzonej rzeczywistości wraz z zaawansowanym cyklem projektowym i modelowaniem CAD w czasie rzeczywistym.

Z punktu widzenia użytkownika istotną rolę odgrywają m.in. wymagania sprzętowe, koszt licencji danego narzędzia oraz ograniczenia wersji darmowych, które często mają powiązanie z jakością importowanych plików, ilością wytworzenia projektów. Wszystkie ograniczenia wpływają na możliwość korzystania z danych narzędzi w fazach powstawania projektu, w środowisku akademickim, ale nie tylko. Przede wszystkim w miejscach, w których budżet jest mocno ograniczony.

Powyższe badania wskazują, że nie istnieje jedno darmowe narzędzie rzeczywistości rozszerzonej spełniające wszystkie wymagania. Dobór odpowiednich rozwiązań powinien być idealny do naszych oczekiwań oraz potrzeb. Wybór narzędzi do edukacji lub tworzenia prostych rzeczy powinien odznaczać się wysoką intuicyjnością, natomiast w pracy inżynierskiej powinny być zintegrowane z systemem wspomaganego projektowania komputerowego.

Rozszerzona rzeczywistość przestała być wyłącznie dodatkiem, a stała się realnym narzędziem redukującym koszty produkcji, poprawiającym komunikację techniczną oraz zwiększającym bezpieczeństwo przy pracy. Wybór konkretnego oprogramowania musi być poprzedzony rzetelną analizą potrzeb projektowych, gdyż różnice w dostępności funkcji inżynierskich między poszczególnymi aplikacjami są kluczowe, aby proces projektowy zakończył się powodzeniem.

Z perspektywy rozwoju rozszerzonej rzeczywistości w przemyśle, uzyskane wyniki wskazują na rosnący potencjał bezpłatnych narzędzi, ale także na wyraźne luki funkcjonalne. Dla badań, które zostaną wykonane w przyszłości, istotne jest wypełnienie tych luk w zakresie interfejsów angażujących nie tylko wzrok i słuch, ale też dotyk lub węch.

ORCID iD

Klaudia Tomaszewska: <https://orcid.org/0000-0002-0233-5707>

Literatura

1. AR Code, <https://ar-code.com/> [26.01.2026].
2. Assemblr World, <https://assemblrworld.com/> [26.01.2026].
3. Autodesk Fusion 360, <https://www.autodesk.com/pl/products/fusion-360/> [26.01.2026].
4. Autodesk, <https://www.autodesk.com/pl/> [26.01.2026].

5. Azuma R. T. (1997), *A Survey of Augmented Reality*, Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6(4), s. 355-385.
6. Billinghurst M., Clark A., Lee G. A. (2015), *A Survey of Augmented Reality*, Foundations and Trends in Human-Computer Interaction, 8(2-3), s. 73-272.
7. Caudell T. P., Mizell D. W. (1992), *Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes*, Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences, s. 659-669.
8. Dudycz H. (red.) (2024), *Informatyka w biznesie, Debiuty studenckie*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.
9. eDrawings Viewer, <https://www.edrawingsviewer.com/> [26.01.2026].
10. Harrington Au J., Gertz E. (2016), *3D CAD i Autodesk 123D. Modele 3D, wycinanie laserowe i własnoręczne wytwarzanie*, Helion, Gliwice.
11. Linowes J., Babiński K. (2020), *Augmented Reality for Developers*, Packt Publishing, Birmingham.
12. Milgram P., Kishino F. (1994), *A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays*, IEICE Transactions on Information and Systems, E77-D(12), s. 1321-1329.
13. Nee A. Y. C., Ong S. K., Chryssolouris G., Mourtzis D. (2012), *Augmented reality applications in design and manufacturing*, CIRP Annals - Manufacturing Technology, 61(2), s. 657-679.
14. Neshov N. N., Tonchev K., Manolova A., Poulkov V., Zaharis Z. D. (2023), *Application of a 3D Talking Head as Part of Telecommunication AR, VR, MR System: Systematic Review*, Applied Sciences, 13(2), artykuł 745.
15. Nowak M., Ziętak W. (2023), *Projektowanie wirtualne z wykorzystaniem systemów CAD*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice.
16. Onshape, <https://www.onshape.com/> [26.01.2026].
17. Planner 5D, <https://planner5d.com/> [26.01.2026].
18. Shapr3D, <https://www.shapr3d.com/> [26.01.2026].
19. SketchUp, <https://sketchup.com.pl/> [26.01.2026].
20. Skórska H. K. (2017), *Systemy i zastosowania rzeczywistości rozszerzonej*, Przegląd Mechaniczny, 76(7-8), s. 48-52, DOI: 10.15199/148.2017.7-8.7.
21. uMake, <https://www.umake.com/> [26.01.2026].
22. Vectorworks, <https://www.vectorworks.net/> [26.01.2026].
23. Wichniarek R., Zawadzki P., Górski F., Buń P., Hamrol A., Kuczko W. (2016), *Wspomaganie projektowania koncepcyjnego mebli z zastosowaniem aplikacji rzeczywistości wirtualnej i technik opartych na wiedzy*, Katedra Zarządzania i Inżynierii Produkcji, Politechnika Poznańska.

24. Zhou F., Been-Lirn Duh H., Billinghamurst M. (2008), *Trends in Augmented Reality Tracking, Interaction, and Display: A Review of Ten Years of ISMAR*, Proceedings of the 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality, s. 193-202.

AR as a Tool for Visualizing CAD Models in the Prototyping Phase – an Overview of Free Solutions

Abstract

In the era of digital transformation of manufacturing processes (Industry 4.0), Augmented Reality (AR) technologies are gaining importance as a key element supporting scientific and research processes. The aim of this paper is to analyze free AR tools that support the visualization of CAD models. The paper reviews the literature and presents an evaluation of selected AR applications such as Planner 5D, eDrawings, Onshape, and Shapr3D. The results of the study indicate a clear division of available solutions into consumer applications; characterized by high intuitiveness and support for mesh formats, and professional engineering tools, offering precision and support for solid formats such as STEP but requiring specialist knowledge. The analysis revealed significant limitations of the free versions including file export limits, inability to save, and forced disclosure of projects. The conclusions confirm that AR technology effectively supports the prototyping process and cost reduction. However, the selection of a free tool must be closely linked to specific design needs, as there is no universal free solution that meets all user requirements, regardless of their level of design expertise.

Key words

Augmented Reality, CAD models, prototyping

ZARZĄDZANIE TRANSPORTEM

TRANSPORT MANAGEMENT

Ocena ryzyka transportu paliwa lotniczego z wykorzystaniem metody Risk Score

Kaja Polkowska

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: kajapolkowska261@gmail.com

Klaudia Budna 

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: klaudia.budna@pb.edu.pl

DOI: 10.24427/az-2026-0010

Streszczenie

Przewóz paliwa lotniczego stanowi jeden z kluczowych elementów funkcjonowania transportu lotniczego, odgrywając istotną rolę w zapewnieniu ciągłości i bezpieczeństwa operacji lotniczych. Ze względu na właściwości fizykochemiczne paliwa lotniczego oraz specyfikę jego transportu i obsługi, proces ten wiąże się z występowaniem licznych zagrożeń technicznych, operacyjnych i środowiskowych. Celem niniejszego artykułu jest identyfikacja głównych zagrożeń związanych z przewozem paliwa lotniczego oraz przeprowadzenie oceny ryzyka tych zagrożeń. Charakterystyka zagrożeń została opracowana na podstawie przeglądu literatury naukowej oraz stron internetowych. Analizę ryzyka przeprowadzono z wykorzystaniem metody Risk Score, umożliwiającej jakościową ocenę poziomu ryzyka oraz wskazanie obszarów wymagających działań korygujących i zapobiegawczych. Uzyskane wyniki mogą stanowić istotne wsparcie dla podmiotów odpowiedzialnych za transport i obsługę paliwa lotniczego, przyczyniając się do poprawy bezpieczeństwa oraz optymalizacji procesów logistycznych w lotnictwie.

Słowa kluczowe

paliwo lotnicze, ładunki niebezpieczne, Risk Score

Wstęp

Transport stanowi jedną z ważniejszych gałęzi gospodarczych, a także jest jednym z istotnych czynników w rozwoju współczesnych państw. Dążenie do tworzenia coraz sprawniejszych systemów transportowych, wyposażonych w efektywną infrastrukturę oraz opartych na doskonalonych zasadach funkcjonowania, jest obecnie jednym z głównych wyzwań rozwojowych [Kopczewski i Nowacki, 2019, s. 49]. Jednym z wymagających ładunków do przewozu są materiały niebezpieczne, które są realizowane przez różne środki transportu. Organizacja transportu ładunków niebezpiecznych jest szczególnie ważna oraz liczy się z wieloma przeszkodami i zagrożeniami. Zarówno musi zgadzać się z obowiązującymi przepisami oraz nie stwarzać ryzyka dla otoczenia zewnętrznego [Kociemba, 2025, s. 128].

W przypadku transportu materiałów niebezpiecznych, ich właściwości mogą prowadzić do poważnych skutków środowiskowych oraz dla życia i zdrowia człowieka, a także dóbr materialnych. Z tego względu przewóz ładunków niebezpiecznych podlega licznym regulacjom, takiej jak umowa europejska dotycząca międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych (ADR), która określa wymagania dotyczące klasyfikacji, odpowiedniego opakowania, oznakowania, środków transportu oraz procedur wykonywania operacji ładunkowych.

Celem niniejszego artykułu jest przeprowadzenie analizy ryzyka w procesie przewozu paliwa lotniczego z wykorzystaniem metody Risk Score. W artykule dokonano identyfikacji zagrożeń na poszczególnych etapach procesu (załadunek, transport, rozładunek), oceny ich prawdopodobieństwa, skutków oraz ekspozycji, a następnie wyznaczono poziom ryzyka i zaproponowano wybrane środki ograniczające to ryzyko.

1. Pojęcie ładunków niebezpiecznych oraz ich klasyfikacja

Transport jest to proces przemieszczania osób lub ładunków za pomocą odpowiednich środków transportu oraz świadczeniu związanych z tym usług dodatkowych [Brodzik, 2020, s.16]. Wraz z rozwojem przewozów coraz bardziej wzrasta znaczenie bezpieczeństwa przewożonych ładunków oraz otoczenia zewnętrznego. Głównie dbałość o ochronę materiałów przewożowych, ale również ludzi i całego środowiska nabiera szczególnego znaczenia w przypadku przewozu materiałów niebezpiecznych [Kurowski, 2015, s. 101].

Materiały niebezpieczne stanowią szczególną kategorię ładunków, które można definiować jako substancje, które ze względu na swoje właściwości chemiczne, fizyczne lub biologiczne w przypadku zastosowania nieodpowiednich zasad w czasie

całego procesu przewozu materiałów mogą stwarzać zagrożenie dla zdrowia, życia, środowiska naturalnego bądź uszkodzenia innych dóbr materialnych [Muślewski i in., 2014, s. 7713].

Towary niebezpieczne podlegają szczegółowej klasyfikacji opartej na jasno zdefiniowanych kryteriach, które znajdują odzwierciedlenie w międzynarodowych regulacjach transportowych. Zgodnie z wytycznymi Komitetu Ekspertów ONZ, materiały te zostały uporządkowane w dziewięć klas, odzwierciedlających charakter i skalę potencjalnego zagrożenia. System ten stanowi podstawę globalnych standardów dotyczących oznakowania, pakowania oraz bezpiecznego przemieszczania ładunków niebezpiecznych. Jednocześnie pozostaje w pełni zgodny z rozwiązaniami stosowanymi w przepisach sektorowych poszczególnych gałęzi transportu, gdzie wyróżnia się łącznie trzynaście klas [Skowrońska i Suchecki, 2022, s. 4].

Ważnym elementem klasyfikacji towarów niebezpiecznych jest przypisanie danego materiału lub przedmiotu zawierającego materiał niebezpieczny, do odpowiedniej klasy oraz grupy pakowania. W umowie ADR zostały zawarte trzy grupy pakowania [<https://dziennikustaw.gov.pl>, 04.12.2025]:

- I grupa: materiały stwarzające duże zagrożenie;
- II grupa: materiały stwarzające średnie zagrożenie;
- III grupa pakowania: stwarzające duże zagrożenie.

Określenie klasy odbywa się na podstawie dominującego rodzaju zagrożenia, jakie stwarza dany towar, przy czym zagrożenie to musi odpowiadać kryteriom klasyfikacyjnym przewidzianym dla danej kategorii [<https://www.plk-sa.pl>, 11.12.2025].

W związku z tym, na podstawie przepisów Umowy europejskiej dotyczącej międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych (ADR) oraz krajowych regulacji odnoszących się do przewozu drogowego, dokonuje się klasyfikacji towarów niebezpiecznych. Wyróżnia się dziewięć podstawowych klas materiałów i przedmiotów stwarzających zagrożenie [<https://dziennikustaw.gov.pl>, 04.12.2025]:

- | | |
|-----------|--|
| Klasa 1 | Materiały wybuchowe i przedmioty z materiałami wybuchowymi |
| Klasa 2 | Gazy |
| Klasa 3 | Materiały zapalne ciekłe |
| Klasa 4.1 | Materiały zapalne stałe, materiały samoreaktywne, materiały polimeryzujące i materiały wybuchowe odczulone stałe |
| Klasa 4.2 | Materiały podatne na samozapalenie |
| Klasa 4.3 | Materiały wydzielające w zetknięciu z wodą gazy palne |
| Klasa 5.1 | Materiały utleniające |
| Klasa 5.2 | Nadtlenki organiczne |
| Klasa 6.1 | Materiały trujące |

Klasa 6.2	Materiały zakaźne
Klasa 7	Materiały promieniotwórcze
Klasa 8	Materiały żrące
Klasa 9	Różne materiały i podmioty niebezpieczne

Za prawidłową klasyfikację towaru do odpowiedniej klasy nie odpowiada przewoźnik lub kierowca, jednakże obowiązek ten spoczywa na głównym importerze, producencie, nadawcy ładunku. W szczególnych przypadkach zadania związane z klasyfikacją oraz oceną ryzyka mogą zostać powierzone doradcy do spraw bezpieczeństwa w transporcie towarów niebezpiecznych (DGSA) [Bielecki i Nieśpiałowski, 2017, s. 59].

W przepisach Umowy ADR każdy towar lub grupa towarów niebezpiecznych posiada indywidualny, czterocyfrowy numer identyfikacyjny. Określa się go jako numer UN (ONZ) lub numer identyfikacyjny materiału. Poszczególne cyfry tego oznaczenia co do zasady nie mają samodzielnego znaczenia, z wyjątkiem sytuacji, gdy numer rozpoczyna się od zera – wówczas wskazuje on na przynależność do klasy 1 (materiały i przedmioty wybuchowe). Dysponowanie numerem UN umożliwia sprawne odszukanie wszystkich wymagań dotyczących przewozu danego ładunku. Z tego względu numer ten stanowi podstawową informację o materiale lub przedmiocie dla wszystkich uczestników procesu transportowego [Kokociński, 2009, s. 20].

2. Obowiązujące przepisy i regulacje związane z transportem ładunków niebezpiecznych

Transport ładunków niebezpiecznych jest szczególny, dlatego wymaga dokładnych regulacji oraz jednolitych zasad obowiązującej na arenie międzynarodowej. Przepisy te zawarte są w następujących umowach międzynarodowych [Gregorczyk i in., 2025, s. 12]:

Tab. 1. Zestawienie umów międzynarodowych do danych rodzajów przewozu materiałów niebezpiecznych

Rodzaj przewozu materiałów niebezpiecznych	Rodzaj umowy
Drogowy	Umowa dotycząca międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych (ADR)
Kolejowy	Regulamin dla międzynarodowego przewozu kolejowego towarów niebezpiecznych (RID)

Rodzaj przewozu materiałów niebezpiecznych	Rodzaj umowy
Śródlądowy	Umowa europejska dotycząca międzynarodowego przewozu śródlądowym drogami wodnymi towarów niebezpiecznych (ADN)
Morski	Międzynarodowy Kodeks Morski Towarów Niebezpiecznych (IMDG Code)
Lotniczy	Instytucje Techniczne Międzynarodowej Organizacji Lotnictwa Cywilnego dotyczących bezpiecznego transportu towarów niebezpiecznych drogą lotniczą (ICAO TI)

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Gregorczyk i in., 2025, s. 12].

Najważniejszym aktem prawnym w tym zakresie jest umowa europejska dotycząca międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych (ADR) [Kopczewski i Nowacki, 2019, s. 50]. Została sporządzona w Genewie 30 września 1957 roku. Sporządzony dokument jest obszerny, ponieważ obejmuje swoim zakresem wiele zagadnień związanych z bezpieczeństwem przewozu substancji, które mogą stwarzać zagrożenie. Składa się z umowy właściwej, określającej relacje prawne między państwami-stronami, oraz z załączników A i B, które są jej integralną częścią [<https://www.gov.pl/>, 11.12.2025]. Załącznik A zawiera jedno z kluczowych obszarów uregulowanych w Umowie ADR, czyli klasyfikacja towarów niebezpiecznych, stanowiąca podstawę do doboru właściwych opakowań, środków transportu oraz zasad oznakowania i postępowania z ładunkiem [<https://www.janosowski.pl/>, 29.12.2025]. W załączniku B zawiera przepisy dotyczące [Kutyło i in., 2019, s. 12]:

- wymagań konstrukcyjnych i dopuszczenia do ruchu pojazdów (w tym przyczep, cystern, kontenerów oraz kontenerów-cystern);
- wyposażenia pojazdów;
- wymagań stawianych załodze pojazdu i innym uczestnikom przewozu;
- zakres dokumentacji przewozowej;
- zasad nadzorowania pojazdów, w tym ograniczeń przejazdu przez tunele.

W celu ograniczenia zagrożeń oraz zapewnienia bezpieczeństwa osobom zaangażowanym w obsługę ładunków niebezpiecznych, innym użytkownikom dróg, a także środowisku naturalnemu, przemieszczanie tego typu ładunków zostało objęte szeregiem ograniczeń prawnych, technicznych i organizacyjnych. Wojtczuk podkreśla, że transport materiałów niebezpiecznych wiąże się z wysokim prawdopodobieństwem wystąpienia sytuacji zagrażających bezpieczeństwu. Dlatego konieczne jest istnienie szczegółowych przepisów, których celem jest minimalizacja ryzyka związanego z przemieszczaniem tego rodzaju towarów [Wojtczuk, 2024,

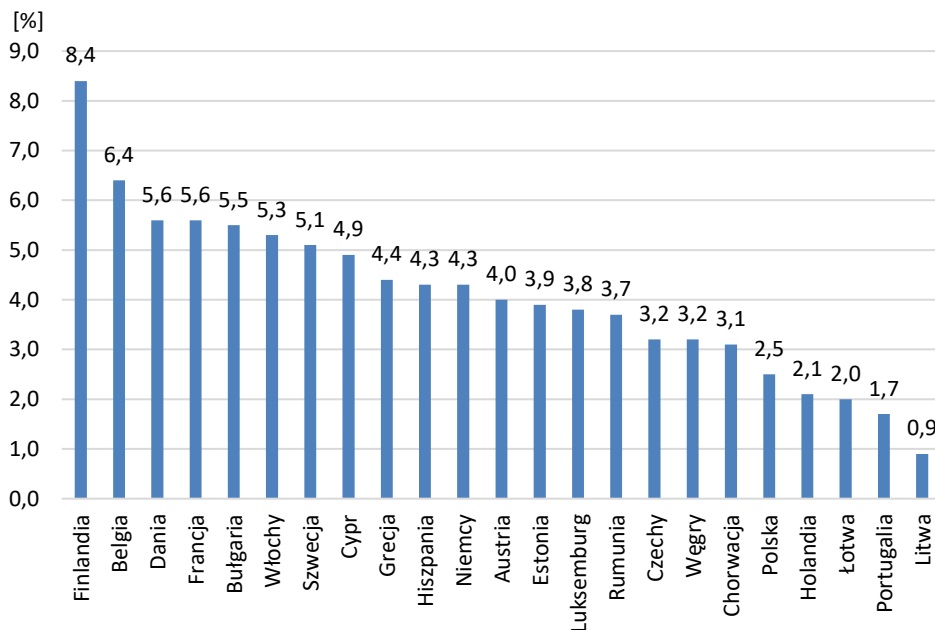
s. 63]. Główne regulacje odnoszą się w szczególności do dopuszczania towarów niebezpiecznych do przewozu, ich prawidłowego opakowania, wymagań kwalifikacyjnych wobec pracowników, właściwego doboru środków transportu, a także zasad organizacji i realizacji całego procesu przewozowego [Muślewski i in., 2014, s. 7714-7715].

3. Główne zagrożenia i wyzwania związane z przewozem ładunków niebezpiecznych

Według statystyk oraz dostępnych opracowań ładunki niebezpieczne stanowią w Polsce około 10-15% ogólnej wielkości przewozów [Domagała i Rymsha, 2021, s. 15]. Szacunki Najwyższej Izby Kontroli, wskazują, że rocznie przewozi się ok. 150 mln ton ładunków niebezpiecznych, natomiast po polskich drogach codziennie porusza się około 20 tysięcy pojazdów z tego typu ładunkiem [Walendzik i in., 2021, s. 16]. Struktura przewozów jest silnie zdominowana przez transport lądowy, który odpowiada za ok. 88-90% przewozów ładunków niebezpiecznych, podczas gdy kolej realizuje ok. 8-10% [Lasota i in., 2024, s. 134]. Według danych Urzędu Transportu Kolejowego w 2023 roku samą koleją przewieziono około 32 mln ton ładunków niebezpiecznych (ok. 14% całej masy ładunków kolejowych), a w 2024 r. aż 32,5 mln ton [<https://utk.gov.pl/>, 23.12.2025]. Przedstawione statystyki potwierdzają otrzymującą się wysoką skalę przewozu materiałów niebezpiecznych.

W Polsce najczęściej przewozi się towary niebezpieczne związane z sektorem paliwowo – energetycznym oraz przemysłem chemicznym. Niezbędne są do zasilania transportu, ogrzewania budynków oraz realizacji procesów technologicznych w gospodarce. Największy udział w przewozie materiałów niebezpiecznych według masy jest klasa materiałów zapalnych ciekłych (68%). Natomiast poza nimi również wysoki udział w przewozie mają różne materiały i przedmioty niebezpieczne (11%) oraz gazy (9,2%) [<https://utk.gov.pl/>, 04.01.2026].

Innym zestawieniem wyróżnia się udział przewozów ładunków niebezpiecznych transportem drogowym poszczególnych państw Unii Europejskiej. Według danych Europejskiego Urzędu Statystycznego - można zauważyć, iż w 2024 roku największe wartości w przewozie ładunków niebezpiecznych odnotowano dla państw Finlandii (8,4%), Belgii (6,4%), Danii oraz Francji (po 5,6%) [<https://ec.europa.eu/eurostat>, 04.01.2026].



Rys. 1. Transport towarów drogowych towarów niebezpiecznych w 2024 roku

Źródło: opracowanie własne na podstawie [<https://ec.europa.eu/Eurostat>, 04.01.2026].

W skali Unii Europejskiej dominują przewozy materiałów zapalnych ciekłych, które stanowią ponad 50% przewożonych materiałów w tym obszarze. Drugim, co do wielkości transportu są gazy (około 14 %), natomiast trzecią substancje żrące (10%) [Nowacki i in., 2016, s. 145]. Materiały zapalne ciekłe, gazy oraz substancje żrące stanowią trzy czwarte drogowego transportu ładunków niebezpiecznych w Unii Europejskiej, co podkreśla znaczącą ich rolę w prawidłowym działaniu i zaopatrzeniu gospodarki europejskiej [Nowacki i in., 2016, s. 145].

W przypadku materiałów niebezpiecznych można wyróżnić wiele zagrożeń każdym etapie procesu - od załadunku, transport aż po ich rozładunek. Może dojść do wystąpienia zagrożeń wybuchowych, toksycznych bądź pożarowych, które mogą skutkować m. in. utratą zdrowia lub życia znacznej liczby osób, koniecznością przeprowadzenia ewakuacji ludności z obszarów zagrożonych, powstaniem strat materialnych, a także degradacją środowiska [Dobrzyńska, 2013, s. 2-3].

W większości przypadków nawet najbardziej rygorystyczne przepisy regulujące transport ADR nie są w stanie całkowicie wyeliminować ryzyka. Pomimo rozbudowanych wymagań prawnych nadal dochodzi do zdarzeń niebezpiecznych

dla otoczenia. Głównymi zagrożeniami w przewozie ładunków niebezpiecznych są [https://pienkowski-consulting.pl, 18.12.2025], [Brodzik, 2020, s. 19]:

- niezgodność transportu z wymaganiami ADR;
- zły stan techniczny opakowań i jednostek ładunkowych;
- zły stan techniczny środka transportu;
- nieprawidłowe zabezpieczenie ładunku;
- brak zapewnionego lub brak ważnego odpowiedniego szkolenia kierowcy o przewozie materiałów niebezpiecznych;
- ignorowanie procedur bezpieczeństwa;
- nieadekwatna reakcja w sytuacji awaryjnej, w tym brak lub niewłaściwe oznakowanie miejsca zdarzenia, utrudniające prowadzenie akcji ratowniczej;
- niekorzystne warunki atmosferyczne ograniczające widoczność i przyczepność pojazdów;
- zły stan techniczny infrastruktury drogowej oraz jej niewystarczające oznakowanie;
- nieodpowiednie wyposażenie punktów przeładunkowych;
- kolizje drogowe wynikające z błędów kierowcy;
- nieprecyzyjna organizacja transportu ładunków niebezpiecznych;
- niewystarczające zabezpieczenie obiektów przeładunkowych przed przedostawaniem się uwolnionych substancji niebezpiecznych do środowiska naturalnego.

Wszystkie zagrożenia bezpośrednio przekładają się na rodzaj i skalę skutków zdarzeń z udziałem ładunków niebezpiecznych. W ich następstwie dochodzi do wystąpienia skutków zagrożeń wybuchowych, toksycznych, pożarowych, korozyjnych, promieniotwórczych i biologicznych, których skutki odczuwalne są zarówno przez uczestników ruchu drogowego, jak i mieszkańców obszarów położonych w sąsiedztwie trasy przewozu [Brodzik, 2020, s. 19].

Konsekwencje tych zdarzeń mogą mieć charakter wielowymiarowy. Może stanowić zagrożenie zarówno dla człowieka, jak i środowiska. W następstwie awarii, kolizji lub niewłaściwej obsługi może dojść do wybuchu, pożaru, wycieku substancji toksycznych, żrących czy promieniotwórczych, co skutkuje bezpośrednim zagrożeniem życia i zdrowia ludzi (zatrucia, oparzenia, uszkodzenia narządów, działanie uczulające i drażniące) oraz zwierząt. Jednocześnie uwolnione substancje mogą przenikać do gleby oraz wód powierzchniowych i podziemnych, powodując ich skażenie, degradację ekosystemów oraz długotrwałe konsekwencje środowiskowe i gospodarcze. Innymi zagrożeniami mogą również być utrata pracy w związku z brakiem umiejętności przewozu towarów niebezpiecznych, jak też

może powodować do znacznych strat materialnych lub znacznych utrudnień w ruchu drogowym. Skala zidentyfikowanych zagrożeń potwierdza konieczność ścisłego przestrzegania przepisów ADR oraz konsekwentnego doskonalenia systemów zarządzania bezpieczeństwem w przewozach ładunków niebezpiecznych [https://danwoj.pl/, 29.12.2025].

4. Metodyka badań

Celem przeprowadzenia badań jest ocena poziomu ryzyka związanego z realizacją przewozu paliwa lotniczego wykorzystywany do silników turbinowych z wykorzystaniem metody Risk Score oraz wskazanie działań korygujących lub doskonalących. Metoda Risk Score jest to jakościowa metoda oceny ryzyka, która pozwala ocenić zagrożenia w danym procesie. Obejmuje ona określenie prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożenia, ekspozycji na zagrożenie oraz potencjalnych skutków jego wystąpienia [Chrzan i Chrzan, 2017, s. 49].

5. Wyniki badań

Pierwszym etapem przeprowadzonych badań było określenie zagrożeń w przewozie paliwa lotniczego w poszczególnych procesach transportowych (tabela 2). Identyfikacja zagrożeń objęła kluczowe etapy: załadunek, transport oraz rozładunek. W każdym z nich wyróżniono zarówno zagrożenia techniczne, jak i błędy ludzkie. Dodatkowo uwzględniono czynniki związane z jakością paliwa oraz wpływu warunków zewnętrznych.

Tab. 2. Zagrożenia przewozu paliwa lotniczego w poszczególnych etapach procesu

Proces	Zagrożenia
Załadunek	• Wyciek paliwa podczas podłączania lub odłączania węży załadunkowych; • Zapłon paliwa lub jego oparów w obecności źródła zapłonu; • Rozprysk paliwa na pracowników; • Błędy operacyjne wynikające z nieprzestrzegania instrukcji i procedur załadunku;
Transport	• Kolizja drogowa lub wywrócenie pojazdu; • Uszkodzenia konstrukcji zbiornika lub elementów mocujących; • Niekorzystne warunki atmosferyczne dla przewożonego towaru; • Niewłaściwy dobór trasy przejazdu;
Rozładunek	• Zawilgocenie lub zanieczyszczenie mechaniczne paliwa; • Niestosowanie przez pracowników wymaganej odzieży i środków ochrony indywidualnej;

Proces	Zagrożenia
	- Rozlanie paliwa w wyniku nieuszczelności instalacji rozładunkowej lub przepełnienia zbiornika odbiorczego; - Niewłaściwe zabezpieczenie i oznakowanie strefy rozładunku.

Źródło: opracowanie własne.

Następnie określono prawdopodobieństwo, skutki i ekspozycję na zagrożenia stosując metodę Risk Score (tabela 3, 4 i 5). W ocenie prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożenia przypisano opis oraz wartość liczbową w skali od 0,5 (bardzo niskie prawdopodobieństwo) do 10 (bardzo wysokie prawdopodobieństwo) (tabela 3).

Tab. 3. Ocena prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożeń metodą Risk Score

Lp.	Zagrożenie	Prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożeń	
		Opis	Wartość
1.	Wyciek paliwa podczas podłączania lub odłączania węży	Bardzo prawdopodobne	10
2.	Zapłon paliwa lub oparów przy obecności źródła zapłonu	Możliwe do pomyślenia	0,5
3.	Rozprysk paliwa na pracowników	Mało prawdopodobne, ale możliwe	3
4.	Błędy operacyjne wynikające z nieprzestrzegania instrukcji i procedur załadunku	Całkiem możliwe	6
5.	Kolizja drogowa lub wywrócenie pojazdu	Tylko sporadycznie możliwe	1
6.	Uszkodzenia konstrukcji zbiornika lub elementów mocujących	Możliwe do pomyślenia	0,5
7.	Niekorzystne warunki atmosferyczne	Całkiem możliwe	6
8.	Niewłaściwy dobór trasy przejazdu	Mało prawdopodobne, ale możliwe	3
9.	Zawilgocenie lub zanieczyszczenia mechaniczne paliwa	Tylko sporadycznie możliwe	1
10.	Niestosowanie przez pracowników wymaganej odzieży i środków ochrony indywidualnej	Całkiem możliwe	6
11.	Rozlanie paliwa	Mało prawdopodobne, ale możliwe	3

Lp.	Zagrożenie	Prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożeń	
		Opis	Wartość
	(np. nieszczelność instalacji rozładunkowej lub przepełnienia zbiornika odbiorczego)		
12.	Niewłaściwe zabezpieczenie i oznakowanie strefy rozładunku	Całkiem możliwe	6

Źródło: opracowanie własne.

Najwyższe prawdopodobieństwo występuje przy zagrożeniu wycieku paliwa podczas podłączania lub odłączania węży (wartość 10). Oznacza to, że etap wykonywany jest często, zatem jest narażony na zużycie i nieprzewidywalne awarie. Dodatkowo, duże prawdopodobieństwo zaistnienia mają zagrożenia wynikające z błędów ludzkich (np. nieprzestrzeganie procedur załadunku, niestosowanie środków ochrony indywidualnej). Natomiast najniższe wartości prawdopodobieństwa przypisano zdarzeniom uznanym za sporadyczne lub trudne do przewidzenia, takim jak zapłon paliwa, poważne uszkodzenie środka transportu czy zanieczyszczenie paliwa, które wymagają jednoczesnego zaistnienia kilku niekorzystnych czynników.

Następnie dokonano analizy oceny skutków zagrożeń (tabela 4). Każdemu zagrożeniu przypisano wartość zgodnie ze skalą od 3 (średni skutek) do 100 (poważna katastrofa).

Tab. 4. Ocena skutków zagrożeń metodą Risk Score

Lp.	Zagrożenie	Skutki zagrożeń	
		Strata	Wartość
1.	Wyciek paliwa podczas podłączania lub odłączania węży	Średnia	3
2.	Zapłon paliwa lub oparów przy obecności źródła zapłonu	Poważna katastrofa	100
3.	Rozprysk paliwa na pracowników	Duża	7
4.	Błędy operacyjne wynikające z nieprzestrzegania instrukcji i procedur załadunku	Bardzo duża	15
5.	Kolizja drogowa lub wywrócenie pojazdu	Katastrofa	40
6.	Uszkodzenia konstrukcji zbiornika lub elementów mocujących	Bardzo duża	15

Lp.	Zagrożenie	Skutki zagrożeń	
		Strata	Wartość
7.	Niekorzystne warunki atmosferyczne	Bardzo duża	15
8.	Niewłaściwy dobór trasy przejazdu	Średnia	3
9.	Zawilgocenie lub zanieczyszczenia mechaniczne paliwa	Bardzo duża	15
10.	Niestosowanie przez pracowników wymaganej odzieży i środków ochrony indywidualnej	Duża	7
11.	Rozlanie paliwa (np. nieszczelność instalacji rozładunkowej lub przepełnienia zbiornika odbiorczego)	Średnia	3
12.	Niewłaściwe zabezpieczenie i oznakowanie strefy rozładunku	Duża	7

Źródło: opracowanie własne.

Analiza wykazała, iż poważną katastrofę stanowi zapłon paliwa lub oparów przy obecności źródła zapłonu (wartość 100). Wysoko również oceniono zagrożenie związane z kolizją drogową lub wywróceniem pojazdu (wartość 40). Natomiast najniżej oceniono skutki zagrożenia jak wyciek paliwa podczas podłączania lub odłączania węży, niewłaściwy dobór trasy przejazdu oraz rozlanie paliwa (wartość po 3).

W kolejnym etapie została przeprowadzona ocena ekspozycji na zagrożenie. Rozumiane jest jako częstotliwość występowania określonego zdarzenia w rzeczywistych warunkach pracy systemu. Zgodnie z metodą Risk Score każdemu zagrożeniu przypisano odpowiedni poziom ekspozycji od najrzadszej (wartość 0,5) do wartości stałej (wartość 10) (tabela 5).

Tab. 5. Ocena ekspozycji na zagrożenie metodą Risk Score

Lp.	Zagrożenie	Ekspozycja na zagrożenie	
		Opis	Wartość
1.	Wyciek paliwa podczas podłączania lub odłączania węży	Częsta (codziennie)	6

Lp.	Zagrożenie	Ekspozycja na zagrożenie	
		Opis	Wartość
2.	Zapłon paliwa lub oparów przy obecności źródła zapłonu	Znikoma (raz do roku i rzadziej)	0,5
3.	Rozprysk paliwa na pracowników	Częsta (codziennie)	6
4.	Błędy operacyjne wynikające z nieprzestrzegania instrukcji i procedur załadunku	Sporadyczna (raz na tydzień)	3
5.	Kolizja drogowa lub wywrócenie pojazdu	Znikoma (raz do roku i rzadziej)	0,5
6.	Uszkodzenia konstrukcji zbiornika lub elementów mocujących	Minimalna (kilka razy w roku)	1
7.	Niekorzystne warunki atmosferyczne	Stale	10
8.	Niewłaściwy dobór trasy przejazdu	Minimalna (kilka razy w roku)	1
9.	Zawilgocenie lub zanieczyszczenia mechaniczne paliwa	Znikoma (raz do roku i rzadziej)	0,5
10.	Niestosowanie przez pracowników wymaganej odzieży i środków ochrony indywidualnej	Częsta (codziennie)	6
11.	Rozlanie paliwa (np. nieszczelność instalacji rozładunkowej lub przepełnienia zbiornika odbiorczego)	Sporadyczna (raz na tydzień)	3
12.	Niewłaściwe zabezpieczenie i oznakowanie strefy rozładunku	Częsta (codziennie)	6

Źródło: opracowanie własne.

Stałą ekspozycją na zagrożenie są niekorzystne warunki atmosferyczne ze względu na jej dynamiczność (wartość 10). Innymi występującymi sytuacjami niebezpiecznymi (wartość 6) są: wyciek paliwa podczas podłączania lub odłączania węża, rozprysk paliwa na pracownika, niewłaściwe zabezpieczenie strefy rozładunku oraz niestosowanie przez personel wymaganych środków ochrony indywidualnej. Oznacza to, że narażenie na zagrożenie jest codzienne w warunkach realizacji procesu. Do grupy o minimalnej lub znikomej ekspozycji (wartości 0,5 i 1) zaliczono zagrożenie kolizji drogowej, uszkodzenia konstrukcji zbiornika,

nieprawidłowy dobór trasy przejazdu oraz zanieczyszczenie paliwa. Według uzyskanych wyników wynika, że zdarzenia o charakterze technicznym pojawiają się rzadziej od operacyjnych wynikających głównie z błędów ludzkich.

W ostatnim etapie przeprowadzono ocenę ryzyka metodą Risk Score (tabela 6). Wykorzystując daną metodę, uwzględnia ona trzy składowe: prawdopodobieństwo wystąpienia sytuacji niebezpiecznej, potencjalne skutki oraz częstość ekspozycji. Dla każdego zagrożenia obliczono wskaźnik ryzyka, czyli iloczyn trzech wartości, następnie przypisano uzyskany wynik do jednej z czterech kategorii ryzyka: akceptowalne, tolerowane, wysokie, nieakceptowalne.

Tab. 6. Ocena ryzyka zagrożeń metodą Risk Score

Lp.	Zagrożenie	Ryzyko	
		Kategoria	Wskaźnik
1.	Wyciek paliwa podczas podłączania lub odłączania węży	Tolerowane	180
2.	Zapłon paliwa lub oparów przy obecności źródła zapłonu	Akceptowalne	25
3.	Rozprysk paliwa na pracowników	Tolerowane	126
4.	Błędy operacyjne wynikające z nieprzestrzegania instrukcji i procedur załadunku	Wysokie	270
5.	Kolizja drogowa lub wywrócenie pojazdu	Akceptowalne	20
6.	Uszkodzenia konstrukcji zbiornika lub elementów mocujących	Akceptowalne	7,5
7.	Niekorzystne warunki atmosferyczne	Nieakceptowalne	420
8.	Niewłaściwy dobór trasy przejazdu	Akceptowalne	21
9.	Zawilgocenie lub zanieczyszczenia mechaniczne paliwa	Akceptowalne	7,5
10.	Niestosowanie przez pracowników wymaganej odzieży i środków ochrony indywidualnej	Tolerowane	252
11.	Rozlanie paliwa (np. nieszczelność instalacji rozładunkowej lub przepełnienia zbiornika odbiorczego)	Akceptowalne	27
12.	Niewłaściwe zabezpieczenie i oznakowanie strefy rozładunku	Tolerowane	126

Źródło: opracowanie własne.

Nieakceptowalne ryzyko powoduje zagrożenie związane z niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi (420). Również wysokie ryzyko występuje w przypadku błędów operacyjnych wynikających z nieprzestrzegania instrukcji i procedur załadunku (270). Oznacza to, że w tym przypadku należy wprowadzić działania kory-

gujące, mające na celu zmniejszenie ryzyka. Większość pozostałych zagrożeń zakwalifikowano jako ryzyko tolerowane lub akceptowalne. Do najbardziej istotnych zagrożeń tolerowanych zaliczają się: niestosowanie przez pracowników wymaganej odzieży i środków ochrony indywidualnej (252), wyciek paliwa podczas podłączania lub odłączania węży (180), niewłaściwe zabezpieczenie i oznakowanie strefy rozładunku i rozprysk paliwa na pracowników (126). Na skutek poważnych konsekwencji zaleca się kontrolę oraz wdrożenia działań profilaktycznych. Natomiast najniższe wartości analizy (poniżej 30) uzyskały zagrożenia o małym prawdopodobieństwie wystąpienia i zostały zakwalifikowane jako akceptowalne. Oznacza, że przy obecnym poziomie zabezpieczeń mogą być dopuszczone, jednak powinny być systematycznie monitorowane i uwzględniane w planie działań profilaktycznych.

Na podstawie przeprowadzonej identyfikacji zagrożeń oraz oceny poziomu ryzyka, w ostatnim kroku zaproponowano środki ograniczające lub eliminujące wystąpienie zagrożeń (tabela 7). Mają na celu znalezienie rozwiązania, które usprawniłoby przebieg procesu oraz zwiększyć bezpieczeństwo przebiegu transportu paliwa lotniczego.

Tab. 7. Środki ograniczające lub eliminujące wystąpienie zagrożeń

Lp.	Zagrożenie	Środki ograniczające lub eliminujące wystąpienie zagrożeń
1.	Wyciek paliwa podczas podłączania lub odłączania węży	Przeprowadzanie okresowych kontrol szczelności węży; Obowiązek kontroli sprzętu przed rozpoczęciem użycia; Obowiązkowe środki bezpieczeństwa oraz sprzęt gaśniczy w strefie rozładunku; Wprowadzenie systemów zabezpieczających przed wyciekiem
2.	Zapłon paliwa lub oparów przy obecności źródła zapłonu	Wyznaczenie strefy do użycia otwartego ognia z dala od paliwa; Zwiększenie systemów przeciwpożarowych oraz przeciwwybuchowych;
3.	Rozprysk paliwa na pracowników	Stosowanie odzieży ochronnej przez pracowników mających styczność z transportem paliwa; Szkolenia pracowników z bezpiecznej obsługi węży/zaworów;
4.	Błędy operacyjne wynikające z nieprzestrzegania instrukcji i procedur załadunku	Wywieszenie instrukcji oraz procedur na stanowiskach pracowniczych; Przeprowadzenie większego nadzoru nad pracownikami przez przełożonego; Wprowadzenie regularnych szkoleń oraz testów z zakresu wiedzy praktycznej oraz teoretycznej;
5.	Kolizja drogowa lub wywrócenie pojazdu	Dobór kierowców z ważnymi uprawnieniami ADR; Sprawny system monitoringu GPS oraz czasu pracy kierowców;
6.	Uszkodzenia konstrukcji zbiornika lub elementów mocujących	Zwiększenie okresowych badań technicznych cystern przewożące ładunki niebezpieczne;

Lp.	Zagrożenie	Środki ograniczające lub eliminujące wystąpienie zagrożeń
		Stosowanie oryginalnych i certyfikowanych systemów mocowań; Wprowadzenie codziennego przeglądu zbiornika przez wyjazd kierowcy;
7.	Niekorzystne warunki atmosferyczne	Monitorowanie przebiegu pogody; Planowanie transportu w sprzyjających warunkach atmosferycznych;
8.	Niewłaściwy dobór trasy przejazdu	Uwzględnienie zakazów ruchu ADR, tuneli oraz innych przeszkód występujących na drodze; Systematyczna aktualizacja planowanych tras;
9.	Zawilgocenie lub zanieczyszczenia mechaniczne paliwa	Wprowadzenie dwustopniowych filtrów w instalacjach; Wprowadzenie procedur oczyszczania zbiorników; Systematyczne badania laboratoryjne paliwa;
10.	Niestosowanie przez pracowników wymaganej odzieży i środków ochrony indywidualnej	Stały dostęp do odzieży roboczej i środków ochrony indywidualnej w miejscu pracy; Wprowadzenie częstszych szkoleń z zakresu BHP;
11.	Rozlanie paliwa (np. nieszczelność instalacji rozładunkowej lub przepełnienia zbiornika odbiorczego)	Wprowadzenie systemu automatycznej kontroli poziomu w zbiornikach; Występowanie regularnych prób szczelności instalacji rozładunkowej;
12.	Niewłaściwe zabezpieczenie i oznakowanie strefy rozładunku	Wyznaczenie trwałej strefy niebezpiecznej; Wprowadzenia szerszych ograniczeń i zakazów przebywania w strefie przez osoby postronne; Okresowe przeglądy strefy przez służby BHP.

Źródło: opracowanie własne.

Proponowane zagrożenia dopasowane są pod dany rodzaj zdarzenia. Najczęstszymi środkami ograniczającymi są środki bezpieczeństwa dla pracowników np. szkolenia personelu, zagwarantowanie specjalizującego sprzętu oraz odzieży ochronnej. Ujęto także rozwiązania o charakterze technicznym, takie jak regularne przeglądy stanu technicznego instalacji, wprowadzenie systemów przeciwpożarowych, mocujących bądź kontrolujących. Istotnymi propozycjami są pomysły należące do działań organizacyjnych: planowanie tras przejazdu, standaryzację i egzekwowanie procedur, organizację stref załadunku i rozładunku. Wspólne zastosowanie wyszczególnionych środków ograniczających pozwoli na eliminację ryzyka zidentyfikowanych zagrożeń.

6. Dyskusja wyników

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, iż najwyższe a zarazem nieakceptowalne ryzyko występuje przy niekorzystnych warunkach atmosferycznych. Gęsta mgła, silny wiatr bądź mrozy istotnie utrudniają bezpieczny transport, zwiększając prawdopodobieństwo wypadków. W konsekwencji zdarzenia te, często potęgowanych przez niekorzystne oddziaływanie czynników przyrodniczych, do środowiska każdego roku w sposób niekontrolowany przedostają się znaczne ilości substancji chemicznych, które mogą stanowić poważne potencjalne zagrożenie [Kopczewski i Nowacki, 2019, s. 52]. Paliwo lotnicze jest łatwopalną cieczą, której pary są cięższe od powietrza, przez co mogą gromadzić się przy powierzchni ziemi oraz tworzyć mieszaniny wybuchowe w kontakcie z powietrzem. W razie uszkodzenia cysterny lub instalacji załadunkowej dochodzi do szybkiego rozprzestrzeniania się paliwa i jego oparów, co szczególnie w niekorzystnych warunkach atmosferycznych istotnie zwiększa skalę zagrożenia. Silny wiatr może przemieszczać obłok par na znaczne odległości, powiększając strefę ryzyka zapłonu, natomiast intensywne opady deszczu sprzyjają spływowi paliwa do kanalizacji i ścieków wodnych, powodując skażenie środowiska wodnego [<https://www.orlen.pl/>, 12.01.2026]. Mgła, opady i oblodzenie ograniczają widoczność oraz przyczepność, zwiększając prawdopodobieństwo kolizji, co skutkowałoby uszkodzeniem przewożonego towaru i zwiększenia ryzyka niebezpieczeństwa dla otoczenia [Zawadziński, 2019, s. 12]. Z tego względu zmiany atmosferyczne należy uznać za istotny czynnik generujący nieakceptowalne ryzyko w transporcie i magazynowaniu paliwa lotniczego. Przykładowym zdarzeniem spowodowanym gęstą mgłą jest wypadek statku na Morzu Północnym przewożącym paliwo lotnicze w 2025 roku. W wyniku zderzenia z drugim okrętem doszło do wybuchu, pożaru oraz wycieku paliwa do morza. Z powodu mgły widoczność na wodzie była znacznie ograniczona, co przyczyniło się zarówno do wypadku, jak i utrudniło dalsze działania ratownicze [<https://en.wikipedia.org/>, 14.01.2026]. Innym zdarzeniem jest wypadek z udziałem dziewięciu pojazdów, w tym cysterny przewożącej paliwo odrzutowe w Stanach Zjednoczonych w 2019 roku. W wyniku zderzeń cysterna zaczęła przeciekać i częściowo stanęła w ogniu, a dwóch kierowców trafiło do szpitala. Przyczyną tego zdarzenia była gęsta mgła oraz oblodzona nawierzchnia, co znacząco zwiększyło ryzyko utraty kontroli nad pojazdami i w efekcie doszło do kolizji [<https://ktvz.com/>, 14.01.2026].

Wysoki poziom ryzyka określono zaś w przypadku błędów operacyjnych wynikających z nieprzestrzegania instrukcji i procedur załadunku. Zgodnie z wytycznymi organizacji lotniczych, takich jak Easy Access Rules for Occurrence Reporting (EASA), Annex 19 - Safety Management (ICAO) czy Urzędu Lotnictwa Cywilnego

(ULC) w Polsce, odstępstwa od ustalonych procedur obsługi naziemnej stanowią istotne źródło zagrożeń dla bezpieczeństwa operacji lotniczych [<https://assets.live.dxp.magnifrastructure.com>, 12.01.2026]. Nieprawidłowy załadunek, brak zgodności z instrukcjami operacyjnymi lub błędy dokumentacyjne mogą prowadzić do poważnych konsekwencji. W 2025 roku doszło do pożaru ciężarówki z paliwem lotniczym podczas rutynowej operacji pomiaru licznika [<https://nata.aero/>, 12.01.2026]. Dodatkowo, w zdarzeniu na lotnisku w Denver w 2001 r. podczas tankowania samolotu doszło do uszkodzenia złącza paliwowego i rozległego wycieku paliwa, a następnie pożaru, co powiązano z nieprawidłową obsługą instalacji tankowania oraz odstępstwami od przyjętych procedur. Jest to przykład błędów operacyjnych w obszarze obsługi paliw lotniczych, które potwierdzają kluczową rolę czynnika ludzkiego i procedur w zapewnieniu bezpieczeństwa [<https://www.gov.uk/>, 13.01.2026].

Podsumowanie

Z przeprowadzonych analiz wynika, że przewóz paliwa lotniczego wiąże się z istotnymi zagrożeniami, które wymagają stałego doskonalenia stosowanych rozwiązań technicznych i organizacyjnych. Kluczowe znaczenie mają nie tylko aspekty techniczne, takie jak stan techniczny cystern, instalacji paliwowych oraz systemów zabezpieczających, lecz także czynniki operacyjne związane z przestrzeganiem procedur załadunku, transportu i obsługi naziemnej. Szczególną rolę odgrywają warunki atmosferyczne, w tym mgła i mrozy, które mogą wpływać na bezpieczeństwo operacji transportowych. Skuteczne zarządzanie ryzykiem w tym obszarze wymaga ścisłej współpracy operatorów transportu, personelu technicznego oraz organów nadzoru lotniczego. Niezbędne są również regularne szkolenia personelu, audyty bezpieczeństwa oraz ciągłe monitorowanie i aktualizacja procedur. Choć całkowite wyeliminowanie ryzyka w przewozie paliwa lotniczego nie jest możliwe, konsekwentne doskonalenie systemów bezpieczeństwa pozwala na jego skuteczne ograniczanie i utrzymanie na akceptowalnym poziomie.

ORCID iD

Klaudia Budna: <https://orcid.org/0000-0002-3375-0890>

Literatura

1. Bielecki M., Nieśpiałowski A. (2017), *ADR od A do Z nie tylko dla kierowców*, Liwona Sp. z o. o., Warszawa
2. Brodzik R. (2020), *Zagrożenia w drogowym transporcie materiałów niebezpiecznych*, Gospodarka Materiałowa i Logistyka t. LXXII, s. 16-23.
3. Chrzan T., Chrzan B. R. (2017), *Metoda Risk - Score w ocenie ryzyka zawodowego operatora przenośnika taśmowego w Kopalniach Odkrywkowych węgla brunatnego*, Górnictwo Odkrywkowe 5, s. 49-54.
4. *Danwoj szkolenia zawodowe*, <https://danwoj.pl/zagrozenia-zwiazane-z-przewozem-towarow-niebezpiecznych/> [29.12.2025].
5. Dobrzyńska R. (2013), *Zagrożenie środowiska podczas transportu drogowego materiałów niebezpiecznych*, Wydawnictwo Uczelniane Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego, Szczecin.
6. Domagała J., Rymsha A. (2021), *Organizacja przewozu towarów niebezpiecznych w opinii kierowców z Polski i Białorusi*, Economics and Organization of Logistics 6(1), 2021, s. 15-27.
7. Europejski Urząd Statystyczny (Eurostat), https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Road_freight_transport_by_type_of_goods [04.01.2026]
8. Gov.uk. https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5422ffb4e5274a1317000a5f/dft_avsafety_pdf_032605.pdf [13.01.2026].
9. Gregorczyk K., Buchcar R., Buchcar W. (2025), *Przewóz drogowy towarów niebezpiecznych ADR 2025*, Wydawnictwo ADeR Buch-Car, Błonie.
10. Instrukcja o postępowaniu przy przewożeniu kolejną towarów niebezpiecznych Ir-16 (2017), https://www.plk-sa.pl/files/public/user_upload/pdf/Akty_prawne_i_przepisy/Instrukcje/Wydruk/Ir/Instrukcja_Ir-16_WCAG.pdf (tekst jednolity: Dz. U. z 2017 r. z poz. 2117, z późn. zm.) [11.12.2025].
11. Kociemba D. (2025), *Road transport of dangerous goods – challenges and innovations*, Zarządzanie Innowacyjne w Gospodarce i Biznesie nr 1 (40), s. 127-141.
12. Kokociński M. (2009), *Praktyczne aspekty stosowania ADR w przewożeniu towarów niebezpiecznych*, Wydawnictwo SPH Credo, Piła.
13. Kopczewski R., Nowacki G. (2019), *Ocena stanu bezpieczeństwa przewozu drogowego towarów niebezpiecznych w Polsce*, Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe nr 3, s. 49-56.
14. Krtz.com, <https://ktvz.com/news/accidents-crashes/2019/12/10/freezing-fog-crashes-shut-hwy-26-near-madras/> [14.01.2026].
15. Kurowski J. (2015), *Logistyka a Bezpieczeństwo*, Analiza wybranych problemów, Tom II, Wydawnictwo Akademii Obrony Narodowej, Warszawa.

16. Kutyło T., Pojedyński D., Wagner P. (2019), *ADR Podręcznik 2019-2021*, Grupa Image Sp. z o. o., Warszawa.
17. Lasota M., Jacyna M., Szaciłło L. (2024), *Fault tree method as a decision-making tool for assessing the risks of transportation of dangerous loads*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Transport. Volume 123.
18. Maginfrastucture, <https://assets.live.dxp.maginfrastucture.com/f/73114/x/f2b2f62496/asi-9-accident-incident-and-safety-occurrence-reporting.pdf> [12.01.2026].
19. Ministerstwo Infrastruktury, <https://www.gov.pl/web/infrastruktura/towary-niebezpieczne> [11.12.2025].
20. Muślewski Ł., Musiał J., Landowski B., Bojar P. (2014), *Analiza procesu transportowego wybranej klasy materiałów niebezpiecznych*, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Poznański Instytut Technologiczny.
21. Nata, <https://nata.aero/safety-1st-alert-sfa-2025-3-fuel-truck-fire-highlights-hazards-and-underscores-critical-considerations-for-annual-meter-proving/> [12.01.2026].
22. Nowacki G., Krysiuk C., Kopczewski R. (2016), *Dangerous Goods Transport Problems in the European Union and Poland*, TransNav the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation 10(1):143-150.
23. Orlen, https://www.orlen.pl/content/dam/internet/orlen/pl/pl/dla-biznesu/produkty/paliwa-lotnicze/jet-a-1/dokumenty/Paliwo%20JET%20A-1%20SAF_PL_2025_v1_20250722084043.pdf [12.01.2026].
24. Pieńkowski Colsunting, <https://pienkowski-consulting.pl/bezpieczny-transport-towarow-niebezpiecznych-wypadki-awarie-i-procedury-postepowania/> [18.12.2025].
25. Skowrońska A., Suchecki M. (2022), *Zarządzanie przewozami ładunków niebezpiecznych (cz. 1)*, Gospodarka Materiałowa i Logistyka t. LXXIV nr. 8/2022.
26. Umowa ADR obowiązująca od dnia 1 stycznia 2025 r., <https://dziennikustaw.gov.pl/DU/rok/2025/pozycja/642> (Zał. A Dz. 2.1 s. 118-119) [04.12.2025].
27. Urząd Transportu Kolejowego, <https://utk.gov.pl/pl/aktualnosci/21435,Przewozy-towarow-niebezpiecznych-w-2023-r.html> [23.12.2025].
28. Urząd Transportu Kolejowego, <https://utk.gov.pl/pl/aktualnosci/22302,Przewozy-towarow-niebezpiecznych-w-2024-roku.html> [04.01.2026].
29. Walendzik M., Kamiński T., Pawlak P., Demestichas K. (2021), *The analysis of organizational and legal possibilities to reduce the dangers related to road transport of dangerous goods in Poland*, Journal of KONBiN 51, Issue 1.
30. Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/2025_North_Sea_ship_collision [14.01.2026]
31. Wojtczuk K. (2024), Cost accounting of dangerous goods Logistics, Gospodarka Materiałowa i Logistyka, nr 4/2024.

32. Załącznik A. Przepisy ogólne i przepisy dotyczące materiałów i przedmiotów niebezpiecznych, <https://www.janossowski.pl/data/files/adrustawa.pdf> [29.12.2025].
33. Zawadziński M. (2019), *Czynniki atmosferyczne a bezpieczeństwo ruchu drogowego*, Współczesne problemy transportu: opracowanie monograficzne. T. 4, Bezpieczeństwo ruchu drogowego s. 6-18.

Risk Assessment of Aviation Fuel Transport Using the Risk Score Method

Abstract

The transport of aviation fuel is one of the key elements of air transport, playing an important role in ensuring the continuity and safety of aviation operations. Due to the physicochemical properties of aviation fuel and the specific nature of its transport and handling, this process involves numerous technical, operational, and environmental hazards. The aim of this article is to identify the main hazards associated with the transport of aviation fuel and to assess the risks of these hazards. The characteristics of the hazards were developed on the basis of a review of scientific literature and websites. The risk analysis was carried out using the Risk Score method, which allows for a qualitative assessment of the level of risk and identification of areas requiring corrective and preventive measures. The results obtained can provide significant support to entities responsible for the transport and handling of aviation fuel, contributing to the improvement of safety and the optimization of logistics processes in aviation.

Key words

aviation fuel, dangerous loads, Risk Score

Ergonomiczne uwarunkowania bezpieczeństwa pracy kierowcy w transporcie drogowym

Patrycja Hryc

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: patrycja.hryc.112845@student.pb.edu.pl

Joanna Godlewska

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: j.godlewska@pb.edu.pl

DOI: 10.24427/az-2026-0011

Streszczenie

Celem artykułu była identyfikacja kluczowych czynników ergonomicznych determinujących bezpieczeństwo pracy kierowcy w transporcie drogowym oraz ocena poziomu ryzyka zawodowego na analizowanym stanowisku pracy. W ramach badań dokonano identyfikacji czynników niebezpiecznych, szkodliwych i uciążliwych związanych ze specyfiką pracy kierowcy, a następnie przeprowadzono ocenę ryzyka zawodowego z wykorzystaniem metody Risk Score. Uzyskane wyniki wykazały, że najwyższy poziom ryzyka dotyczy zagrożeń związanych z długotrwałą pozycją siedzącą, obciążeniem psychofizycznym oraz oddziaływaniem czynników fizycznych, takich jak drgania i hałas. Zastosowanie metody Risk Score umożliwiło uszeregowanie zagrożeń według stopnia istotności oraz wskazanie obszarów wymagających działań korygujących i naprawczych. Wnioski z przeprowadzonej analizy potwierdzają, że właściwe kształtowanie warunków ekonomicznych stanowiska pracy, w tym organizacja czasu pracy oraz dostosowanie wyposażenia kabiny pojazdu, ma kluczowe znaczenie dla ograniczenia poziomu ryzyka zawodowego i poprawy bezpieczeństwa pracy kierowcy.

Słowa kluczowe

ergonomia, bezpieczeństwo pracy, kierowca zawodowy, Risk Score

Wstęp

Współczesna prężnie rozwijająca się logistyka nie może funkcjonować bez sprawnie działającego sektora transportu, który stanowi kluczowy element łańcucha dostaw. Praca kierowców samochodów ciężarowych jest ważnym ogniwem w łańcuchu dostaw, a ich komfort i zdrowie bezpośrednio przekładają się na terminowość i jakość oferowanych usług. Długotrwałe przebywanie w pozycji siedzącej, monotonia jazdy, obciążenia psychofizyczne, hałas czy drgania mechaniczne wpływają nie tylko na komfort pracy, ale także na bezpieczeństwo kierowcy i innych uczestników ruchu drogowego.

Aktualność podjętego tematu wynika z rosnącej świadomości znaczenia ergonomii w zarządzaniu zasobami ludzkimi oraz z obowiązujących przepisów dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy. Coraz większy nacisk kładziony jest na profilaktykę zdrowotną, ograniczenie czynników szkodliwych oraz dostosowanie stanowiska pracy do indywidualnych możliwości pracownika. Analiza ergonomiczna warunków pracy kierowcy może stanowić podstawę do wprowadzenia rozwiązań usprawniających organizację pracy, poprawiając komfort jazdy oraz ograniczając szansę rozwoju schorzeń zawodowych. Niewłaściwie ukształtowane warunki pracy mogą przyczyniać się do zwiększonego zmęczenia, przeciążenia układu mięśniowo-szkieletowego oraz zwiększać absencje chorobową kierowców.

Celem niniejszego artykułu jest identyfikacja kluczowych czynników ergonomicznych determinujących bezpieczeństwo pracy kierowcy w transporcie drogowym oraz ocena poziomu ryzyka zawodowego na analizowanym stanowisku. W badaniach zastosowano analizę literatury przedmiotu, obserwację stanowiska pracy oraz ocenę ryzyka zawodowego z wykorzystaniem metody Risk Score, umożliwiającą ilościowe oszacowanie poziomu zagrożeń i określenie priorytetów działań profilaktycznych.

1. Przegląd literatury

W literaturze naukowej ergonomia opisywana jest jako dziedzina wiedzy, która zajmuje się przystosowaniem maszyn, urządzeń technicznych, narzędzi, stanowisk roboczych, organizacji pracy, materialnego środowiska pracy oraz przedmiotów codziennego użytku do psychofizycznych cech, możliwości i potrzeb człowieka [Bukała i Dzieżyńska, 2023, s. 127]. Jest to nauka interdyscyplinarna zajmująca się dostosowaniem pracy do możliwości psychofizycznych człowieka [Muszyński, 2016, s. 94]. Praca kierowcy samochodu ciężarowego zaliczona jest do zawodów wymagających dużej odporności zarówno fizycznej, jak i psychicznej. Transport drogowy

polegający na przewożeniu towarów przy wykorzystaniu kołowych środków transportu, na przykład samochodów dostawczych i ciężarowych, po drogach lądowych, jest kluczowym rodzajem transportu w przewozach ładunków [Baran i Dudziak, 2023, s. 172]. Umożliwia on płynne przemieszczanie towarów na arenie krajowej i międzynarodowej.

Zawód kierowcy zawodowego bezpośrednio wiąże się z długotrwałym przebywaniem w jednej pozycji ciała. Wielogodzinne siedzenie za kierownicą, brak możliwości zmiany ułożenia kończyn oraz minimalna przestrzeń do swobodnego poruszania się ograniczają możliwości ruchowe i mogą prowadzić do obciążenia układu mięśniowo-szkieletowego, w szczególności odcinka lędźwiowego, a także do nadmiernych napięć mięśni karku, barków i kończyn dolnych. Zgodnie z wytycznymi Międzynarodowej Organizacji Pracy sporządzono zalecenia i wskazówki związane z ergonomią kabiny kierowcy, która powinna uwzględniać:

- pozycje i regulacje fotela, kierownicy i pedałów;
- widoczność deski rozdzielczej i umieszczonych na niej oznaczeń;
- dostosowanie miejsca pracy do postury kierowcy;
- zapewnienie takiego położenia kierownicy, aby nie przysłaniała ona kierowcy wskaźników i wyświetlaczy znajdujących się na desce rozdzielczej;
- zapewnienie odpowiedniego szkolenia, zwłaszcza przy wprowadzaniu nowych modeli floty [Chowaniec, 2021, s. 6-7].

Wypadki i kolizje drogowe stanowią jedno z najpoważniejszych zagrożeń w zawodzie kierowcy samochodu ciężarowego. Ze względu na dużą masę i rozmiar pojazdu oraz długie godziny spędzone za kierownicą, nawet niewielkie pomyłki mogą doprowadzić do poważnych zdarzeń na drogach. Do najczęściej występujących czynników sprzyjających takim zdarzeniom zalicza się: zmęczenie kierowcy, ograniczoną widoczność oraz trudne warunki atmosferyczne, ale również wzmożony ruch drogowy. Skutki takich zdarzeń mogą być dotkliwe, od zniszczenia pojazdu oraz transportowanego ładunku po poważne urazy ciała kierowcy i innych uczestników ruchu. Wypadki generują również konsekwencje ekonomiczne i prawne.

W tabeli 1 zaprezentowano najistotniejsze zagrożenia, na które narażona jest osoba kierująca samochodem ciężarowym.

Tab. 1. Zagrożenia występujące w pracy kierowcy samochodu ciężarowego

Fizyczne	Chemiczne i biologiczne	Psychofizyczne i organizacyjne	Społeczne
• hałas • drgania i wibracje mechaniczne • niekorzystny mikroklimat • mikrowstrząsy • promieniowanie świetlne • wymuszona pozycja ciała • brak możliwości ruchu	• spaliny • bezpośredni kontakt z paliwami, olejami i środkami eksploatacyjnymi • opary z płynów technicznych (np. płynu hamulcowego) • bakterie i grzyby w układzie wentylacyjnym i klimatyzacji • kurz i pył w kabinie oraz na placach załadunkowych	• długotrwała monotonna praca • stres oraz presja czasu • odpowiedzialność za transportowany ładunek • nieregularny tryb pracy i odpoczynku • praca zmianowa • jazda nocą • brak aktywności fizycznej	• kolizje i wypadki drogowe • urazy przy załadunku i rozładunku • napady oraz kradzieże podczas postojów • izolacja społeczna • niewłaściwe warunki socjalne

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Chowaniec, 2021, s. 6-7].

Najczęściej wstępującymi czynnikami fizycznymi obciążającymi organizm kierowcy są hałas, wibracje, wstrząsy, mikro wstrząsy oraz drgania mechaniczne, które oddziałują na organizm w sposób długotrwały i kumulatywny. Hałas odpowiada za obniżenie komfortu jazdy oraz utrudnia identyfikację dźwięków wewnętrznych i zewnętrznych, które są dla kierowcy źródłem informacji oraz ostrzeżeniem przed niebezpieczeństwem [Kiełbasa i in., 2016, s. 1030].

W kabinie samochodu panują również zmienne warunki mikroklimatyczne. Zbyt wysoka lub niska temperatura zależna między innymi od działania systemów ogrzewania lub klimatyzacji obniżają koncentrację, a nieodpowiednie oświetlenie wpływa na większe zmęczenie wzroku i percepcję drogi [Uciska i Dobrzyńska, 2013, s. 523].

Wśród zagrożeń chemicznych i biologicznych, do najważniejszych zalicza się ryzyko wdychania spalin powstałych w wyniku przemieszczania się zarówno pojazdów drogowych, jak i wspierających proces załadunku bądź rozładunków (na przykład spalinowe wózki widłowe). Kierowcy przez znaczną część dnia przebywają w środowisku o podwyższonym stopniu emisji spalin silnikowych, zwłaszcza w centrach miast czy w korkach na autostradach. Szkodliwe dla kierowcy są związki chemiczne wchodzące w skład spalin pojazdów z silnikami wysokoprężnymi. Spaliny zawierają w sobie tlenki azotanów, siarki, węgla oraz węglowodory, które mogą powodować pogorszenie funkcji oddechowych, bóle głowy, reakcje alergiczne,

a w dłuższej perspektywie mogą przyczynić się nawet do rozwinienia chorób układu krążenia czy nowotworowych [Piechota i in., 2018, s. 206].

Z kolei w systemach wentylacji i klimatyzacji pojazdów często gromadzą się kurz, pleśń i inne mikroorganizmy, które zanieczyszczają powietrze w kabinie kierowcy. Częsty kontakt z dużą ilością takich zanieczyszczeń może prowadzić do nasilania reakcji alergicznych i skutkować obniżeniem odporności [Frąk i in., 2024, s. 324].

Z czynników organizacyjnych dużym zagrożeniem jest czas wykonywania pracy, na który składają się zmienne godziny pracy, konieczność pracy w weekendy, przedłużony czas pracy: ponad 10 godzin dziennie i więcej niż 48 godzin tygodniowo, co zakłóca równowagę między pracą a życiem prywatnym, ogranicza możliwość stosowania zdrowej diety oraz organizowania sobie odpowiednich przerw i ćwiczeń fizycznych w trasie [Łuczak, 2011, s. 16].

Wielu badaczy potwierdza, że występowania stresu na stanowisku pracy kierowcy jest zjawiskiem powszechnym. Narażenie na stres przekłada się na zwiększenie absencji zawodowej, wzrost częstości błędów popełnianych podczas kierowania pojazdem, a tym samym skutkuje możliwością utraty kontroli nad nim [Urbańska i in., 2016, s. 457]. Wielu kierowców odczuwa negatywne skutki stresu związanego z odpowiedzialnością za przewożony ładunek, przestrzeganiem ustalonych terminów oraz warunków panujących na drogach.

Istotnym aspektem pracy kierowcy jest monotonia wykonywanych czynności oraz ograniczona możliwość kontaktu społecznego. Monotonia powoduje tzw. nieodciążenie emocjonalne, w wyniku, którego może wystąpić senność, zmniejszenie aktywności ruchowej i czujności, spowolnienie czynności układu krążenia czy układu oddechowego, spadek wydajności pracy, a w efekcie wzrost liczby popełnianych błędów [Górska, 2015, s.55]. Wielogodzinne prowadzenie pojazdu po trasach o niewielkiej zmienności krajobrazu w wielu przypadkach może prowadzić do zmniejszonej koncentracji, znużenia, a w konsekwencji do zwiększonego ryzyka popełnienia błędu lub wypadku.

2. Metodyka badań

W pracy zastosowano następujące metody badawcze: analizę literatury, wywiad pogłębiony z właścicielem i kierowcami zatrudnionymi w badanym przedsiębiorstwie transportowym X, obserwację środowiska i stanowiska pracy kierowcy samochodu ciężarowego, analizę dokumentacji wewnętrznej przedsiębiorstwa oraz metodę Risk Score do oceny ryzyka zawodowego.

Dobór metod badawczych podyktowany był koniecznością uzyskania zarówno danych jakościowych jak i ilościowych, umożliwiających kompleksową ocenę ergonomii stanowiska pracy kierowcy.

Analiza literatury obejmowała publikacje naukowe, artykuły z czasopism branżowych oraz dostępne akty i normy prawne. Stanowiła ona merytoryczną podstawę do przeprowadzenia dalszych analiz.

Wywiady z właścicielem i kierowcami samochodów ciężarowych miały na celu pozyskanie informacji dotyczących subiektywnej oceny warunków pracy oraz ergonomii stanowiska kierowcy. Przeprowadzono rozmowy z wszystkimi zatrudnionymi kierowcami, łącznie było to 6 wywiadów. Czas trwania każdego wywiadu wynosił około 30 minut. Opracowano kwestionariusz wywiadu, który obejmował pytania dotyczące: warunków pracy w kabinie pojazdu, czasu pracy i przerw, odczuwalnego zmęczenia, dolegliwości bólowych towarzyszących pracy, oceny komfortu siedzenia i rozmieszczenia elementów sterowniczych i multimedialnych, występowania zagrożeń dla zdrowia i bezpieczeństwa.

Obserwacja stanowiska pracy kierowcy została przeprowadzona w rzeczywistych warunkach wykonywania obowiązków służbowych. Obejmowała ona analizę pozycji przyjmowanych przez kierowcę podczas jazdy, sposobu obsługi pojazdu, wykonywania czynności pomocniczych i organizacyjnych w przestrzeni pojazdu oraz w bazie transportowej. Podczas obserwacji zwrócono szczególną uwagę na powtarzalność czynności, czas przebywania w pozycji siedzącej oraz warunki panujące w kabinie, takie jak hałas, wibracje i temperatura. Metoda ta umożliwiła ocenę realnie panujących warunków pracy oraz ich zgodności z zasadami ergonomii.

Analiza dokumentacji wewnętrznej przedsiębiorstwa polegała na przeglądzie dostępnych dokumentów związanych organizacją transportu i bezpieczeństwem kierowców samochodów ciężarowych. Obejmowała ona dokumentację dotyczącą instrukcji bezpieczeństwa i higieny pracy, specyfikacji floty transportowej, regulaminów pracy oraz zapisów rejestrujących czas pracy i przerw pracowników. Celem analizy było pozyskanie formalnych informacji na temat warunków pracy oraz porównanie ich z wcześniej uzyskanymi wynikami obserwacji i wywiadów.

Metoda Risk Score została zastosowana w celu oceny ryzyka zawodowego występującego na stanowisku pracy kierowcy samochodu ciężarowego. Polega ona na analizie trzech podstawowych parametrów: P- prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożenia, E - ekspozycji pracownika na zagrożenie oraz S - potencjalnych skutków. [Jasiak i Królak, 2017, s. 128]. Na podstawie iloczynu trzech wartości określono poziom ryzyka R dla zidentyfikowanych zagrożeń.

W tabeli 2 przedstawiono kategorie ryzyka zawodowego w zależności od obliczonej wartości R oraz zalecanymi działaniami.

Tab. 2. Wartość i kategoria ryzyka oraz opis czynności po określeniu kategorii ryzyka

Wartość ryzyka R	Kategoria ryzyka	Opis czynności po określeniu kategorii ryzyka
Mniejsze lub równe 20	Akceptowalne	Zaleca się kontrole zagrożenia, aby ryzyko pozostało na obecnym poziomie
21-70	Małe	Wymagana jest kontrola zagrożenia
71-200	Istotne	Wymagana jest poprawa warunków pracy
201-400	Duże	Wymagana jest bezzwłoczna poprawa warunków pracy
Większe niż 400	Bardzo duże	Należy wstrzymać prace, z którymi wiąże się zagrożenie

Źródło: [Chrzan i Chrzan, 2017, s. 50].

Zaimplementowanie metody Risk Score umożliwiło hierarchizację zagrożeń oraz wskazanie obszarów wymagających priorytetowych działań naprawczych bądź profilaktycznych.

3. Wyniki badań

W tabeli 3 zaprezentowano zestawienie czynników zagrożeń występujących na stanowisku pracy kierowcy zawodowego wraz z ich potencjalnymi skutkami dla zdrowia i bezpieczeństwa pracy niezbędnych przy wykorzystaniu metody Risk Score.

Tab. 3. Czynniki zagrożeń występujące na stanowisku pracy kierowcy zawodowego wraz z ich potencjalnymi skutkami

Lp.	Czynnik zagrożenia	Opis czynności	Potencjalne skutki
1.	Długotrwała pozycja siedząca	Wielogodzinna jazda w pozycji siedzącej z ograniczoną możliwością zmiany ułożenia ciała	Bóle kręgosłupa, sztywność karku, choroby układu ruchu, wzmożone napięcie mięśni
2.	Senność kierowcy	Obniżono czujność pod koniec dziennego czasu jazdy mimo zachowania obowiązkowych przerw w prowadzeniu pojazdu	Opóźniona reakcja, zwiększone ryzyko kolizji/wypadku/pomyłki, spadek koncentracji

Lp.	Czynnik zagrożenia	Opis czynności	Potencjalne skutki
3.	Oślepienie światłami	Oślepienie przez światła pojazdów nadjeżdżających z przeciwka lub źle ustawione reflektory	Chwilowa utrata widzenia, błędna ocena sytuacji na drodze
4.	Stres drogowy	Stres wynikający z korków, opóźnień oraz presji terminowej realizacji transportu	Rozdrażnienie, błędy decyzyjne, zmęczenie psychiczne
5.	Duże natężenie ruchu	Jazda po autostradach i drogach ekspresowych (w godzinach o natężonym ruchu)	Kolizje, stłuczki, wypadki, uszkodzenia pojazdu i transportowanego ładunku
6.	Śliska nawierzchnia	Jazda po mokrej zaśniewanej lub oblodzonej nawierzchni	Poślizg, utrata kontroli panowania nad pojazdem, uszkodzenie auta
7.	Drgania kierownicy	Podczas długotrwałej jazdy po nierównej nawierzchni dochodzi do notorycznych drgań w kabinie pojazdu	Ciągłe zmęczenie, bóle mięśni i stawów oraz kręgosłupa, zniszczenie/ uszkodzenie ładunku
8.	Hałas w kabinie	Zmęczenie spowodowane głośną pracą silnika, toceniem opon oraz innymi pojazdami uczestniczącymi w ruchu	Zmęczenie, obniżenie koncentracji uwagi, spadek czujności i ostrożności, zwiększone ryzyko popełnienia błędu, pogorszona zdolność do oceny sytuacji drogowej
9.	Ograniczona widoczność	Występowanie martwych pól oraz ograniczona widoczność otoczenia pojazdu	Potrącenie, kolizja z pojazdem lub przeszkodą, wypadek, uszkodzenie pojazdu i ładunku transportowanego, zniszczenie otoczenie
10.	Cofanie pojazdem	Manewrowanie pojazdem ciężarowym o ograniczonym polu widzenia	Uszkodzenie pojazdu, zagrożenia dla osób trzecich
11.	Manewrowanie na parkingu	Parkowanie i manewrowanie na ciasnych, często zatłoczonych parkingach	Kolizje, szkody materialne
12.	Wchodzenie/ wychodzenie z kabiny pojazdu	Wchodzenie i schodzenie z kabiny po stopniach narażonych na zabrudzenie lub wilgoć	Poślizgnięcie, upadek, urazy kończyn górnych i dolnych, złamania
13.	Czynności zabezpieczające ładunek	Ręczne wykonywanie czynności związanych z napinaniem pasów i zabezpieczaniem ładunku	Przeciążenie mięśni, urazy barków i rąk
14.	Kontrola drogowa	Stres związany z kontrolami drogowymi i administracyjnymi	Napięcie psychiczne, obniżenie koncentracji, wzmożone stres, złe samopoczucie

Lp.	Czynnik zagrożenia	Opis czynności	Potencjalne skutki
15.	Brak miejsc parkingowych	Trudności ze znalezieniem odpowiedniego miejsca postoju zgodnego z planowanym czasem pracy i przerwy	Ograniczona regeneracja, ciągłe zmęczenie i rozdrażnienie, trudności w zachowaniu skupienia, odczuwanie presji czasu
16.	Obsługa urządzeń pokładowych	Korzystanie z nawigacji, tachografu i systemów multimedialnych stanowiących podstawowe wyposażenie pojazdu	Rozproszenie uwagi, błędne podejmowanie decyzji
17.	Zmęczenie wzroku	długotrwałe wpatrywanie się w drogę, szczególnie w porze nocnej	Pogorszenie ostrości widzenia , bóle głowy, złe samopoczucie
18.	Postoje w porze nocnej	Postój na niestrzeżonych parkingach, często za granicą	Kradzież paliwa lub ładunku, stres, brak możliwości pełnego odpoczynku i regeneracji
19.	Warunki atmosferyczne	Praca poza pojazdem podczas śniegu, deszczu lub mrozu	Wychłodzenie organizmu, przeziębienie, choroby układu oddechowego
20.	Kontrola stanu technicznego	Sprawdzanie pojazdu na trasie w bardzo trudnych warunkach (pasy awaryjne, zatoczki przy ruchliwych drogach)	Skaleczenie, urazy mechaniczne, złamania, poparzenia
21.	Wysoka temperatura	Przebywanie w nagrzanym kabine w okresie letnim	Oslabienie i odwodnienie organizmu, zawroty głowy, zasłabnięcia, problemy z koncentracją
22.	Niska temperatura	Praca zimą na zewnątrz pojazdu	Zmarznięcie, obniżona sprawność manualna, wychłodzenie, przeziębienie
23.	Awaria pojazdu	Niespodziewany postój awaryjny na drodze lub w jej pobliżu	Stres, ryzyko potrącenia, opóźnienia w harmonogramie trasy
24.	Monotonia trasy	Jazda długimi jednostajnymi odcinkami trasy o niskim poziomie zmienności krajobrazu	Spadek czujności, znudzenie, senność
25.	Presja dotrzymania terminów	Konieczność dotrzymania planu zaplanowanej trasy	Przewlekły stres, zmęczenie psychiczne, obawa o niedotrzymanie planowanych terminów i wynikające z tego opóźnienia w realizacji zaplanowanego transportu, straty finansowe i wizerunkowe firmy

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 4 przedstawiono obliczenia wartości ryzyka oraz dokonano klasyfikacji zagrożeń.

Tab. 4. Ocena ryzyka zagrożeń metodą Risk Score

Lp.	Zagrożenie	Ryzyko				
		Prawdopodobieństwo (P)	Skutki (S)	Ekspozycja (E)	Wartość ($R=P \times S \times E$)	Opis
1.	Długotrwała pozycja siedząca	10	3	10	300	Duże
2.	Senność kierowcy	6	15	6	540	Bardzo duże
3.	Oślepienie światłami	6	15	6	540	Bardzo duże
4.	Stres drogowy	10	3	6	180	Istotne
5.	Duże natężenie ruchu	10	15	6	900	Bardzo duże
6.	Śliska nawierzchnia	6	15	3	270	Duże
7.	Drgania kierownicy	6	3	6	108	Istotne
8.	Hałas w kabinie	10	3	10	300	Duże
9.	Ograniczona widoczność	6	15	6	540	Bardzo duże
10.	Cofanie pojazdem	3	7	3	63	Małe
11.	Manewrowanie na parkingu	6	7	6	252	Duże
12.	Wchodzenie/ wychodzenie z kabiny pojazdu	6	7	6	252	Duże
13.	Czynności zabezpieczające ładunek	3	7	3	63	Małe
14.	Kontrola drogowa	3	1	2	6	Akceptowalne
15.	Brak miejsc parkingowych	6	1	6	36	Małe
16.	Obsługa urządzeń pokładowych	6	7	6	252	Duże
17.	Zmęczenie wzroku	10	1	10	100	Istotne
18.	Postoje w porze nocnej	6	7	3	126	Istotne
19.	Warunki atmosferyczne	6	7	6	252	Duże
20.	Kontrola stanu technicznego	3	7	2	42	Małe
21.	Wysoka temperatura	6	3	3	54	Małe
22.	Niska temperatura	3	3	3	27	Małe
23.	Awaria pojazdu	3	7	1	21	Małe

Lp.	Zagrożenie	Ryzyko				
		Prawdopodobieństwo (P)	Skutki (S)	Ekspozycja (E)	Wartość ($R=P \times S \times E$)	Opis
24.	Monotonia trasy	10	15	10	1500	Bardzo duże
25.	Presja dotrzymania terminów	10	1	6	60	Małe

Źródło: opracowanie własne.

Przeprowadzona ocena prawdopodobieństwa wykazała, że do najbardziej prawdopodobnych zagrożeń w pracy kierowcy samochodu ciężarowego należą czynniki występujące w sposób ciągły lub powtarzalny podczas realizacji zadań transportowych. Zaliczono do nich długotrwałą pozycję siedzącą, stres drogowy, duże natężenie ruchu, hałas w kabinie, zmęczenie wzroku, monotonię trasy oraz presję dotrzymania terminów, którym przypisano najwyższą wartość parametru P.

Najpoważniejsze skutki, określone jako bardzo duże, przypisano zagrożeniom bezpośrednio związanym z bezpieczeństwem ruchu drogowego, takim jak senność kierowcy, oślepienie światłami, duże natężenie ruchu, śliska nawierzchnia, ograniczona widoczność oraz monotonia trasy, które w skrajnych przypadkach mogą prowadzić do wypadków drogowych o skutkach śmiertelnych.

W kolejnym etapie analizy przeprowadzono ocenę stopnia narażenia kierowcy na zidentyfikowane zagrożenia. Ekspozycję rozumiano jako częstość występowania danej sytuacji potencjalnie niebezpiecznej w rzeczywistych warunkach wykonywania pracy kierowcy samochodu ciężarowego. Najwyższą częstotliwością narażenia charakteryzują się zagrożenia wynikające z ciągłego lub codziennego charakteru pracy kierowcy samochodu ciężarowego. Do czynników o stałej ekspozycji zaliczono: długotrwałą pozycję siedzącą, hałas w kabinie, zmęczenie wzroku oraz monotonię trasy, które towarzyszą kierowcy przez znaczną część czasu pracy.

Najważniejszą kategorię stanowi ryzyko bardzo duże dla którego wartość R jest większa niż 400. Ryzyko to obejmuje zagrożenia bezpośrednio zagrażające życiu uczestników ruchu drogowego. Do tej grupy zaliczono senność kierowcy, monotonię trasy, duże natężenie ruchu, ograniczoną widoczność oraz oślepienie światłami, dla których możliwym skutkiem jest wypadek drogowy o charakterze śmiertelnym. W przypadku występowania tych zagrożeń konieczne jest natychmiastowe wdrożenie działań ograniczających ryzyko, a w skrajnych przypadkach wstrzymanie wykonywania obowiązków służbowych.

Jednym z istotnych zagrożeń o wysokim poziomie ryzyka jest długotrwała pozycja siedząca, prowadząca do przeciążeń układu mięśniowo-szkieletowego, bólów

kręgosłupa oraz obniżenia komfortu pracy. Pomimo zastosowania w pojazdach ergonomicznych foteli z wielopłaszczyznową regulacją, zaleca się wdrożenie dodatkowych rozwiązań ograniczających skutki długotrwałego siedzenia. W szczególności rekomenduje się stosowanie nakładek odciażających na siedzisko, które poprzez niewielkie, kontrolowane zmiany nacisku stymulują mięśnie i poprawiają krążenie. Przykładem takich rozwiązań może być nakładka rehabilitacyjna. Jest to dwuelementowa poduszka na siedzisko i oparcie fotela, która wpływa na odpowiednie podparcie odcinka lędźwiowego oraz piersiowego kręgosłupa oraz dba o prawidłową pozycję miednicy w pozycji siedzącej. Jej zastosowanie w pracy kierowcy może obniżyć przeciążenia dolnego odcinka kręgosłupa oraz poprawić komfort podczas wielogodzinnego prowadzenia pojazdu.

Istotnym elementem profilaktyki jest również wprowadzenie procedur mikro pauz podczas postoju, obejmujących krótkie sekwencje ćwiczeń rozciągających i mobilizujących kręgosłup oraz kończyny dolne. W celu odpowiedniego zapoznania pracowników z prawidłowym sposobem wykonywania ćwiczeń zalecana jest konsultacja z fizjoterapeutą bądź inną osobą posiadającą specjalistyczną wiedzę z tej dziedziny. Zmniejszenie przeciążeń kręgosłupa ograniczy dolegliwości bólowe oraz zwolnienia lekarskie, co w konsekwencji przełoży się na mniejszą absencję chorobową i wzrost wydajności.

Zagrożeniami o bardzo dużym poziomie ryzyka są senność kierowcy oraz monotonia trasy, które w skrajnych przypadkach mogą prowadzić do utraty kontroli nad pojazdem i wypadków drogowych o skutkach śmiertelnych. W celu ograniczenia tych czynników kluczowe znaczenie ma właściwa organizacja czasu pracy, obejmująca bezwzględne przestrzeganie norm czasu jazdy i odpoczynku kierowców. Zaleca się planowanie tras w taki sposób, aby umożliwiły one regularne przerwy regeneracyjne co kilka godzin jazdy, niezależnie od minimalnych wymagań prawnych.

Dodatkowym środkiem profilaktycznym w przypadku senności kierowców jest wyposażenie pojazdów w systemy wspomagania kierowcy, takie jak na przykład systemy monitorujące poziom zmęczenia. Przykładem takich rozwiązań może być wdrożenie systemu DMS (Driver Monitoring System) [<https://www.ap-tiv.com/pl/publikacje/artyku%C5%82/co-to-jest-system-monitorowania-kierowcy>, 31.01.2026], który wykorzystuje kamerę na podczerwień do analizy ruchu oczu, częstotliwości mrugania oraz pochylenia głowy kierowcy. Co ważne system ten ma swoje zastosowanie również w sytuacji, gdy kierowca ma założone ciemne okulary. Oprogramowanie jest w stanie określić poziom zmęczenia i koncentracji kierowcy. Jeżeli stwierdzi, że kierowca jest senny lub rozproszony, może zwrócić jego uwagę sygnałem dźwiękowym lub wibracją fotela. Najnowocześniejsze wersje można po-

łączyć z systemem hamulcowym pojazdu, co daje możliwość awaryjnego hamowania w sytuacji wykrycia możliwości kolizji czy zderzenia. Istotne jest również prowadzenie szkoleń zwiększających świadomość kierowców w zakresie rozpoznawania pierwszych objawów senności i właściwego reagowania na nie.

4. Dyskusja wyników

Uzyskane wyniki wskazujące na najwyższy poziom ryzyka w obszarze senności kierowcy, monotonii trasy oraz dużego natężenia ruchu pozostają zbieżne z ustaleniami międzynarodowych badań dotyczących bezpieczeństwa transportu drogowego. W raporcie Europejskiej Federacji Pracowników Transportu podkreślono, że zmęczenie kierowców zawodowych jest jednym z kluczowych czynników wypadków śmiertelnych w Europie, a jazda w stanie silnego znużenia może powodować zaburzenia czasu reakcji porównywalne z prowadzeniem pojazdu pod wpływem alkoholu [Vitols i Voss, 2021, s. 25-35].

Wyniki dotyczące długotrwałej pozycji siedzącej oraz ekspozycji na drgania mechaniczne znajdują potwierdzenie w badaniach Useche i in., gdzie wykazano istotną zależność między czasem prowadzenia pojazdu a występowaniem dolegliwości dolnego odcinka kręgosłupa u kierowców zawodowych. Autorzy podkreślają, że skumulowane oddziaływanie wibracji oraz ograniczonej aktywności ruchowej prowadzi do przewlekłych zmian przeciążeniowych [Useche i in., 2018, s. 11-13]. Otrzymane w niniejszym badaniu wyniki ($R = 300$ dla długotrwałej pozycji siedzącej) wpisują się w ten nurt badań, wskazując na potrzebę systemowych działań ergonomicznych.

Istotnym obszarem ryzyka okazały się także czynniki środowiskowe, takie jak ograniczona widoczność, oślepienie światłami oraz niekorzystne warunki atmosferyczne. Analizy Światowej Organizacji Zdrowia wskazują, że czynniki percepcyjne i warunki drogowe stanowią jeden z głównych elementów determinujących poziom bezpieczeństwa w transporcie drogowym. W szczególności podkreśla się znaczenie widoczności oraz obciążenia poznawczego kierowcy w warunkach zwiększonego natężenia ruchu [Global..., 2018, s. 50]. Wyniki przeprowadzonej oceny ryzyka potwierdzają, że zagrożenia te nie mają charakteru incydentalnego, lecz systemowy i powtarzalny.

W kontekście stresu zawodowego oraz presji czasu, badania Międzynarodowej Organizacji Pracy wskazują, że transport drogowy należy do sektorów o podwyższonym poziomie stresu zawodowego i ponadprzeciętnym wskaźniku wypadkowo-

ści [Guidelines..., 2020, s. 33]. Presja terminowości dostaw, odpowiedzialność materialna oraz nieregularny czas pracy sprzyjają narastaniu obciążenia psychicznego, co może pośrednio zwiększać ryzyko zdarzeń drogowych.

Podsumowując, uzyskane wyniki są zgodne z aktualnymi doniesieniami międzynarodowymi i potwierdzają wielowymiarowy charakter zagrożeń w pracy kierowcy zawodowego. Analiza wykazała, że kluczowe znaczenie mają czynniki psychofizyczne (senność, monotonia, stres), środowiskowe (widoczność, warunki atmosferyczne) oraz ergonomiczne (długotrwała pozycja siedząca, drgania). Wpisuje się to w globalny nurt badań nad bezpieczeństwem transportu, podkreślający konieczność integrowania rozwiązań organizacyjnych, technologicznych (systemy wspomagania kierowcy) oraz ergonomicznych w celu ograniczenia ryzyka zawodowego w sektorze transportu drogowego.

Podsumowanie

Przeprowadzona identyfikacja zagrożeń oraz ocena ryzyka zawodowego metodą Risk Score pozwoliły na jednoznaczne określenie czynników o kluczowym znaczeniu dla bezpieczeństwa pracy kierowcy. Do zagrożeń o najwyższym poziomie ryzyka (dużym i bardzo dużym) zakwalifikowano przede wszystkim: senność kierowcy i monotonię trasy, duże natężenie ruchu drogowego, oślepienie światłami innych pojazdów, długotrwałą pozycję siedzącą, niekorzystne warunki atmosferyczne oraz czynności wykonywane poza kabiną pojazdu.

Z praktycznego punktu widzenia uzyskane wyniki stanowią narzędzie wspierające zarządzanie bezpieczeństwem w przedsiębiorstwie transportowym. Opracowane rekomendacje, o charakterze ergonomicznym, technicznym i organizacyjnym, wykraczają poza minimalne wymagania formalne w zakresie BHP i mogą zostać wdrożone w codziennej praktyce. Ich implementacja może przyczynić się do ograniczenia obciążeń psychofizycznych kierowców, zmniejszenia liczby zdarzeń drogowych, poprawy komfortu pracy oraz zwiększenia efektywności realizowanych zadań transportowych. Szczególne znaczenie ma przeciwdziałanie zmęczeniu i monotonii jazdy, które bezpośrednio wpływają na koncentrację i czas reakcji kierowcy.

Z naukowego punktu widzenia, wyniki badań potwierdzają ustalenia prezentowane w przeglądzie literatury, wskazujące na dominującą rolę czynników psychofizycznych i ergonomicznych w kształtowaniu poziomu ryzyka zawodowego kierowców. Badanie wskazuje, że zagrożenia w transporcie drogowym mają charakter wieloczynnikowy i wymagają systemowego podejścia do ich analizy. Ograniczeniem pracy była jednak niewystarczająca dostępność szczegółowych danych ilościowych

dotyczących indywidualnych uwarunkowań zdrowotnych kierowców oraz długofalowych skutków oddziaływania czynników ergonomicznych. Wskazuje to na potrzebę dalszych badań, zwłaszcza w zakresie wpływu nowoczesnych systemów wspomagania kierowcy, automatyzacji transportu oraz porównawczej analizy warunków pracy w różnych modelach organizacyjnych przedsiębiorstw transportowych.

ORCID iD

Joanna Godlewska: <https://orcid.org/0000-0001-9538-7014>

Literatura

1. Baran K., Dudziak A. (2023), *Wyzwania dla pracy kierowcy zawodowego w transporcie drogowym towarów*, Zarządzanie innowacyjne w gospodarce i biznesie 2 (37).
2. Bukała W., Dzierżyńska W. (2023), *BHP w logistyce i spedycji*, Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa.
3. Chowaniec M. (2021), *Zagrożenia w środowisku pracy kierowcy zawodowego na przykładzie Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Nowym Sączu*, Transport Miejski i Regionalny.
4. Chrzan T., Chrzan B. R. (2017), *Metoda risk – score w ocenie ryzyka zawodowego operatora przenośnika taśmowego w kopalniach odkrywkowych węgla brunatnego*, Górnictwo odkrywkowe 5.
5. Frąk M., Gładyszewski-Fiedoruk K., Łuniewski M., Telszewski T. (2024), *Microbiological Tests of Air Quality in Car Cabins-Preliminary Tests*, Journal of Ecological Engineering 4.
6. Global status report on road safety 2018, (2018). Geneva, World Health Organization, <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684> [31.01.2026].
7. Górská E. (2015), *Ergonomia. Projektowanie-Diagnoza-Eksperymenty*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
8. Guidelines on the promotion of decent work and road safety in the transport sector, 2020. International Labour Office – Geneva. <https://www.ilo.org/resource/other/guidelines-promotion-decent-work-and-road-safety-transport-sector> [31.01.2026].
9. *Jak działa system monitorowania kierowcy?* <https://www.aptiv.com/pl/publikacje/artyku%C5%82/co-to-jest-system-monitorowania-kierowcy> [31.01.2026].

10. Kielbasa P., Juliszewski T., Pawłowicz J., Dróżdż T., Zagórda M., Sęk S. (2016), *Ergonomiczna analiza wybranych stanowisk pracy kierowców samochodów ciężarowych*, Eksploatacja i testy 12.
11. Łuczak A. (2011), *Bezpieczeństwo pracy w transporcie drogowym- perspektywa europejska*, Centralny Instytut Ochrony Pracy- Państwowy Instytut Badawczy 6.
12. Muszyński Z. (2016), *Rozwój ergonomii w Polsce i na świecie*, Zeszyty naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie 1.
13. Piechota M., Czech R., Zabochnicka-Świątek M., Czech P., Turoń K. (2018), *Kierowca samochodu ciężarowego- analiza zagrożeń*, Bezpieczeństwo i Ekologia 12.
14. Uciska M., Dobrzyńska M. (2013), *Wrażliwość na kontrast jako jeden z wyznaczników bezpiecznego kierowania pojazdem*, Autobusy 3.
15. Urbańska K., Żelazko A., Domagalska J., Nowak P. (2016), *Porównanie narażenia na stres i analiza sposobów radzenia sobie z nim wśród kierowców samochodów dostawczych i kierowców komunikacji miejskiej*, Medycyna Pracy 4.
16. Useche S.A., Cendales B, Montoro L, Esteban C. (2018), *Work stress and health problems of professional drivers: a hazardous formula for their safety outcomes?*, Peer J, DOI 10.7717/peerj.6249.
17. Vitols K., Voss E. (2021), *Driver fatigue in European road transport*, European Transport Workers' Federation.

Ergonomic Determinants of Occupational Safety for Drivers in Road Transport

Abstract

The aim of the article was to identify the key ergonomic factors determining the occupational safety of drivers in road transport and to assess the level of occupational risk at the analyzed workstation. As part of the research, hazardous, harmful, and burdensome factors related to the specific nature of a driver's work were identified, followed by an occupational risk assessment using the Risk Score method. The obtained results showed that the highest level of risk concerns hazards related to prolonged sitting, psychophysical workload, and the impact of physical factors such as vibrations and noise. The application of the Risk Score method made it possible to rank hazards according to their level of significance and to indicate areas requiring corrective and preventive actions. The conclusions of the conducted analysis confirm that the proper ergonomic design of the workstation, including work time organization and the adjustment of vehicle cabin equipment, is crucial for reducing occupational risk levels and improving drivers' occupational safety.

Key words

ergonomics, occupational safety, professional driver, Risk Score

MARKETING I ZACHOWANIA KONSUMENTÓW

MARKETING AND CONSUMER BEHAVIOUR

Wykorzystanie dziedzictwa kulinarnego w projektowaniu produktów turystycznych opartych na doświadczeniu użytkownika

Eugenia Panfiluk 

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: e.panfiluk@pb.edu.pl

Piotr Czuper

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: 88872@student.pb.edu.pl

Wiktor Pakuła

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: 88858@student.pb.edu.pl

DOI: 10.24427/az-2026-0012

Streszczenie

Celem artykułu jest przedstawienie procesu projektowania oraz charakterystyki innowacyjnego produktu turystycznego opartego na dziedzictwie kulinarnym, na przykładzie koncepcji „Korycińska Dolina Smaków”. Wykorzystując metodologię projektowania inwestycji wielozadaniowej łączącą Project-Based Learning, Problem-Based Design i Design Thinking, opracowano kompleksowy projekt centrum kulinarno-turystycznego w gminie Korycin. Projekt wpisuje się w koncepcję teorii ekonomii doświadczeń Pine i Gilmore [2011] oraz Godovykh i Tasci [2020]. Opracowana koncepcja opiera się na autentyczności i narracji z wykorzystaniem lokalnego dziedzictwa – sera korycińskiego oraz truskawki korycińskiej. Wyniki badań prezentują szczegółową charakterystykę inwestycji, jej cele SMART oraz planowane usługi doświadczeniowe. Wnioski wskazują, że zaprojektowany produkt turystyczny stanowi realną odpowiedź na wciąż niedostateczny rozwój turystyki w regionie, niskie zaangażowanie mieszkańców w promocje i ekspozycje lokalnego dziedzictwa kulturowego,

oraz niewykorzystany w pełni potencjał lokalnych produktów, będąc jednocześnie przykładem praktycznego zastosowania współczesnych koncepcji zarządzania w turystyce.

Słowa kluczowe

ekonomia doświadczeń, dziedzictwo kulinarne, produkt turystyczny, rozwój lokalny, projektowanie inwestycji

Wstęp

Współczesna turystyka stawia przed regionami wyzwanie tworzenia unikatowych, zapadających w pamięć ofert, wykraczających poza tradycyjne zwiedzanie. Kluczowym paradygmatem stała się ekonomia doświadczeń [Pine i Gilmore, 1999], w ramach której wartość rynkową tworzą nie tyle dobra materialne, co zaangażowanie emocjonalne i sensoryczne odbiorcy. Szczególnie podatnym gruntem dla zastosowania tej teorii są produkty regionalne i dziedzictwo kulinarne, które dzięki swojej autentyczności i zakorzenieniu w lokalnym kontekście stanowią idealną podstawę do budowania turystyki doświadczeń [Geçikl i in., 2024]. Celem naukowym niniejszego artykułu jest zaprezentowanie procesu i wyników projektowania zintegrowanego produktu turystycznego opartego na dziedzictwie kulinarnym gminy Korycin, z zastosowaniem metodologii łączącej podejścia projektowe i badawcze. W pierwszej części artykułu omówiono zagadnienia teoretyczne z zakresu turystyki doświadczeń, w następnej części przedstawiono metodykę projektowania inwestycji wielozadaniowej z wykorzystaniem metod Project-Based Learning, Problem-Based Design oraz Design Thinking, co pozwoliło na holistyczne opracowanie koncepcji odpowiadającej na realne potrzeby społeczno-ekonomiczne regionu.

1. Przegląd literatury

Współczesna gospodarka turystyczna charakteryzuje się rosnącą konkurencyjnością i potrzebą wyróżniania produktów oraz usług poprzez kreowanie wartości wykraczającej poza ich materialny aspekt. Stały proces poszukiwania nowych źródeł przewagi konkurencyjnej wynika z niematerialności, sezonowości i łatwości imitacji [Stamboulis i Skayannis, 2003; Mossberg, 2007]. Jednym z kluczowych podejść umożliwiających takie rozszerzenie wartości jest teoria ekonomii doświadczeń (*experience economy*), której podstawy sformułowali Pine i Gilmore [1998]. Ekonomia doświadczeń zakłada, że klienci poszukują nie tylko dóbr i usług, lecz przede wszystkim angażujących przeżyć, które wywołują emocje i pozostają zapamiętane

[Pine i Gilmore, 2011]. Podejście to wpisuje się w nurt marketingu doświadczeń oraz logiki dominacji usługowej, zgodnie z którą wartość jest współtworzona w użyciu i subiektywnie interpretowana przez konsumenta [Vargo i in., 2008]. Najważniejszą tezą teorii jest przejście od standardowych produktów do doświadczeń jako nowej formy wartości rynkowej. Tym samym Pine i Gilmore [2011] rozszerzyli pierwotną koncepcję ekonomii doświadczeń, przedstawiając cztery domeny doświadczenia: *educatin* (edukacyjną), *entertainment* (rozrywkową), *esthetics* (estetyczną) i *escapism* (ucieczka, zaangażowanie pełne), (tzw. model 4E). Etap edukacji określa stan, w którym turysta jest aktywny i jednocześnie wchłania wiedzę. Na etapie rozrywki turysta jest pasywnym uczestnikiem, skupionym na przyjemności i zabawie. Etap estetyki to stan, w którym turysta jest zanurzony w otoczenie, ale nie wpływa na nie aktywnie. Na etapie ucieczki dochodzi do aktywnego uczestnictwa turysty skupionym na działaniu. Badania empiryczne wskazują, że domeny edukacji i eskapizmu są szczególnie silnie powiązane z poczuciem autentyczności oraz współtworzeniem doświadczeń [Campos i in., 2015]. Najsilniejsze doświadczenia powstają wówczas, gdy produkt turystyczny łączy elementy przynajmniej trzech lub czterech etapów.

W literaturze model ten stał się jednym z najczęściej wykorzystywanych narzędzi konceptualnych w badaniach nad projektowaniem doświadczeń w turystyce, sektorach kreatywnych [Oh i in., 2007; Mehmetoglu i Engen, 2011], turystyki wellness [Wulandari, 2025], co potwierdza jego uniwersalność jako ramy analitycznej do budowania doświadczeń opartych na lokalności i dziedzictwie [Kastenholz i in., 2017; Kastenholz i in., 2023]. Model 4E doczekał się modyfikacji i rozszerzeń. Godovykh i Tasci [2020] zaproponowali holistyczne ujęcie doświadczenia jako konstruktu wielowymiarowego. Obejmuje on cztery komponenty: emocjonalny (afektywny), który odnosi się do uczuć i reakcji emocjonalnych turysty, poznawczy (kognitywny) związany jest z procesami myślowymi i intelektualnym zaangażowaniem, sensoryczny (zmysłowy), który dotyczy bodźców odbieranych przez zmysły podczas podróży, oraz konatywny (behawioralny) związany ze skłonnością do działań i postaw behawioralnych [Godovykh i Tasci, 2020]. Podejście to rozwija wcześniejsze koncepcje doświadczenia jako zjawiska złożonego i subiektywnego [Otto i Ritchie, 1996], umożliwiając analizę zarówno doświadczeń pozytywnych, jak i ambiwalentnych, uwzględniających dysonans, dezorientację czy napięcie emocjonalne [Tiberghien i in., 2020].

Niezależnie od przyjętego modelu badacze wskazują, że najwyższą wartość ekonomiczną generują doświadczenia integrujące elementy różnych sfer [Richards, 2018], ponieważ współczesny turysta poszukuje doświadczeń hybrydowych, łączących autentyczność, kreatywność i aktywne uczestnictwo [Richards, 2018]. Chai

i in. [2022] dowodzą, że rezultatem doświadczeń pozostaje pamięć długookresowa, która silniej niż satysfakcja chwilowa wpływa na postawy wobec dziedzictwa kulturowego.

W literaturze przedmiotu rośnie znaczenie autentyczności doświadczeń turystycznych, rozumianej nie tylko jako obiektywna cecha produktu, lecz także jako konstrukt relacyjny i egzystencjalny, zależny od subiektywnych odczuć oraz zaangażowania turysty [Rickly-Boyd, 2013; Rickly i McCabe, 2016; Tiberghien i in., 2020]. Doświadczenia oparte na dziedzictwie i lokalności generują wyższą wartość emocjonalną i ekonomiczną, co tłumaczone jest m.in. potrzebą ucieczki od codziennej alienacji oraz poszukiwaniem autentyczności egzystencjalnej [Knudsen i in., 2016]. Badania potwierdzają, że turyści są skłonni płacić więcej za produkty i usługi łączące autentyczność, angażujące narracje oraz kontakt z kulturą lokalną, co przekłada się na lojalność i intencje ponownych odwiedzin [Hosany i in., 2015; Mei i in., 2020; Zhang i in., 2019; Wang i in., 2025]. Jednocześnie autentyczność nie zawsze oddziałuje na doświadczenie w sposób bezpośredni, lecz może pełnić funkcję zmiennej moderującej relacje pomiędzy jego wymiarami a rezultatami, takimi jak pamięć czy intencje behawioralne, zwłaszcza w kontekście dziedzictwa kulturowego [Chai i in., 2022; Zhang i in., 2019].

Istotnym mechanizmem wzmacniającym autentyczność i wartość doświadczenia jest narracja. Produkty regionalne zyskują atrakcyjność, gdy ich historia, proces wytwarzania oraz związek z lokalną kulturą są komunikowane w sposób wiarygodny i angażujący [Zhang i in., 2019; Wang i in., 2025]. Narracyjne osadzenie produktów w kontekście miejsca wzmacnia tożsamość destynacji oraz jej spójność wizerunkową, zwiększając jednocześnie postrzeganą autentyczność doświadczenia [Hanna i Rowley, 2015; Rowley i Hanna, 2020; Sthapit i in., 2021]. Storytelling pełni funkcję pomostu między materialnym produktem a niematerialnym doświadczeniem, umożliwiając nadanie mu sensu symbolicznego oraz sprzyjając zaangażowaniu poznawczemu i emocjonalnemu odbiorców [Fog i in., 2005]. Wątki narracyjne obecne są również pośrednio w koncepcjach autentyczności egzystencjalnej i symbolicznej, w których doświadczenie turystyczne kształtowane jest poprzez interpretacje i znaczenia przypisywane miejscu oraz własnym przeżyciom [Rickly i McCabe, 2016]. Badania nad turystyką kulinarną i dziedzictwem lokalnym wskazują ponadto, że historie związane z pochodzeniem produktów i praktykami wytwórczymi wzmacniają postrzeganą autentyczność doświadczenia, nawet jeśli storytelling nie jest konceptualizowany wprost jako odrębna kategoria analityczna [Sidal i in., 2015; Stalmirska, 2024].

Równolegle w literaturze rośnie znaczenie teorii współtworzenia doświadczeń, zgodnie z którą konsumenci aktywnie uczestniczą w procesie tworzenia wartości

poprzez interakcje z produktem, miejscem oraz społecznością lokalną [Campos i in., 2015; Andrade-Cunha i in., 2025]. Aktywne uczestnictwo, m.in. w warsztatach, spotkaniach z producentami czy działaniach edukacyjnych, sprzyja budowaniu kapitału relacyjnego, poczucia przynależności oraz autentyczności doświadczeń [Campos i in., 2015]. Z perspektywy logiki dominacji usługowej kluczową rolę w kształtowaniu jakości doświadczeń odgrywają zasoby operantowe, takie jak relacje społeczne, kompetencje aktorów lokalnych oraz narracje kulturowe, które sprzyjają budowaniu więzi tożsamościowej turysty z destynacją i lojalności wobec miejsca [Rachmat, 2025]. Znaczenie tych interakcji potwierdzają również badania nad turystyką winiarską i kulinarną, wskazujące, że jakość relacji społecznych wzmacnia eskapistyczny i narracyjny charakter doświadczeń oraz ich trwałość w pamięci turystów [Terziyska, 2024].

Współczesne badania podkreślają także rolę multisensoryczności w projektowaniu doświadczeń turystycznych. Im więcej modalności sensorycznych zostaje zaangażowanych, takich jak smak, zapach, dotyk, dźwięk czy obraz, tym silniejszy i bardziej zapamiętywalny staje się odbiór produktu regionalnego [Agapito, 2020]. Podejście to znajduje swoje podstawy w psychologii percepcji i badaniach nad pamięcią epizodyczną, wskazujących, że doświadczenia angażujące wiele zmysłów są silniej kodowane i dłużej przechowywane w pamięci długotrwałej [Spence, 2020]. W turystyce kulinarnej szczególne znaczenie przypisuje się zmysłom smaku i zapachu, które intensywnie wywołują reakcje emocjonalne i skojarzenia autobiograficzne [Ellis i in., 2018]. Takie podejście wpisuje się w koncepcję place-based experiences, zgodnie z którą doświadczenie wynika z relacji pomiędzy turystą a unikatowym kontekstem miejsca [Lane i Kastenholz, 2015].

Najnowsze publikacje z zakresu turystyki kulinarnej i dziedzictwa lokalnego wskazują, że doświadczenia stanowią obecnie kluczowy czynnik konkurencyjności regionów, a ich projektowanie wymaga wielowymiarowego podejścia łączącego narrację, sensoryczność, autentyczność oraz wartości społeczne [Richards, 2018; Sthapit i in., 2021; Kastenholz i in., 2020; Sidali i in., 2015; Li i in., 2025]. Przewaga konkurencyjna destynacji coraz rzadziej opiera się na pojedynczych atrakcjach, a coraz częściej na zdolności do tworzenia spójnych ekosystemów doświadczeń zakorzenionych w lokalnych zasobach kulturowych, społecznych i przyrodniczych [Stalmirska, 2024]. Doświadczenia te pełnią jednocześnie funkcję ekonomiczną, kulturową i symboliczną, wzmacniając tożsamość miejsca oraz jego rozpoznawalność [Hanna i Rowley, 2015].

W tym kontekście rośnie znaczenie zrównoważonego i regeneratywnego podejścia do projektowania doświadczeń kulinarnych. Badania wskazują, że turyści chętniej

niej wybierają produkty regionalne promujące lokalnych producentów, ograniczając presję środowiskową oraz podtrzymując lokalne tradycje [Apak i Guerbuez, 2023; Gössling i in., 2011]. Zrównoważone doświadczenia kulinarne budują wizerunek regionu jako miejsca odpowiedzialnego i autentycznego, co przekłada się na długofalową lojalność turystów i pozytywne rekomendacje [Zhang i in., 2019]. Nowszym rozwinięciem tego podejścia jest koncepcja regeneratywnej turystyki kulinarnej, zakładająca, że doświadczenie turysty nie tylko korzysta z lokalnych zasobów, lecz także przyczynia się do ich wzmacniania poprzez ochronę dziedzictwa niematerialnego, promocję tradycyjnych praktyk oraz wzrost świadomości kulturowej [Higgins-Desbiolles i Bigby, 2022; Ateljevic, 2020; Bellato i in., 2023].

Coraz większe znaczenie w projektowaniu doświadczeń turystycznych przypisuje się cyfrowej imersji, określanej jako doświadczenia hybrydowe, łączące kontakt z kulturą lokalną z technologiami immersyjnymi, takimi jak wirtualna i rozszerzona rzeczywistość [Tussyadiah, 2014; Tussyadiah i in., 2020]. Rozwiązania te wzmacniają zaangażowanie poznawcze, emocjonalne i sensoryczne turystów [Neuhofer i in., 2015]. Doświadczenia hybrydowe pełnią tym samym istotną funkcję narracyjną i edukacyjną, wspierając interpretację dziedzictwa oraz zwiększając dostępność oferty turystycznej [Tussyadiah i in., 2020]. Rozwinięciem tego podejścia są rozwiązania oparte na personalizacji doświadczeń z wykorzystaniem technologii informacyjnych. Badania nad projektowaniem indywidualnych tras turystycznych wskazują, że łączenie algorytmów rekomendacyjnych z założeniami modelu 4E oraz podejściem multisensorycznym umożliwia tworzenie sekwencyjnych, spersonalizowanych doświadczeń osadzonych w unikatowym kontekście miejsca, sprzyjających odkrywaniu mniej znanych przestrzeni i ograniczaniu koncentracji ruchu turystycznego [Kumcu i in., 2025]. W tym procesie technologie cyfrowe pełnią rolę mediatora doświadczenia, wzmacniając jego wymiar poznawczy, emocjonalny i sensoryczny oraz wspierając współtworzenie i personalizację doświadczeń [Tussyadiah, 2014; Campos i in., 2015].

2. Metodyka badań

W badaniu zastosowano metodę projektowania inwestycji wielozadaniowej, która pozwala na kompleksowe i iteracyjne opracowanie koncepcji przedsięwzięcia obejmującego zarówno funkcje gospodarcze, edukacyjne, jak i kulturowe [Haid i Albrecht, 2021]. Metoda ta zakłada wieloetapowe projektowanie rozwiązań, w których poszczególne elementy tworzonego produktu są analizowane z perspektywy ich funkcjonalności, wykonalności oraz zgodności z otoczeniem społeczno-kulturowym. Poszczególne etapy pracy podporządkowane zostały metodzie Project-Based

Learning (PBL) stosowanej w kontekście edukacji projektowej [Bell, 2010], metodzie Problem-Based Design (PBD) [Nelson i Stolterman, 2014] oraz podejściu Design Thinking [Zeng i in., 2020; Brzozowska i in., 2025]. Pracę wykonano zgodnie z metodą studium przypadku zastosowaną do analizy procesu kształtowania konkretnego produktu turystycznego według Zdon-Korzeniewska [2009].

Metoda Project-Based Learning (PBL), czyli uczenie się poprzez realizację projektów, to metoda dydaktyczna i badawcza, w której kluczowym elementem jest samodzielne lub zespołowe wykonanie praktycznego projektu opartego na realnym problemie. PBL łączy proces edukacyjny z praktyką – studenci nabywają wiedzę i umiejętności poprzez planowanie, opracowywanie, testowanie i prezentację konkretnego rozwiązania lub produktu. Jak podkreślają badania, PBL sprzyja rozwojowi kompetencji krytycznego myślenia, samodzielności oraz głębokiego uczenia się [Thomas, 2000; Wrigley i Straker, 2017]. Dodatkowo badania wskazują, że PBL efektywnie wspiera rozwój umiejętności współpracy, zdolności adaptacyjnych oraz kreatywnego rozwiązywania problemów, co jest istotne w projektach wielowymiarowych i interdyscyplinarnych [Agapito, 2020; Triyuni i in., 2021]. Metoda ta została wykorzystana do projektowania inwestycji wykorzystujących dziedzictwo kulturowe, ponieważ umożliwia samodzielne opracowanie koncepcji, pozwala na kreatywne opracowanie projektu opartego na analizie lokalnego dziedzictwa, wzmacnia kompetencje badawcze i projektowe oraz ułatwia współtworzenie rozwiązań z interesariuszami.

Metodę Problem-Based Design (PBD) zastosowano we wstępnym etapie tworzenia projektu. Metoda ta zakłada koncentrowanie się na rozwiązywaniu realnych, złożonych problemów zamiast na tworzeniu produktu „od pomysłu”. Jej sednem jest założenie, że problemy są punktem wyjścia do projektowania, a nie gotowe koncepcje. W metodzie tej wyodrębnia się cztery główne etapy: analizę problemu, zrozumienie kontekstu i potrzeb, generowanie rozwiązań z danych oraz iteracyjne sprawdzanie i opracowywanie propozycji [Nelson i Stolterman, 2014]. PBD umożliwia uwzględnienie wielowymiarowych aspektów projektowanych inwestycji, takich jak czynniki kulturowe, społeczne, środowiskowe i ekonomiczne, co zwiększa praktyczną wykonalność rozwiązań [Manzini, 2015; Flyvbjerg i Gardner, 2023]. Jest to metoda szczególnie przydatna w inwestycjach wielozadaniowych, turystycznych, kulturowych i społecznych.

Do generowania rozwiązań wykorzystano podejście Design Thinking. Jest to podejście, które koncentruje się na potrzebach użytkownika końcowego oraz na iteracyjnym tworzeniu i testowaniu pomysłów. Łączy kreatywność z empirycznym podejściem, zakładając, że najlepsze rozwiązania powstają w wyniku głębokiego zrozumienia użytkowników, ich doświadczeń oraz kontekstu działania [Brown, 2009;

Liedtka, 2020]. W niniejszym badaniu wykorzystano je do tworzenia dużej liczby zróżnicowanych koncepcji – generowania pomysłów (*ideation*) oraz tworzenia uproszczonych modeli proponowanych rozwiązań (*prototyping*). Etap ten jest szczególnie przydatny w projektach wymagających współtworzenia wartości, integracji różnych perspektyw oraz pracy nad innowacyjnymi produktami lub usługami. Design Thinking pozwala również uwzględniać elementy ekonomii doświadczeń, takie jak sensoryczność, narracja i autentyczność, wzmacniając wartość odbioru produktu turystycznego i kulturowego [Pine i Gilmore, 2011]. W kontekście tworzenia produktów turystycznych, kulturowych czy regionalnych, w tym opartych na dziedzictwie kulinarnym, Design Thinking pozwala angażować użytkowników, turystów oraz ekspertów w proces projektowania, co wzmacnia autentyczność i funkcjonalność końcowego efektu [Liedtka, 2020].

W ramach procesu badawczego samodzielnie opracowano całościowy projekt inwestycji, tworząc jego założenia, cele, zakres funkcjonalny oraz kontekst wykorzystania dziedzictwa lokalnego, w tym przypadku tradycji produkcji sera korycińskiego. Wykonawcy projektu, działając w warunkach zbliżonych do rzeczywistych procesów planistycznych, samodzielnie wygenerowali ideę inwestycji, analizując potrzeby interesariuszy, potencjał lokalnych zasobów oraz możliwości wdrożeniowe. Ich praca obejmowała również analizę kontekstu społecznego, kulturowego i środowiskowego zgodnie z zasadami projektowania holistycznego [Manzini, 2015]. Podczas opracowywania koncepcji studenci uwzględniali najnowsze podejścia ekonomii doświadczeń, integrując sensoryczne elementy produktu, narrację opartą na dziedzictwie lokalnym oraz edukacyjne funkcje inwestycji [Richards, 2022; Triyuni i in., 2021; Carvalho i in., 2023].

Dokonano identyfikacji kluczowych funkcji obiektu, opracowano koncepcję programowo-przestrzenną oraz dobrano rozwiązania wspierające kreowanie doświadczeń zgodnie z teorią ekonomii doświadczeń Pine’a i Gilmore’a [2011]. Zastosowana metoda pozwoliła na połączenie wiedzy teoretycznej z praktycznymi umiejętnościami projektowania, uwzględniając procesy kreatywne i analityczne zgodne z uznanymi metodami projektowymi funkcjonującymi w literaturze. Dzięki integracji PBL, PBD i Design Thinking projekt inwestycji wielozadaniowej nie tylko odpowiadał na potrzeby turystów i lokalnej społeczności, lecz również wspierał rozwój kompetencji projektowych uczestników oraz wpisywał się w aktualne trendy ekonomii doświadczeń, obejmujące autentyczność, współtworzenie wartości i sensoryczność [Rowley i Hanna, 2020; Sthapit i in., 2021; Agapito, 2020]. Dzięki temu opracowana koncepcja wpisuje się we współczesne podejścia projektowe, które akcentują interdyscyplinarność, współtworzenie wartości oraz integrację aspektów

kulturowych, środowiskowych i ekonomicznych [Liedtka, 2020; Manzini, 2015; Flyvbjerg, 2021].

3. Wyniki badań

3.1. Identyfikacja problemu społeczno-ekonomicznego i uwarunkowań rozwojowych gminy Korycin

Kompleksowy projekt produktu turystycznego „Korycińska Dolina Smaków” jest zaprojektowany w Gminie Korycin. Gminę zamieszkuje 3 219 mieszkańców. To obszar wiejski o dominującej funkcji rolniczej, charakteryzuje się niską gęstością zaludnienia [26 os./km²] i znacznym oddaleniem od dużych ośrodków miejskich [50-60 km]. Mimo posiadania silnych, rozpoznawalnych produktów lokalnych takich jak ser koryciński, truskawka korycińska oraz walorów przyrodniczych [Puszcza Knyszyńska, Zalew w Korycinie] potencjał turystyczny gminy jest niewykorzystany. Główne bariery to: wyraźna sezonowość ruchu turystycznego, niedostateczna i rozproszona infrastruktura [brak zintegrowanego centrum, ograniczona baza noclegowa], a także brak spójnej narracji łączącej dziedzictwo kulinarne z ofertą turystyczną. Kierunek rozwoju gminy, określony w dokumentach strategicznych, akcentuje wsparcie rolnictwa, przetwórstwa lokalnego oraz zrównoważony rozwój turystyki [Strategia Rozwoju Gminy Korycin na lata 2024 – 2034]. Istniejące uwarunkowania – silna tożsamość lokalna wokół produktów żywnościowych, Park Kulturowy „Korycin-Milewyszczyna” oraz tereny przeznaczone pod rekreację – stwarzają korzystne warunki do rozwoju turystyki doświadczeń. W związku z powyższym głównym problemem badawczym było zidentyfikowanie sposobu zaprojektowania zintegrowanego produktu turystycznego opartego na dziedzictwie kulinarnym w oparciu o teorię ekonomii doświadczeń. Proponowany produkt turystyczny może przezwyciężyć sezonowość, zwiększyć atrakcyjność i wydłużyć czas pobytu turystów w gminie Korycin, przyczyniając się jednocześnie do rozwoju lokalnej gospodarki. Za nadrzędny cel projektu przyjęto opracowanie zintegrowanego centrum promocji lokalnych produktów i kultury, które stanie się katalizatorem rozwoju turystyczno-gospodarczego gminy.

3.2. Szczegółowa charakterystyka inwestycji

„Korycińska Dolina Smaków” to wielofunkcyjny kompleks turystyczno-edukacyjny, zaprojektowany jako spójna przestrzeń doświadczeń. Jego kluczowe elementy to:

- „Pawilon Smaków Podlasia” [ok. 1500 m²]: serce kompleksu z interaktywnym muzeum historii sera korycińskiego, strefą degustacyjną i ekspozycją multimedialną;
- „Akademia Smaku”: nowoczesna przestrzeń warsztatowa z zapleczem kuchennym do prowadzenia pokazów i zajęć edukacyjnych;
- „Targowisko Produktów Regionalnych”: zadaszona hala targowa dla lokalnych wytwórców;
- „Strefa Relaksu i Natury”: ogród sensoryczny, ścieżki edukacyjne, miejsca odpoczynku;
- obiekt noclegowy: baza noclegowa będąca komplementarną częścią inwestycji mająca na celu zniwelowanie problemu niewystarczającej ilości miejsc noclegowych na terenie gminy;
- amfiteatr plenerowy i mini skansen: przestrzeń dla wydarzeń kulturalnych i prezentacji tradycyjnych metod wytwórczych.

Projekt zakłada realizację w duchu zrównoważonego rozwoju, z wykorzystaniem OZE i materiałów ekologicznych.

W „Pawilonie Smaków Podlasia” turyści będą mogli prześledzić historię sera korycińskiego w interaktywnym muzeum z holograficznymi pokazami procesu produkcji oraz makietą tradycyjnej mleczarni. W strefie degustacyjnej pod okiem serowara będą poznawać różne dojrzalości sera, łącząc smak z opowieścią o lokalnych hodowlach. Multimedialna ekspozycja z ekranami dotykowymi umożliwi głębsze zapoznanie się z mapą lokalnych producentów i historią regionu. „Akademia Smaku” będzie wyposażona w stanowiska do ręcznego formowania sera, profesjonalne kuchnie demonstracyjne i mobilne stoły do pracy w grupach. Odbywać się tu będą praktyczne warsztaty serowarskie [od formowania do znakowania własnej bryły], pokazy kulinarne z wykorzystaniem sera i truskawki, a także cykle edukacyjne dla szkół o zdrowym odżywianiu. Zaplanowany obiekt „Targowisko Produktów Regionalnych” to zadaszona hala z indywidualnymi, stylizowanymi stoiskami dla rolników i rzemieślników. Turyści będą mogli bezpośrednio kupować sery, miody, przetwory, rękodzieło, a także uczestniczyć w krótkich pokazach [np. dojennia, tkania] i degustacjach sezonowych prowadzonych przez samych wytwórców. Z kolei „Strefia Relaksu i Natury” to ogród sensoryczny z ziołami używanymi w produkcji sera; ścieżki z opisami roślin łączącymi się z lokalną kuchnią; altany z hamakami z widokiem na okolicę. Miejsce służy wyciszeniu i bezpośredniemu kontaktowi z przyrodą regionu. Uzupełniając w celu wydłużenia pobytu turystycznego powstanie obiekt noclegowy „Przytulisko w Dolinie”, to ekologiczny pensjonat z 30 miejscami. Goście otrzymują pakiet powitalny [m.in. kupon na warsztat]

i mają dostęp do wieczornych spotkań z opowieściami lokalnych mieszkańców. Całość inwestycji zostanie dopełniona amfiteatrem plenerowym i mini skansenem. Amfiteatr z mobilną sceną będzie wykorzystany do organizacji Festiwalów Sera, koncertów folkowych i plenerowych pokazów kuchni. Przylegający skansen z repliką tradycyjnej zagrody i narzędziami rolniczymi umożliwia żywe lekcje historii i pokazy dawnych technik przetwórstwa mleka.

3.3. Opis usług realizowanych w oparciu o ekonomię doświadczeń

Oferta usługowa została zaprojektowana w celu zaangażowania turysty na wszystkich poziomach modelu 4E:

- usługi edukacyjne (*education*): warsztaty serowarskie [od podstaw do zaawansowanych], lekcje o tradycyjnym przetwórstwie, szkolenia z identyfikacji produktów regionalnych;
- usługi rozrywkowe (*entertainment*): pokazy kulinarne na żywo, festiwale [Festiwal Sera i Truskawki], koncerty regionalne w amfiteatrze, gry terenowe o tematyce kulinarnej;
- usługi estetyczne (*aesthetics*): zwiedzanie immersyjnego muzeum z narracją multimedialną, spacer po ogrodzie sensorycznym, degustacje w zaaranżowanej przestrzeni estetyzującej kontakt z produktem,
- usługi eskapistyczne (*escapism*): możliwość aktywnego udziału w procesie tworzenia sera (współtworzenie), kilkudniowe pakiety pobytowe łączące warsztaty, wypoczynek na łonie natury i kontakty z lokalną społecznością.

Wszystkie usługi są projektowane z naciskiem na personalizację, autentyczność (odwołanie do prawdziwej historii i tradycji), angażowanie wielu zmysłów (smak, zapach, dotyk, wzrok, dźwięk) oraz silną narrację (storytelling) budowaną wokół dziedzictwa serowarskiego Korycina.

4. Dyskusja wyników

Opracowana koncepcja „Korycińskiej Doliny Smaków” stanowi praktyczną egzemplifikację złożonego wielowymiarowego produktu turystycznego. Nacisk na autentyczność [Rickly i McCabe, 2016], budowaną poprzez narrację opartą na prawdziwym dziedzictwie serowarskim i zaangażowanie lokalnych producentów, jest kluczowym czynnikiem budowy koncepcji. Ponadto projekt bezpośrednio odpowiada na postulaty Pine’a i Gilmore’a [1999, 2011] dotyczące przejścia od sprzedaży produktu do sprzedaży pamiętnego doświadczenia. Zaproponowana struktura

usług celowo łączy wszystkie cztery domeny modelu 4E: usługi edukacyjne (*education*), rozrywkowe (*entertainment*), estetyczne (*aesthetics*) oraz eskapistyczne (*escapism*), co jest zgodne z założeniami [Pine i Gilmore, 2011] oraz badaniami turystyki kulinarnej [Triyuni i in., 2021].

Szczególnie wyraźnie założenia ekonomii doświadczeń realizowane są w usługach warsztatowych oferowanych w „Akademii Smaku”. Aktywny udział turystów w procesie wytwarzania sera odpowiada zarówno domenie edukacyjnej, jak i eskapistycznej, w których uczestnik jest jednocześnie zaangażowany poznawczo i działaniowo [Pine i Gilmore, 2011]. Ponadto warsztaty te wpisują się w koncepcję współtworzenia wartości, zgodnie z którą konsumenci odgrywają istotną rolę w kształtowaniu własnego doświadczenia poprzez bezpośrednią interakcję z produktem i miejscem [Campos i in., 2015; Rachmat, 2025]. Jak podkreślają Campos i in. [2015], włączenie turysty w proces tworzenia wartości wzmacnia jego emocjonalny związek z produktem i zwiększa skłonność do ponownych odwiedzin. Interaktywne muzeum sera umiejscowione w „Pawilonie Smaków Podlasia”, zaprojektowane jako przestrzeń immersyjna, łączy funkcje edukacyjne i estetyczne. Zastosowanie narracji historycznej, multimedialnych oraz technologii immersyjnych wzmacnia autentyczność przekazu, co zgodnie z badaniami Rickly [2016], stanowi jeden z kluczowych czynników budujących wartość doświadczenia opartego na dziedzictwie i lokalności. Znaczenie storytellingu potwierdzają również Rowley i Hanna [2020] oraz Sthapit i in. [2021], wskazując, że narracja podnosi satysfakcję turystów i wzmacnia odbiór autentyczności. Włączenie elementów doświadczeń hybrydowych, łączących fizyczny kontakt z kulturą lokalną i technologiami immersyjnymi, jest zgodne z obserwacjami Tussyadiah i in. [2020] dotyczącymi rosnącej roli cyfrowej imersji w turystyce kulturowej.

Degustacje sera i produktów regionalnych zapewniają osiąganie doświadczeń multisensorycznych, ponieważ angażują jednocześnie smak, zapach, wzrok, dotyk oraz narrację kulturową, które, jak wskazuje Agapito [2020], znacząco zwiększają zapamiętywanie i siłę oddziaływania produktu turystycznego. Ponadto połączenie smaku, zapachu, wizualnej aranżacji przestrzeni oraz narracji o procesie wytwarzania wpisuje się w obserwacje Zhang i in. [2019], zgodnie z którymi produkty regionalne zyskują na atrakcyjności, gdy ich historia i związek z lokalną kulturą są przedstawiane w sposób angażujący. Domena rozrywki realizowana jest w trakcie organizacji wydarzeń plenerowych, takich jak festiwale kulinarne i koncerty regionalne, w których turysta koncentruje się na przyjemności i zabawie [Pine i Gilmore, 2011], co jest możliwe dzięki powstaniu amfiteatru plenerowego. Jednocześnie, jak zau-

waża Richards [2022], największą wartość ekonomiczną generują doświadczenia łączące elementy różnych sfer, co znajduje odzwierciedlenie w połączeniu rozrywki z estetyką i lokalnym dziedzictwem.

Istotnym uzupełnieniem oferty jest „Strefa Relaksu i Natury”, gdzie usytuowano ogród sensoryczny i strefę relaksu; odpowiadają one domenie estetycznej oraz idei multisensoryczności projektowania doświadczeń. Przestrzenie te umożliwiają spokojny kontakt z krajobrazem i tożsamością lokalną, wzmacniając emocjonalny wymiar pobytu. Założenia te wpisują się w ustalenia Agapito [2020], który wskazuje, że angażowanie wielu zmysłów sprzyja głębszemu zanurzeniu w doświadczeniu, oraz Campón-Cerro i in. [2020], którzy podkreślają znaczenie osadzania produktów turystycznych w wartościach kulturowych i sensorycznych regionu. Pakiety pobytowe oraz zaplecze noclegowe „Przytulisko w Dolinie” umożliwiają realizację domeny eskapizmu, rozumianej jako pełne zanurzenie turysty w doświadczeniu [Pine i Gilmore, 2011]. Jak wskazuje Rickly [2016], doświadczenia oparte na dziedzictwie i lokalności generują większą wartość emocjonalną, zwłaszcza gdy mają charakter długotrwały.

Projekt odpowiada również na postulaty zrównoważonego i regeneratywnego rozwoju turystyki kulinarnej. Apak i Guerbuez [2023] oraz Gössling i in. [2011] podkreślają, że turyści chętniej wybierają produkty promujące lokalnych producentów i ograniczające negatywny wpływ na środowisko, natomiast Higgins-Desbiolles i in. [2022] wskazują, że doświadczenia turystyczne mogą aktywnie przyczyniać się do wzmacniania lokalnych zasobów kulturowych.

Przeprowadzona analiza dowodzi, że Korycińska Dolina Smaków stanowi spójny produkt turystyczny w pełni zgodny z założeniami ekonomii doświadczeń w ujęciu modelu 4E. Integracja domen edukacji, rozrywki, estetyki i eskapizmu, w połączeniu z autentycznością, multisensorycznością, narracją i współtworzeniem wartości, potwierdza zgodność projektu z aktualnymi ustaleniami literatury oraz jego potencjał jako narzędzia rozwoju konkurencyjności regionu.

Podsumowanie

Z perspektywy praktycznej, projekt „Korycińska Dolina Smaków” przedstawia gotową do dalszych studiów wykonalności i potencjalnego wdrożenia koncepcję, która może realnie przyczynić się do dywersyfikacji gospodarki gminy Korycin, stworzenia nowych miejsc pracy, integracji lokalnych wytwórców oraz budowy rozpoznawalnej marki turystycznej Podlasia. Jest przykładem, jak zarządzanie dziedzictwem kulinarnym może przekształcić się w nowoczesny, konkurencyjny produkt rynkowy.

Z naukowego punktu widzenia, studium przypadku stanowi empiryczną ilustrację procesu projektowania inwestycji turystycznej w oparciu o synergii kilku metodologii (PBL, PBD, Design Thinking). Potwierdza także trafność i aktualność założeń ekonomii doświadczeń oraz pokrewnych koncepcji (współtworzenie, autentyczność, sensoryczność) w kontekście rozwoju turystyki wiejskiej i kulinarnej. Dalsze badania mogłyby koncentrować się na pomiarze rzeczywistych efektów wdrożenia podobnych projektów oraz na optymalizacji modeli biznesowych dla centrów turystyki doświadczeń.

ORCID iD

Eugenia Panfiluk: <https://orcid.org/0000-0002-6204-2383>

Literatura

1. Agapito D. (2020), *The senses in tourism design: A bibliometric review*, Annals of Tourism Research 83, 102934.
2. Apak Ö.C., Guerbuez A. (2023), *The effect of local food consumption of domestic tourists on sustainable tourism*, Journal of Retailing and Consumer Services 71, 103192.
3. Ateljevic I. (2020), *Transforming the tourism world for good and regenerating the potential "new normal"*, Tourism Geographies 22(3), s. 467–475.
4. Bell S. (2010), *Project-based learning for the 21st century: Skills for the future*, The Clearing House 83(2), s. 39–43.
5. Bellato L., Frantzeskaki N., Nygaard C.A. (2023), *Regenerative tourism: A conceptual framework leveraging theory and practice*, Tourism Geographies 25(4), s. 1026–1046.
6. Brown C.H., Ten Have T.R., Jo B., Dagne G., Wyman P.A., Muthén B., Gibbons R.D. (2009), *Adaptive designs for randomized trials in public health*, Annual Review of Public Health 30(1), s. 1–25.
7. Brzozowska K., Niewińska J., Szydło J. (2025), *Kreatywność w praktyce zarządzania – narzędzia, przeszkody i warunki skutecznej implementacji*, Akademia Zarządzania 9(3), s. 51–68.
8. Campos A.C., Mendes J., do Valle P.O., Scott N. (2015), *Co-creation of tourist experiences: A literature review*, Current Issues in Tourism 21(4), s. 369–400.
9. Chai Y., Na J., Ma T., Tang Y. (2022), *The moderating role of authenticity between experience economy and memory*, Frontiers in Psychology 13, 1070690.
10. Cunha M.A., Diéguez A.I.I., El Khalifi D.P. (2025), *Co-creation of experiences in tourism: A conceptual perspective*, Tourism & Management Studies 21(2), s. 29–51.

11. Ellis A., Park E., Kim S., Yeoman I. (2018), *What is food tourism?*, Tourism Management 68, s. 250–263.
12. Flyvbjerg B., Gardner D. (2023), *How big things get done*, Crown Currency, New York.
13. Flyvbjerg B. (2021), *Top ten behavioral biases in project management*, Project Management Journal 52(6), s. 531–546.
14. Fog K., Budtz C., Yakaboylu B. (2005), *Storytelling: Branding in practice*, Springer, Berlin–Heidelberg.
15. Geçikli R.M., Turan O., Lachytová L., Dağlı E., Kasalak M.A., Uğur S.B., Guven Y. (2024), *Cultural heritage tourism and sustainability: A bibliometric analysis*, Sustainability 16(15), 6424.
16. Godovykh M., Tasci A.D.A. (2020), *Customer experience in tourism*, Tourism Management Perspectives 35, 100694.
17. Gössling S., Garrod B., Aall C., Hille J., Peeters P. (2011), *Food management in tourism*, Tourism Management 32(3), s. 534–543.
18. Haid M., Albrecht J.N. (2021), *Sustainable tourism product development*, Sustainability 13(14), 7957.
19. Hanna S., Rowley J. (2015), *Towards a model of the place brand web*, Tourism Management 48, s. 100–112.
20. Higgins-Desbiolles F., Bigby B.C. (2022), *A local turn in tourism studies*, Annals of Tourism Research 92, 103291.
21. Hosany S., Prayag G., Deesilatham S., Caušević S., Odeh K. (2015), *Measuring tourists' emotional experiences*, Journal of Travel Research 54(4), s. 482–495.
22. Carvalho M., Kastenholz E., Carneiro M.J. (2023), *Co-creative tourism experiences*, Tourism Recreation Research 48(5), s. 668–692.
23. Kastenholz E., Carneiro M.J., Marques C.P., Loureiro S.M.C. (2017), *The dimensions of rural tourism experience*, Journal of Travel & Tourism Marketing 34(6), s. 1–17.
24. Kastenholz E., Marques C.P., Carneiro M.J. (2020), *Place attachment through sensory-rich experiences*, Journal of Destination Marketing & Management 17, 100455.
25. Kastenholz E., Salgado M.A.B., Silva R. (2023), *Resilient and regenerative rural tourism*, Cadernos de Geografia 48, s. 81–97.
26. Knudsen D.C., Rickly J.M., Vidon E.S. (2016), *The fantasy of authenticity*, Annals of Tourism Research 58, s. 33–45.
27. Kumcu Ö.İ., Yıldırım Ö.C., Yıldız S. (2025), *Individualized tourist experience route recommendation*, Advances in Hospitality and Tourism Research 13(2), s. 189–212.
28. Lane B., Kastenholz E. (2015), *Rural tourism: The evolution of practice and research*, Journal of Sustainable Tourism 23(8–9), s. 1133–1156.
29. Li H., Bibi S., Kanwel S., Khan A., Hussain B. (2025), *Understanding cultural heritage tourists' emotional experiences*, Acta Psychologica 259, 105429.

30. Liedtka J. (2020), *Putting technology in its place*, California Management Review 62(2), s. 53–83.
31. Liedtka J., Sheikh A., Gilmer C., Kupetz M., Wilcox L. (2020), *The use of design thinking in the US federal government*, Public Performance & Management Review 43(1), s. 157–179.
32. Manzini E. (2015), *Design in the transition phase*, Design Philosophy Papers 13(1), s. 57–62.
33. Mehmetoglu M., Engen M. (2011), *Pine and Gilmore's conceptualization of experience economy*, Journal of Quality Assurance in Hospitality & Tourism 12(4), s. 237–255.
34. Mei X.Y., Hågensen A.M.S., Kristiansen H.S. (2020), *Storytelling through experiencescape*, Tourism and Hospitality Research 20(1), s. 93–104.
35. Mossberg L. (2007), *A marketing approach to the tourist experience*, Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism 7(1), s. 59–74.
36. Tajzadeh Namin A.A., Salimi M., Tajzadeh Namin A. (2023), *Antecedents of attracting medical tourists*, Journal of Tourism and Development 12(2), s. 1–14.
37. Nelson H.G., Stolterman E. (2014), *The design way*, MIT Press, Cambridge.
38. Neuhofer B., Buhalis D., Ladkin A. (2015), *Smart technologies for personalized experiences*, Electronic Markets 25(3), s. 243–254.
39. Oh H., Fiore A.M., Jeoung M. (2007), *Measuring experience economy concepts*, Journal of Travel Research 46(2), s. 119–132.
40. Otto J.E., Ritchie J.R.B. (1996), *The service experience in tourism*, Tourism Management 17(3), s. 165–174.
41. Pine B.J., Gilmore J.H. (1998), *The experience economy*, Harvard Business Review 76(6), s. 18–23.
42. Pine B.J., Gilmore J.H. (2011), *The experience economy*, Harvard Business Press, Boston.
43. Rachmat M. (2025), *Deconstructing experiential quality*, International Research Journal of Economics and Management Studies 4(11).
44. Richards J.C. (2022), *Exploring emotions in language teaching*, RELC Journal 53(1), s. 225–239.
45. Richards G. (2018), *Cultural tourism: A review of recent research and trends*, Journal of Hospitality and Tourism Management 36, s. 12–21.
46. Rickly J.M., McCabe S. (2016), *Authenticity for tourism design and experience*, w: Design Science in Tourism, Springer, Cham, s. 55–68.
47. Rickly-Boyd J.M. (2013), *Existential authenticity: Place matters*, Tourism Geographies 15(4), s. 680–686.
48. Rowley J., Hanna S. (2020), *Branding destinations: Symbolic and narrative representations*, Journal of Brand Management 27(3), s. 328–338.

49. Sidali K.L., Kastenholz E., Bianchi R. (2015), *Food tourism and rural development strategy*, Journal of Sustainable Tourism 23(8–9), s. 1179–1197.
50. Spence C. (2020), *Senses of place*, Cognitive Research: Principles and Implications 5, 46.
51. Stalmirska A.M. (2024), *Local food in tourism destination development*, Tourism Planning & Development 21(2), s. 160–177.
52. Stamboulis Y., Skayannis P. (2003), *Innovation strategies for experience-based tourism*, Tourism Management 24(1), s. 35–43.
53. Sthapit E., Björk P., Kumaran P.S. (2021), *Consumption motivations and emotions in food travel experiences*, Gastronomy and Tourism 6(1–2), s. 95–110.
54. Terziyska I. (2024), *Drivers of memorable wine tourism experiences*, Wine Economics and Policy 13(1), s. 17–31.
55. Thomas J.W. (2000), *A review of research on project-based learning*.
56. Tiberghien G., Bremner H., Milne S. (2020), *Authenticity and disorientation in the tourism experience*, Journal of Outdoor Recreation and Tourism 30, 100283.
57. Triyuni N.N., Leo G., Suhartanto D. (2021), *Online food delivery service*, w: Proceedings of ISSAT, Atlantis Press, s. 697–702.
58. Tussyadiah I.P. (2014), *Toward a theoretical foundation for experience design in tourism*, Journal of Travel Research 53(5), s. 543–564.
59. Tussyadiah I.P., Zach F.J., Wang J. (2020), *Do travelers trust intelligent service robots?*, Annals of Tourism Research 81, 102886.
60. Vargo S.L., Maglio P.P., Akaka M.A. (2008), *On value and value co-creation*, European Management Journal 26(3), s. 145–152.
61. Wang B., Li L., Kandampully J., Wang J. (2025), *Storytelling in cultural tourism*, Tourism Review, s. 1–22.
62. Wrigley C., Straker K. (2017), *Design thinking pedagogy*, Innovations in Education and Teaching International 54(4), s. 374–385.
63. Wulandari L.W. (2025), *Exploring the role of the 4Es in wellness tourism experiences*, Asian Journal of Social and Humanities 3(9), s. 1704–1716.
64. Zdon-Korzeniowska M. (2009), *Jak kształtować regionalne produkty turystyczne?*, Wydawnictwo UJ, Kraków.
65. Zeng Z., Chen P.J., Lew A.A. (2020), *From high-touch to high-tech*, Tourism Geographies 22(3), s. 724–734.
66. Zhang T., Chen J., Hu B. (2019), *Authenticity, quality, and loyalty*, Sustainability 11(12), 3437.

Using Culinary Heritage in Designing Tourism Products Based on User Experience

Abstract

The aim of the article is to present the design process and characteristics of an innovative tourism product based on culinary heritage, using the case study of the "Korycińska Dolina Smaków" [Korycin Valley of Flavours] concept. Using the methodology of multi-task investment design [combining Project-Based Learning, Problem-Based Design and Design Thinking], a comprehensive model of a culinary and tourist centre in the municipality of Korycin was developed. The article focuses on the application of the experience economy theory [Pine and Gilmore] to create an offer that engages the senses, based on the authenticity and narrative of local heritage, using the flagship product – Korycin cheese. The research results present a detailed characteristics of the investment, its SMART objectives and planned experiential services. The conclusions indicate that the designed tourism product is a real response to the challenges of seasonality and low diversification of the region's offer, while being an example of the practical application of modern management concepts in tourism.

Key words:

experience economy, culinary heritage, tourism product, Korycin cheese, local development, investment design

Ocena satysfakcji klienta jako element zarządzania jakością usług bankowych z wykorzystaniem metody CSI na przykładzie PKO BP

Maja Hańczuk

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: 85712@student.pb.edu.pl

Urszula Kobylińska 

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: u.kobylinska@pb.edu.pl

DOI: 10.24427/az-2026-0013

Streszczenie

Artykuł podejmuje problematykę badania satysfakcji klienta jako kluczowego czynnika konkurencyjności przedsiębiorstw w warunkach dynamicznie zmieniającej się gospodarki. Podkreślono rolę budowania trwałych relacji z klientami oraz wykorzystania ich opinii w doskonaleniu jakości usług. Szczególną uwagę poświęcono metodzie CSI jako kluczowemu narzędziu oceny jakości usług. Celem badania było określenie poziomu satysfakcji klientów banku PKO BP oraz identyfikacja ewentualnych różnic w postrzeganiu jakości usług. Badanie przeprowadzono metodą ankietową wśród 104 respondentów. Przeprowadzone badanie wykazało bardzo wysoki poziom satysfakcji klientów banku PKO BP, czego potwierdzeniem jest wartość wskaźnika CSI na poziomie 77,6%. Analiza NPS wskazała na dominację klientów neutralnych, co sugeruje potencjał do zwiększenia lojalności i skłonności do rekomendacji usług. Badanie potwierdziło również istnienie istotnych różnic w ocenie wybranych aspektów jakości usług w zależności od cech demograficznych respondentów, co podkreśla zasadność dalszej personalizacji działań banku.

Słowa kluczowe

jakość usług, CSI, satysfakcja klienta

Wstęp

Współczesna gospodarka charakteryzuje się wysoką dynamiką zmian, rosnącą konkurencją oraz coraz większymi wymaganiami klientów wobec jakości oferowanych produktów i usług. W tych warunkach kluczowym czynnikiem sukcesu przedsiębiorstw staje się nie tylko pozyskiwanie nowych klientów, lecz przede wszystkim ich utrzymanie poprzez budowanie trwałych relacji opartych na zaufaniu i satysfakcji. Szczególne znaczenie zagadnienie to ma w sektorze bankowym, gdzie relacje z klientami mają długookresowy charakter, a jakość obsługi oraz bezpieczeństwo usług odgrywają fundamentalną rolę.

Satysfakcja klienta jest obecnie postrzegana jako jeden z najważniejszych wskaźników oceny efektywności funkcjonowania organizacji usługowych. Jej poziom wpływa bezpośrednio na lojalność klientów, skłonność do ponownego korzystania z oferty oraz rekomendowania usług innym użytkownikom. W związku z tym banki coraz częściej wykorzystują usystematyzowane metody badawcze, które umożliwiają monitorowanie opinii klientów oraz identyfikację obszarów wymagających doskonalenia. Jednym z popularnych i praktycznych narzędzi pomiaru satysfakcji klientów jest Customer Satisfaction Index (CSI), pozwalający na syntetyczną ocenę jakości usług z perspektywy odbiorcy.

Pomimo szerokiego zastosowania metody CSI w praktyce zarządczej, w literaturze naukowej wciąż zauważalny jest niedobór aktualnych badań empirycznych dotyczących poziomu satysfakcji klientów banków w Polsce, zwłaszcza w kontekście dynamicznego rozwoju bankowości elektronicznej i mobilnej. Dodatkowo niewiele analiz uwzględnia zróżnicowanie ocen klientów ze względu na ich cechy demograficzne i społeczno-zawodowe, co ogranicza możliwość pełniejszego zrozumienia ich oczekiwań.

Mając na uwadze powyższe uwarunkowania, celem niniejszego artykułu było określenie poziomu satysfakcji klientów banku PKO BP z wykorzystaniem metody Customer Satisfaction Index oraz identyfikacja kluczowych obszarów wymagających poprawy.

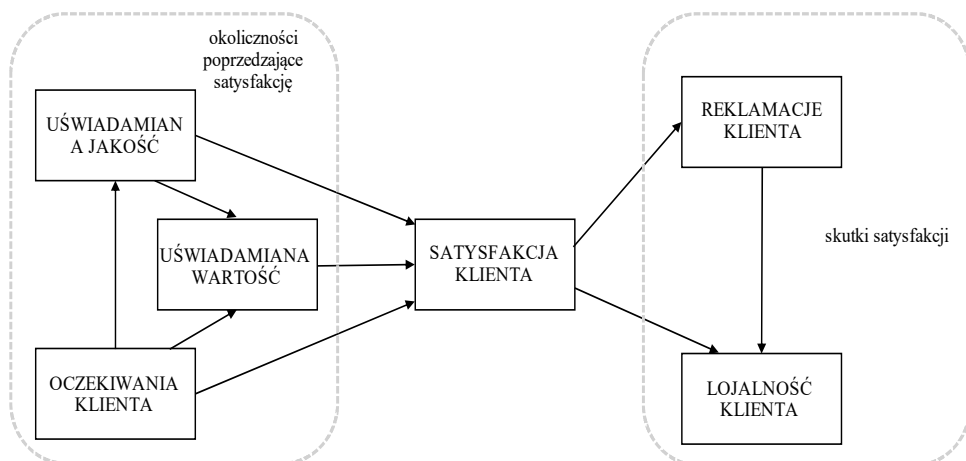
1. Przegląd literatury

W literaturze przedmiotu satysfakcja klienta jest uznawana za jedno z kluczowych zagadnień współczesnego zarządzania jakością oraz marketingu usług. Jej znaczenie szczególnie wzrosło od lat 80. i 90. XX wieku, kiedy nasilająca się konkurencja oraz kryzysy gospodarcze wymusiły na przedsiębiorstwach odejście od

orientacji produktowej na rzecz orientacji na klienta [Abbas, 2023, s. 68-69]. Satysfakcja klienta zaczęła być postrzegana nie tylko jako efekt uboczny działalności przedsiębiorstwa, lecz jako strategiczny zasób wpływający na stabilność finansową, lojalność odbiorców oraz długookresową przewagę konkurencyjną [Gąsior, 2019, s. 13-14].

Analiza literatury wskazuje na brak jednej, uniwersalnej definicji satysfakcji klienta, co wynika z jej wielowymiarowego i subiektywnego charakteru [Malinowska i Szymańska-Brałkowska, 2021, s. 30-32]. Najczęściej satysfakcja definiowana jest jako rezultat porównania oczekiwań klienta wobec usługi z jej faktycznie postrzeganą jakością. Klasyczne ujęcie Olivera traktuje satysfakcję jako ocenę doświadczeń konsumenta powstającą w trakcie i po zakończeniu procesu świadczenia usługi [Gąsior, 2019, s. 13-14]. Inni autorzy podkreślają znaczenie czynników psychologicznych, emocjonalnych oraz poznawczych [Shaikh, 2024, s. 1081-1082].

W typowym kontekście organizacyjnym satysfakcja klienta jest pojęciem szeroko omawianym, a jej znacznie nieustannie rośnie w dynamicznie zmieniającym się otoczeniu biznesowym. Jest psychologicznym stanem emocjonalnym, który pojawia się po zakupie i konsumpcji produktu lub usługi, będąc wypadkową subiektywnego porównania oczekiwań i doświadczeń nabywcy [Bill i Riak, 2022, s. 75-76]. Satysfakcja bywa także określana skutkiem jakości uświadomionej i tego co klient ocenia jako wartość poprzez porównanie z określonymi wymaganiami. Wyniki tej satysfakcji potrafią być pozytywne - skutkujące lojalnością oraz pejoratywne - skutkujące reklamacjami (rys. 1).



Rys. 1. Schemat mechanizmu powstawania satysfakcji klienta Źródło: opracowanie własne na podstawie [Kowalik, Klimecka-Tatar, 2018, s. 35].

Poziom zadowolenia jest charakteryzowany również jako skutek różnicy cech usługi spostrzeganych przez klienta a jego oczekiwaniami, co w konsekwencji prowadzi do określenia doświadczania zadowolenia na trzech poziomach:

- 1) niezadowolenia – usługa nie odpowiada;
- 2) zadowolenia – spełnienie wymogów konsumenta;
- 3) wysokiego zadowolenia – oprócz spełnienia oczekiwań usługa posiadała inne pozytywne cechy.

W literaturze wyróżnia się satysfakcję transakcyjną oraz satysfakcję skumulowaną, będącą wynikiem długookresowych doświadczeń klienta z danym przedsiębiorstwem. Szczególnie ta druga perspektywa ma istotne znaczenie w badaniach sektora usług, w tym bankowości, gdzie relacja z klientem ma charakter długotrwały [Gołąb-Andrzejczak i Badzińska, 2015, s. 4].

Z uwagi na znaczenie satysfakcji klienta dla wyników przedsiębiorstwa, w literaturze wykształcił się szeroki wachlarz metod jej pomiaru. Do najczęściej stosowanych należą SERVQUAL, Net Promoter Score oraz Customer Satisfaction Index [Dudziak, Stoma i Zając, 2022, s.2-3]. CSI umożliwia syntetyczną ocenę poziomu satysfakcji poprzez uwzględnienie ocen poszczególnych atrybutów usług oraz ich znaczenia dla klienta [Dudziak, Rdzeń i Stoma, 2018, s. 502].

Customer Satisfaction Index jest jedną z najczęściej wykorzystywanych metod ilościowych w badaniach satysfakcji klienta. Jej geneza sięga końca XX wieku i związana jest z rozwojem narodowych oraz międzynarodowych indeksów satysfakcji [Pacana, 2019, s.66]. Istotą metody CSI jest pomiar satysfakcji klientów względem kluczowych atrybutów usługi oraz przypisanie im wag odzwierciedlających ich znaczenie [Boniello i Ferrentino, 2018, s. 23-45].

W sektorze bankowym CSI znajduje szczególne zastosowanie, umożliwiając identyfikację mocnych i słabych stron jakości usług, monitorowanie zmian oczekiwań klientów oraz wspieranie decyzji strategicznych. Regularne stosowanie wskaźnika CSI pozwala bankom budować trwałe relacje z klientami oraz wzmacniać swoją pozycję konkurencyjną. [Zhao, Noman i Hassan, 2023, s. 551].

Podstawą badań jest kwestionariusz ankietowy, który jest standaryzowany, więc umożliwia dostosowanie się do wszelkich problemów [Pacana, 2019, s. 66]. Zaczyna się go tworzyć poprzez określenie kryteriów danej satysfakcji konsumentów dzięki wywiadowi grupowemu bądź indywidualnemu i przyporządkowanie ich poprzez hierarchie, np. w wybranej skali Likerta. Poprzez wyodrębnienie grupy respondentów na podstawie potrzeb badawczych oraz analizowanego przedsiębiorstwa i ich usług oraz indywidualnych jej uwarunkowań [Hall, 2013, s. 55]. Przed udostępnieniem ankiety grupie respondentów należy ją odpowiednio przygotować, na przykład w sposób widoczny w tabeli 1. oraz określić parametry opisujące daną usługę w kolumnie „wymiar obsługi klienta”. Ilość zawartych parametrów oraz

czynników jest dowolna, ale należy mieć na uwadze fakt, aby były w odpowiedni i jasny sposób przedstawione oraz pomogły w uzyskaniu wszelkich potrzebnych odpowiedzi [Pacana, 2019, s. 66].

Tab. 1. Przykładowy kwestionariusz ankietowy do badania CSI

KWESTIONARIUSZ ANKIETOWY – CSI												
Średnia ocena kryterium	Zadowolenie					Wymiar obsługi klienta	Znaczenie					Średnia waga
	Bardzo niezadowolony	niezadowolony	neutralny	zadowolony	Bardzo zadowolony		Bardzo małe	małe	przeciętne	duże	Bardzo duże	
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Pacana, 2019, s. 66].

Po zebraniu odpowiedniej ilości odpowiedzi przechodzi się do następnej części, którą są wyliczenia. Na podstawie odpowiednio zbudowanego kwestionariusza możliwe jest ustalenie wskaźnika CSI poprzez policzenie średniej ocen (tj. kolumna zadowolenie) z kryterium oraz średniej wagi (tj. kolumna znaczenie). Na tym kończą się podstawowe metody kalkulacji, ale często wzbogaca się je o dodatkowe obliczenia, czyli wagi względnej oraz procentowego wskaźnika CSI, za użyciem następujących wzorów, w następujący sposób [Malinowska i Szymańska-Brałkowska, 2021, s. 96-98]:

$$\begin{aligned}
 CSI &= \sum_{i=1}^n w_i o_i \\
 CSI_{\max} &= \sum_{i=1}^n w_i o_{i \max} \\
 CSI\% &= \frac{CSI}{CSI_{\max}}
 \end{aligned}$$

gdzie:

n - liczba ocenianych obszarów,

w_i - średnia waga elementów obsługi klienta,

o_i - średnia ocen elementów obsługi klienta.

Wartość wskaźnika CSI określa na jakim poziomie znajduje się satysfakcja klienta aktualnie, a wskaźnik CSI_{max} ukazuje wynik o stopniu satysfakcji poprzez odniesienie go do maksymalnej wartości uzyskanej w badaniu [Malinowska i Szymańska-Brałkowska, 2021, s.66]. W celu analizy oraz interpretacji procentowych wartości wskaźnika CSI% korzysta się z rozdzielnika przedstawionego w tabeli 2, który pozwala na ustalenie umownego poziomu satysfakcji konsumentów [Pacana, 2019, s. 68-69].

Tab. 2. Tabela interpretacji wartości Customer Satisfaction Index wyrażonej w procentach

Przedział wartości CSI (%)	Ocena wskaźnika
0-40%	Klient bardzo niezadowolony
40-60%	Klient niezadowolony
60-75%	Klient średnio zadowolony
75-90%	Klient zadowolony
90-100%	Klient bardzo zadowolony

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Pacana, 2019, s.66].

Na podstawie przeprowadzonych badań również warto określić lojalność klienta wobec badanego przedsiębiorstwa poprzez policzenie iloczynu wartości wskaźnika CSI oraz średniej oceny skłonności do ponownego skorzystania z usługi i skłonności do polecenia usług innym.

Pomimo szerokiego wykorzystania metody Customer Satisfaction Index w praktyce biznesowej, w literaturze naukowej nadal brakuje aktualnych, empirycznych badań dotyczących poziomu satysfakcji klientów banków działających w Polsce, zwłaszcza w kontekście dynamicznych zmian technologicznych, digitalizacji usług oraz rosnących oczekiwań klientów. Dotychczasowe badania często koncentrują się na ogólnym poziomie satysfakcji klientów, pomijając pogłębioną analizę znaczenia poszczególnych atrybutów jakości usług (np. kompetencje personelu, dostępność kanałów zdalnych, bezpieczeństwo, obsługa reklamacji) oraz ich relatywnego wpływu na końcowy wynik CSI.

Autorki, dostrzegając wskazane w literaturze luki badawcze, podjęły próbę ich wypełnienia poprzez empiryczną analizę poziomu satysfakcji klientów banku z wykorzystaniem metody Customer Satisfaction Index, z uwzględnieniem zróżnicowania respondentów oraz identyfikacji kluczowych obszarów wymagających doskonalenia.

2. Metodyka badań

Głównym celem badania była ocena poziomu satysfakcji klientów PKO BP oraz wskazanie obszarów wymagających usprawnienia. Cele szczegółowe obejmowały analizę metod pomiaru satysfakcji klienta w usługach bankowych oraz sprawdzenie, czy zmienne demograficzne takie jak płeć, wiek, status zawodowy i miejsce zamieszkania różnicują ocenę usług banku.

Badanie miało charakter ilościowy, a podstawowym narzędziem pomiarowym był kwestionariusz ankietowy przygotowany w Formularzach Google. Zestaw pytań opracowano na podstawie literatury przedmiotu, identyfikując najważniejsze czynniki wpływające na satysfakcję użytkowników usług bankowych. W ankiecie uwzględniono następujące obszary oceny:

- dbałość o klienta,
- kompetencje personelu,
- bezpieczeństwo i ochrona danych,
- intuicyjność obsługi aplikacji elektronicznej,
- wysokość opłat w stosunku do jakości usług,
- łatwość kontaktu z bankiem,
- personalizacja oferty,
- rozwiązywanie problemów i reklamacji,
- dostępność informacji o produktach i usługach,
- programy lojalnościowe i rabatowe,
- intuicyjność i nowoczesność rozwiązań,
- dostępność bankomatów.

Respondenci oceniali każdy z czynników pod względem jego znaczenia oraz stopnia realizacji przez PKO BP, wykorzystując pięciostopniową skalę Likerta. Kwestionariusz obejmował również pytania metryczkowe dotyczące płci, wieku, miejsca zamieszkania i statusu zawodowego, a także pytanie o długość korzystania z usług banku. W narzędziu znalazło się również pytanie mierzące skłonność do polecenia usług banku, które umożliwiło wyliczenie wskaźnika Net Promoter Score (NPS) oraz pytanie otwarte dotyczące propozycji zmian w obsłudze klienta, które respondenci mogli wypełnić dobrowolnie.

Zastosowano technikę badawczą CAWI, co umożliwiło standaryzację pytań oraz łatwy dostęp do ankiety. Kwestionariusz udostępniano za pomocą mediów społecznościowych, takich jak Facebook, Messenger czy Instagram, co pozwoliło na szybkie dotarcie do szerokiego grona odbiorców. Uczestnicy badania byli informowani o jego celu przed przystąpieniem do wypełniania ankiety.

Zbieranie danych trwało od 7 kwietnia do 14 maja 2025 roku. Otrzymane odpowiedzi zakodowano i poddano analizie przy użyciu programu Excel oraz języka programowania Python.

3. Wyniki badań

Analizę rozpoczęto od ustalenia, jak długo respondenci korzystają z usług banku PKO BP (tabela 3). Najliczniejszą grupę stanowili klienci z doświadczeniem 1-5 lat (38,5%) oraz 6-10 lat (30,8%). Mniejszy udział miały osoby korzystające z banku 11–15 lat (14,4%), natomiast najmniej klientów wskazało okres krótszy niż rok (8,6%) lub powyżej 15 lat (7,7%).

Tab. 3. Respondenci według czasu korzystania z usług banku PKO BP

Czas korzystania z usług banku PKO BP	N	N %
Mniej niż 1 rok	9	8,6
1-5 lat	40	38,5
6-10 lat	32	30,8
11-15 lat	15	14,4
Powyżej 15 lat	8	7,7
Ogółem	104	100

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Kolejny etap badań obejmował ocenę znaczenia i jakości poszczególnych elementów obsługi zgodnie z metodą Customer Satisfaction Index (tab. 4). Wartości średnie dotyczące ważności mieściły się w zakresie 3,93–4,42, natomiast oceny realizacji - 3,65-4,14. Wszystkie oceniane obszary charakteryzowały się niższą oceną niż przypisana im waga, co świadczy o występowaniu luki satysfakcji. Najmniejsze różnice pojawiły się przy dostępności informacji, wykorzystaniu aplikacji, dbałości o klienta, wysokości opłat oraz dostępności bankomatów. Największe luki dotyczyły rozwiązywania problemów, kompetencji obsługi oraz kontaktu z bankiem.

Klienci najwyżej wartościowali bezpieczeństwo danych, łatwość kontaktu z bankiem oraz kompetencje pracowników. Najmniej istotne okazały się programy lojalnościowe i dopasowanie oferty. Najwyżej oceniono bezpieczeństwo usług oraz dostępność informacji, zaś najniżej wskazywano indywidualizację ofert i programy rabatowe.

Tab. 4. Struktura odpowiedzi respondentów w oparciu o metodę CSI

KWESTIONARIUSZ ANKIETOWY - CSI												
Średnia ocena kryterium	Zadowolenie					Wymiar obsługi klienta	Znaczenie					Średnia waga
	Zdecydowanie negatywnie	Negatywnie	Neutralnie	Pozytywnie	Zdecydowanie pozytywnie		Zupełnie nie istotne	Nie istotne	Przeciętne	Istotne	Bardzo istotne	
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
3,9	0	5	25	49	25	Dbłość o klienta	0	3	12	55	34	4,15
3,87	0	6	32	36	30	Kompetencje personelu	0	2	21	32	49	4,23
4,14	0	5	21	32	46	Bezpieczeństwo i ochrona danych	0	2	16	22	64	4,42
3,91	2	7	22	40	33	Intuicyjność obsługi aplikacji elektronicznej	1	4	19	44	36	4,06
3,88	1	6	25	45	27	Wysokość opłat w stosunku do jakości usług	1	4	24	35	40	4,05
3,93	0	7	26	38	33	Łatwość kontaktu z bankiem	1	1	20	28	54	4,28
3,65	2	15	21	45	21	Personalizacja oferty	3	3	22	45	31	3,94
3,77	3	8	25	42	26	Rozwiązywanie	0	4	12	43	45	4,19

						proble- mów i re- klamacji						
4,06	2	9	23	37	33	Dostęp- ność in- formacji o produk- tach i usługach	0	7	16	43	38	4,07
3,68	1	13	29	36	25	Programy lojalno- ściowe i rabatowe	1	9	20	40	34	3,93
3,75	0	12	24	46	22	Intuicyj- ność i no- wocze- sność roz- wiązań	1	5	16	45	37	4,07
3,99	2	7	23	30	42	Dostęp- ność ban- komatów	4	3	17	37	45	4,17

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

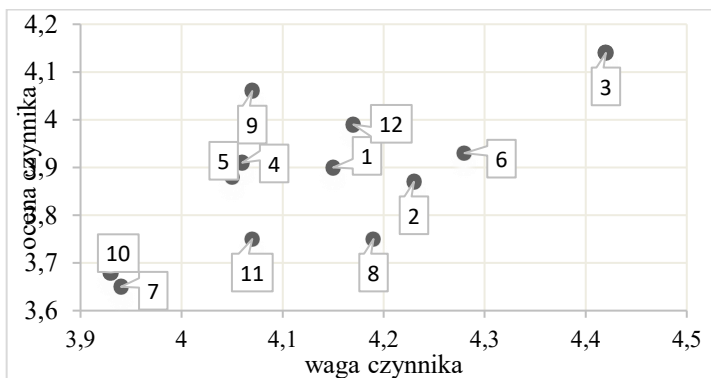
Tab. 5. Wyniki badania Customer Satisfaction Index usług banku PKO BP

Lp.	Aspekt	ocena czynnika	waga czyn- nika	waga względna	$W_i O_i$	$W_i O_i \max$
1.	Dbałość o klienta	3,9	4,15	0,084	0,328	0,420
2.	Kompetencje per- sonelu	3,87	4,23	0,086	0,333	0,430
3.	Bezpieczeństwo i ochrona danych	4,14	4,42	0,089	0,368	0,445
4.	Intuicyjność ob- sługi aplikacji elek- tronicznej	3,91	4,06	0,082	0,321	0,410
5.	Wysokość opłat w stosunku do jako- ści usług	3,88	4,05	0,082	0,318	0,410
6.	Łatwość kontaktu z bankiem	3,93	4,28	0,087	0,342	0,435
7.	Personalizacja oferty	3,65	3,94	0,080	0,292	0,400
8.	Rozwiązywanie problemów i re- klamacji	3,75	4,19	0,085	0,319	0,425

Lp.	Aspekt	ocena czynnika	waga czynnika	waga względna	$W_i O_i$	$W_i O_i \max$
9.	Dostępność informacji o produktach i usługach	4,06	4,07	0,082	0,333	0,410
10.	Programy lojalnościowe i rabatowe	3,68	3,93	0,080	0,294	0,400
11.	Intuicyjność i nowoczesność rozwiązań	3,75	4,07	0,082	0,308	0,410
12.	Dostępność bankomatów	3,99	4,17	0,084	0,335	0,420
			Suma: 49,39		CSI = 3,891	CSI _{max} = 5,015
						CSI% = 77,6%

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Wyniki CSI przedstawione w tabeli 5 potwierdzają wysoki poziom satysfakcji klientów. Ostateczny wskaźnik CSI wyniósł 3,891, co w ujęciu procentowym daje 77,6%. Wynik ten można interpretować jako ogólnie pozytywny, wskazujący na dobrą ocenę usług bankowych.



Rys. 2. Podział oceny i wagi czynników Customer Satisfaction Index (numery na mapie odpowiadają zmiennym zawartym w tabeli 5) Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Na rysunku 2 zilustrowano macierz jakości, pozwalającą identyfikować obszary wymagające utrzymania lub poprawy. Do mocnych stron zaliczono bezpieczeństwo, dostępność informacji, dbałość o klienta, łatwość kontaktu z bankiem oraz dostępność bankomatów. Wśród obszarów wymagających intensyfikacji działań znalazły

się kompetencje pracowników oraz proces reklamacyjny. Elementy mało istotne i nisko oceniane to takie jak personalizacja oferty i programy lojalnościowe, wskazują na mniejsze znaczenie tych aspektów dla klientów.



Rys. 3. Graficzne przedstawienie poziomu Net Promotor Score Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

W celu oceny skłonności klientów do polecenia usług banku zastosowano metodę Net Promoter Score. Średnia ocen wyniosła 7,45 (rys. 3), co sugeruje pozytywne nastawienie klientów. Jednak analiza struktury odpowiedzi (tab. 6) pokazała, że proporcje promotorów i krytyków są zbliżone, odpowiednio 25% i 25,96%. W rezultacie wskaźnik NPS ma wartość -1, co świadczy o braku znaczącej przewagi entuzjastów nad osobami niezadowolonymi (tab. 7).

Tab. 6. Struktura chęci udostępnienia usług Banku PKO BP innym

Net Promotor Score	N	N %	Σ	Σ %	Grupa
1	0	0	27	25,96	Krytycy
2	0	0			
3	1	0,96			
4	3	2,89			
5	8	7,69			
6	15	14,42	51	49,04	Pasywni
7	25	24,04			
8	26	25	26	25	Promotorzy
9	13	12,5			
10	13	12,5	104	100	
Ogółem	104	100			

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Tab. 7. Wyniki metody Net Promotor Score na podstawie odpowiedzi respondentów

Net Promotor Score	Ratio
% Promotorzy - % Krytycy	Promotorzy/Krytycy
-1	0,96

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

W pytaniu otwartym część respondentów (11,54%) zaproponowała działania usprawniające funkcjonowanie banku. Najczęściej wskazywano konieczność podnoszenia kwalifikacji personelu, zwiększenie dostępności lokat, skrócenie czasu oczekiwania, rozszerzenie darmowych wypłat w bankomatach, ograniczenie kontaktów telefonicznych realizowanych przez boty oraz uproszczenie procedur reklamacyjnych. Sugestie te są spójne z obszarami, które w analizie CSI otrzymały najniższe noty.

Do zbadania różnic w ocenie czynników zastosowano test Kruskala–Wallisa (tab. 7 i 8). Uwzględniono zmienne demograficzne: płeć, wiek, miejsce zamieszkania, status zawodowy i okres korzystania z usług banku.

Analiza wykazała istotne statystycznie różnice w postrzeganiu ważności niektórych elementów:

- Kobiety i mężczyźni różnie oceniali m.in. dbałość o klienta, intuicyjność aplikacji oraz programy lojalnościowe;
- Miejsce zamieszkania istotnie wpływało na ocenę łatwości kontaktu i dostępności bankomatów;
- Status zawodowy różnicował oceny wysokości opłat;
- Czas korzystania z banku wpływał na postrzeganie łatwości kontaktu.

Tab. 7. Wyniki testów Kruskala–Wallisa ze względu na odpowiedzi dotyczących istotności czynników

Czynniki istotności	Płeć		Wiek		Miejsce zamieszkania		Status zawodowy		Długość korzystania z usług banku	
	H	p	H	p	H	p	H	p	H	p
Dbałość o klienta	6.214	0.0447	4.242	0.5151	3.373	0.3376	11.408	0.0765	8.170	0.0855
Kompetencje personelu	4.064	0.1310	2.600	0.7614	7.661	0.0536	5.114	0.5293	1.545	0.8187
Bezpieczeństwo i ochrona danych	5.069	0.0793	2.710	0.7446	2.299	0.5128	5.200	0.5185	1.175	0.8823
Intuicyjność obsługi aplikacji elektronicznej	7.290	0.0261	6.710	0.2431	1.290	0.7316	10.335	0.1112	7.342	0.1189

Czynniki istotności	Płeć		Wiek		Miejsce zamieszkania		Status zawodowy		Długość korzystania z usług banku	
	H	p	H	p	H	p	H	p	H	p
Wysokość opłat w stosunku do jakości usług	5.301	0.0706	4.422	0.4904	0.929	0.8184	13.526	0.0354	0.666	0.9554
Łatwość kontaktu z bankiem	3.184	0.2035	2.356	0.7981	9.480	0.0235	4.165	0.6544	10.471	0.0332
Personalizacja oferty	5.174	0.0753	9.037	0.1076	4.448	0.2169	7.696	0.2612	2.547	0.6362
Rozwiązywanie problemów i reklamacji	6.366	0.0415	3.653	0.6004	3.633	0.3039	3.686	0.7190	6.081	0.1931
Dostępność informacji o produktach i usługach	0.175	0.9164	2.723	0.7425	5.730	0.1255	6.991	0.3217	2.775	0.5961
Programy lojalnościowe i rabatowe	6.491	0.0389	4.129	0.5310	0.272	0.9652	8.443	0.2074	1.730	0.7853
Innowacyjność i nowoczesność rozwiązań	1.446	0.4854	1.459	0.9177	1.445	0.6950	2.772	0.8369	3.717	0.4456
Dostępność bankomatów	2.520	0.2836	3.924	0.5605	9.866	0.0197	9.482	0.1482	2.070	0.7228

zauważone istotne różnice w odpowiedziach

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Natomiast istotne statystycznie różnice w ocenie jakości usług odnotowano wyłącznie w przypadku czynnika dotyczącego kompetencji pracowników. Analiza wskazała, że sposób postrzegania poziomu przygotowania merytorycznego i umiejętności obsługowych personelu różnił się w zależności od miejsca zamieszkania respondentów. Klienci mieszkający w większych miastach oceniali kompetencje pra-

cowników nieco niżej, co może wynikać z ich wyższych oczekiwań, większej częstotliwości korzystania z usług bankowych oraz porównywania doświadczeń między różnymi placówkami. Z kolei osoby zamieszkujące mniejsze miejscowości i tereny wiejskie częściej wyrażały bardziej pozytywne opinie, co można wiązać z bardziej spersonalizowaną obsługą oraz mniejszym obciążeniem pracowników w lokalnych oddziałach. Wynik ten sugeruje, że percepcja kompetencji personelu jest wrażliwa na lokalny kontekst funkcjonowania placówek bankowych i powinna stanowić istotny kierunek działań doskonalących.

Tab. 8. Wyniki testów Kruskala-Wallisa ze względu na odpowiedzi dotyczących oceny czynników

Czynniki oceny	Płeć		Wiek		Miejsce zamieszkania		Status zawodowy		Długość korzystania z usług banku	
	H	p	H	p	H	p	H	p	H	p
Dbałość o klienta	1.694	0.4287	6.197	0.2875	2.309	0.5108	6.497	0.3699	6.806	0.1465
Kompetencje personelu	1.327	0.5151	5.536	0.3540	9.633	0.0220	10.879	0.0922	2.738	0.6026
Bezpieczeństwo i ochrona danych	4.779	0.0917	2.537	0.7709	1.461	0.6912	2.699	0.8456	6.135	0.1893
Intuicyjność obsługi aplikacji elektronicznej	5.116	0.0775	2.601	0.7613	7.742	0.0517	9.478	0.1484	0.524	0.9711
Wysokość opłat w stosunku do jakości usług	1.719	0.4233	6.161	0.2909	1.449	0.6941	7.057	0.3156	8.688	0.0694
Łatwość kontaktu z bankiem	1.565	0.4574	4.220	0.5182	0.308	0.9585	3.536	0.7391	5.190	0.2684
Personalizacja oferty	2.578	0.2756	3.075	0.6884	2.503	0.4748	3.998	0.6769	3.846	0.4273

Czynniki oceny	Płeć		Wiek		Miejsce zamieszkania		Status zawodowy		Długość korzystania z usług banku	
	H	p	H	p	H	p	H	p	H	p
Rozwiązywanie problemów i reklamacji	3.330	0.1892	6.835	0.2332	1.957	0.5814	5.130	0.5772	5.256	0.2620
Dostępność informacji o produktach i usługach	4.395	0.1111	3.117	0.6819	3.047	0.3485	6.257	0.3950	4.966	0.2908
Programy lojalnościowe i rabatowe	2.709	0.2581	5.319	0.3782	0.996	0.8022	6.952	0.3253	2.846	0.5840
Innowacyjność i nowoczesność rozwiązań	3.786	0.1506	2.939	0.7094	4.503	0.2120	7.684	0.2622	2.137	0.7105
Dostępność bankomatów	2.865	0.2387	4.089	0.5366	1.657	0.6465	1.487	0.9604	4.843	0.3038

zauważone istotne różnice w odpowiedziach

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Podsumowując, badanie wskazuje na wysoki ogólny poziom satysfakcji klientów PKO BP. Największych usprawnień wymagają obszary związane z obsługą reklamacji oraz jakością wsparcia pracowników. Wynik NPS pokazuje jednak, że mimo pozytywnego odbioru usług bank nie posiada wyraźnej przewagi promotorów nad krytykami, co sugeruje konieczność wzmocnienia działań budujących lojalność klientów. Testy statystyczne potwierdziły istnienie częściowych różnic między grupami demograficznymi, jednak większość ocen pozostawała względnie jednorodna.

4. Dyskusja wyników

Wyniki badań wskazują, że klienci PKO Banku Polskiego oceniają ogólny poziom satysfakcji bardzo wysoko. Wartość wskaźnika CSI wyniosła 77,6%, co świadczy o dobrym dopasowaniu usług do oczekiwań klientów. Najmocniejszą stroną banku pozostaje bezpieczeństwo oraz skuteczna ochrona danych, te elementy te uzyskały najwyższe oceny i były uznawane za szczególnie istotne.

W obszarach wymagających poprawy najczęściej wskazywano aspekty związane z obsługą pracowników. Kompetencje personelu oraz łatwość kontaktu z bankiem oceniono jedynie na poziomie przeciętnym, mimo ich wysokiej ważności dla klientów. W sytuacjach problemowych, takich jak reklamacje, braki e szczególnie wpływają na odbiór jakości usług. Proces rozwiązywania reklamacji oraz obsługa zgłaszanych problemów również nie osiągnęły wysokich ocen, więc realne jest sądzić, iż klienci oczekują sprawniejszego i bardziej przejrzystego postępowania.

Do czynników wymagających dalszego doskonalenia należą również obsługa aplikacji oraz nowoczesność rozwiązań cyfrowych. Choć ich ważność oceniono umiarkowanie wysoko, poziom satysfakcji pozostaje średni, co wskazuje na potrzebę dalszego rozwijania funkcjonalności i intuicyjności kanałów elektronicznych. Jednocześnie dobrze oceniono dostępność informacji o ofercie banku oraz dostępność bankomatów i te elementy te uzyskały zarówno wysoką ocenę, jak i wysoką istotność.

Nieco słabiej wypadają czynniki związane z atrakcyjnością cenową usług. Personalizacja oferty, programy lojalnościowe czy rabaty nie spełniają oczekiwań klientów, co wpływa na ogólny wizerunek banku jako instytucji mało konkurencyjnej cenowo.

Pomimo wysokich wyników w obszarze bezpieczeństwa bank powinien konsekwentnie rozwijać technologie zabezpieczające dane, gdyż obszar ten stanowi kluczowy fundament zaufania klientów. Największe wyzwania dotyczą jednak obszaru pracowniczego, gdzie zasadnym działaniem byłoby wprowadzenie cyklicznych szkoleń z zakresu komunikacji, obsługi trudnych sytuacji, reklamacji czy wiedzy produktowej. Szkolenia prowadzone w formie warsztatów, z udziałem ekspertów wewnętrznych i zewnętrznych, mogłyby poprawić zarówno jakość obsługi, jak i satysfakcję samych pracowników. Warto rozważyć program mentoringu, w którym doświadczeni pracownicy wspierają nowych członków zespołu.

Istotnym kierunkiem rozwoju jest poprawa kanałów kontaktu z bankiem. Wydłużenie godzin pracy infolinii i czatu online, zwiększenie liczby konsultantów oraz wdrażanie inteligentnych chatbotów mogłoby znacząco usprawnić komunikację i skrócić czas oczekiwania. Wszystkie zgłoszenia powinny być rejestrowane w jednolitym systemie, co pozwoli na sprawniejsze zarządzanie obsługą i monitorowanie jakości.

W zakresie obsługi reklamacji rekomenduje się wprowadzenie maksymalnego czasu rozpatrywania zgłoszeń, np. pięciu dni roboczych, oraz stosowanie automatycznych powiadomień o postępie sprawy. Kluczowe jest również uproszczenie języka komunikatów i stosowanie ujednoliconych szablonów. Warto każdej sprawie

przypisać osobę odpowiedzialną, co poprawi przejrzystość i poczucie kontroli po stronie klientów.

W obszarze cyfrowym konieczne jest regularne przeprowadzanie audytów aplikacji mobilnej i strony internetowej. Pozwoli to identyfikować bariery użyteczności i wprowadzać ulepszenia dotyczące nawigacji oraz dostępności informacji. Przejrzyste prezentowanie opłat, warunków usług i ofert zwiększy zrozumiałość dla różnych segmentów klientów. W aplikacji warto wdrożyć nowe funkcje, takie jak powiadomienia o ofertach, statusie spraw czy saldzie punktów lojalnościowych.

Zwiększenie personalizacji oferty mogłoby opierać się na analizie danych behawioralnych klientów, takich jak aktywność transakcyjna, korzystanie z usług czy ważne wydarzenia życiowe. Integracja systemów analitycznych z CRM oraz z aplikacją mobilną zapewniłaby możliwość kierowania spersonalizowanych propozycji produktowych. Program lojalnościowy powinien natomiast zostać przebudowany tak, aby motywował do regularnego korzystania z usług. Punkty można byłoby zdobywać za codzienne aktywności, a następnie wymieniać je na nagrody finansowe i niefinansowe. Ważna jest przy tym prosta komunikacja zasad programu oraz pełna przejrzystość dotycząca korzyści.

Wszystkie opisane działania wymagają wdrożenia w formie projektu, z jasno określonym harmonogramem, podziałem zadań i miernikami efektywności. Pierwszym etapem powinny być zmiany w obszarze obsługi klienta i kompetencji pracowników, w dalszej kolejności natomiast rozwój usług cyfrowych oraz personalizowanych rozwiązań wartości dodanej.

Podsumowanie

Celem artykułu była identyfikacja poziomu satysfakcji klientów banku PKO BP oraz wskazanie obszarów wymagających doskonalenia. Wyniki badania wykazały bardzo wysoki poziom satysfakcji klientów, potwierdzony wartością wskaźnika CSI na poziomie 77,6%. Do najważniejszych atutów banku respondenci zaliczyli bezpieczeństwo i ochronę informacji, dobrą dostępność bankomatów, łatwość kontaktu z bankiem oraz dbałość o klienta. Jednocześnie wskazano obszary wymagające poprawy, w szczególności kompetencje personelu oraz sposób rozwiązywania problemów i reklamacji.

Uzupełnieniem analizy było badanie Net Promoter Score, które wykazało dominację klientów neutralnych, co świadczy o braku wyraźnej przewagi w zakresie skłonności do rekomendowania usług banku. Mimo to ogólny poziom NPS osiągnął relatywnie wysoki wynik. Analizy statystyczne potwierdziły istnienie istotnych róż-

nie w ocenach wybranych aspektów jakości usług w zależności od płci, miejsca zamieszkania, statusu zawodowego oraz długości korzystania z usług banku, co podkreśla znaczenie segmentacji klientów i dostosowywania oferty do ich zróżnicowanych oczekiwań.

Na podstawie uzyskanych wyników sformułowano rekomendacje praktyczne, obejmujące m.in. rozwój kompetencji personelu poprzez szkolenia i mentoring, usprawnienie kanałów kontaktu z bankiem, poprawę procesu obsługi reklamacji oraz zwiększenie stopnia personalizacji oferty i atrakcyjności programów lojalnościowych. Przeprowadzone badanie potwierdziło, że Customer Satisfaction Index stanowi użyteczne narzędzie wspierające identyfikację priorytetów działań projakościowych oraz może służyć jako punkt odniesienia w kolejnych etapach rozwoju banku i doskonalenia relacji z klientami.

Podsumowując, przeprowadzone badania dostarczyły wartościowych danych o postrzeganiu jakości usług PKO BP przez klientów. Wyniki pozwoliły zidentyfikować zarówno obszary silne, jak i te wymagające natychmiastowej interwencji. Analiza CSI umożliwiła ustalenie priorytetów i racjonalną alokację zasobów, natomiast otrzymane dane mogą stanowić punkt odniesienia dla dalszych badań i oceny skuteczności wdrażanych zmian.

ORCID iD

Urszula Kobylińska: <https://orcid.org/0000-0001-9435-7841>

Literatura

1. Abbas M. (2023), *Relationship between Service Quality and Customer Satisfaction*, *Advance in Business & Industrial Marketing Research* 1(2), s.68-69.
2. Boniello C., Ferrentino R. (2018), *Customer satisfaction: a mathematical framework for its analysis and its measurement*, *Computational Management Science* 17, s. 23-45.
3. Dudziak A., Rodzeń A., Stoma M. (2018), *Inne metody pomiaru jakości usług transportowych, czyli alternatywa dla metody SERVQUAL*, *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej*.
4. Dudziak A., Stoma M., Zając G. (2022), *Application of the CSI method to test consumer satisfaction: a case study of petrol stations*, *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport*.
5. Gąsior M (2019), *Satysfakcja klienta w ujęciu nieliniowym*, Politechnika Lubelska.

6. Gołąb–Andrzejczak G., Badzińska E. (2015), *Satysfakcja jako źródło sukcesu organizacji – studium przypadku*, Zeszyty naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Problemy zarządzania, finansów i marketingu.
7. Hall H. (2013), *Application of NPS and CSI methods in research on student satisfaction and loyalty*, Modern Management Review 20(1).
8. Malinowska E., Szymańska-Brałkowska M. (2021), *Wybrane instrumenty w doskonaleniu jakości usług*, Difin,.
9. Pacana A. (2019), *Inżynieria Jakości*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej.
10. Shaikh N. R. (2024), *Customer Satisfaction in Service Industry*, International Journal of Advanced Multidisciplinary Research and Studies 4(3), s.1081-1082
11. Zhao C., Noman A.H., Hassan M.K. (2023), *Bank's services failures and bank customers' switching behavior: does bank reputation matter?*, International Journal of Bank Marketing, 41(3).

Customer Satisfaction Assessment as an Element of Banking Service Quality Management Using the CSI Method on the Example of PKO BP

Abstract

The aim of the article was to identify the level of customer satisfaction with PKO BP bank and to indicate areas requiring improvement. The results revealed a very high level of customer satisfaction, confirmed by a Customer Satisfaction Index (CSI) value of 77.6%. The main strengths identified by respondents included security and data protection, good availability of ATMs, ease of contact with the bank, and customer care. At the same time, areas requiring improvement were identified, particularly staff competencies and the handling of problems and complaints. The analysis was complemented by the Net Promoter Score (NPS), which indicated a predominance of neutral customers, suggesting the absence of a clear advantage in terms of willingness to recommend the bank's services, despite a relatively high overall NPS result. Statistical analyses confirmed significant differences in the assessment of selected service quality aspects depending on gender, place of residence, occupational status, and length of relationship with the bank. The findings confirm that the Customer Satisfaction Index is a useful tool for identifying service quality priorities and supporting customer-oriented improvement initiatives in the banking sector.

Key words

quality of service, CSI, customer satisfaction

Wykorzystanie technologii immersyjnych i sztucznej inteligencji w projektowaniu innowacyjnych produktów turystycznych opartych na doświadczeniu użytkownika

Eugenia Panfiluk 

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: e.panfiluk@pb.edu.pl

Kinga Kulesza

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: 88845@student.pb.edu.pl

Natalia Modzelewska

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: 88843@student.pb.edu.pl

Aleksandra Ostapczuk

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: 88861@student.pb.edu.pl

Joanna Radziwon

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: 88859@student.pb.edu.pl

DOI: 10.24427/az-2026-0014

Streszczenie

Celem artykułu jest ocena zgodności koncepcji innowacyjnego produktu turystycznego „Podlaskie Orbitarium – Brama do Gwiazd i Natury” z paradygmatem turystyki opartej na doświadczeniu użytkownika (UX). Artykuł osadzony jest w nurcie badań nad gospodarką doświadczeń oraz nad rolą technologii immersyjnych i sztucznej inteligencji w projektowaniu współczesnych produktów turystycznych. Badania przeprowadzono z wykorzystaniem me-

tody studium przypadku, realizowanej w paradygmacie Project-Based Learning, z zastosowaniem narzędzi Design Thinking oraz zasad projektowania zorientowanego na użytkownika (User-Centred Design). Przedmiotem analizy jest koncepcja całorocznego kompleksu edukacyjno-turystycznego zlokalizowanego w gminie Michałowo, rozwijanego w oparciu o unikalny potencjał przyrodniczy regionu oraz niską emisję zanieczyszczenia światłem (dark sky). Zaprojektowany produkt integruje technologie VR, AR, XR oraz rozwiązania oparte na sztucznej inteligencji w celu tworzenia wielowymiarowych doświadczeń sensorycznych, emocjonalnych i poznawczych, obejmujących fazę przedwizytową, pobytową i postwizytową. Wyniki analizy wskazują, że koncepcja Podlaskiego Orbitarium w wysokim stopniu realizuje założenia gospodarki doświadczeń oraz współczesnych teorii UX. Produkt turystyczny funkcjonuje jako dynamiczny ekosystem doświadczeń, w którym infrastruktura pełni rolę medium dla przeżyć, a technologie immersyjne i sztuczna inteligencja umożliwiają personalizację, adaptację narracji oraz współtworzenie wartości przez użytkowników. Wnioski z badań potwierdzają zasadność traktowania doświadczenia użytkownika jako kluczowej kategorii analitycznej w badaniach nad innowacjami w turystyce oraz wskazują na potencjał tego typu rozwiązań w kontekście zrównoważonego rozwoju destynacji.

Słowa kluczowe

turystyka doświadczeń, doświadczenie użytkownika (UX), technologie immersyjne, sztuczna inteligencja, innowacyjny produkt turystyczny

Wstęp

Współczesna turystyka coraz częściej analizowana jest w perspektywie gospodarki doświadczeń, w której zasadniczym źródłem wartości dla odbiorcy nie są już wyłącznie dobra materialne ani standardowe usługi, lecz projektowane i przeżywane doświadczenia. W tym ujęciu turysta przestaje pełnić rolę biernego konsumenta, a staje się aktywnym uczestnikiem procesu współtworzenia wartości, natomiast jakość produktu turystycznego determinowana jest przez intensywność oraz spójność bodźców sensorycznych, emocjonalnych, poznawczych i społecznych. Konsekwencją tej zmiany paradygmatu jest rosnące znaczenie kategorii doświadczenia użytkownika (user experience, UX) jako kluczowego obszaru analizy w badaniach nad innowacjami w turystyce.

Istotnym czynnikiem transformacji produktów turystycznych jest dynamiczny rozwój technologii cyfrowych, w szczególności technologii immersyjnych (VR, AR, MR, XR) oraz sztucznej inteligencji. Technologie te umożliwiają projektowanie środowisk o wysokim poziomie immersji, interaktywności i personalizacji, a także adaptacyjne kształtowanie narracji i ścieżek zwiedzania w odpowiedzi na potrzeby

i zachowania użytkowników. W rezultacie produkt turystyczny coraz częściej przyjmuje postać dynamicznego ekosystemu doświadczeń, w którym granice pomiędzy edukacją, rozrywką, nauką i kontemplacją ulegają zatarciu, a sama podróż rozszerza się na wielowymiarowy proces poznawczy i emocjonalny.

Jednocześnie rośnie znaczenie problematyki zrównoważonego rozwoju destynacji turystycznych, zwłaszcza na obszarach o wysokich walorach przyrodniczych i kulturowych, a jednocześnie ograniczonej dywersyfikacji gospodarczej oraz silnej sezonowości ruchu turystycznego. Przykładem takiej destynacji jest gmina Michałowo – obszar miejsko-wiejski położony w województwie podlaskim, charakteryzujący się znacznym potencjałem środowiskowym (Puszcza Knyszyńska, Zalew Siemianówka, niska emisja zanieczyszczenia światłem – *dark sky*), a jednocześnie borykający się z niekorzystnymi trendami demograficznymi, wpływem młodych mieszkańców oraz ograniczoną liczbą miejsc pracy. W takich warunkach projektowanie innowacyjnych produktów turystycznych opartych na doświadczeniu użytkownika i nowoczesnych technologiach może stanowić skuteczne narzędzie zarówno dywersyfikacji lokalnej gospodarki, jak i minimalizacji sezonowości ruchu turystycznego, przy jednoczesnym ograniczaniu presji środowiskowej.

Na tym tle szczególnego znaczenia nabiera koncepcja produktu turystycznego „Podlaskie Orbitarium – Brama do Gwiazd i Natury”, zaprojektowanego jako całoroczny, wielofunkcyjny kompleks edukacyjno-turystyczny integrujący edukację astronomiczną, przyrodniczą i technologiczną z bezpośrednim doświadczeniem krajobrazu naturalnego. Analiza zaprojektowanych rozwiązań wskazuje, że koncepcja ta w wysokim stopniu odpowiada założeniom turystyki doświadczeń, wykorzystując zaawansowane technologie immersyjne, narrację multisensoryczną oraz mechanizmy personalizacji doświadczeń. Kluczowe elementy kompleksu – takie jak Podziemne Muzeum Światła i Dźwięku, Pawilon Naukowy STEAM, obserwatorium astronomiczne, ogrody sensoryczne oraz systemy sztucznej inteligencji pełniące funkcje narracyjne i analityczne – tworzą spójny ekosystem doświadczeń, w którym użytkownik angażowany jest poznawczo, emocjonalnie i społecznie.

Wyniki analizy koncepcji wskazują, że zastosowanie technologii VR, AR i systemów AI umożliwia projektowanie adaptacyjnych scenariuszy zwiedzania, dostosowanych do wieku, poziomu wiedzy i preferencji użytkowników, a jednocześnie sprzyja pogłębianiu koncentracji, trwałości uczenia się oraz intensywności przeżyć estetycznych i poznawczych. Równocześnie silne osadzenie produktu w lokalnym kontekście przyrodniczym i kulturowym – w tym wykorzystanie potencjału *dark sky* oraz regionalnych tradycji – pozwala na budowanie autentycznego, rozpoznawalnego produktu turystycznego o znaczeniu ponadregionalnym, zgodnego z zasadami zrównoważonego rozwoju.

Celem naukowym niniejszego artykułu jest ocena stopnia zgodności koncepcji innowacyjnego produktu turystycznego „Podlaskie Orbitarium – Brama do Gwiazd i Natury” z paradygmatem turystyki opartej na doświadczeniu użytkownika. W pracy zastosowano metodę studium przypadku, osadzoną w paradygmacie Project-Based Learning, uzupełnioną o podejście Design Thinking oraz zasady User-Centred Design. Analiza łączy przegląd aktualnej literatury przedmiotu z oceną zaprojektowanych rozwiązań funkcjonalnych, technologicznych i doświadczeniowych, wskazując na możliwość praktycznej operacjonalizacji koncepcji UX, technologii immersyjnych i sztucznej inteligencji w projektowaniu innowacyjnych produktów turystycznych na obszarach peryferyjnych i przyrodniczo cennych.

1. Przegląd literatury

W literaturze podkreśla się, że współczesna turystyka funkcjonuje w logice „economy of experiences”, w której wartość dla odbiorcy jest konstruowana poprzez sekwencję wrażeń, emocji, co-creation i znaczeń kulturowych, a nie wyłącznie poprzez fizyczne dobra i usługi [Pine i Gilmore, 2011]. Zgodnie z tą koncepcją, wartość ekonomiczna jest generowana nie poprzez samą konsumpcję usług, lecz poprzez projektowanie wielowymiarowych przeżyć angażujących użytkownika na poziomie sensorycznym, emocjonalnym, poznawczym i społecznym [Pine i Gilmore, 2011]. W tym ujęciu doświadczenie użytkownika (user experience, UX) staje się kluczową kategorią analityczną w badaniach nad rozwojem innowacyjnych produktów turystycznych [Brakus i in., 2014; Lemon i Verhoef, 2016]. Doświadczenie turystyczne ma charakter procesualny i dynamiczny, jego jakość determinowana i zależna od poziomu immersji, zaangażowania emocjonalnego, poczucia autentyczności oraz możliwość współtworzenia wartości [Csikszentmihalyi, 1990; Becker i Jaakkola, 2020; Ramkissoon i in., 2013; Szpilko i in., 2021]. Dlatego projektowanie innowacyjnych produktów wymaga narzędzi aktywnie kształtujących doświadczenia – szczególnie technologii immersyjnych i sztucznej inteligencji [Buhalis i in., 2023]. Technologie immersyjne obejmują rzeczywistość wirtualną (Virtual Reality - VR), rzeczywistość rozszerzoną (Augmented Reality - AR) i jej bardziej zaawansowaną formę: rzeczywistość mieszaną (Mixed Reality - MR), metaversum (M) oraz technologię XR (Extended Reality - XR). Kluczowym mechanizmem ich oddziaływania jest immersja, poczucie obecności (presence) oraz interaktywność, które wspólnie wpływają na intensywność i jakość doświadczeń użytkownika [Slater i Wilbur, 1997; Tussyadiah i in., 2018].

VR umożliwia pełne zanurzenie użytkownika w symulowanym środowisku, co sprzyja wzrostowi zaangażowania emocjonalnego i zapamiętywania doświadczeń

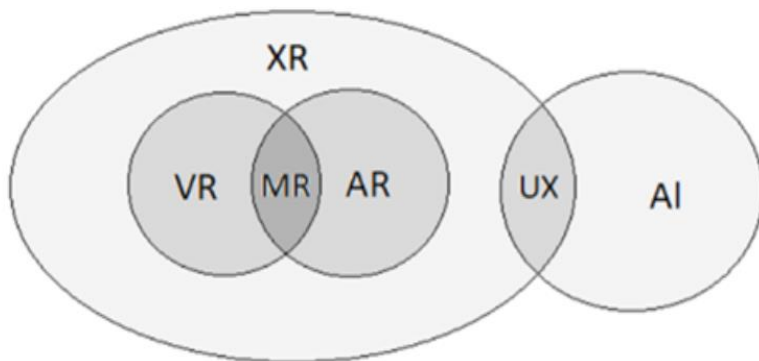
[Guttentag, 2010; Hudson i in., 2019]. Doświadczenia VR zwiększają przyjemność, mental imagery oraz intencje odwiedzin destynacji [Tussyadiah i in., 2018; Flavián i in., 2019; 2021]. Aplikacje AR zwiększają poczucie autentyczności, usprawniają interpretację dziedzictwa, przyczyniają się do większego zapamiętywania treści. Warunkiem koniecznym jest osadzenie ich w odpowiedniej narracji z uwzględnieniem kontekstu miejsca [Nowacki, 2020; Bec i in., 2019; 2021]. Skuteczność doświadczeń immersyjnych wzrasta jeśli występuje wysoka immersja, obecność, interaktywność, spójna narracja i wielozmysłowość [Warsinke i in., 2025]. Ponadto postuluje się, że zastosowanie immersji sprzyja integracji i interaktywności w środowiskach cyfrowych i wpływa na wzmacnianie doświadczenia turystycznego oraz emocjonalne zaangażowanie [Dwivedi i in., 2022; 2023; Inmor i in., 2025]. Kontakty pomiędzy uczestnikami w trakcie zwiedzania podnoszą autentyczność i satysfakcję [Wei i in., 2023].

Równolegle rośnie znaczenie sztucznej inteligencji jako narzędzia personalizacji i konwergentnej technologii inteligentnej turystyki [Stige i in., 2024; Xiang i in., 2015; Ameen i in., 2021; Nilashi i in., 2019]. Zastosowanie AI nie tylko pozwala na dostosowanie narracji, ale też możliwe jest uzyskanie rekomendacji w zakresie trasy zwiedzania zarówno w środowiskach fizycznych jak i wirtualnych [Buhalis i Sinarta, 2019; Stige i in., 2024]. Uznaje się również, że chatboty i roboty skutecznie wspierają interakcję z produktem [Tung i Law, 2017; Seo i Lee, 2021; Chaturvedi i in., 2024]. Dlatego też uznaje się, że AI coraz częściej będzie współtworzyć projektowanie UX [Wojak i in., 2025].

Przegląd literatury wskazuje, że coraz częściej w odniesieniu do technologii immersyjnych stosuje się pojęcie Extended Reality (XR), obejmuje ono VR, AR i MR. Technologia XR łączący elementy fizyczne i cyfrowe w jedno środowisko immersyjne [Rauschnabel i in., 2022]. Umożliwia „rozszerzanie” rzeczywistości o takie elementy, jak: dane, obiekty, narracje które są generowane komputerowo [Rauschnabel i in., 2022]. W ujęciu praktycznym oznacza to nie tylko nakładanie obiektów cyfrowych na świat realny (jak w AR), ale także włączanie elementów świata rzeczywistego – na przykład cyfrowych bliźniaków miejsc i obiektów – do wirtualnych środowisk turystycznych [Warsinke i in., 2025]. Badania w muzeach i instytucjach dziedzictwa pokazują, że zastosowanie XR angażuje użytkownika za pomocą wielu zmysłów: wzroku, słuch i dotyku [Avlonitou, 2024]. W tym kontekście XR jest postrzegana jako środowisko co-kreacji, w którym odwiedzający współtworzą znaczenie przestrzeni kulturowych poprzez własne formy zwiedzania, wybór perspektywy oglądu i interakcje społeczne. W turystyce doświadczeń XR umożliwia budowanie produktów, które: (a) łączą fazę przedpodróżową (immersyjne trailery destynacji), fazę pobytu (warstwowe AR/MR na miejscu) i fazę popodróżową (wspomnienia,

rekonstrukcje, grywalizacja); (b) wykorzystują cyfrowe bliźniaki miast, muzeów czy obszarów przyrodniczych jako platformę dla personalizowanych ścieżek zwiedzania; (c) wspierają inkluzywność i dostępność, umożliwiając uczestnictwo osobom, które nie mogą fizycznie odwiedzić danego miejsca [Rauschnabel i in., 2022; Wojak i in., 2025].

Największy potencjał innowacyjny ujawnia się w integracji technologii immersyjnych i AI, gdzie VR, AR i MR odpowiadają za warstwę percepcyjną i emocjonalną doświadczenia, a AI analitykę i adaptację doświadczeń [Buhalis i Volchek, 2021; Buhalis, 2020; Buhalis i in., 2023]. Połączenie tych technologii sprzyja projektowaniu wieloetapowych, spersonalizowanych doświadczeń, które wykraczają poza tradycyjne pojmowanie czasu i przestrzeni [Guttentag, 2010; Buhalis i in., 2023]. W tym ujęciu innowacyjny produkt turystyczny to dynamiczny system współtworzenia wartości, a jego główna zaleta jest bezpośrednie dostosowanie do użytkownika [Becker i Jaakkola, 2020; Hoyer i in., 2020]. Integracja UX, immersji i AI zmienia produkt turystyczny z pakietu usług w system doświadczeń, który wspiera użytkowników, jak i rozwój destynacji [Bec i in., 2021; Talwar i in., 2023].



Rys. 1. Produkt turystyczny w technologii immersyjnych i sztucznej inteligencji i jego wpływ na doświadczenie użytkownika

Legenda: XR (Extended Reality) – zbiorcze określenie technologii immersyjnych obejmujących VR, AR i MR. VR (Virtual Reality) – całkowicie wirtualne, komputerowo generowane środowisko, w którym użytkownik jest w pełni zanurzony. AR (Augmented Reality) – nakładanie cyfrowych treści na rzeczywisty obraz otoczenia. MR (Mixed Reality) – połączenie świata rzeczywistego i wirtualnego z możliwością ich wzajemnej interakcji. UX (User Experience) – całość wrażeń i doświadczeń użytkownika wynikających z interakcji z produktem lub usługą. AI (Artificial Intelligence) – systemy i algorytmy umożliwiające maszynom uczenie się, analizę danych i inteligentną interakcję z użytkownikiem.

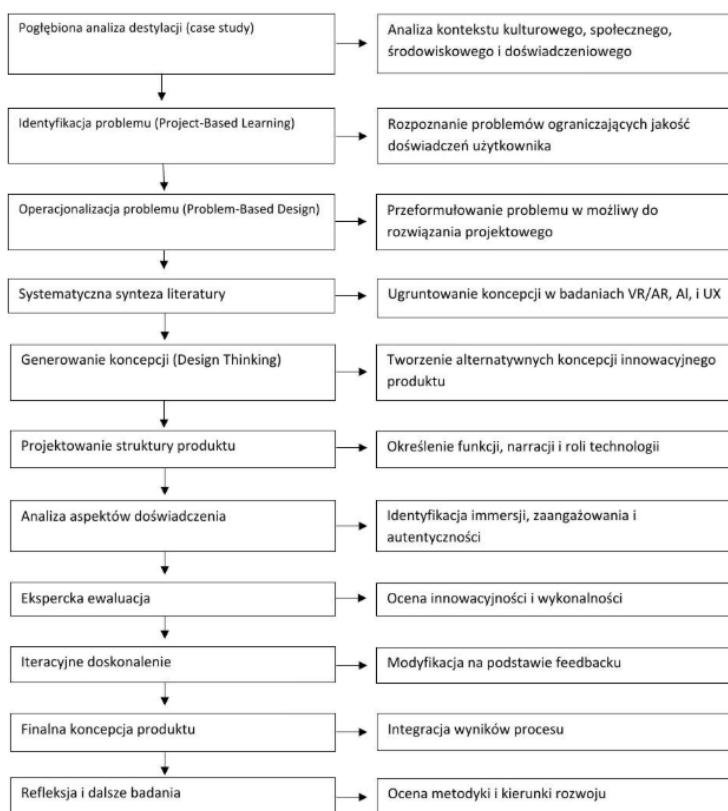
Źródło: opracowanie własne.

Integracja UX, technologii immersyjnych i AI sprzyja redefinicji produktu turystycznego (rys. 1) – od statycznej oferty usług do adaptacyjnego ekosystemu doświadczeń, który wspiera cele użytkowników [Bec i in., 2021; Talwar i in., 2023]. Tym samym projektowanie innowacyjnych produktów turystycznych opartych na doświadczeniu użytkownika staje się obszarem interdyscyplinarnej syntezy badań nad turystyką, technologią i projektowaniem doświadczeń. Celem artykułu jest ocena zgodności koncepcji innowacyjnego produktu turystycznego z koncepcją doświadczenia użytkownika.

2. Metodyka badań

Proces opracowania koncepcji innowacyjnego produktu turystycznego opartego o doświadczenie użytkownika został osadzony w paradygmacie Project-Based Learning [Bell, 2010], w którym realizowano długoterminowy projekt projektowy oparty na analizie rzeczywistego przypadku (case study). Metoda Project-Based Learning opera się na realnych wyzwaniach i problemach, integruje wiedzę teoretyczną i praktyczną oraz rozwija autonomię, krytyczne myślenie i kompetencje projektowe. Zastosowanie case study pozwala na odniesienie się do konkretnej destynacji, występujących tam ograniczeń technologicznych i organizacyjnych i doświadczeniowych, a także na analizę procesów zachodzących w ich rzeczywistym kontekście [Yin, 2022, Szydło, 2018]. W badaniach nad turystyką doświadczeń metoda ta jest coraz częściej wykorzystywana jako narzędzie wspierające projektowanie innowacyjnych produktów i usług opartych na doświadczeniu użytkownika [Buhalis i Sinarta, 2019]. Logika projektowania była inspirowana podejściem Problem-Based Design [Sándorová i in., 2020] zakładającym iteracyjne formułowanie i redefiniowanie problemów o charakterze złożonym i niejednoznacznym konkretnej destynacji. Jak podkreślają Sándorová i in. [2020] projektowanie polega na formułowaniu problemu, redefiniowaniu jego granic a nie tylko na generowaniu rozwiązań. Metoda sprzyja twórczemu myśleniu i lepszemu dopasowaniu rozwiązań do realnych potrzeb odbiorców, co ma szczególne znaczenie w projektowaniu produktów turystycznych o wysokiej złożoności doświadczeń. W niniejszym badaniu odpowiada na pytanie: jak stworzyć innowacyjny produkt turystyczny oparty o doświadczenie użytkownika z zachowaniem zrównoważonego rozwoju destynacji? Operacyjnym narzędziem pracy zespołu projektowego był proces Design Thinking, umożliwiający empatyczne rozpoznanie potrzeb użytkowników, generowanie koncepcji oraz ich prototypowanie i testowanie [Xiang i Fesenmaier, 2016; Brzozowska i in., 2025]. Literatura potwierdza, że metoda ta jest obecnie szeroko stosowana w projektowaniu

doświadczeń turystycznych, w szczególności w kontekście wykorzystania technologii cyfrowych, immersyjnych i sztucznej inteligencji [Wojak i in., 2025; Ejdyś i in., 2025]. Wzmacnia zdolność do integrowania narracji kulturowej, technologii i doświadczeń emocjonalnych w jednym spójnym produkcie turystycznym [Wojak i in., 2025]. Metodyka pracy została dodatkowo oparta na zasadach User-Centred Design [UCD], zakładających, że użytkownik [turysta] i jego doświadczenie stanowią centralny punkt procesu projektowego [Bakas i in., 2021; Font i in., 2018]. W tym ujęciu koncepcja produktu turystycznego powstaje w sposób iteracyjny, z uwzględnieniem kontekstu kulturowego destynacji, emocjonalnego i technologicznego doświadczeń turystycznych.



Rys. 2. Proces opracowania koncepcji innowacyjnego produktu turystycznego opartego o doświadczenie użytkownika

Źródło: opracowanie własne.

Istotnym etapem procesu opracowania koncepcji innowacyjnego produktu turystycznego jest identyfikacja i diagnoza problemu występującego w analizowanej destynacji. W literaturze przedmiotu podkreśla się, że problemy w turystyce mają najczęściej charakter złożony i wielowymiarowy, obejmując jednocześnie aspekty przestrzenne, społeczne, kulturowe, środowiskowe i doświadczeniowe [Buhalis i in., 2020]. Z tego względu nie mogą być one traktowane wyłącznie jako kwestie organizacyjne lub infrastrukturalne, lecz jako tzw. *wicked problems*, wymagające interpretacji i redefinicji w toku procesu projektowego [Bakas i in., 2021; Font i in., 2018].

3. Wyniki badań

3.1. Identyfikacja i analiza problemu

Gmina Michałowo jest gminą miejsko-wiejską położoną w województwie podlaskim, w powiecie białostockim, bezpośrednio przy granicy z Republiką Białorusi. Zajmuje powierzchnię 409 km² i według danych Banku Danych Lokalnych GUS w 2023 r. była zamieszkiwana przez ok. 6,4 tys. mieszkańców, co oznacza bardzo niską gęstość zaludnienia – ok. 16 osób na km². W latach 2002–2023 liczba ludności gminy zmniejszyła się o około 15–20%, co potwierdza utrzymujący się negatywny trend demograficzny związany głównie z migracją osób młodych i w wieku produkcyjnym.

Znaczną część obszaru gminy stanowią tereny o wysokich walorach przyrodniczych – lasy zajmują ponad 40% powierzchni gminy, w tym obszary Puszczy Knyszyńskiej, natomiast istotnym elementem krajobrazu jest Zalew Siemianówka, jeden z największych sztucznych zbiorników wodnych w północno-wschodniej Polsce, pełniący funkcje retencyjne, przyrodnicze i rekreacyjne. Niska intensywność zabudowy oraz brak dużych ośrodków miejskich i przemysłowych w bezpośrednim sąsiedztwie sprzyjają zachowaniu bardzo niskiego poziomu zanieczyszczenia światłem, stanowiącego istotny, dotychczas niewykorzystany potencjał rozwojowy gminy.

Gospodarka gminy charakteryzuje się niską dywersyfikacją i opiera się głównie na rolnictwie oraz drobnej przedsiębiorczości – według danych BDL GUS w rejestrze REGON funkcjonuje około 500 podmiotów gospodarczych, z czego zdecydowaną większość stanowią mikroprzedsiębiorstwa osób fizycznych. Wskaźnik zatrudnienia jest niższy niż średnia wojewódzka, a stopa bezrobocia rejestrowanego utrzymuje się na poziomie wyższym niż przeciętna dla województwa podlaskiego,

co ogranicza lokalne możliwości zatrudnienia i sprzyja odpływowi ludności do większych ośrodków miejskich.

Zgodnie ze „Strategią Rozwoju Gminy Michałowo 2014–2021 z perspektywą do 2030 r.” jednym z kluczowych kierunków rozwoju gminy jest turystyka, w szczególności turystyka przyrodnicza, edukacyjna i kulturowa, oparta na wielokulturowym dziedzictwie polsko-białorusko-tatarskim, unikatowych zasobach środowiska naturalnego oraz rozległych obszarach otwartych – łąkach, polanach i wzniesieniach. Pomimo tych uwarunkowań potencjał turystyczny gminy pozostaje niewystarczająco wykorzystany, co skutkuje niską liczbą odwiedzających, dużą sezonowością ruchu turystycznego oraz ograniczonym rozwojem usług okołoturystycznych.

Głównym problemem rozwojowym gminy jest brak nowoczesnej, całorocznej infrastruktury umożliwiającej stworzenie rozpoznawalnego produktu turystyczno-edukacyjnego o zasięgu ponadregionalnym, który mógłby skutecznie wykorzystywać unikatowe zasoby przyrodnicze, w tym niski poziom zanieczyszczenia światłem. Odpowiedzią na ten problem jest koncepcja budowy i uruchomienia całorocznego kompleksu edukacyjno-turystycznego „Podlaskie Orbitarium – Brama do Gwiazd i Natury”, integrującego edukację astronomiczną, przyrodniczą i technologiczną z lokalną ofertą noclegowo-gastronomiczną oraz przyczyniającego się do ograniczenia sezonowości turystyki i wzmocnienia lokalnej gospodarki.

3.2. Charakterystyka koncepcji produktu turystycznego

Podlaskie Orbitarium – Brama do Gwiazd i Natury będzie wielofunkcyjnym kompleksem edukacyjno-rekreacyjnym, którego oferta oparta zostanie na tworzeniu pogłębionych, immersyjnych doświadczeń poznawczych, łączących nowoczesne technologie, edukację naukową oraz bezpośredni kontakt z przyrodą. Kluczowym elementem kompleksu stanie się Podziemne Muzeum Światła i Dźwięku, zaprojektowane jako wielowymiarowa przestrzeń narracyjna, w której nauka, technologia i sztuka przenikają się, tworząc spójne środowisko doświadczania zjawisk fizycznych, astronomicznych i przyrodniczych. Obiekt zostanie wyposażony w zaawansowane systemy projekcji 360°, panoramiczne ekrany LED, mapping przestrzenny oraz systemy dźwięku binauralnego, umożliwiające pełne zanurzenie odbiorców w prezentowanych treściach. Multimedialna scenografia będzie zarządzana centralnym systemem zarządzania treścią, pozwalającym na dynamiczne dostosowywanie narracji do wieku, potrzeb oraz poziomu zaawansowania zwiedzających. Integralną częścią ekspozycji staną się strefy wirtualnej rzeczywistości, w których zastosowanie gogli VR umożliwi realizację indywidualnych scenariuszy poznawczych, takich

jak wirtualne loty przez galaktykę, eksploracja powierzchni planet czy obserwacja procesów narodzin gwiazd z perspektywy niedostępnej w świecie rzeczywistym. Zastosowane technologie pozwolą na wywołanie silnych emocji poznawczych, takich jak zachwyt, zdziwienie i fascynacja, jednocześnie zwiększając koncentrację oraz trwałość przyswajanej wiedzy, a rejestracja danych behawioralnych umożliwi bieżącą ocenę poziomu zaangażowania zwiedzających i optymalizację treści wystaw.

Istotnym komponentem oferty będzie Pawilon Naukowy STEAM, pełniący funkcję nowoczesnej przestrzeni edukacyjnej przeznaczonej do realizacji warsztatów, zajęć laboratoryjnych oraz wydarzeń naukowo-edukacyjnych. Pawilon zostanie wyposażony w interaktywne stanowiska dydaktyczne, symulatory orbit satelitów oraz instalacje umożliwiające prowadzenie eksperymentów z zakresu fizyki i procesów biologicznych, zaprojektowane w oparciu o zasady dostępnego i intuicyjnego UX. Zastosowanie technologii rozszerzonej rzeczywistości, dostępnej za pośrednictwem aplikacji mobilnych oraz tabletów edukacyjnych, umożliwi nakładanie cyfrowych modeli planet, struktur biologicznych i procesów fizycznych na rzeczywistą przestrzeń ekspozycyjną. Dzięki temu proces uczenia się będzie oparty na aktywnym działaniu i eksperymentowaniu, rozwijając kompetencje badawcze, kreatywność oraz poczucie sprawczości i sukcesu poznawczego u uczestników, niezależnie od ich wieku czy poziomu zaawansowania.

Integralnym elementem kompleksu stanie się spiralna wieża widokowa z obserwatorium, pełniąca funkcję punktu obserwacyjnego nieba oraz platformy widokowej, z której rozciągać się będzie panorama Puszczy Knyszyńskiej i Zalewu Siemianówka. Obiekt zostanie wyposażony w nowoczesny teleskop astronomiczny o wysokiej rozdzielczości oraz interaktywne ekrany prezentujące aktualne mapy nieba, widoczne konstelacje i zachodzące zjawiska astronomiczne. Zastosowanie systemu oświetlenia minimalizującego zanieczyszczenie światłem umożliwi prowadzenie obserwacji nocnych, a całość doświadczenia sprzyjać będzie wyciszeniu, refleksji oraz pogłębianiu relacji pomiędzy nauką a otaczającą przyrodą.

Zespół terenów rekreacyjnych obejmujący ogrody sensoryczne oraz ścieżki edukacyjne zostanie zaprojektowany jako przestrzeń sprzyjająca edukacji przyrodniczej, relaksowi i terapii sensorycznej. Ogrody sensoryczne oddziaływać będą na wszystkie zmysły odwiedzających poprzez zróżnicowaną roślinność, elementy wodne oraz instalacje interaktywne, natomiast ścieżki edukacyjne poprowadzą użytkowników przez najcenniejsze fragmenty lokalnego środowiska naturalnego i zostaną wyposażone w tablice informacyjne, punkty obserwacyjne oraz przystanki multimedialne, w tym rozwiązania oparte na technologii rozszerzonej rzeczywistości. Zastosowane rozwiązania umożliwią prezentację procesów ekologicznych i ele-

mentów bioróżnorodności w ich naturalnym kontekście, wzmacniając poczucie harmonii, uważności i odpowiedzialności za środowisko naturalne, przy jednoczesnym dostosowaniu tras do różnych grup wiekowych i poziomów sprawności użytkowników.

Uzupełnieniem oferty kompleksu będzie strefa rekreacyjno-gastronomiczna, pełniąca funkcję zaplecza obsługi gości oraz miejsca regeneracji i integracji społecznej. Przestrzeń ta zostanie zaprojektowana jako nowoczesny, przyjazny użytkownikom obszar z ofertą gastronomiczną opartą na lokalnych produktach i kuchni regionalnej, uzupełniony o zadaszone tarasy, strefy wypoczynku na świeżym powietrzu oraz miejsca spotkań. Rozwiązania architektoniczne i funkcjonalne strefy zostaną dostosowane do potrzeb różnych grup użytkowników, a oferta gastronomiczna będzie wspierana przez elementy narracji multimedialnej prezentujące pochodzenie produktów oraz lokalne tradycje kulinarne. Strefa ta umożliwi regenerację po intensywnych doświadczeniach poznawczych, sprzyjając wyciszeniu i przedłużeniu czasu pobytu odwiedzających, a jednocześnie stworzy warunki do organizacji wydarzeń tematycznych, degustacji i spotkań z lokalnymi wytwórcami, wzmacniając społeczną i promocyjną funkcję Podlaskiego Orbitarium.

Funkcjonowanie całego kompleksu zostanie wsparte systemami sztucznej inteligencji pełniącymi rolę narracyjną i analityczną. W przestrzeniach ekspozycyjnych dostępni będą wirtualni przewodnicy AI w formie awatarów lub hologramów, reagujący na pytania odwiedzających i dostosowujący treść przekazu do ich wieku, zainteresowań i poziomu wiedzy. Algorytmy sztucznej inteligencji będą analizować przepływ zwiedzających, czas przebywania w poszczególnych strefach oraz dane zbierane za pośrednictwem sensorów ruchu i narzędzi ankietowych, co umożliwi dynamiczne sterowanie ruchem zwiedzania oraz ciągłe doskonalenie scenariuszy narracyjnych. Integracja danych behawioralnych, edukacyjnych i emocjonalnych w systemach analitycznych pozwoli na tworzenie map doświadczeń zwiedzania i optymalizację oferty w taki sposób, aby każdy kolejny kontakt z Podlaskim Orbitarium generował coraz wyższy poziom zaangażowania, inspiracji i satysfakcji odbiorców.

4. Wnioski i dyskusja wyników

Analiza koncepcji „Podlaskiego Orbitarium – Bramy do Gwiazd i Natury” wskazuje na wysoką zgodność z paradygmatem współczesnej turystyki doświadczeń, osadzonej w logice economy of experiences. Koncepcja opiera się na projektowaniu środowiska, w którym doświadczenie jest centralnym elementem oferty,

a infrastruktura pełni rolę medium dla wrażeń sensorycznych, emocjonalnych i poznawczych, co jest zgodne z wynikami badań Brakus i in. [2014] i Lemon i Verhoef [2016].

Zgodnie z ujęciem Pine’a i Gilmore’a [2011], doświadczenie staje się wartością ekonomiczną wówczas, gdy angażuje użytkownika sensorycznie, emocjonalnie, poznawczo i społecznie. W Podlaskim Orbitarium realizacja tej zasady widoczna jest szczególnie w podziemnym Muzeum Światła i Dźwięku, gdzie zastosowanie projekcji mappingu 360°, dźwięku binauralnego oraz interaktywnych instalacji reagujących na ruch i głos użytkownika tworzy środowisko wysokiej immersji. Takie rozwiązania odpowiadają koncepcji UX jako procesu dynamicznego i wielowymiarowego, podkreślanego przez Brakus i in. [2009] oraz Lemon i Verhoef [2016], w którym doświadczenie kształtowane jest na styku bodźców zmysłowych, emocji i interakcji.

Projektowanie interaktywnego środowiska VR („lot przez galaktykę” czy obserwację narodzin gwiazd) sprzyja osiągnięciu w sytuacji pełnego zanurzenia i poczucia kontroli nad doświadczeniem, co potwierdzają badania Guttentaga [2010] oraz Hudsona i in. [2019], jednocześnie wpisują się koncepcję flow Csikszentmihalyiego [1990], zgodnie z którą głębokie zaangażowanie poznawczo-emocjonalne pojawia się w sytuacji pełnego zanurzenia i poczucia kontroli nad doświadczeniem.

Równolegle, wykorzystanie technologii AR na wystawach stałych oraz ścieżkach plenerowych jest zgodne z badaniami Nowackiego [2020] i Avlonitou [2024], zgodnie z którymi rozszerzona rzeczywistość zwiększa poczucie autentyczności i ułatwia interpretację dziedzictwa, o ile jest osadzona w spójnej narracji i kontekście miejsca. Zastosowanie XR jako parasola integrującego VR, AR (modele cyfrowe zwierząt, struktur roślinnych) z realną przestrzenią świata fizycznego Puszczy Knyżyńskiej i otoczenia Orbitarium wzmacnia relację pomiędzy doświadczeniem cyfrowym a fizyczną obecnością w miejscu, co odpowiada warunkom skutecznych doświadczeń immersyjnych wskazanym przez Warsinke i in. [2025] oraz Rauschnabela i in. [2022].

Istotnym elementem koncepcji jest także Pawilon STEAM, w którym doświadczenie użytkownika projektowane jest poprzez aktywne współdziałanie z interfejsami opartymi na gestach, dotyku i ruchu całego ciała. Takie rozwiązania sprzyjają poczuciu sprawczości i kompetencji, co Becker i Jaakkola [2020] uznają za kluczowy warunek współtworzenia wartości w produktach opartych na doświadczeniu. Użytkownik nie jest tu biernym odbiorcą treści, lecz aktywnym uczestnikiem procesu poznawczego, co wzmacnia zarówno immersję, jak i satysfakcję z doświadczenia.

Integracja sztucznej inteligencji w roli wirtualnych przewodników, systemów analitycznych oraz narzędzi personalizacji narracji jest zgodne z koncepcją inteligentnej turystyki rozwijaną przez Buhalisa i Sinartę [2019] oraz Stige i in. [2024]. AI pełni funkcję adaptacyjną, umożliwiając dynamiczne dostosowanie treści, poziomu narracji i ścieżek zwiedzania do indywidualnych potrzeb użytkowników. Takie podejście potwierdza tezę, że innowacyjny produkt turystyczny funkcjonuje jako system współtworzenia wartości, a nie statyczny pakiet usług [Becker i Jaakkola, 2020; Hoyer i in., 2020].

Szczególnie istotna z perspektywy UX jest także koncepcja rozszerzenia doświadczenia poza fazę samego pobytu. Post-wizytowa narracja realizowana poprzez platformę e-learningową, materiały VR-online oraz spersonalizowane treści edukacyjne odpowiada modelowi wielofazowego doświadczenia turystycznego. W tym ujęciu XR pełni rolę środowiska parasolowego, integrującego doświadczenia przedpodróżowe, pobytowe i popodróżowe, co wzmacnia trwałość relacji emocjonalnej użytkownika z miejscem.

Wreszcie, całościowa integracja UX, technologii immersyjnych i AI jest zgodna z tezami Bec i in. [2021] oraz Talwar i in. [2023]. Podlaskie Orbitarium nie funkcjonuje wyłącznie jako obiekt infrastrukturalny, lecz jako dynamiczne środowisko narracyjne, reagujące na zachowania, emocje i potrzeby użytkowników. Tym samym koncepcja ta spełnia kluczowe założenia produktu turystycznego opartego na doświadczeniu użytkownika, potwierdzając zasadność zastosowanych rozwiązań w świetle współczesnej literatury przedmiotu.

Podsumowanie

Celem artykułu była ocena zgodności koncepcji innowacyjnego produktu turystycznego – „Podlaskiego Orbitarium – Bramy do Gwiazd i Natury” – z paradygmatem turystyki opartej na doświadczeniu użytkownika (UX). Przeprowadzona analiza, oparta na przeglądzie aktualnej literatury przedmiotu oraz szczegółowym opisie projektowanych rozwiązań, pozwala stwierdzić, że zastosowane koncepcje w wysokim stopniu realizują założenia *economy of experiences* oraz współczesnych teorii UX w turystyce.

Wyniki badań wskazują, że kluczowym czynnikiem wartości produktu turystycznego nie jest pojedyncza atrakcja ani infrastruktura techniczna, lecz spójnie zaprojektowany ekosystem doświadczeń, integrujący warstwę sensoryczną, emocjonalną, poznawczą i społeczną. Podlaskie Orbitarium spełnia te warunki poprzez konsekwentne wykorzystanie technologii immersyjnych (VR, AR, XR), sztucznej inte-

ligencji oraz projektowania interakcji skoncentrowanego na użytkowniku. Doświadczenie turystyczne ma tu charakter procesualny i wieloetapowy – obejmuje fazę przedwizytową, pobytową oraz postwizytową – co pozostaje zgodne z wynikami badań nad dynamicznym i współtworzonym charakterem UX.

Z perspektywy praktycznej przedstawiona koncepcja dostarcza modelu projektowania innowacyjnych produktów turystycznych, który może być replikowany w innych destynacjach, szczególnie na obszarach o wysokich walorach przyrodniczych i kulturowych. Integracja immersji, personalizacji i analityki danych pozwala tworzyć doświadczenia o wysokiej wartości dodanej bez konieczności masowej rozbudowy infrastruktury. Wdrożenie sztucznej inteligencji jako narzędzia adaptacyjnego umożliwia dynamiczne zarządzanie ruchem turystycznym, poprawę satysfakcji odwiedzających oraz optymalizację narracji edukacyjnych w czasie rzeczywistym.

Istotnym wnioskiem praktycznym jest również to, że produkty turystyczne oparte na UX mogą skutecznie wspierać zrównoważony rozwój destynacji. Poprzez wydłużenie cyklu doświadczenia, dywersyfikację oferty i ograniczenie presji sezonowej, takie rozwiązania sprzyjają równoważeniu celów ekonomicznych, edukacyjnych i środowiskowych. Podlaskie Orbitorium może pełnić rolę węzła integrującego turystykę edukacyjną, przyrodniczą i kulturową, wzmacniając konkurencyjność regionu bez degradacji jego zasobów naturalnych.

Z naukowego punktu widzenia wyniki badań potwierdzają zasadność traktowania doświadczenia użytkownika jako kluczowej kategorii analitycznej w badaniach nad innowacjami w turystyce. Analiza koncepcji Orbitorium potwierdza ustalenia literatury wskazujące, że najwyższy potencjał innowacyjny ujawnia się w integracji technologii immersyjnych i sztucznej inteligencji, gdzie VR, AR i XR odpowiadają za warstwę percepcyjną i emocjonalną, a AI za personalizację, adaptację i współtworzenie wartości.

Badanie wnosi również wkład do dyskusji nad redefinicją produktu turystycznego – od statycznego pakietu usług do dynamicznego ekosystemu doświadczeń. Zaproponowana koncepcja pokazuje, w jaki sposób teoretyczne założenia dotyczące immersji, obecności, współkreacji i personalizacji mogą zostać operacjonalizowane w realnym projekcie infrastrukturalnym. Tym samym artykuł wypełnia lukę pomiędzy badaniami konceptualnymi a praktyką projektową, dostarczając empirycznie ugruntowanego modelu zastosowania UX w turystyce doświadczeń.

Podsumowując, przeprowadzone badania potwierdzają, że projektowanie produktów turystycznych w oparciu o UX, technologie immersyjne i sztuczną inteligencję stanowi obiecujący kierunek dalszego rozwoju zarówno badań naukowych,

jak i praktyki zarządzania destynacjami turystycznymi. Integracja tych podejść pozwala tworzyć doświadczenia bardziej angażujące, inkluzywne i zrównoważone, odpowiadające na zmieniające się oczekiwania współczesnych użytkowników.

ORCID iD

Eugenia Panfiluk: <https://orcid.org/0000-0002-6204-2383>

Literatura

1. Ameen N., Tarhini A., Reppel A., Anand A. (2021), *Customer experiences in the age of artificial intelligence*, Computers in Human Behavior 114, 106548.
2. Avlonitou C., Papadaki E. (2024), *Using extended reality technologies in modern museums*, Arts & Communication 3(1), 3428.
3. Bakas F.E., De Castro T.V., Osredkar A. (2021), *User-centred design for creative tourism prototyping: the Maribor experience*, w: *Creative tourism: activating cultural resources and engaging creative travellers*, CABI, Wallingford, s. 93–104.
4. Bec A., Moyle B., Schaffer V., Timms K. (2021), *Virtual reality and mixed reality for second chance tourism*, Tourism Management 83, 104256.
5. Bec A., Moyle B., Timms K., Schaffer V., Skavronskaya L., Little C. (2019), *Management of immersive heritage tourism experiences: A conceptual model*, Tourism Management 72, s. 117–120.
6. Becker L., Jaakkola E. (2020), *Customer experience: Fundamental premises and implications for research*, Journal of the Academy of Marketing Science 48(4), s. 630–648.
7. Bell S. (2010), *Project-based learning for the 21st century: Skills for the future*, The Clearing House 83(2), s. 39–43.
8. Brakus J.J., Schmitt B.H., Zhang S. (2014), *Experiential product attributes and preferences for new products: The role of processing fluency*, Journal of Business Research 67(11), s. 2291–2298.
9. Brakus J.J., Schmitt B.H., Zarantonello L. (2009), *Brand experience: What is it? How is it measured? Does it affect loyalty?*, Journal of Marketing 73(3), s. 52–68.
10. Brzozowska K., Niewińska J., Szydło J. (2025), *Kreatywność w praktyce zarządzania narzędzia, przeszkody i warunki skutecznej implementacji*, Akademia Zarządzania 9(3), s. 51–68.
11. Buhalis D. (2020), *Technology in tourism – from information communication technologies to eTourism and smart tourism towards ambient intelligence tourism*, Tourism Review 75(1), s. 267–272.

12. Buhalis D., Karatay N. (2022), *Mixed reality for Generation Z in cultural heritage tourism towards Metaverse*, w: Stienmetz J.L., Ferrer-Rosell B., Massimo D. (red.), *Information and Communication Technologies in Tourism 2022*, Springer, Cham, s. 16–27.
13. Buhalis D., Volchek E. (2021), *Bridging marketing and big data analytics: The taxonomy of marketing attribution*, *International Journal of Information Management* 56, 102253.
14. Buhalis D., Sinarta Y. (2019), *Real-time co-creation and oneness service: Lessons from tourism and hospitality*, *Journal of Travel & Tourism Marketing* 36(5), s. 563–582.
15. Buhalis D., Leung D., Lin M. (2023), *Metaverse as a disruptive technology revolutionising tourism management and marketing*, *Tourism Management* 97, 104724.
16. Buhalis D., Lin M.S., Leung D. (2023), *Metaverse as a driver for customer experience and value co-creation*, *International Journal of Contemporary Hospitality Management* 35.
17. Calisto M.D.L., Sarkar S. (2024), *A systematic review of virtual reality in tourism and hospitality*, *International Journal of Hospitality Management* 116, 103623.
18. Chaturvedi R., Verma S., Ali F., Satish Kumar C. (2024), *Reshaping tourist experience with AI-enabled technologies*, *International Journal of Human–Computer Interaction* 40(18), s. 5517–5533.
19. Csikszentmihalyi M. (1990), *Flow: The Psychology of Optimal Experience*, Harper & Row, New York.
20. Duan P., Wierzynski C., Nachman L. (2020), *Optimizing user interface layouts via gradient descent*, *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, s. 1–12.
21. Dwivedi Y., Hughes L., Wang Y. i in. (2023), *How metaverse will change the future of marketing*, *Psychology & Marketing*.
22. Dwivedi Y., Hughes L., Baabdullah A. i in. (2022), *Metaverse beyond the hype*, *International Journal of Information Management* 66, 102542.
23. Ejdyś J., Garwolińska M., Lăzăroiu G., Nica E., di Pietro F., Poskrobko T., Szpilko D. (2025), *Should we be wary of using artificial intelligence-based big data management in social research?* *Journal of Business Economics and Management*, 26(5), pp. 1071–1089.
24. European Commission (2025), *Feature Stories – Personalised, dynamic stories for engaging museum visits*, CORDIS.
25. Fesenmaier D.R., Xiang Z. (2016), *Introduction to tourism design and design science in tourism*, w: *Design Science in Tourism*, Springer, Cham, s. 3–16.
26. Flavián C., Ibáñez-Sánchez S., Orús C. (2021), *The influence of scent on virtual reality experiences*, *Journal of Business Research* 123, s. 289–301.

27. Flavián C., Ibáñez-Sánchez S., Orús C. (2019), *The impact of virtual, augmented and mixed reality technologies on the customer experience*, Journal of Business Research 100, s. 547–560.
28. Font X., English R., Gkritzali A. (2018), *Mainstreaming sustainable tourism with user-centred design*, Journal of Sustainable Tourism 26(10), s. 1651–1667.
29. Guttentag D.A. (2010), *Virtual reality: Applications and implications for tourism*, Tourism Management 31(5), s. 637–651.
30. Hoyer W.D., Kroschke M., Schmitt B., Kraume K., Shankar V. (2020), *Transforming the customer experience through new technologies*, Journal of Interactive Marketing 51(1), s. 57–71.
31. Hudson S., Matson-Barkat S., Pallamin N., Jegou G. (2019), *Interaction and immersion in a virtual reality experience*, Journal of Business Research 100, s. 459–468.
32. Inmor S., Na-Nan K., Phanniphong K., Jaturat N., Hirnšal M. (2025), *Unveiling the metaverse*, Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity 11, 100461.
33. Lemon K.N., Verhoef P.C. (2016), *Understanding customer experience throughout the customer journey*, Journal of Marketing 80(6), s. 69–96.
34. Nilashi M., Ahani A., Esfahani M.D. i in. (2019), *Preference learning for eco-friendly hotels recommendation*, Journal of Cleaner Production 215, s. 767–783.
35. Nowacki M. (2020), *Interpretacja dziedzictwa w XXI wieku*, Turystyka Kulturowa 3(114), s. 12–40.
36. Pine B.J., Gilmore J.H. (2011), *The Experience Economy*, Harvard Business Press.
37. Preece J., Sharp H., Rogers Y. (2015), *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction*, John Wiley.
38. Ramkissoon H., Smith L.D.G., Weiler B. (2013), *Relationships between place attachment, place satisfaction and pro-environmental behaviour*, Journal of Sustainable Tourism 21(3), s. 434–457.
39. Rauschnabel P.A., Felix R., Hinsch C., Shahab H., Alt F. (2022), *What is XR?*, Computers in Human Behavior 133, 107289.
40. Sándorová Z., Repáňová T., Palenčíková Z., Beták N. (2020), *Design thinking – a revolutionary new approach in tourism education?*, Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education 26, 100238.
41. Seo K.H., Lee J.H. (2021), *The emergence of service robots at restaurants*, Sustainability 13(8), 4431.
42. Slater M., Wilbur S. (1997), *A framework for immersive virtual environments*, Presence: Teleoperators and Virtual Environments 6(6), s. 603–616.
43. Stige Å., Zamani E.D., Mikalef P., Zhu Y. (2024), *Artificial intelligence for user experience design*, Information Technology & People 37(6), s. 2324–2352.

44. Szpilko D., Szydło J., Glińska E., Kobylińska U., Rollnik-Sadowska E., Ryciuk U. (2021), *Theoretical and practical aspects of business activity. Business planning*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok.
45. Szydło J. (2018), *Kulturowe ramy zarządzania*, Wydawnictwo Naukowe Sophia, Katowice.
46. Uchwała Rady Miejskiej w Michałowie (2013), *Strategia Rozwoju Gminy Michałowo na lata 2014–2021*.
47. Talwar S., Kaur P., Nunkoo R., Dhir A. (2023), *Digitalization and sustainability*, Journal of Sustainable Tourism 31(11), s. 2564–2591.
48. Tung V.W.S., Law R. (2017), *Tourism and hospitality experience research in human–robot interactions*, International Journal of Contemporary Hospitality Management 29(10), s. 2498–2513.
49. Tussyadiah I.P., Wang D., Jung T.H., Tom Dieck M.C. (2018), *Virtual reality, presence, and attitude change*, Tourism Management 66, s. 140–154.
50. Warsinke M., Vergari M., Kojic T., Nikulin D., Möller S. (2025), *Investigating the effect of prior exposure and fidelity on VR digital twins*, Proceedings of the 31st ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology, s. 1–9.
51. Wei W., Baker M.A., Onder I. (2023), *Building a conceptual model of virtual tourism experiences*, International Journal of Contemporary Hospitality Management 35(4), s. 1284–1303.
52. Wojak G., Górka E., Baran D. i in. (2025), *Redesigning user experience*, European Research Studies Journal 28(2), s. 1090–1112.
53. Xiang Z., Fesenmaier D.R. (2016), *Analytics in tourism design, w: Analytics in Smart Tourism Design*, Springer, Cham, s. 1–10.
54. Xiang Z., Schwartz Z., Gerdes J.H., Uysal M. (2015), *What can big data tell us about hotel guest experience?*, International Journal of Hospitality Management 44, s. 120–130.
55. Yin R.K. (2018), *Case Study Research and Applications*, Sage, Thousand Oaks.
56. Zeng G., Cao X., Lin Z., Xiao S.H. (2020), *When online reviews meet virtual reality*, Annals of Tourism Research 81, 102860.

The Use of Immersive Technologies and Artificial Intelligence in Designing Innovative Tourism Products Based on User Experience

Abstract

The aim of this article is to assess the extent to which the concept of the innovative tourism product “Podlaskie Orbitarium – A Gateway to the Stars and Nature” aligns with the paradigm of user experience-based (UX) tourism. The study is situated within research on the experience economy and on the role of immersive technologies and artificial intelligence in the design of contemporary tourism products. The research was conducted using a case study method implemented within the Project-Based Learning paradigm, applying Design Thinking tools and the principles of User-Centred Design.

The object of analysis is a concept for a year-round educational and tourism complex located in the municipality of Michałowo, developed on the basis of the region’s unique natural potential and its low level of light pollution (dark sky). The designed product integrates VR, AR, and XR technologies, as well as artificial intelligence-based solutions, to create multidimensional sensory, emotional, and cognitive experiences across the pre-visit, on-site, and post-visit phases. The results of the analysis indicate that the concept of the Podlaskie Orbitarium largely fulfils the assumptions of the experience economy and contemporary UX theories. The tourism product operates as a dynamic ecosystem of experiences in which infrastructure serves as a medium for experiences, while immersive technologies and artificial intelligence enable personalization, narrative adaptation, and user value co-creation. The findings confirm the validity of treating user experience as a key analytical category in research on innovation in tourism and highlight the potential of these solutions for sustainable destination development.

Key words

experience tourism, user experience (UX), immersive technologies, artificial intelligence, innovative tourism product

Zachowania konsumentów platform dystrybucji cyfrowych gier wideo na przykładzie studentów z Polski i Hiszpanii

Michał Bukłaha 

e-mail: michalbuklah@gmail.com

Karolina Giermak

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: karolina_giermak@o2.pl

Andrzej Smolarczyk 

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: a.smolarczyk@pb.edu.pl

DOI: 10.24427/az-2026-0015

Streszczenie

Tematyka podjęta w artykule dotyczy zachowania konsumentów korzystających z platform dystrybucji cyfrowych gier wideo. Celem pracy była identyfikacja różnic i podobieństw zachowania polskich studentów uczących się na Politechnice Białostockiej oraz hiszpańskich studentów uczących się na dwóch uczelniach: Universidad del Atlantico Medio oraz Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Badania przeprowadzono z wykorzystaniem metody analizy dokumentów oraz metody ankietowej. Badania wykazały bardzo podobne zachowania grup studentów z pewnymi charakterystycznymi cechami. Studenci polscy przeważnie korzystali z platform Steam, Google Play oraz Epic Game Store grając w gry przygodowe, akcji oraz RPG. Natomiast studenci hiszpańscy korzystali z platform App Store, Steam oraz PlayStation Store, grając w gry przygodowe, sportowe oraz akcji. Różnice mogą wynikać z odmiennego poziomu bogactwa obu krajów oraz innych uwarunkowań, jak np. aktywność fizyczna.

Słowa kluczowe

konsument, student, gry wideo, konsola, platformy dystrybucji

Wstęp

Rozrywka jest jednym z elementów życia ludzkiego. Pozwala jej odbiorcom zre-generować siły i polepszyć nastrój, poprzez dostarczanie niecodziennych wrażeń zmysłowych i uczuć duchowych. Technologia zmienia i tworzy nowe formy rozrywki. Powstanie urządzeń komputerowych pozwoliło na rozwój nowych form rozrywki. Pierwsze formy nowoczesnej rozrywki w postaci gier wideo wprowadzono już w latach pięćdziesiątych XX wieku. W 1958 roku William Higinbotham w Brookhaven National Laboratory za pomocą ówczesnego wojskowego oprogramowania do obliczania trajektorii balistycznej pocisków oraz oscyloskopu, lamp elektronowych oraz tranzystorów stworzył „*Tennis for Two*”, jedną z pierwszych gier wideo w historii. W tej grze dwaj gracze odbijali piłkę tam i z powrotem między dwiema stronami kortu [De La Cruz i Rayan, 2016, s. 1-18]. Współcześnie, po ponad siedemdziesięciu latach rozwoju światowy rynek gier wideo to 3,42 miliarda graczy generujących 187,7 miliarda dolarów przychodu rocznie. Najistotniejszym medium generującym zyski branży są gry przeznaczone na urządzenia mobilne, generujące 49% przychodów, gry na konsole generujące 28% przychodów oraz gry na PC generujące 23% przychodu. Konsumenci gier mobilnych stanowią 65% graczy, gier na komputery PC 21%, a gier na konsole 14%. Pod względem pochodzenia graczy 53% graczy jest z obszaru Azjatycko Pacyficznego, 16% z obszaru Bliskiego Wschodu i Afryki, 13% z Europy, 11% z Ameryki Łacińskiej, a 7% z Ameryki Północnej [Bu-ijlsman i in., 2024, s. 1-44]. Na szczególną uwagę w świecie gier zasługują gry polskich deweloperów, które wyróżniają się na tle globalnej konkurencji. Gry tworzone w przez polskich deweloperów charakteryzują się wysoką jakością tworzonych tytułów, starannie konstruowaną artystycznie narracją i fabułą, a także posiadają własną spójność z kulturą polską i słowiańską [Szerenos i Bukłaha, 2025, s. 571].

Jedną z nowoczesnych form dostępności gier dla współczesnych konsumentów są platformy dystrybucji cyfrowych gier wideo. Pozwalają one na zakup gier bez konieczności kupowania fizycznych kopii gier. Zakupy odbywają się przez Internet za pośrednictwem platform dystrybucji cyfrowych gier wideo [Blancaflor i San Miguel, 2022, s. 1-8]. James Paul Gee uważa, że gry wideo to współczesny odpowiednik literatury. Spowodowane jest to tym, że w dzisiejszym świecie język nie jest jedyną istotną formą komunikacji. Obecnie wiele edukacyjnych i naukowych książek wykorzystuje obrazy jako źródło informacji, z których korzystają uczniowie oraz studenci [Gee, 2003, s. 13-50].

Celem niniejszego artykułu była identyfikacja różnic i podobieństw zachowania konsumentów platform dystrybucji cyfrowych gier wideo wśród polskich studentów Politechniki Białostockiej (PB), a także studentów hiszpańskich dwóch uczelni:

Universidad del Atlantico Medio (UNAM) oraz Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC). Wyniki badań i wnioski z nich płynące mogą wpłynąć na wzrost satysfakcji konsumentów oraz lepsze dopasowanie oferty usług platform dystrybucji cyfrowych gier wideo. Porównanie dwóch grup studentów z innych krajów pozwoliło na obserwację różnic i podobieństw, które mogłyby być niedostrzegalne w przypadku badania studentów z jednego kraju. W trakcie tworzenia artykułu wykorzystano metodę analizy dokumentów oraz metodę ankietową.

1. Teorie zachowania konsumenta

Zachowania konsumentów przedstawiane są jako procesy ciągłe, będące zbiorem działań związanych z nabywaniem i użytkowaniem dóbr, w ramach których dochodzi do wymiany wartości między stronami rynku. Wymiana ta stanowi proces konsumpcji obejmujący zagadnienia mające wpływ na reakcje konsumenta na każdym etapie procesu zakupowego (przed, w trakcie oraz po dokonaniu zakupu) [Solomon, 2006, s. 25]. Wymienione procesy analizowane są w celu odnalezienia sposobu wpływania na decyzje zakupowe konsumenta przez marketingowców. W schemacie opisanym przez Solomona kwestie przedzakupowe to powody, dla których konsument potrzebuje danego produktu oraz z jakich źródeł może on skorzystać, aby zdobyć informacje o danym produkcie [Szydło i Potmalnik, 2022]. Podczas zakupu konsument zwraca uwagę na to, czy dany proces jest przyjemnym, czy stresującym przeżyciem. Natomiast po zakupie ważny jest aspekt tego, czy produkt spełnia swoje funkcje, jest tym, czego klient oczekiwał. Produkt może pozytywnie przewyższać oczekiwania klienta. Produkt może też nie spełniać pokładanych w nim oczekiwań i w ostateczności klient poszukuje sposobu, jak się owego produktu pozbyć [Solomon, 2006, s. 26]. Zachowania konsumentów opisywane są w formie modeli w celu kształtowania pożądanego efektu końcowego procesu. Identyfikowane są zmienne zależne i niezależne, relacje, procesy główne i towarzyszące [Wiśniewska, 2016, s. 28]. Jednym z popularniejszych jest model EKB, którego nazwa pochodzi od nazwisk autorów: Engel, Blackwell, Kollat. Schemat opisuje zmienne wpływające na proces decyzyjny konsumenta i skupia się na przetwarzaniu informacji przez konsumenta w trakcie decyzji zakupowych. Model EKB wyróżnia takie etapy, jak: odczucie potrzeby, poszukiwanie informacji, ocena alternatywnych wariantów, decyzja zakupu oraz odczucia pozakupowe. Pełen proces decyzyjny zachodzi w momencie, gdy produkt, który konsument chce nabyć, jest dla niego nowy (pod względem poznawczym) i wykazuje się pewną innowacyjnością. Podczas rutynowych zakupów spożywczych konsument nie przechodzi przez wszystkie procesy decyzyjne, ponieważ nabywa produkt wcześniej mu znany i zaufany [Szcześniak, 2020, s. 381-383].

Innym modelem zachowań konsumenta jest Behawioralny Model Perspektywiczny, w skrócie BPM (Behavioral Perspective Model), który postrzega konsumenta jako podmiot reagujący na bodźce rynkowe. Łączy wzorce wyborów konsumenckich z ich konsekwencjami środowiskowymi. Autor przedstawił trzy rodzaje konsekwencji zachowań konsumenckich: hedonistyczne, oparte na satysfakcji i użyteczności poprzez kupowanie i posiadanie; informacyjne – jest to informacja zwrotna na temat wyników konsumenta; awersyjne – koszty konsumpcji.

Opisywany model podkreśla rolę kontekstu zachowania, na który składają się wszystkie bodźce środowiskowe obecne w sytuacji zakupowej. W dalszej części teorii konsument opisywany jest jako osoba, na której decyzje ma wpływ jego historia i doświadczenia oraz zmienne stanu (m. in. nastroju, zdolności do zapłaty, zdrowia) [Foxall, 2014, s. 48].

Oba modele, zarówno EKB, jak i BPM opisują zachowania konsumentów, jednak skupiają się na innych aspektach. Model EKB skoncentrowany jest na przetwarzaniu informacji przez konsumenta, zatem obrazuje kolejne sekwencje zdarzeń, podczas gdy model BPM analizuje zachowania rutynowe i impulsywne.

Zatem, jak wygląda sytuacja w środowisku cyfrowych gier wideo? Znaczącą różnicą pomiędzy rynkiem tradycyjnym, a cyfrowym jest brak fizycznego kontaktu ze sprzedawcą i produktem, co może mieć wpływ na decyzje podejmowane przez konsumenta. Mimo wszystko badania pokazały wzrost takiej formy konsumpcji w wielu obszarach (nie tylko gier wideo), przez co staje się coraz bardziej powszechna i zaczyna wypierać formę tradycyjną [Bylok, 2023, s. 172]. Dzieje się tak ze względu na wygodę, którą przynoszą zakupy online. Pozwalają klientowi zaoszczędzić czas i energię, a także zasoby, takie jak paliwo potrzebne na dojazd do sklepu. Podczas tradycyjnej formy zakupów może zdarzyć się sytuacja, w której dany produkt nie jest dostępny, gdy online wszystko jest dostępne od ręki. Na rynku gier cyfrowych istnieje wyгода braku fizycznej gry i możliwości rozpoczęcia korzystania z niej chwilę po zakupie. Jednak z powodu braku fizycznych doświadczeń w zachowaniach konsumenta odbiór produktów może różnić się od zakupów w sklepie tradycyjnym. Zatem sposób dotarcia do klienta musi być inny. Dzięki cyfrowemu światu łatwiej jest prowadzić statystyki i na ich podstawie wyciągać wnioski prowadzące do nowych i ulepszonych działań marketingowych [Szpilko i in., 2021].

Konsumpcję można podzielić na wiele rodzajów. W kontekście rynku cyfrowych gier wideo warto zwrócić uwagę na „nowoczesną” konsumpcję hedonistyczną. Ten rodzaj konsumpcji wyróżnia silne powiązanie emocjonalne generowane wyidealizowanym wyobrażeniem użytkowania wymarzonego produktu. Jednak konsument traci zainteresowanie wymarzonym produktem w momencie jego posiadania, ponieważ zaczyna marzyć o innych [Bylok, 2016, s. 41]. Zapowiedzi gier wideo

mogą stanowić przyczynę uruchomienia mechanizmu współczesnego hedonizmu konsumenckiego, ponieważ dzięki dokładnemu i wyidealizowanemu obrazowi zwiastunu gry, umożliwiają graczom doświadczenie przyjemności z wyobrażenia użytkowania gier, jeszcze zanim wejdą w ich posiadanie i rozpoczną ich użytkowanie. Natomiast w trakcie posiadania i korzystania z wymarzonej gry, konsument traci wysokie zainteresowanie posiadanym produktem i zaczyna pragnąć nowego lub ulepszonej wersji wcześniej zakupionego.

2. Charakterystyka wybranych platform dystrybucji cyfrowych gier wideo

Początków dystrybucji cyfrowych można doszukiwać się już w 1983 roku. Control Video Corporation stworzyło kartridż do konsol, który za pomocą połączenia telefonicznego umożliwiał wypożyczanie gier. Przykładowo wypożyczenie gry akcji Atlantis kosztowało 1 dolara i umożliwiało korzystanie z niej 8 razy. Jedna rozgrywka zajmowała od 30 minut do kilku godzin [Meister, 1983, s. 1-27]. Dalszy etap rozwoju platform cyfrowych był możliwy dzięki rozwojowi Bulletin Board System (BBS). Była to usługa, która polegała na udostępnianiu danych i aplikacji (np. gier wideo) innym użytkownikom za pomocą Internetu [Bliss, 1995, s. 537-558].

W 2003 roku Valve Corporation opublikowało platformę Steam, która początkowo była programem do obsługi gry Counter-Strike. W ciągu kilku lat Steam przekształcił się z instalatora gier w platformę cyfrową studia Valve oraz innych podmiotów publikujących gry za pośrednictwem Valve. Steam obecnie skupia się na stymulowaniu aktywności ekonomicznej graczy związanej z grami i ich zawartością [Thorhauge, 2024, s. 1963-1983]. Steam w 2024 roku to ponad 200 tys. dostępnych gier, z których dziennie korzysta nawet 69 milionów użytkowników [<https://backlinko.com/steam-users#key-steam-stats>, 17.11.2025].

W 2008 roku zadebiutował Apple App Store, oferujący około 500 aplikacji dla urządzeń, takich jak iPhone oraz iPod touch. W 2019 roku Apple App Store udostępniło milion aplikacji dla jednego miliarda użytkowników systemów Apple. W 2019 roku aplikacje wygenerowały w rozliczeniach i sprzedaży ponad pół biliona dolarów [Borock i in., 2021, s. 1-30]. W 2023 roku w Apple App Store 222 tysiące aplikacji to gry, które są najpopularniejszą kategorią aplikacji. W 2022 użytkownicy systemów Apple pobrali gry 8,4 miliarda razy [<https://bigohitech.com/apple-app-store-statistics>, 20.11.2025].

W 2008 roku w uruchomiono Android Market. Była to aplikacja umożliwiająca pobieranie gier oraz aplikacji na systemie operacyjnym Android obsługującym urządzenia mobilne (smartphony). W 2021 roku Google połączyły Android Market, Google Music i Google eBookstore w jedną skonsolidowaną platformę Google Play

Store posiadającą 450 tysięcy aplikacji i gier do pobrania [<https://www.androidauthority.com/android-market-google-play-history-754989/>, 23.11.2025]. W 2025 roku na platformie Google Play dostępnych było ponad 4,2 miliona aplikacji, które wygenerowały 63,4 miliarda dolarów przychodu. Gry stanowiły 13,8% wszystkich aplikacji. Około 97% aplikacji była darmowa, a ich monetyzacja odbywała się poprzez zakupy w aplikacji oraz subskrypcje. Użytkownicy platformy Google Play pobrali różnego rodzaju aplikacje 113 miliardów razy w 2023 roku. Gry na platformie Google Play wygenerowały w 2022 roku w przybliżeniu 74% przychodu (31,3 miliarda dolarów) [<https://sqmagazine.co.uk/google-play-store-statistics/>, 25.11.2025].

Konsola PlayStation 3 wprowadziła konsole Sony w świat dystrybucji cyfrowych w 2006 roku. W latach 2006-2008 wprowadzono usługi cyfrowe, takie jak PlayStation Network, PlayStation Store, PlayStation Plus oraz PlayStation Home dostępne na PS3 oraz PSP. Usługa PlayStation Store umożliwiała usprawniony proces zakupu dostępnych gier w bogatej kolekcji gier cyfrowych [<https://www.playstation.com/en-pl/playstation-history/2007-ps3-ps-vita/>, 27.11.2025]. PlayStation Store był dostępny posiadaczom takich konsoli, jak: PlayStation Portable, PlayStation Vita, PlayStation 3, PlayStation 4 oraz PlayStation 5, których łączna sprzedaż wynosiła ponad 364,9 miliona [<https://sonyinteractive.com/en/our-company/business-data-sales/>, 27.11.2025].

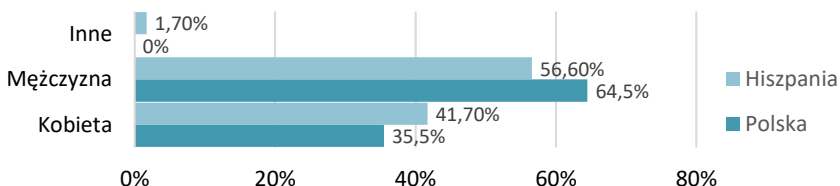
W 2018 roku firma Epic Games Store uruchomiła swoją platformę. W 2021 roku sklep oferował 917 tytułów, z których korzystało 194 miliony klientów, którzy spędzili na graniu w gry łącznie 6,2 miliarda godzin. Platforma oferuje deweloperom gier korzystny podział zysków ze sprzedaży, gdzie 88% przychodów ze sprzedaży gry otrzymują jej twórcy, a 12% pozostaje w Epic Games [Bartolomei, 2022, s. 1-39].

W 2025 roku najlepsze i najistotniejsze platformy gamingowe dla PC to Steam, GOG oraz Epic Game Store; dla rynku gier mobilnych: Androida oraz iOS; dla konsol: PlayStation, Nintendo Switch oraz Xbox [<https://300mind.studio/blog/best-gaming-platforms/>, 4.12.2025]. Respondenci najczęściej korzystali z platform cyfrowych Steam, Epic Game Store, Apple App Store, Android Market oraz PlayStation Store.

3. Metodyka badań

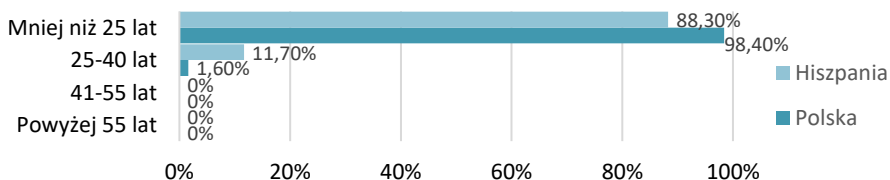
Badania przeprowadzono z wykorzystaniem dwóch metod: sondażu diagnostycznego oraz analizy dokumentów. Ich przedmiotem była analiza zachowania

klientów platform dystrybucji cyfrowych gier wideo oraz identyfikacja ich potrzeb. Celem badawczym była identyfikacja różnic i podobieństw w zachowaniu polskich studentów Politechniki Białostockiej oraz hiszpańskich studentów dwóch uczelni: Universidad del Atlantico Medio oraz Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Narzędziem badawczym był standaryzowany kwestionariusz ankietowy CAWI przygotowany w formularzu Google Forms. Ankieta obejmowała pięć bloków tematycznych, takich jak: percepcja platform dystrybucji cyfrowych gier wideo; percepcja premier gier; percepcja promocji i rabatów; wpływ danych, recenzji i opinii na decyzje zakupowe oraz biblioteki gier. Kwestionariusz zawierał dwadzieścia pytań merytorycznych oraz cztery pytania metryczkowe. Adresatami badania byli konsumenci platform cyfrowych wśród studentów PB oraz UNAM i UPGC. Badanie przeprowadzono w dniach od 11 listopada do 13 grudnia 2025 roku. Kwestionariusz udostępniono w formie elektronicznej z wykorzystaniem grup na portalu Facebook w oparciu o mechanizm tzw. „marketingu szeptanego”. W badaniu wzięło udział 62 studentów z Polski oraz 60 studentów z Hiszpanii. Studenci byli dobrani losowo według określonych kryteriów. Formularze wypełnione przez respondentów były kompletne w części pytań zamkniętych, a niekompletne w części pytań otwartych. Część respondentów zrezygnowała z udzielenia odpowiedzi. Ankieta oraz odpowiedzi przetłumaczono na język polski przy użyciu Google Translate. Szczegółowe charakterystyki próby badawczej przedstawiają rysunki 1-4.



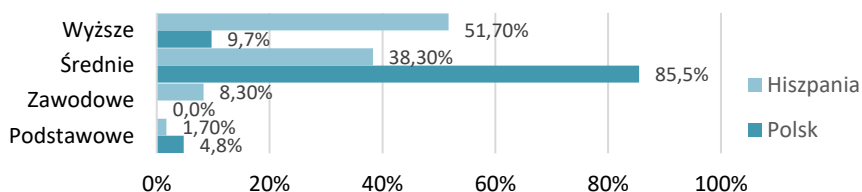
Rys. 1. Płeć respondentów badania

Źródło: opracowanie własne na podstawie badania.



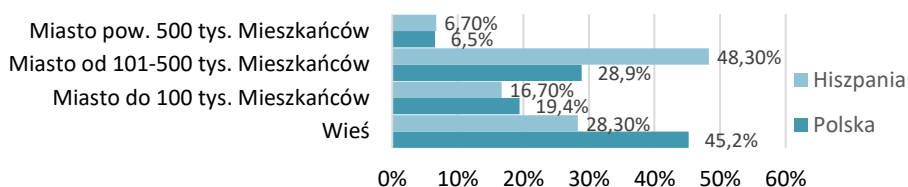
Rys. 2. Wiek respondentów badania

Źródło: opracowanie własne na podstawie badania.



Rys. 3. Wykształcenie respondentów badania

Źródło: opracowanie własne na podstawie badania.

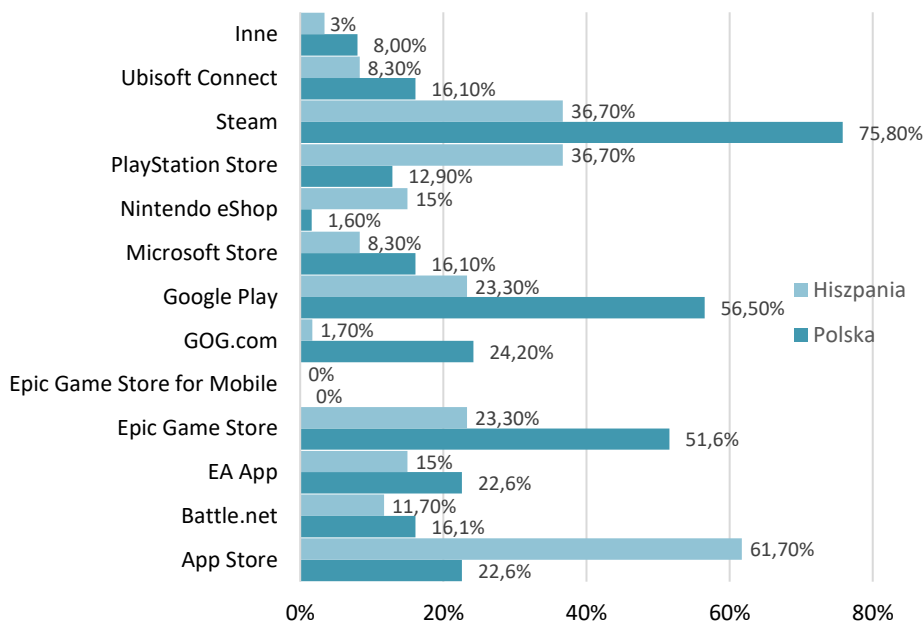


Rys. 4. Obszar zamieszkania respondentów badania

Źródło: opracowanie własne na podstawie badania.

4. Wyniki badań

Pierwszym zbadanym zagadnieniem był wybór przez studentów polskich i hiszpańskich platformy dystrybucji gier wideo. Szczegółowy rozkład odpowiedzi przedstawia poniższy wykres (rys. 5).

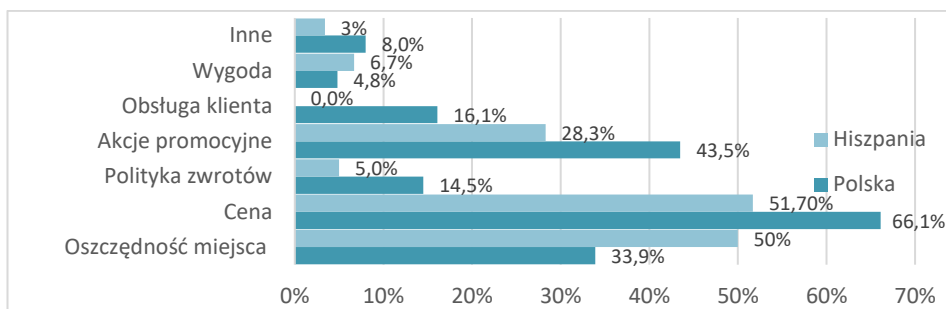


Rys. 5. Platformy dystrybucji używane przez respondentów

Źródło: opracowanie własne na podstawie badania.

Z powyższych danych (rys. 5.) wynika, że studenci PB najczęściej wybierali następujące platformy: Steam (75,8%), Google Play (56,5%) oraz Epic Games Store (51,6%). Natomiast studenci UNAM i ULPGC najczęściej wybierali platformy, takie jak: App Store (61,7%), Steam (36,7%) oraz PlayStation Store (36,7%). Różnice w wyborze platform mogą być wynikiem innej sytuacji demograficznej i ekonomicznej krajów. Hiszpanie posiadają większy odsetek populacji w wieku 15-29 lat (15,4% Polska, 16,2% Hiszpania). Także PKB na mieszkańca jest znacznie wyższe (16470 euro Polska, 27800 euro Hiszpania). Polska natomiast posiada niższy odsetek młodych bezrobotnych (10,8% Polska, 26,5% Hiszpania) [https://ec.europa.eu/eurostat/cache/countryfacts/#?geo=EU,EA,PL,ES, 29.12.2025].

Następnie zbadano przyczyny zakupu gier poprzez platformy cyfrowe. Szczegółowy rozkład odpowiedzi przedstawia poniższy wykres (rys. 6).

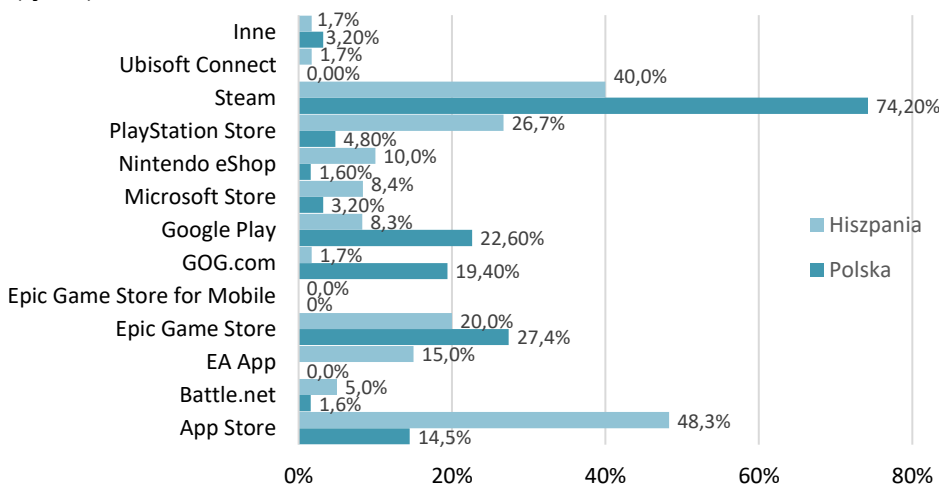


Rys. 6. Przyczyny zakupu gier wideo przez respondentów za pośrednictwem platform dystrybucji

Źródło: opracowanie własne na podstawie badania.

Z powyższych danych (rys. 6) wynika, że polscy studenci najczęściej wymieniali cenę (66,1%), akcje promocyjne (43,5%) oraz oszczędność miejsca (33,9%). Natomiast hiszpańscy studenci wymieniali takie odpowiedzi, jak: ceny (51,7%), oszczędność miejsca (50%) oraz akcje promocyjne (28,3%). Podobieństwa w odpowiedziach grup respondentów mogą wynikać z podobnych potrzeb między nimi. Studenci optymalizują wydatki na gry, a brak fizycznych opakowań gier zwiększa ich mobilność.

Następny aspekt badania odnosił się do platform, które studenci poleciliby bliskim i przyjaciołom. Szczegółowy rozkład odpowiedzi przedstawia poniższy wykres (rys. 7).

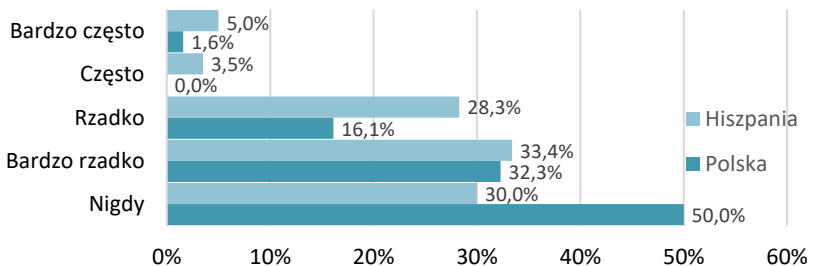


Rys. 7. Platformy dystrybucji polecane bliskim i przyjaciołom respondentów badania

Źródło: opracowanie własne na podstawie badania.

Z danych zawartych w powyższym wykresie (Rys. 7) wynika, że polscy studenci najczęściej wybierali platformy Steam (74,2%), Epic Game Store (27,4%) oraz Google Play (22,6%). Natomiast hiszpańscy studenci najbardziej polecali App Store (48,3%), Steam (40%) oraz PlayStation Store (26,7%). Studenci PB pomimo tego, że korzystają z platform Epic Game Store oraz Google Play nie polecają ich często, a studenci UNAM i ULPGC polecają platformy z których sami korzystają. Może to być związane z mniejszym zadowoleniem polskich studentów z platform.

Zbadano również dane o częstotliwości zakupu nowych gier. Szczegółowy rozkład odpowiedzi przedstawia poniższy wykres (rys. 8).

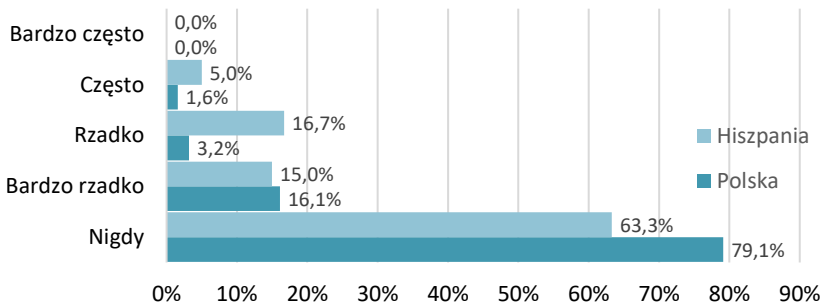


Rys. 8. Częstotliwość zakupu gier wideo przez respondentów podczas premiery gry

Źródło: opracowanie własne na podstawie badania.

Z danych zawartych w powyższym wykresie (rys. 8) wynika, że połowa studentów PB nigdy nie kupiła gry podczas jej premiery, a druga połowa kupowała je rzadko i bardzo rzadko. Studenci UNAM i ULPGC kupowali gry w 70% przypadkach rzadko i bardzo rzadko. Na premierę 30% studentów gier nie kupowało. Może to być spowodowane wysokimi cenami nowych gier oraz brakiem pewności co do jakości zakupywanego tytułu. Po premierach wiele gier jest wielokrotnie aktualizowanych w celu poprawy działania tytułu.

W dalszej części ankiety respondenci zostali zapytani o częstotliwość kupowania gier przed ich premierą (preordery). Szczegółowy rozkład odpowiedzi przedstawia poniższy wykres (rys. 9).

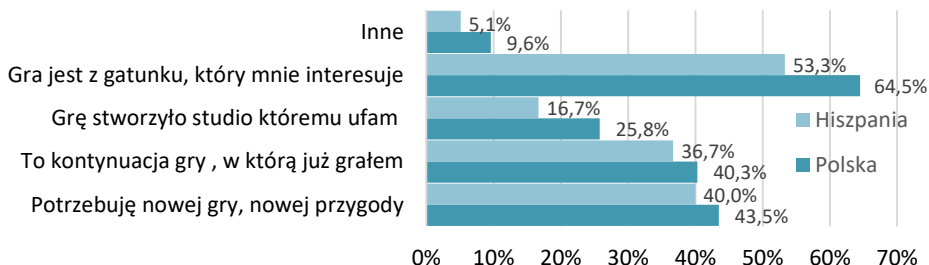


Rys. 9. Częstotliwość zakupu gier wideo przez respondentów w formie preorderów

Źródło: opracowanie własne na podstawie badania.

Z powyższych danych (rys. 9.) wynika, że polscy studenci nie kupowali preorderów w 79,1% przypadków. Studenci hiszpańscy nie kupowali preorderów w 63,3% przypadków. Podobieństwa wyników mogą być spowodowane brakiem danych na temat produkowanych gier oraz wysokimi kosztami zakupu preorderów.

Kolejne pytanie zadane respondentom dotyczyło powodów kupowania gier. Szczegółowy rozkład odpowiedzi przedstawiono na rysunku 10.



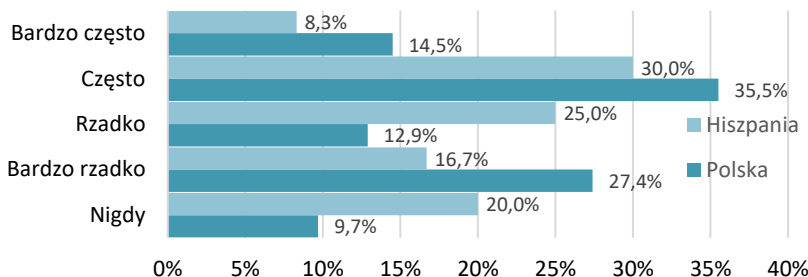
Rys. 10. Przyczyny zakupu nowych gier przez respondentów

Źródło: opracowanie własne na podstawie badania.

Z powyższych danych (rys. 10) wynika, że studenci PB najczęściej wybierali gry ze względu na gatunek, jaki reprezentują (64,5%), zaspokojenie potrzeby zagrania w coś nowego (43,5%) oraz poznanie kontynuacji już znanej respondentowi serii gier (40,3%). Natomiast studenci UNAM i ULPGC wybierali gry ze względu na gatunek, jaki reprezentują (53,3%); zaspokojenie potrzeby zagrania w coś nowego (40%) oraz poznanie kontynuacji już znanej respondentowi serii gier (36,7%). Po-

dobieństwa wyników mogą być spowodowane dobieraniem gier pod kontem preferencji doznań. Gracze mają swoje upodobania i korzystają z rozrywki, w formie którą preferują.

Zbadano częstotliwość wykorzystywania akcji promocyjnych gier wideo. Szczegółowy rozkład odpowiedzi przedstawia poniższy wykres (rys. 11).

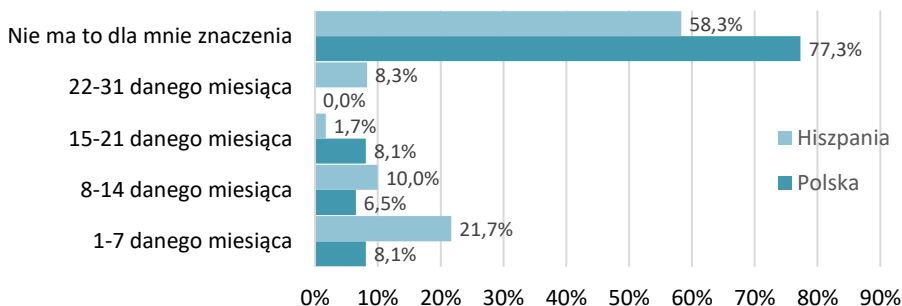


Rys. 11. Częstotliwość korzystania respondentów z akcji promocyjnych

Źródło: opracowanie własne na podstawie badania.

Z powyższych odpowiedzi polskich studentów (rys. 11) wynika, że 50% respondentów korzystało z akcji promocyjnych gier często i bardzo często, a 40,3% rzadko i bardzo rzadko. Tylko 9,7% respondentów nie korzystało z akcji promocyjnych. Natomiast hiszpańscy studenci korzystali z akcji promocyjnych w 38,3% często i bardzo często, a 41,7% rzadko i bardzo rzadko. Aż 20% respondentów nie korzystało z akcji promocyjnych. Podobieństwa wyników mogą być spowodowane szukaniem jak najkorzystniejszej ceny zakupu produktów. Studenci optymalizują koszty rozrywki.

Następnie respondenci zostali zapytani o dogodność czasu trwania akcji promocyjnych gier wideo w skali miesiąca. Szczegółowy rozkład odpowiedzi przedstawia rysunek 12.

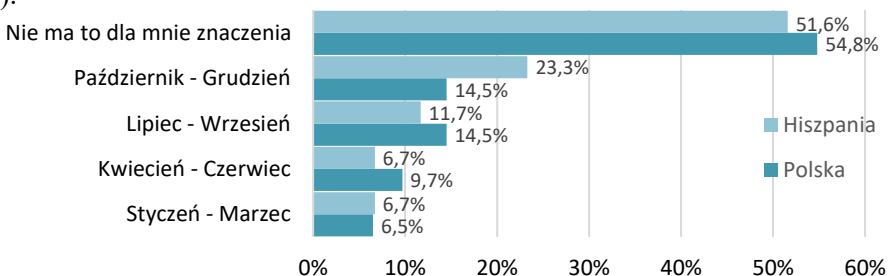


Rys. 12. Preferowany przez respondentów przedział czasowy akcji promocyjnych w skali miesiąca

Źródło: opracowanie własne na podstawie badania.

W przypadku powyższych odpowiedzi (rys. 12) studentów PB można stwierdzić, że dla większości studentów (77,3%) termin promocji nie miał znaczenia. Natomiast studentom UNAM i ULPGC termin promocji nie miał znaczenia w 58,3% przypadków. Podobieństwo odpowiedzi może być spowodowane posiadaniem pewnych zasobów pieniężnych w sakli miesiąca. Studenci nie muszą czekać na pieniądze, którymi dopiero po określonej dacie mogliby dysponować.

Kolejne pytanie dotyczyło dogodności czasu trwania akcji promocyjnych gier wideo w skali roku. Szczegółowy rozkład odpowiedzi przedstawia poniższy wykres (rys. 13).

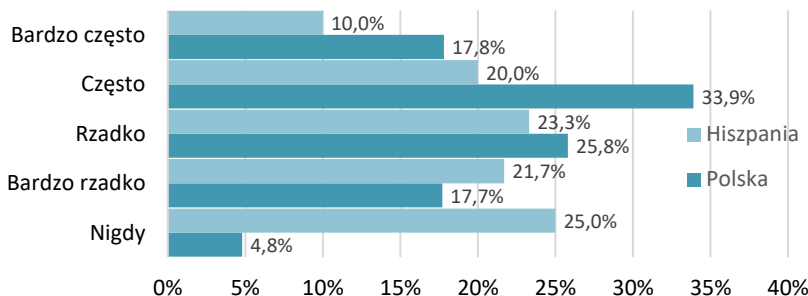


Rys. 13. Preferowany przez respondentów przedział czasowy akcji promocyjnych w skali roku

Źródło: opracowanie własne na podstawie badania.

W przypadku powyższych odpowiedzi (rys. 13) studentów PB można stwierdzić, że dla większości studentów (54,8%) termin akcji promocyjnej w skali roku nie miał znaczenia. Natomiast studenci UNAM i ULPGC stwierdzili, że termin akcji promocyjnej w skali roku nie miał znaczenia dla 51,6% respondentów. Podobieństwo odpowiedzi może być spowodowane posiadaniem pewnych zasobów pieniężnych w skali roku. Studenci posiadają zasoby finansowe, którymi mogą dysponować.

Informacje dotyczące częstotliwości korzystania respondentów z kodów rabatowych przedstawia poniższy wykres (rys. 14).

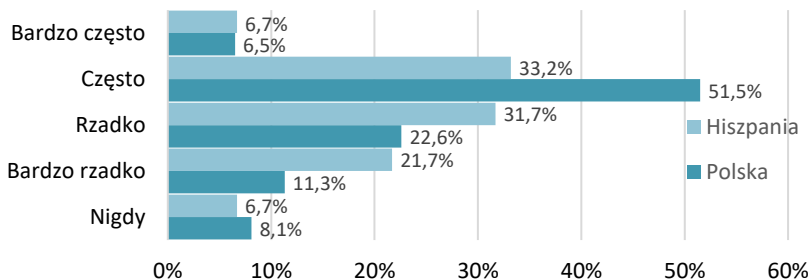


Rys. 14. Częstotliwość korzystania respondentów z kodów rabatowych

Źródło: opracowanie własne na podstawie badania.

W przypadku powyższych odpowiedzi (rys. 14) studentów PB można stwierdzić, że 51,7% respondentów korzysta z kodów rabatowych często i bardzo często, a 43,5% rzadko i bardzo rzadko. Tylko 4,8% respondentów nie korzystało z kodów rabatowych. Natomiast studenci UNAM i ULPGC korzystali z kodów rabatowych w 30% często i bardzo często, a 45% rzadko i bardzo rzadko. Aż 25% respondentów nie korzystało z kodów rabatowych. Wysoki odsetek niekorzystania z kodów przez hiszpańskich respondentów może być spowodowany wyższym poziomem zamożności.

Zbadano również wpływ recenzji gier wideo na decyzje zakupowe. Szczegółowy rozkład odpowiedzi przedstawia poniższy wykres (rys. 15).

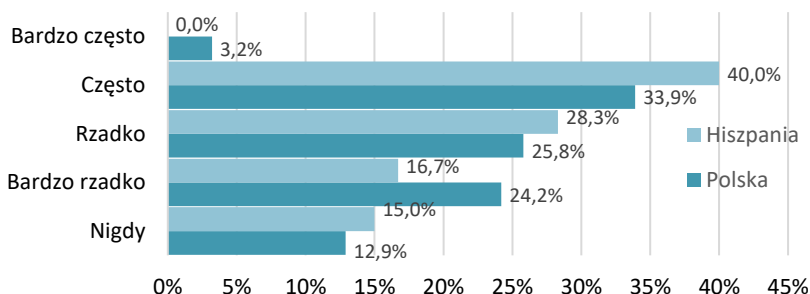


Rys. 15. Częstotliwość wykorzystania recenzji innych graczy w podejmowaniu decyzji zakupowych przez respondentów

Źródło: opracowanie własne na podstawie badania.

Polscy studenci stwierdzili (rys. 15), że recenzje innych graczy na temat gier były istotne dla 58% często i bardzo często, a 33,9% rzadko i bardzo rzadko. Tylko 8,1% respondentów nie uważało recenzji za istotne. Natomiast hiszpańscy studenci stwierdzili, że recenzje innych graczy na temat gier były istotne dla 39,9% często i bardzo często, a 53,4% rzadko i bardzo rzadko. Tylko 6,7% respondentów nie uważało recenzji za istotne. Podobieństwa wyników mogą być spowodowane istotnością odbioru recenzji gier. Zakup oraz poświęcenie czasu na granie studenci poprzedzali badaniem odczuć innych graczy na temat rozważanego produktu.

Kolejne zbadane zagadnienie dotyczyło wpływu dostępnych danych statystycznych gier wideo na decyzje zakupowe respondentów. Szczegółowy rozkład odpowiedzi przedstawia poniższy wykres (rys. 16).

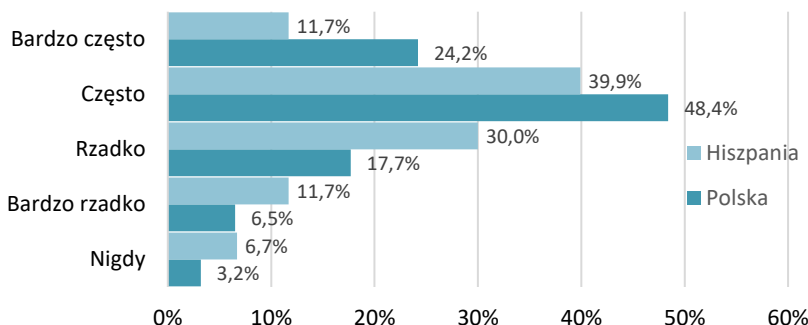


Rys. 16. Częstotliwość wykorzystania danych statystycznych w podejmowaniu decyzji zakupowych przez respondentów

Źródło: opracowanie własne na podstawie badania.

Studenci PB stwierdzili (rys. 16), że 37,1% respondentów często lub bardzo często wykorzystywało dane statystyczne w podejmowaniu decyzji zakupowych, a 50% rzadko lub bardzo rzadko. Tylko 12,9% nie korzystało z danych statystycznych. Natomiast studenci UNAM i ULPGC wykorzystywali dane statystyczne w 40% przypadków często lub bardzo często, a 45% rzadko lub bardzo rzadko. Tylko 15% respondentów nie korzystało z danych statystycznych. Podobieństwa wyników mogą być spowodowane istotnością odbioru danych statystycznych gier. Zakup oraz poświęcenie czasu na granie studenci poprzedzają oceną danych statystycznych na temat rozważanego produktu. Przykładowo platforma Steam publikuje dane o liczbie użytkowników danej gry i liczbie godzin w niej spędzonych. Im więcej osób gra w konkretny tytuł i dłużej, tym wydaje się lepszą grą [<https://steamcharts.com/about>, 30.12.2025].

Kolejne pytanie zadane respondentom dotyczyło wpływu braku dostępnych danych statystycznych gier wideo na decyzje zakupowe respondentów. Szczegółowy rozkład odpowiedzi przedstawia rysunek 17.

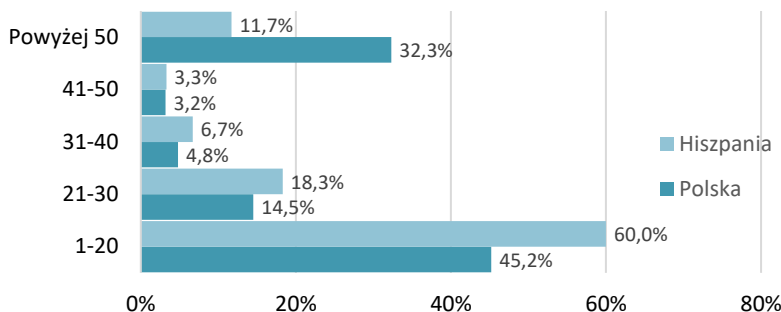


Rys. 17. Częstotliwość wykorzystania informacji o braku danych na temat gier w podejmowaniu decyzji zakupowych przez respondentów

Źródło: opracowanie własne na podstawie badania.

Z powyższych danych (rys. 17) wynika, że w opinii studentów PB brak informacji wpływał na decyzje zakupowe respondentów w 72,6% często i bardzo często, a 24,2% rzadko i bardzo rzadko. Tylko 3,2% respondentów uważało, że brak danych nie wpływał na ich decyzje zakupowe. Natomiast studenci UNAM i ULPGC stwierdzili, że brak informacji wpływa na decyzje zakupowe respondentów w 51,6% często i bardzo często, a 41,7% rzadko i bardzo rzadko. Tylko 6,7% respondentów uważało, że brak danych nie wpływał na ich decyzje zakupowe. Podobieństwa wyników mogą być spowodowane brakiem możliwości dokonania świadomego doboru gier. Bez danych decyzja zakupowa może nie być poparta wiarygodnymi przesłankami.

Zbadano również liczbę posiadanych przez respondentów gier wideo. Szczegółowy rozkład odpowiedzi przedstawia poniższy wykres (rys. 18).

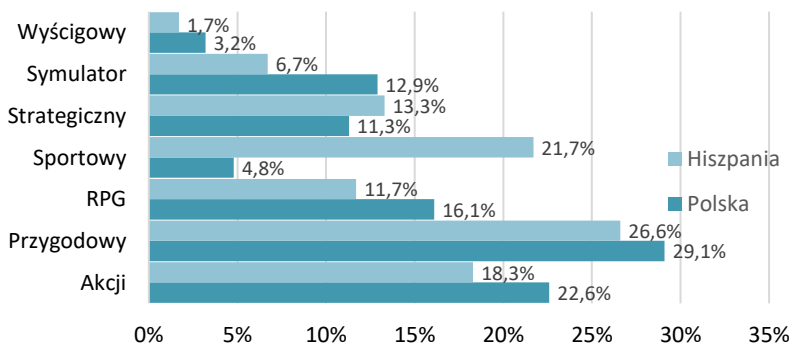


Rys. 18. Liczba posiadanych gier cyfrowych przez respondentów

Źródło: opracowanie własne na podstawie badania.

W przypadku odpowiedzi polskich studentów (Rys. 18) można stwierdzić, że 67,7% respondentów posiadało do 50 gier, a 32,2% respondentów posiadało powyżej 50 gier. Z odpowiedzi hiszpańskich studentów wynika, że 88,3% z nich posiadało do 50 gier, a 11,7% respondentów posiadało powyżej 50 gier. Podobieństwa wyników mogą być spowodowane wiekiem respondentów. Większość z nich z powodu młodego wieku nie ubierała jeszcze dużej kolekcji gier (pow. 50 tytułów).

Kolejne pytanie zadane respondentom dotyczyło popularności gatunków gier. Szczegółowy rozkład odpowiedzi przedstawia poniższy wykres (rys. 19).



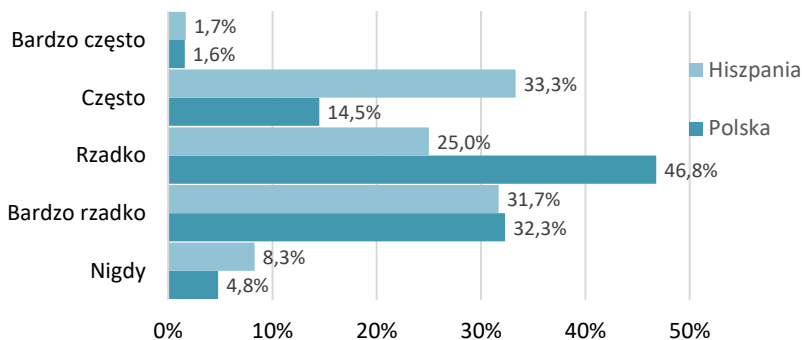
Rys. 19. Gatunki gier wideo które respondenci posiadają w swoich bibliotekach gier

Źródło: opracowanie własne na podstawie badania.

Powyższy wykres (Rys. 19) ilustruje, że wśród studentów PB najpopularniejszymi gatunkami gier były gry przygodowe (29,1%), gry akcji (22,6%) oraz gry RPG (16,1%). Wśród studentów UNAM i ULPGC najpopularniejszymi gatunkami gier były gry przygodowe (26,6%), gry sportowe (21,7%) oraz gry akcji (18,3%). Popularność RPG w Polsce może wynikać z dobrego podłoża kulturalnego do ich produkcji i konsumpcji. Deweloperzy stworzyli kilka tytułów przełomowych, które

wyznaczyły nowe standardy i trendy w branży [https://www.gram.pl/artukul/najlepsze-gry-rpg-z-polski-10-rodzimych-klasykow-popularnego-gatunku, 30.12.2025]. Popularność gier sportowych w Hiszpani może wynikać z wysokiej kultury sportowej kraju. Hiszpani są znacznie bardziej aktywni fizycznie niż Polacy (6,4% Polska; 13% Hiszpania) [https://ec.europa.eu/eurostat/, 30.12.2025].

Następnym zbadanym aspektem była częstotliwość powiększania biblioteki cyfrowej gier wideo przez respondentów. Szczegółowy rozkład odpowiedzi przedstawia poniższy wykres (rys. 20).

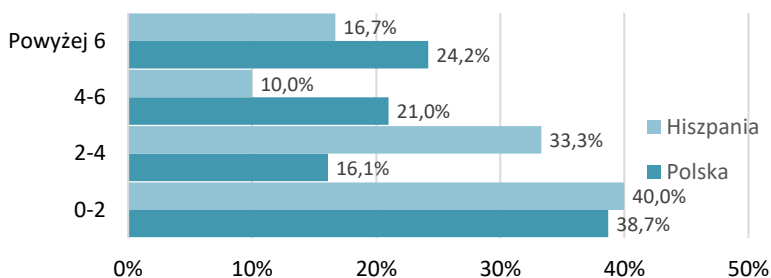


Rys. 20. Częstotliwość powiększania respondentów bibliotek cyfrowych gier wideo

Źródło: opracowanie własne na podstawie badania.

Powyższy wykres (rys. 20) ilustruje, że wśród polskich studentów 16,1% powiększało osobistą bibliotekę gier często lub bardzo często, a 79,1% rzadko lub bardzo rzadko. Tylko 4,8% respondentów nie powiększało osobistej biblioteki gier. W przypadku odpowiedzi studentów hiszpańskich można zauważyć, że bibliotekę gier powiększało 35% często lub bardzo często, a 56,7% rzadko lub bardzo rzadko. Tylko 8,3% respondentów nie powiększało osobistej biblioteki gier. Podobieństwa mogą wynikać z faktu studiowania obydwu grup studentów i wynikających stąd obciążeń finansowych. Studenci dysponowali ograniczonymi zasobami pieniężnymi.

W dalszej kolejności ustalono czas poświęcony na granie w gry wideo przez respondentów. Szczegółowy rozkład odpowiedzi przedstawia rysunek 21.



Rys. 21. Tygodniowy czas grania w gry wideo przez respondentów

Źródło: opracowanie własne na podstawie badania.

Z powyższych danych (rys. 21) wynika, że w przypadku studentów PB 75,8% z nich grało do 6 godzin tygodniowo, a 24,2% powyżej 6 godzin. W przypadku odpowiedzi studentów UNAM i ULPGC można stwierdzić, że 83,3% respondentów grało do 6 godzin tygodniowo, a 16,7% powyżej 6 godzin. Podobieństwa wyników może wynikać z ograniczonego czasu spowodowanego studiami oraz innymi aktywnościami.

Zbadano również korzyści respondentów wynikające z kupowania gier poprzez platformy cyfrowe. Odpowiedzi pisemne studentów zgrupowano w kategorie takie jak wygoda, cena oraz pozostałe. W przypadku odpowiedzi studentów PB można stwierdzić, że 75% odpowiedzi respondentów było związane z wygodą używania platform cyfrowych, a 16,6% było związane z cenami gier. Pozostałe 8,4% odpowiedzi podkreślały dostęp do rozrywki oraz przygody. Można stwierdzić, że najistotniejsza dla respondentów była wygoda użytkowania platform. W przypadku odpowiedzi studentów UNAM i ULPGC można zauważyć, że 70% odpowiedzi była związana z wygodą używania platform cyfrowych, a 26% z cenami gier. Pozostałe 4% odpowiedzi podkreślają, że nie wskazywały na żadne dodatkowe korzyści z zakupu za pośrednictwem platformy cyfrowych. Można stwierdzić, że najistotniejsza dla respondentów była wygoda użytkowania platform. Porównując obie grupy badanych studentów można zaobserwować, że jako korzyści wskazywały wygodę użytkowania oraz ceny. Może to być spowodowane podobnymi oczekiwaniami co do wygody użytkowania platform.

Kolejne pytanie miało na celu identyfikację uczucia braków w użytkowaniu platform cyfrowych. Odpowiedzi pisemne studentów zgrupowano w kategorie, takie jak: niczego nie potrzebuje, cena, własność gier oraz pozostałe. W przypadku odpowiedzi polskich studentów można stwierdzić, że 35 % respondentów uważało, że platformy miały wszystkie potrzebne im funkcje, 19% respondentów odczuwało

brak prawa własności do tytułów, które kupuje poprzez platformy, a 19% potrzebowało niższych cen gier. Pozostałe 27% odpowiedzi odnosi się do wielu kwestii, takich jak dysproporcja w świadczeniu usług platformy Steam i ich konkurencji, lepszych algorytmów dopasowania treści w korzystaniu z platform, fizycznych akcesoriów tematycznych oraz rozsądniejszego rozplanowania akcji promocyjnych. Można zatem stwierdzić, że respondenci potrzebują posiadania praw własności kopii gier, które kupują na platformach cyfrowych oraz niższych cen gier. W przypadku odpowiedzi studentów hiszpańskich można zaobserwować, że 27% respondentów uważało, że platformy miały wszystkie potrzebne im funkcje, 44% potrzebowało niższych cen gier. Pozostałe 29% odnosiło się do wielu kwestii, takich jak: rynek wtórny, lepsza możliwość personalizacji platform oraz bezpieczeństwo i polityka zwrotów. Można zatem stwierdzić, że respondenci potrzebowali niższych cen gier. Porównując obydwie grupy badawcze studentów można zauważyć, że obydwu grupom najbardziej brakuje niższych cen gier. Było to spowodowane chęcią dokonania jak najkorzystniejszego zakupu z punktu widzenia konsumenta. Im cena zakupu jest niższa, tym lepiej dla konsumenta.

Zbadano również preferowane terminy akcji promocyjnych. Odpowiedzi pisemne studentów zgrupowano w kategorie, takie jak: nie ma znaczenia, święta oraz pozostałe. W przypadku odpowiedzi studentów PB można zauważyć, że dla 31% respondentów termin akcji promocyjnej nie miał znaczenia, a okres świąteczny był istotny dla 23% respondentów. Pozostałe 46% odpowiedzi odnosiło się do innych terminów, takich jak: po sesji, Black Friday, wakacje, na początku miesiąca, na końcu miesiąca, na festiwalach oraz między 5 a 15 dniem każdego miesiąca. Można zatem stwierdzić, że najistotniejszym okresem przeprowadzania akcji promocyjnych były święta. W przypadku deklaracji studentów hiszpańskich można zaobserwować, że 50% respondentów wskazało okres świąteczny (Boże Narodzenie), a dla 22% nie miało to znaczenia. Pozostałe 28% respondentów odnosiło się do innych terminów, takich jak: styczeń, czerwiec, latem oraz na początku miesiąca. Można zatem zauważyć, że najistotniejszym okresem przeprowadzania akcji promocyjnych były święta. Porównując obie badane grupy studentów można stwierdzić, że okres świąteczny Bożego Narodzenia jest najistotniejszy dla przeprowadzania akcji promocyjnych z punktu widzenia respondentów.

Podsumowanie

Wyniki badań pozwoliły dokonać analizy zachowań konsumentów platform dystrybucji cyfrowych gier wideo oraz zidentyfikować ich potrzeby i zachowania. Badane grupy studentów PB oraz UNAM i ULPGC były podobne pod wieloma

względnymi. Studenci korzystali z platform cyfrowych ze względu na ceny, akcje promocyjne oraz oszczędność miejsca. Terminy akcji promocyjnych nie miały dla nich większego znaczenia, ale korzystali z nich oraz z kodów rabatowych. Mniejszość respondentów stwierdziła, że terminy są dla nich istotne. Najdogodniejsze terminy wskazywali w miesiącach od lipca do grudnia, w przedziale od 1 do 14 dnia miesiąca. Studenci nie kupowali preorderów gier, ani nowych gier premierowych. Posiadali do 50 gier, w które grają do 6 godzin tygodniowo. Nowe gry kupowali rzadko, a powodem zakupu nowej gry była chęć zagrania w coś nowego, kontynuacja przygody w nowej odsłonie cyklu gier lub zagranie w grę z preferowanego przez nich gatunku. Gry sprawdzali za pomocą recenzji innych graczy oraz dostępnych danych statystycznych. Brak takich danych był też istotną wskazówką w procesie decyzyjnym.

Badane grupy polskich studentów uczących się na PB oraz hiszpańskich studentów uczących się w UNAM i ULPGC były różne pod względem preferowanych platform cyfrowych, preferowanych gatunków gier oraz niezaspokojonych potrzeb. Studenci PB korzystali z platform Steam, Google Play oraz Epic Game Store. Tylko platformę Steam polecali swoim bliskim i przyjaciołom. Najpopularniejszymi gatunkami gier były dla nich gry przygodowe, gry akcji oraz gry RPG. W platformach cyfrowych studentom brakowało prawa własności gier. Natomiast studenci UNAM i ULPGC korzystali z platform App Store, Steam oraz PlayStation Store. Wszystkie platformy polecali swoim bliskim i przyjaciołom. Najpopularniejszymi gatunkami gier były gry przygodowe, sportowe oraz gry akcji. W platformach cyfrowych studentom brakowało niższych cen. Różnice mogły wynikać z poziomu bogactwa krajów oraz innych uwarunkowań, jak np.: aktywność fizyczna, różnice kulturowe.

ORCID iD

Michał Bukłaha: <https://orcid.org/0009-0009-2631-3201>

Andrzej Smolarczyk: <https://orcid.org/0000-0002-5336-6810>

Literatura

1. Arora H. (2024), *Apple App Store Statistics 2024 – Trends and Figures*, Big-OhTech, Noida, <https://bigohotech.com/apple-app-store-statistics>, [20.11.2025].
2. Backlinko Team, <https://backlinko.com/steam-users#key-steam-stats>, [17.11.2025].

3. Bartolomei M. (2022), *The Rise and Boom of Epic Games: A Comprehensive Business Analysis*, LUISS Department of Economic and Finance Management, s. 1–39.
4. Blancaflor E., San Miguel J.M.G. (2022), *Analyzing Digital Game Distribution in Gaming Industry: A Case Study*, 2nd Indian International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Warangal, Telangana, s. 1–8.
5. Bliss T.F. (1995), *Computer Bulletin Boards and the Green Paper*, Journal of Intellectual Property Law 2(2), University of Georgia, Athens, s. 537–558.
6. Borock J., Caminade J., von Wartburg M. (2021), *A Global Perspective on the Apple App Store Ecosystem*, Analysis Group, Boston, s. 1–30.
7. Buijsman M. (red.) (2024), *Global Games Market Report Free Version*, Newzoo, Amsterdam.
8. Bylok F. (2016), *Konsumpcja hedonistyczna a konsumpcja etyczna*, Politechnika Częstochowska, Częstochowa.
9. Bylok F. (red.) (2023), *Ludzie – Przedsiębiorstwa – Instytucje. Wielowymiarowość współczesnego zarządzania organizacjami*, Politechnika Częstochowska, Częstochowa, s. 172.
10. Callaham J. (2017), *From Android Market to Google Play: A Brief History of the Play Store*, Android Authority, Nowy Jork, <https://www.androidauthority.com/android-market-google-play-history-754989/>, [23.11.2025].
11. De La Cruz A., Rayan J. (2016), *Tennis For Two*, MIT 6.101 Analog Electronic Lab, https://web.mit.edu/6.101/www/s2016/projects/angeld19_Project_Final_Report.pdf, [23.10.2025].
12. EUROSTAT, <https://ec.europa.eu/eurostat/cache/countryfacts/#?geo=EU,EA,PL,ES>, [29.12.2025].
13. Eurostat, [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/hlth_ehis_pe9e\\$dv_469/default/table?lang=en&category=sprt.sprt_pcs.sprt_pcs_pha](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/hlth_ehis_pe9e$dv_469/default/table?lang=en&category=sprt.sprt_pcs.sprt_pcs_pha), [30.12.2025].
14. Foxall G.R. (1993), *Consumer Behaviour as an Evolutionary Process*, European Journal of Marketing 27(8).
15. Gee J.P. (2003), *What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy*, Palgrave Macmillan, New York, s. 13–50.
16. Gram.pl, <https://www.gram.pl/artykul/najlepsze-gry-rpg-z-polski-10-rodzimych-klaszykow-popularnego-gatunku>, [30.12.2025].
17. Lee A.R. (2025), *Google Play Store Statistic 2025: Mobile App Trends, Revenue & Top Charts*, SQMagazine, Maple Grove, <https://sqmagazine.co.uk/google-play-store-statistics/>, [25.11.2025].
18. Meister von W.F. (1983), *Gameline Master Module CVC Owner's Manual*, Control Video Corporation, Nowy Jork, s. 1–27.

19. PlayStation (2024), *PlayStation History – 30 Years of Play*, PlayStation, Tokio, <https://www.playstation.com/en-pl/playstation-history/2007-ps3-ps-vita/>, [27.11.2025].
20. Rajput A. (2024), *Best Gaming Platforms You Should Know in 2025*, 300Mind Studio, Ahmadabad, <https://300mind.studio/blog/best-gaming-platforms/>, [04.12.2025].
21. Solomon M.R. (2006), *Zachowania i zwyczaje konsumentów*, One Press, Gliwice, s. 25–26.
22. Sony Interactive Entertainment (2025), *Business Data & Sales*, Sony Interactive Entertainment, Tokio, <https://sonyinteractive.com/en/our-company/business-data-sales/>, [27.11.2025].
23. Steam Charts, <https://steamcharts.com/about>, [30.12.2025].
24. Szerenos F., Bukłaha M. (2025), *Specyfika marketingu polskiej branży gier wideo*, Akademia Zarządzania 9(3), s. 557-575.
25. Szcześniak M. (2020), *Proces decyzyjny konsumenta na rynku*, Zeszyty Naukowe Polskiego Uniwersytetu na Obczyźnie w Londynie III(8), s. 381–383.
26. Szpilko D., Szydło J., Glińska E., Kobylińska U., Rollnik-Sadowska E., Ryciuk U. (2021), *Theoretical and practical aspects of business activity. Business planning*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok.
27. Szydło J., Potmalnik E. (2022), *Decyzje zakupowe przedstawicieli Pokolenia Z na przykładzie branży modowej*, Marketing i Rynek 29(9), s. 15-26.
28. Thorhauge A.M. (2024), *The Steam Platform Economy: From Retail to Player-Driven Economies*, New Media & Society 26(4), s. 1963–1983.
29. Wiśniewska A. (red.) (2016), *Znaczenie wiedzy o zachowaniach konsumentów dla tworzenia przekazu reklamowego*, Wyższa Szkoła Promocji, Mediów i Show Businessu, Warszawa.

Consumer Behavior of Digital Video Game Distribution Platforms among Students from Poland and Spain

Abstract

The topic addressed in this article concerns the behavior of consumers using digital video game distribution platforms. The aim of the study was to identify differences and similarities between the behavior of Polish students studying at the Białystok University of Technology and Spanish students studying at two universities: the University of Atlantico Medio and the University of Las Palmas de Gran Canaria. The research was conducted using document analysis and a survey method. The study revealed very similar behavior between student groups, with certain characteristic features. Polish students predominantly used

Steam, Google Play, and the Epic Game Store to play adventure, action, and RPG games. Spanish students, on the other hand, used the App Store, Steam, and PlayStation Store to play adventure, sports, and action games. These differences may be due to the countries' different levels of wealth and other factors, such as physical activity.

Key words

consumer, student, video games, console, distribution platforms