Economics and Organization of Logistics
11 (1), 2026, 89–106

DOI: 10.22630/EIOL.2026.11.1.5

Zgłoszono: 12.02.2026
Zaakceptowano: 25.04.2026

Mateusz Motyka✉
Szkoła Główna Handlowa w Warszawie

Cyfryzacja i automatyzacja w logistyce – systematyczny przegląd literatury na temat determinant jakości i efektywności operacyjnej

Digitalization and automation in logistics – determinants of service quality and operational efficiency. A systematic literature review

Synopsis. Postępująca cyfryzacja i automatyzacja to kluczowe kierunki transformacji współczesnych systemów logistycznych ze względu na ich wpływ na sposób realizacji procesów logistycznych oraz jakość świadczonych usług. Celem artykułu jest identyfikacja i synteza wyników badań dotyczących wpływu technologii cyfrowych oraz rozwiązań automatyzacyjnych na jakość i efektywność operacyjną w branży usług logistycznych. W toku analizy zidentyfikowano również determinanty warunkujące skuteczność wdrożeń technologicznych w przedsiębiorstwach logistycznych. Badanie przeprowadzono z wykorzystaniem metody systematycznego przeglądu literatury, który obejmował recenzowane publikacje naukowe wyselekcjonowane na podstawie zdefiniowanej strategii wyszukiwania, kryteriów wyłączenia i włączenia oraz wieloetapowej procedury selekcji źródeł. Synteza otrzymanych wyników miała charakter tematyczny i koncentrowała się na analizie stosowanych technologii cyfrowych, obszarów procesów logistycznych oraz wykorzystywanych miar jakości i efektywności operacyjnej. Wyniki przeglądu pokazują, że technologie cyfrowe i rozwiązania automatyzujące prowadzą do poprawy wykorzystania zasobów przedsiębiorstw, skrócenia czasu realizacji procesów logistycznych, wzrostu niezawodności oraz redukcji kosztów operacyjnych. Jednocześnie efekty te są silnie uzależnione od determinant organizacyjnych, kompetencyjnych i procesowych. Na podstawie syntezy literatury zaproponowano autorski model koncepcyjny przedstawiający relacje między wdrożeniem technologii cyfrowych, transformacją procesów logistycznych oraz osiąganymi efektami w zakresie jakości usług i efektywności operacyjnej. Prezentowane wnioski podkreślają znaczenie integracji technologii cyfrowych z dojrzałością procesową organizacji i kompetencjami pracowników oraz wskazują kierunki dalszych badań nad długookresowymi efektami wdrożeń.

✉**Mateusz Motyka** – Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Szkoła Doktorska; e-mail: mm102399@doktorant.sgh.waw.pl; https://orcid.org/0000-0002-0913-6217

CC BY-NC

Słowa kluczowe: cyfryzacja, automatyzacja, efektywność operacyjna, jakość usług logistycznych, systematyczny przegląd literatury

Abstract. Ongoing digitalization and automation represent key directions of transformation in contemporary logistics systems, influencing the way logistics processes are executed and the quality of services provided. The aim of this article is to identify and synthesize research findings on the impact of digital technologies and automation solutions on service quality and operational efficiency in the logistics services sector. During the analysis, determinants conditioning the effectiveness of technology implementation in logistics enterprises were also identified. The study was conducted using the Systematic Literature Review method, covering peer-reviewed scientific publications selected on the basis of a defined search strategy, inclusion and exclusion criteria, and a multi-stage screening procedure. The synthesis of results was thematic in nature and focused on the analysis of applied digital technologies, logistics process areas, and the performance and quality measures used in the studies. The review findings indicate that digital technologies and automation solutions contribute to improved resource utilization, shorter logistics process lead times, increased reliability, and reduced operational costs. At the same time, these effects are strongly dependent on organizational, competence-related, and process-related determinants. Based on the synthesis of the literature, an original conceptual model was proposed, presenting the relationships between the implementation of digital technologies, the transformation of logistics processes, and the resulting outcomes in terms of service quality and operational efficiency. The conclusions emphasize the importance of aligning digital technologies with organizational process maturity and employee competencies, and indicate directions for further research on the long-term effects of technology implementation.

Keywords: digitalization, automation, operational efficiency, logistics service quality, systematic literature review

Kody JEL: O14, O33, L23, L25, L91

Wstęp

Branża usług logistycznych uległa w ostatnich dekadach istotnym przeobrażeniom w wyniku wdrażania technologii cyfrowych i rozwiązań automatyzacyjnych powiązanych z koncepcją Przemysłu 4.0. Cyfryzacja i automatyzacja systemów logistycznych sprzyjają wzrostowi wydajności operacyjnej i redukcji kosztów oraz poprawie jakości procesów i usług. Nadal jednak brakuje kompleksowego ujęcia pozwalającego na całościowe zrozumienie wpływu tych rozwiązań na działalność logistyczną. Choć liczne badania analizowały wpływ cyfryzacji na zarządzanie łańcuchem dostaw [Ben-Daya i in. 2019], a także wpływ automatyzacji operacji logistycznych, w szczególności magazynowych [Boysen i in. 2019], oraz implikacje koncepcji Przemysłu 4.0 [Hofmann i Rüsch 2017] na branżę usług logistycznych, dorobek ten pozostaje rozproszony tematycznie i metodologicznie, co utrudnia całościową ocenę konsekwencji tych zjawisk dla jakości i efektywności operacyjnej w branży. Istnieje zatem potrzeba prowadzenia systematycznego przeglądu literatury, który pogłębi zrozumienie wpływu technologii cyfrowych i automatyzacji procesów logistycznych na omawiany obszar. Celem niniejszego prze-

glądu jest wypełnienie tej luki poprzez identyfikację i syntezę wyników badań dotyczących wpływu technologii cyfrowych oraz rozwiązań automatyzacyjnych na jakość usług i efektywność operacyjną w branży usług logistycznych. W toku analizy zidentyfikowano również determinanty warunkujące skuteczność wdrożeń technologicznych w przedsiębiorstwach logistycznych. Ze względu na szeroki charakter problematyki odnoszącej się do cyfryzacji i automatyzacji w logistyce niniejszy artykuł koncentruje się przede wszystkim na analizie wpływu technologii cyfrowych na jakość usług oraz efektywność operacyjną w przedsiębiorstwach z branży usług logistycznych. Wyniki przeglądu mogą stanowić wsparcie dla menedżerów logistyki przy podejmowaniu decyzji dotyczących wdrożeń technologicznych, a także punkt wyjścia do dalszych badań nad wpływem cyfryzacji na efektywność operacyjną.

W warunkach postępującej cyfryzacji procesów logistycznych jakość usług staje się coraz mocniej skorelowana ze skutecznością wdrażania nowoczesnych technologii. Jakość usług logistycznych jest postrzegana przez klienta jako wynik porównania jego oczekiwań wobec procesu logistycznego z faktycznym doświadczeniem [Mentzer i in. 2001]. Jednocześnie efektywność operacyjna pozostaje kluczowym zagadnieniem w ekonomii oraz naukach o zarządzaniu i jakości, definiowanym jako relacja efektów do nakładów oraz zdolność przedsiębiorstwa do realizacji celów jakościowych [Wilczyński 2014].

Dynamiczny rozwój technologii cyfrowych powoduje szybkie dezaktualizowanie się wiedzy dotyczącej zarządzania procesami logistycznymi [Abdirad i Krishnan 2020]. Rosnąca liczba rozwiązań cyfrowych i automatyzacyjnych, a także robotyzacja procesów biznesowych przekształcają modele operacyjne przedsiębiorstw logistycznych, wymagając jednocześnie dostosowania systemów zarządzania [Winkelhaus i Grosse 2020]. Cyfryzacja i automatyzacja procesów biznesowych stały się w ostatnich latach strategicznym priorytetem dla wielu przedsiębiorstw z branży usług logistycznych [Cichosz i in. 2020], jednak nie wszystkie podmioty dysponują wystarczającym potencjałem adaptacyjnym, przez co pojawiają się bariery wdrożeniowe oraz różnice w osiąganych efektach.

Przedsiębiorstwa świadczące usługi logistyczne prowadzą działalność w obliczu narastającej presji rynkowej w zakresie wdrażania innowacji technologicznych. Pomimo rosnącej liczby badań dotyczących automatyzacji i cyfryzacji procesów biznesowych działania związane z integracją cyfryzacji i automatyzacji w branży usług logistycznych nie zostały jeszcze w pełni przebadane [Chauhan i Singh 2020]. Transformacja cyfrowa wykracza poza samą technologię cyfrową, wpływając na strategię, kulturę organizacyjną oraz kompetencje pracowników [Śledziewska i Włoch 2020]. Koncepcja Przemysłu 4.0 zakłada tworzenie inteligentnych systemów logistycznych i zintegrowanych łańcuchów dostaw z wykorzystaniem systemów cyberfizycznych (ang. cyber-physical system, CPS), analityki danych big data oraz internetu rzeczy (ang. internet of things, IoT) [Winkelhaus i Grosse 2020; Abdirad i Krishnan 2020], co stanowi fundamenty rozwoju Logistyki 4.0.

Wobec powyższego niniejszy artykuł stanowi systematyczny przegląd literatury (ang. systematic literature review, SLR) dotyczący wpływu technologii cyfrowych i rozwiązań automatyzujących na jakość usług oraz efektywność operacyjną w branży usług logistycznych. Przeprowadzona synteza badań i otrzymanych wyników umożliwiła uporządkowanie dotychczasowego dorobku naukowego i identyfikację dominujących nurtów badawczych oraz wskazanie obszarów badań wymagających dalszego pogłębienia. Pozwoliła również opracować autorski model koncepcyjny przedstawiający relacje

między wdrażaniem technologii cyfrowych, transformacją procesów logistycznych oraz osiąganymi efektami w zakresie jakości usług i efektywności operacyjnej.

Materiały i metody

W celu zapewnienia przejrzystości metodologicznej oraz obiektywności syntezy wiedzy w artykule zastosowano metodę systematycznego przeglądu literatury. Umożliwia ona uporządkowaną identyfikację, selekcję i analizę dorobku naukowego w określonym obszarze badawczym, jednocześnie minimalizując ryzyko subiektywnej interpretacji źródeł oraz zwiększając powtarzalność zastosowanej procedury badawczej [Tranfield i in. 2003]. Zastosowanie SLR jest uzasadnione charakterem problemu badawczego, który dotyczy wpływu cyfryzacji i automatyzacji na jakość usług logistycznych oraz efektywność operacyjną przedsiębiorstw z branży. W kontekście niniejszego artykułu metoda systematycznego przeglądu literatury umożliwia identyfikację dominujących kierunków badań, stosowanych miar oraz determinant skuteczności wdrożeń technologicznych, a także wskazanie luk badawczych wymagających dalszej eksploracji. Procedura badawcza została przeprowadzona etapowo i obejmowała kolejno: sformułowanie pytań przeglądowych, wybór bazy danych i przyjęcie strategii wyszukiwania, selekcję i ocenę badań, a następnie analizę oraz tematyczną syntezę wyników. Proces identyfikacji i selekcji publikacji naukowych został przeprowadzony zgodnie z założeniami wytycznych PRISMA 2020, które zapewniają przejrzystość, replikowalność oraz systematyczność raportowania [Page i in. 2021]. Poszczególne etapy postępowania badawczego przedstawiono poniżej.

Formułowanie pytań przeglądowych

Mając na uwadze charakter obranego celu systematycznego przeglądu literatury, postawiono cztery pytania przeglądowe:

1. Jakie czynniki determinują skuteczność wdrażania rozwiązań cyfrowych i automatyzacyjnych w przedsiębiorstwach świadczących usługi logistyczne?
2. W jaki sposób technologie cyfrowe i automatyzacyjne wpływają na jakość usług logistycznych oraz efektywność operacyjną przedsiębiorstw logistycznych?
3. W jaki sposób w literaturze mierzona jest efektywność operacyjna oraz jakość procesów logistycznych przedsiębiorstw z branży usług logistycznych?
4. Jakie czynniki wskazywane są w literaturze jako sprzyjające skutecznemu wdrażaniu technologii cyfrowych i automatyzacyjnych w przedsiębiorstwach logistycznych?

Wybór i przeszukiwanie bazy danych

Systematyczny przegląd literatury przeprowadzono z wykorzystaniem bazy Web of Science, zawierającej szeroki zakres recenzowanych czasopism naukowych i materiałów konferencyjnych z obszaru nauk o zarządzaniu, logistyki oraz technologii, co sprawia, że jest ona odpowiednim źródłem danych do analiz o charakterze interdyscyplinarnym [Aghaei Chadegani i in. 2013]. Na wstępnym etapie badania przeprowadzono analizę istniejących przeglądów systematycznych w celu weryfikacji, czy w literaturze występują aktualne oraz metodycznie poprawne opracowania obejmujące analogiczny zakres tema-

tyczny. Umożliwiło to potwierdzenie zasadności podjęcia systematycznego przeglądu oraz uniknięcie powielania syntez przeprowadzonych wcześniej.

Selekcja i ocena publikacji

W oparciu o wstępny przegląd literatury, cele badania oraz postawione pytania przeglądowe dobrane zostały słowa kluczowe. W celu zapewnienia kompletności wyszukiwania, podzielono je w ramach trzech grup tematycznych odpowiadających głównym składowym problemu badawczego:

(I) kontekst logistyczny,
(II) technologie cyfrowe i automatyzacyjne,
(III) jakość i efektywność operacyjna procesów.

Wyszukiwanie publikacji przeprowadzono z wykorzystaniem operatora logicznego *AND*, co pozwoliło na wyodrębnienie publikacji odnoszących się do zależności pomiędzy technologią, obszarem jej zastosowania oraz analizowanymi rezultatami (tab. 1).

Tabela 1. Grupy słów kluczowych zastosowanych w strategii wyszukiwania literatury
Table 1. Groups of keywords used in the literature search strategy

Grupa I (kontekst logistyczny)	**Grupa II** (technologie cyfrowe i automatyzacyjne)	**Grupa III** (jakość i efektywność operacyjna procesów)
logistic*	digital*	quality
transport*	automation*	performance
	industry 4.0	

Źródło: opracowanie własne
Source: own elaboration

Na podstawie zdefiniowanych grup słów kluczowych skonstruowano zestaw kombinacji wyszukiwawczych odzwierciedlających zależności między kontekstem logistycznym, technologiami cyfrowymi oraz analizowanymi rezultatami w postaci jakości i efektywności operacyjnej. Zastosowanie tych kombinacji w bazie Web of Science pozwoliło określić liczbę publikacji spełniających przyjęte kryteria wyszukiwania. Szczegółowe zestawienie wykorzystanych kombinacji oraz liczby uzyskanych wyników przedstawiono w tabeli 2.

Łączna liczba publikacji uzyskanych w wyniku zastosowania zdefiniowanych kombinacji wyszukiwawczych została poddana procesowi filtracji zgodnie z przyjętymi kryteriami włączenia i wyłączenia. Na tym etapie do dalszej analizy zakwalifikowano 1487 pozycji. W celu ograniczenia zbioru do publikacji o największym znaczeniu naukowym w bazie Web of Science zastosowano filtr „highly cited papers", który identyfikuje publikacje charakteryzujące się ponadprzeciętną liczbą cytowań w ramach określonej dziedziny. Wysoka liczba cytowań może świadczyć o znaczącym wpływie danej publikacji na rozwój badań w analizowanym obszarze, a także o jej szerokim wykorzystaniu w dyskursie naukowym. Zastosowanie tego filtra pozwoliło skoncentrować analizę na publikacjach uznawanych w literaturze za szczególnie istotne i wpływowe, a jednocześnie ograniczyć bardzo dużą początkową liczbę rekordów do zbioru, który można

Tabela 2. Kombinacje słów kluczowych zastosowane w wyszukiwaniu literatury oraz liczba uzyskanych wyników
Table 2. Keyword search combinations and number of retrieved records

Nr wyszukiwania	Słowa kluczowe			Zastosowane kombinacje	Liczba rezultatów
1.	logistic*	digital*		(TS = (logistic*)) AND TS = (digital*)	265
2.	logistic*	automation		(TS = (logistic*)) AND TS = (automation)	80
3.	logistic*	industry 4.0		(TS = (logistic*)) AND TS = (industry 4.0)	76
4.	transport*	digital*		(TS = (transport*)) AND TS = (digital*)	347
5.	transport*	automation		(TS = (transport*)) AND TS = (automation)	295
6.	transport*	industry 4.0		(TS = (transport*)) AND TS = (industry 4.0)	37
7.	logistic*	digital*	quality	(TS = (logistic*)) AND TS = (digital*) AND TS = (quality)	34
8.	logistic*	digital*	performance	(TS = (logistic*)) AND TS = (digital*) AND TS = (performance)	86
9.	logistic*	automation	quality	(TS = (logistic*)) AND TS = (automation) AND TS = (quality)	9
10.	logistic*	automation	performance	(TS = (logistic*)) AND TS = (automation) AND TS = (performance)	28
11.	logistic*	industry 4.0	quality	(TS = (logistic*)) AND TS = (industry 4.0) AND TS = (quality)	10
12.	logistic*	industry 4.0	performance	(TS = (logistic*)) AND TS = (industry 4.0) AND TS = (performance)	28
13.	transport*	digital*	quality	(TS = (transport*)) AND TS = (digital*) AND TS = (quality)	34
14.	transport*	digital*	performance	(TS = (transport*)) AND TS = (digital*) AND TS = (performance)	51

cd. tabeli 2
Table 2 cont.

Nr wyszukiwania	Słowa kluczowe			Zastosowane kombinacje	Liczba rezultatów
15.	transport*	automation	quality	(TS = (transport*)) AND TS = (automation) AND TS = (quality)	31
16.	transport*	automation	performance	(TS = (transport*)) AND TS = (automation) AND TS = (performance)	67
17.	transport*	industry 4.0	quality	(TS = (transport*)) AND TS = (industry 4.0) AND TS = (quality)	4
18.	transport*	industry 4.0	performance	(TS = (transport*)) AND TS = (industry 4.0) AND TS = (performance)	5

Źródło: opracowanie własne
Source: own elaboration

poddać dalszej pogłębionej analizie. W ramach kolejnego etapu przeprowadzono procedurę identyfikacji i usuwania duplikatów publikacji. Występowanie duplikatów było spowodowane tym, że te same publikacje mogły się pojawiać w wynikach wyszukiwania w ramach różnych kombinacji słów kluczowych zastosowanych w strategii wyszukiwania (tab. 2). Dokonano weryfikacji otrzymanych rekordów w wyniku zastosowania poszczególnych kombinacji wyszukiwawczych, co pozwoliło zidentyfikować powtarzające się pozycje. Proces ten umożliwił uzyskanie zbioru unikalnych publikacji przeznaczonych do dalszej analizy, obejmującego 214 publikacji. Szczegółowe kryteria selekcji przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Kryteria selekcji badań
Table 3. Study selection criteria

Okres	2011–2024
Język publikacji	angielski
Kategorie Web of Science	zarządzanie biznes transport nauki i technologie transportowe ekonomia badania operacyjne i nauki o zarządzaniu
Tematy cytowań	transport zarządzanie łańcuch dostaw i logistyka ekonomia

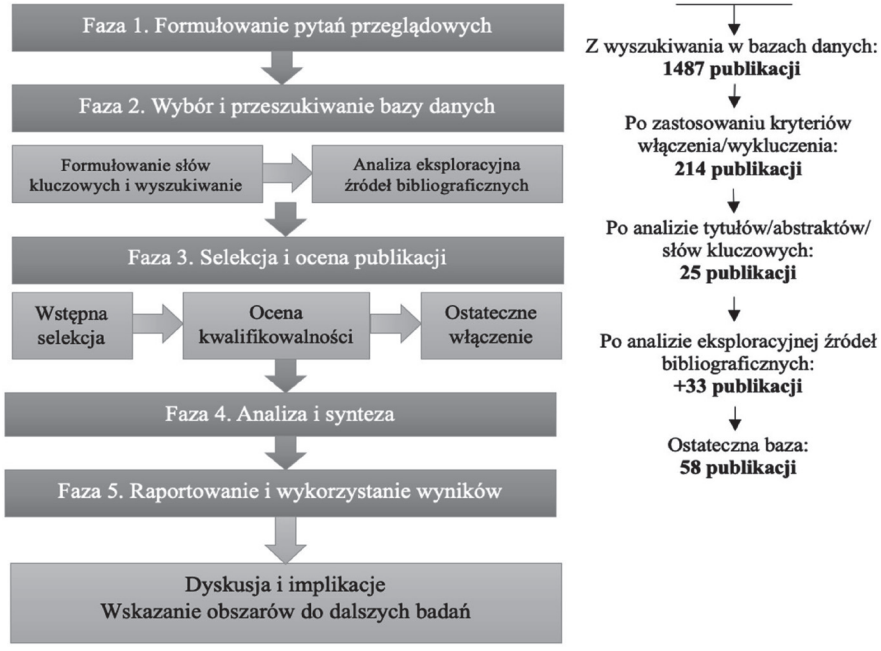
Źródło: opracowanie własne
Source: own elaboration

Analiza i synteza

Na kolejnym etapie wyselekcjonowane publikacje zostały poddane ocenie dopasowania pod względem zakresu tematycznego przeglądu. Weryfikacji dokonano na podstawie analizy tytułów, słów kluczowych oraz abstraktów, co pozwoliło zaklasyfikować artykuły do trzech kategorii:

(I) bezpośrednio odnoszące się do badanego zagadnienia (n = 25),
(II) częściowo powiązane z tematyką przeglądu (n = 47),
(III) słabo powiązane z badanym obszarem (n = 142).

Proces ten umożliwił wyodrębnienie zbioru publikacji, które stanowiły podstawę dalszej analizy oraz tematycznej syntezy wyników. Dodatkowo przeprowadzono eksploracyjną analizę źródeł bibliograficznych wybranych artykułów w celu identyfikacji publikacji istotnych z punktu widzenia postawionych pytań przeglądowych. Po ocenie ich abstraktów zdecydowano o włączeniu dodatkowych pozycji do pierwszej z wcześniej zdefiniowanych kategorii (n = 33). Zabieg ten pozwolił ograniczyć ryzyko pominięcia publikacji adekwatnych tematycznie, które mogły nie spełniać kryterium liczby cytowań ze względu na stosunkowo krótki okres, jaki upłynął od momentu publikacji, lub mniejszą rozpoznawalność autorów. Ostatecznie do szczegółowej analizy zakwalifikowano 58 publikacji, które zostały poddane syntezie tematycznej w odniesieniu do sformułowanych pytań przeglądowych (rys. 1).



Rysunek 1. Schemat procedury systematycznego przeglądu literatury
Figure 1. Procedure of the systematic literature review
Źródło: opracowanie własne
Source: own elaboration

Wyniki badań i dyskusja

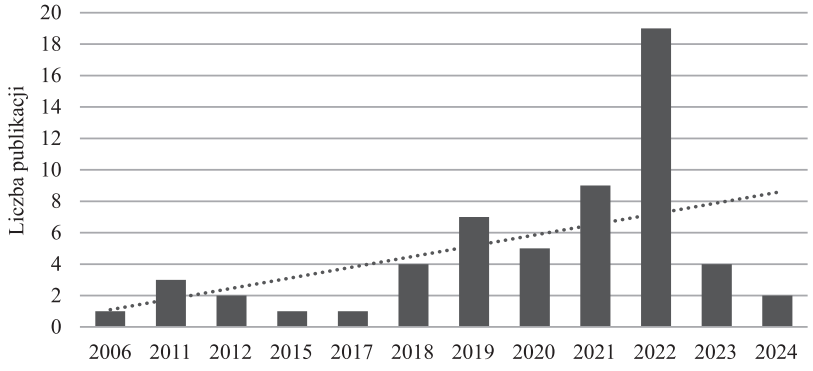
Wyniki przeprowadzonego systematycznego przeglądu literatury zostały przedstawione zgodnie z etapem raportowania i wykorzystania wyników stanowiącym końcową fazę procedury badawczej. Na tym etapie dokonano zarówno analizy ilościowej, która umożliwiła scharakteryzowanie struktury zidentyfikowanego dorobku publikacyjnego, jak i analizy jakościowej, która była ukierunkowana na identyfikację dominujących kierunków badań, powtarzających się wzorców oraz kluczowych wniosków dotyczących wpływu cyfryzacji i automatyzacji na jakość oraz efektywność operacyjną w branży usług logistycznych. Synteza obu podejść umożliwiła nie tylko opis trendów badawczych, lecz także interpretację uzyskanych wyników badawczych w szerszym kontekście teoretycznym oraz praktycznym.

Raportowanie i wykorzystanie wyników

Analiza ilościowa

W ramach systematycznego przeglądu literatury szczegółowej analizie poddano 58 publikacji wyselekcjonowanych na poprzednich etapach badania. Wybrane pozycje literaturowe koncentrowały się przede wszystkim na procesach logistycznych, cyfryzacji i automatyzacji procesów biznesowych oraz zagadnieniach jakości i efektywności operacyjnej. Wśród analizowanych publikacji 14 miało charakter ilościowy, 15 jakościowy, natomiast 29 stanowiło przeglądy literatury (systematyczne lub narracyjne). Struktura ta podkreśla orientację badaczy na syntezowanie wiedzy w obszarze dynamicznych zmian technologicznych.

W celu oceny dynamiki rozwoju badanego obszaru przeprowadzono analizę rozkładu publikacji w czasie. Ujęcie chronologiczne umożliwiło identyfikację zmian intensywności badań oraz okresów wzmożonego zainteresowania tematyką cyfryzacji i automatyzacji w branży usług logistycznych (rys. 2).

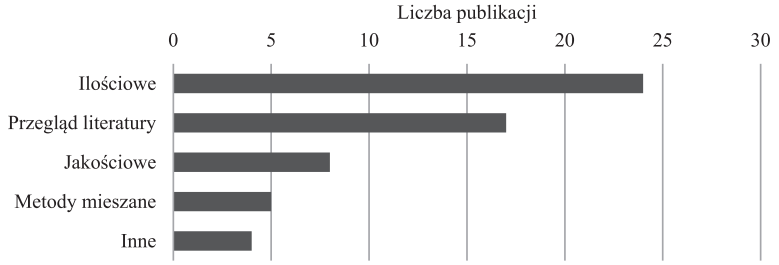


Rysunek 2. Rozkład liczby publikacji w latach 2006–2024
Figure 2. Distribution of publications in 2006–2024

Źródło: opracowanie własne
Source: own elaboration

Rozkład czasowy publikacji ujawnia wyraźną intensyfikację badań w ostatnich latach. Spośród 58 analizowanych źródeł literaturowych 50 publikacji (86,2%) zostało opublikowanych w latach 2018–2024, co wskazuje na rosnące znaczenie problematyki cyfryzacji i automatyzacji w branży usług logistycznych oraz jej aktualność badawczą.

Kolejnym etapem analizy ilościowej było określenie struktury metodologicznej analizowanych badań. Zestawienie to umożliwia ocenę dominujących podejść badawczych oraz stopnia zróżnicowania metod stosowanych w literaturze dotyczącej cyfryzacji i efektywności operacyjnej w branży usług logistycznych (rys. 3).



Rysunek 3. Częstotliwość występowania metod badawczych w analizowanych publikacjach
Figure 3. Frequency of research methods identified in the analyzed publications

Źródło: opracowanie własne
Source: own elaboration

W analizowanych publikacjach zidentyfikowano zróżnicowane podejścia metodologiczne, obejmujące zarówno analizy teoretyczne, jak i empiryczne. W obrębie badań empirycznych dominowały analizy ilościowe, obejmujące modele statystyczne, analizy zależności między zmiennymi czy badania efektywności operacyjnej procesów logistycznych [Wu i in. 2023; García-Dastugue i Eroglu 2018]. Uzupełnieniem były badania jakościowe koncentrujące się na studiach przypadków i analizach organizacyjnych procesów transformacji cyfrowej [Cichosz i in. 2020; Mathauer i Hofmann 2019], a także publikacje wykorzystujące podejścia mieszane, łączące elementy metod ilościowych i jakościowych [Khan i in. 2022; Cyplik i in. 2019]. Istotną część zbioru stanowiły również opracowania przeglądowe, systematyzujące stan wiedzy na temat Logistyki 4.0 i transformacji cyfrowej w branży usług logistycznych [Winkelhaus i Grosse 2020; Abdirad i Krishnan 2020], co wskazuje na wciąż rozwijający się charakter badanego obszaru.

Szczegółowa klasyfikacja metod badawczych obejmuje:

- 24 badania ilościowe, wykorzystujące m.in. analizy statystyczne, modelowanie równań strukturalnych oraz metody ekonometryczne,
- 17 prac przeglądowych, obejmujących również przeglądy systematyczne,
- 8 badań jakościowych, opartych głównie na studiach przypadków i analizach organizacyjnych,
- 5 badań z zastosowaniem metod mieszanych (ang. mixed methods), łączących podejścia jakościowe i ilościowe,
- 4 prace wykorzystujące inne podejścia, takie jak modele symulacyjne czy analizy scenariuszowe.

Zidentyfikowana struktura wskazuje na rosnącą liczbę badań empirycznych i aplikacyjnych uzupełniających wcześniejsze podejścia koncepcyjne, co znajduje odzwierciedlenie w pracach analizujących rzeczywiste wdrożenia technologii cyfrowych u operatorów logistycznych [Cichosz i in. 2020; Mathauer i Hofmann 2019; Loske i Klumpp 2022]. Zaobserwowana struktura metodologiczna pokazuje, że badania nad cyfryzacją i automatyzacją w logistyce są w fazie intensywnego rozwoju, w ramach której podejścia koncepcyjne i przeglądowe stopniowo uzupełniane są przez badania empiryczne analizujące rzeczywiste wdrożenia technologii cyfrowych i rozwiązań automatyzujących w przedsiębiorstwach logistycznych. Tendencja ta odzwierciedla rosnącą dojrzałość badanego obszaru oraz potrzebę empirycznej weryfikacji wcześniejszych założeń teoretycznych.

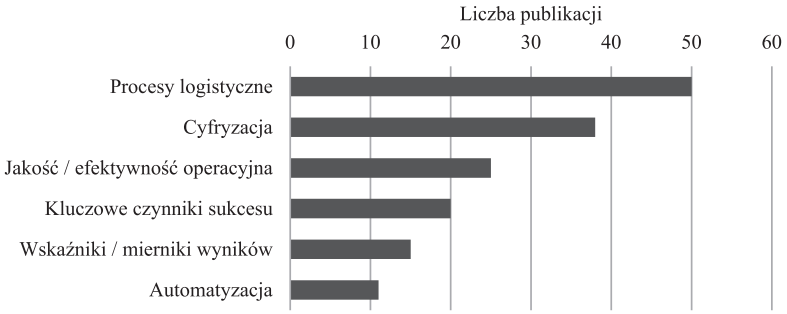
Analiza ilościowa ujawniła jednak istotne luki badawcze. W literaturze wciąż zauważalna jest potrzeba szerszego wykorzystania zaawansowanych technik ilościowych, takich jak modelowanie efektywności czy analizy strukturalne, co podkreślają przeglądy wskazujące na niedostateczny poziom weryfikacji empirycznej i analitycznej [Al Mashalah i in. 2022; Simonetto i in. 2022]. Literatura sygnalizuje również potrzebę szerszego rozpoznania procesów transformacji cyfrowej w przedsiębiorstwach z gospodarek rozwijających się, szczególnie w sektorze MŚP, co podkreślają analizy dojrzałości cyfrowej [Alshahrani 2023; Facchini i in. 2019]. Z perspektywy metodologicznej wyniki przeglądu pokazują potencjalne kierunki dalszych badań ilościowych, podkreślając potrzebę szerszego wykorzystania zaawansowanych narzędzi analitycznych oraz rozszerzenia kontekstu geograficznego analiz.

Analiza jakościowa

Uzupełnieniem analizy ilościowej była jakościowa analiza publikacji, ukierunkowana na identyfikację dominujących motywów tematycznych oraz powtarzających się wzorców interpretacyjnych dotyczących wpływu cyfryzacji i automatyzacji na jakość i efektywność operacyjną procesów logistycznych. Umożliwiła ona również identyfikację obszarów najczęściej analizowanych w kontekście poprawy jakości i efektywności procesów logistycznych oraz najczęściej podkreślanych zależności pomiędzy technologią, przedsiębiorstwem logistycznym i osiąganymi rezultatami operacyjnymi.

Na pierwszym etapie kategoryzacji jakościowej określono częstotliwość występowania kluczowych zagadnień w analizowanych publikacjach (rys. 4). Ujęcie to umożliwiło identyfikację obszarów o największej koncentracji uwagi badawczej.

Analiza tematyczna pokazuje, że najczęściej podejmowany jest wątek procesów logistycznych, w ścisłym powiązaniu z zagadnieniami cyfryzacji i automatyzacji oraz oceną jakości i efektywności. Autorzy analizowanych publikacji wskazują, że wdrażanie technologii cyfrowych zwiększa przejrzystość procesów i widoczność operacji w czasie rzeczywistym oraz integrację przepływów informacji w łańcuchach dostaw [Queiroz i Fosso Wamba 2020; Parola i in. 2021]. W konsekwencji rozwiązania cyfrowe wiązane są ze wzrostem efektywności operacyjnej, skróceniem czasu realizacji procesów logistycznych oraz podniesieniem poziomu jakości usług [Loske i Klumpp 2022; García-Dastugue i Eroglu 2018]. Często analizowane są również kluczowe czynniki sukcesu oraz wskaźniki pomiaru wyników operacyjnych, co jest odzwierciedleniem dążenia do operacjonalizacji efektów wdrożeń technologicznych poprzez wykorzystanie mierzalnych wskaźników wyników operacyjnych [Wudhikarn i in. 2018; Wu i in. 2023]. Stosunkowo rzadziej



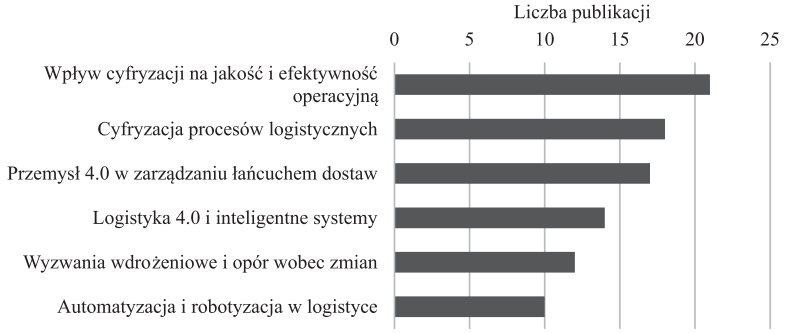
Rysunek 4. Częstotliwość występowania wybranych zagadnień w analizowanych publikacjach
Figure 4. Frequency of selected topics in the analyzed publications

Źródło: opracowanie własne

Source: own elaboration

poruszane są natomiast zagadnienia automatyzacji procesów logistycznych, co wskazuje na niedostateczne rozpoznanie uwarunkowań technologicznych i organizacyjnych związanych z wdrażaniem rozwiązań automatyzacyjnych w ramach transformacji cyfrowej.

Na kolejnym etapie przeprowadzono identyfikację dominujących kierunków badawczych obecnych w wyselekcjonowanych publikacjach (rys. 5), co umożliwiło określenie głównych nurtów tematycznych współczesnych badań nad cyfryzacją i automatyzacją procesów logistycznych.



Rysunek 5. Dominujące kierunki badań w analizowanych publikacjach
Figure 5. Dominant research directions in the analyzed publications

Źródło: opracowanie własne

Source: own elaboration

Przeprowadzona analiza jakościowa w kontekście głównych kierunków badawczych wykazała, że najsilniej reprezentowanym nurtem jest badanie wpływu cyfryzacji na jakość i efektywność operacyjną. Zdaniem autorów wyselekcjonowanych publikacji stosowanie technologii cyfrowych wiąże się z poprawą przejrzystości procesów, wzrostem kontroli operacyjnej oraz zwiększeniem wydajności działań logistycznych [Loske i Klumpp, 2022; Khan i in. 2022]. Drugim istotnym kierunkiem badań jest rola

Przemysłu 4.0 w zarządzaniu łańcuchem dostaw – podkreśla się tu znaczenie integracji technologii, takich jak IoT, analityka danych czy systemy cyberfizyczne, dla koordynacji procesów i zwiększenia elastyczności systemów logistycznych [Winkelhaus i Grosse 2020; Tang i Veelenturf 2019]. W analizowanych publikacjach obecny jest także wątek rozwoju koncepcji Logistyki 4.0 i inteligentnych systemów logistycznych, które są postrzegane jako element usprawniający przepływy materiałowe i informacyjne w przedsiębiorstwach logistycznych [Cichosz i in. 2020; Perotti i in. 2022]. Jednocześnie stosunkowo często podejmowany jest temat wyzwań wdrożeniowych i oporu wobec zmian – autorzy wskazują, że bariery organizacyjne i kompetencyjne stanowią istotne ograniczenie skuteczności transformacji cyfrowej [Mathauer i Hofmann 2019; Perotti i in. 2022]. Kolejnym kierunkiem jest automatyzacja i robotyzacja w branży usług logistycznych, szczególnie w kontekście operacji magazynowych i procesów realizacji zamówień, gdzie technologie te wiąże się ze zwiększeniem powtarzalności procesów oraz ograniczaniem błędów operacyjnych. Zidentyfikowane kierunki badawcze wskazują, że literatura dotycząca cyfryzacji i automatyzacji w branży usług logistycznych koncentruje się przede wszystkim na trzech wzajemnie powiązanych obszarach:

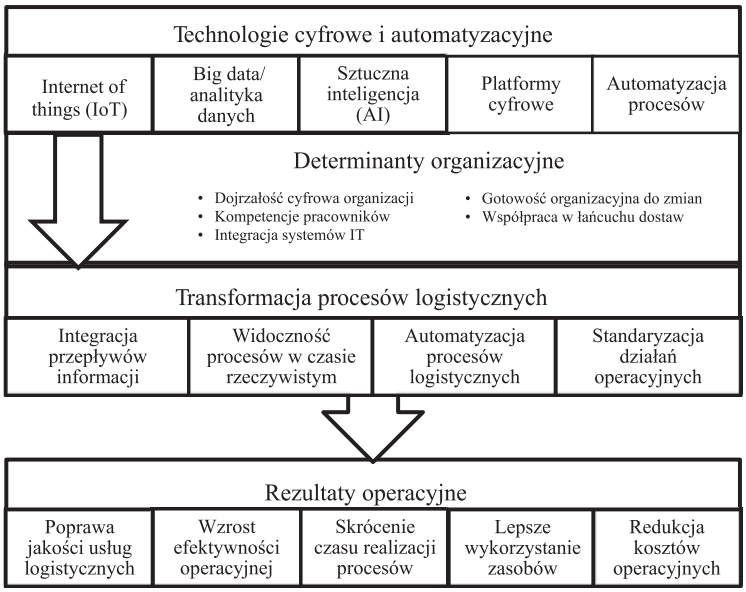
1. wpływie technologii cyfrowych na efektywność operacyjną procesów logistycznych,
2. roli koncepcji Przemysłu 4.0 w integracji systemów logistycznych,
3. organizacyjnych uwarunkowaniach wdrażania rozwiązań cyfrowych i automatyzacyjnych w przedsiębiorstwach logistycznych.

Analiza jakościowa pokazuje, że rezultaty badań dotyczących wpływu technologii cyfrowych i automatyzacyjnych na efektywność operacyjną i jakość usług logistycznych nie są w pełni jednoznaczne. Część badań koncentruje się na korzyściach wynikających z wdrażania technologii cyfrowych, wskazując na poprawę przejrzystości procesów logistycznych, wzrost kontroli operacyjnej oraz zwiększenie wydajności systemów logistycznych [Loske i Klumpp 2022; García-Dastugue i Eroglu 2018; Wu i in. 2023]. Autorzy innych opracowań zwracają natomiast uwagę na uzależnienie osiąganych rezultatów od kontekstu organizacyjnego przedsiębiorstwa i poziomu dojrzałości cyfrowej organizacji oraz ograniczanie efektów wdrożeń technologicznych przez bariery organizacyjne i kompetencyjne [Mathauer i Hofmann 2019; Facchini i in. 2019; Cichosz i in. 2020]. W literaturze podkreśla się również, że część badań ma charakter koncepcyjny lub przeglądowy i koncentruje się na potencjalnych korzyściach wynikających z koncepcji Logistyki 4.0 i Przemysłu 4.0, podczas gdy empiryczna weryfikacja tych założeń w praktyce przedsiębiorstw logistycznych jest w dalszym ciągu stosunkowo niewielka [Winkelhaus i Grosse 2020; Abdirad i Krishnan 2020; Mathauer i Hofmann 2019]. Różnice te wskazują, że wpływ technologii cyfrowych na efektywność operacyjną i jakość usług logistycznych ma charakter warunkowy i zależy zarówno od poziomu integracji technologicznej przedsiębiorstwa, jak i jego zdolności organizacyjnych do adaptacji nowych rozwiązań.

Analiza jakościowa wskazuje również, że literatura dotycząca cyfryzacji i automatyzacji w branży usług logistycznych koncentruje się przede wszystkim na zagadnieniach związanych z procesami logistycznymi, cyfryzacją operacji oraz oceną jakości i efektywności operacyjnej (co potwierdza wysoka częstotliwość występowania tych tematów w analizowanych publikacjach). Struktura tematyczna badań pokazuje jednocześnie, że obszary te są rozwijane w ramach wyraźnie wyodrębnionych nurtów badawczych,

obejmujących analizę zarówno efektów wdrożeń technologicznych, jak i uwarunkowań organizacyjnych oraz zarządczych transformacji cyfrowej. Zidentyfikowane wzorce tematyczne oraz kierunki badawcze pozwalają uporządkować rozproszony dorobek literatury w analizowanym obszarze i pokazują kluczowe zależności pomiędzy wdrażaniem technologii cyfrowych, transformacją procesów logistycznych i osiąganymi efektami operacyjnymi w przedsiębiorstwach z branży usług logistycznych. Jednocześnie wskazują na obszary wymagające dalszych pogłębionych badań empirycznych, zwłaszcza w zakresie uwarunkowań organizacyjnych wdrożeń oraz długookresowych efektów transformacji cyfrowej.

Na podstawie przeprowadzonej syntezy literatury zaproponowano model koncepcyjny przedstawiający relacje pomiędzy wdrażaniem technologii cyfrowych i automatyzacyjnych, transformacją procesów logistycznych oraz osiąganymi rezultatami w zakresie jakości usług i efektywności operacyjnej w przedsiębiorstwach z branży usług logistycznych (rys. 6).



Rysunek 6. Model koncepcyjny wpływu cyfryzacji i automatyzacji na jakość usług oraz efektywność operacyjną w branży usług logistycznych

Figure 6. Conceptual model of the impact of digitalization and automation on service quality and operational efficiency in the logistics services sector

Źródło: opracowanie własne

Source: own elaboration

Model ten pokazuje, że technologie cyfrowe oddziałują na jakość usług logistycznych i efektywność operacyjną przede wszystkim poprzez transformację procesów logistycznych, obejmującą zwiększenie widoczności operacji, integrację przepływów informacyjnych oraz automatyzację działań operacyjnych. Jednocześnie skuteczność wdrożeń

technologicznych jest uwarunkowana czynnikami organizacyjnymi, takimi jak poziom dojrzałości cyfrowej przedsiębiorstwa, posiadane kompetencje oraz integracja systemów informatycznych.

Charakterystyka analizowanych publikacji

Analizowany zbiór publikacji charakteryzuje się znacznym zróżnicowaniem podejść badawczych oraz kontekstów aplikacyjnych związanych z cyfryzacją i automatyzacją w branży usług logistycznych. Różnorodność ta dotyczy zarówno stosowanych metod badawczych, jak i zakresu problemów analizowanych w ramach wyselekcjonowanych publikacji. Główne nurty tematyczne koncentrują się wokół transformacji cyfrowej łańcucha dostaw, Logistyki 4.0, automatyzacji procesów biznesowych, integracji technologii cyfrowych (IoT, AI, big data) oraz ich wpływu na jakość procesów, efektywność operacyjną i zrównoważony rozwój.

Większość analizowanych publikacji odnosi się do branży usług logistycznych w ujęciu globalnym, z wyraźną przewagą przykładów z Europy i Azji, przy jednoczesnym niedoborze badań dotyczących regionów rozwijających się. Ponadto część badań ma charakter koncepcyjny lub przeglądowy, podczas gdy inne podejmują próby empirycznego potwierdzenia skuteczności wdrażanych rozwiązań cyfrowych.

Zróżnicowanie wynika również z zakresu jednostek analizy – od poziomu operacyjnego (np. zarządzanie magazynem, transport) po poziom strategiczny (np. transformacja modeli biznesowych w Logistyce 4.0). Autorzy niektórych publikacji poruszają zagadnienia relacyjne, takie jak integracja z klientem czy jakość współpracy, inni natomiast koncentrują się na aspektach technologicznych, obejmujących m.in. gotowość organizacyjną czy architekturę systemów cyfrowych [Cyplik i in. 2019; Queiroz i Fosso Wamba 2020; Wu i in. 2023; Facchini i in. 2019].

Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzony systematyczny przegląd literatury potwierdza rosnące znaczenie cyfryzacji i automatyzacji jako kluczowych determinant kształtujących jakość oraz efektywność operacyjną procesów logistycznych. W analizowanych badaniach technologie takie, jak internet rzeczy, rozwiązania oparte na analizie danych, inteligentne systemy logistyczne oraz platformy integrujące dane, są konsekwentnie wskazywane jako narzędzia zwiększające przejrzystość procesów, poprawiające wykorzystanie zasobów oraz wspierające efektywność operacyjną [Loske i Klumpp 2022; Urciuoli i Hintsa 2021; Nozari i in. 2022]. Jednocześnie wyniki badań pokazują, że efekty wdrożeń technologicznych zależą od czynników organizacyjnych, kompetencyjnych i kulturowych, w tym gotowości organizacyjnej, integracji systemów IT z zasobami ludzkimi oraz skutecznego zarządzania zmianą [Cichosz i in. 2020; Cyplik i in. 2019; Abdirad i Krishnan 2020; Mathauer i Hofmann 2019].

Analiza rozkładu publikacji w czasie wskazuje na wyraźną intensyfikację badań po roku 2018, co odzwierciedla aktualność i dynamiczny rozwój problematyki transformacji cyfrowej w branży usług logistycznych [Winkelhaus i Grosse 2020; Abdirad i Krishnan 2020]. Jednak pomimo znacznego wzrostu liczby publikacji w literaturze

nadal widoczne są istotne luki badawcze. Dotyczą one w szczególności ograniczonej liczby analiz długookresowych efektów wdrożeń, niedostatecznej reprezentacji badań dotyczących gospodarek rozwijających się oraz potrzeby pogłębionych badań empirycznych wskazywanej w pracach przeglądowych i koncepcyjnych [da Silva i in. 2023; Al Mashalah i in. 2022; Simonetto i in. 2022].

Analiza literatury wskazuje, że kluczowe determinanty sukcesu wdrożeń obejmują zarówno synchronizację czynników technologicznych, procesowych i organizacyjnych, jak i rozwój kompetencji cyfrowych pracowników oraz współpracę w ramach łańcucha dostaw [Cichosz i in. 2020; Perotti i in. 2022; Rathore i in. 2022]. Wdrożenie nowoczesnych technologii cyfrowych sprzyja standaryzacji i automatyzacji powtarzalnych działań, co przekłada się na zwiększoną stabilność procesów oraz poprawę wskaźników jakościowych i efektywności operacyjnej [Loske i Klumpp 2022; Wu i in. 2023]. Co istotne, efektywność operacyjna oceniana jest najczęściej przy wykorzystaniu wskaźników KPI związanych z czasem realizacji, kosztami, korzystaniem z zasobów i poziomem obsługi klienta [Wudhikarn i in. 2018; Wu i in. 2023].

Z perspektywy praktycznej wyniki przeglądu wskazują, że transformacja cyfrowa w branży usług logistycznych powinna być traktowana jako proces organizacyjno-technologiczny wymagający równoległego rozwoju infrastruktury cyfrowej, kompetencji pracowników oraz dojrzałości procesowej przedsiębiorstw logistycznych [Facchini i in. 2019; Cyplik i in. 2019; Mathauer i Hofmann, 2019]. Niniejszy przegląd literatury przyczynia się do uporządkowania dotychczasowego dorobku badawczego w obszarze cyfryzacji i automatyzacji w branży usług logistycznych i wskazuje kierunki dalszych badań, obejmujące pogłębione analizy empiryczne, prowadzenie badań w zróżnicowanych kontekstach regionalnych i geograficznych oraz ocenę długoterminowych efektów wdrożeń technologii cyfrowych i automatyzacyjnych [Simonetto i in. 2022; da Silva i in. 2023].

Bibliografia

Abdirad M., Krishnan K., 2020: Industry 4.0 in logistics and supply chain management: A systematic literature review, Engineering Management Journal 33(3), 187–201, https://doi.org/10.1080/10429247.2020.1783935

Aghaei Chadegani A., Salehi H., Yunus M.M., Farhadi H., Fooladi M., Farhadi M., Ebrahim N.A., 2013: A comparison between two main academic literature collections: Web of Science and Scopus databases, Asian Social Science 9(5), 18–26. https://doi.org/10.5539/ass.v9n5p18

Al Mashalah H., Hassini E., Gunasekaran A., Bhatt D., 2022: The impact of digital transformation on supply chains through e-commerce: literature review and a framework, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review 165, 102837, https://doi.org/10.1016/j.tre.2022.102837

Alshahrani S.T., 2023: Industry 4.0 in "Major Emerging Markets": A Systematic Literature Review of Benefits, Use, Challenges, and Mitigation Strategies in Supply Chain Management, Sustainability 15(20), 14811, https://doi.org/10.3390/su152014811

Ben-Daya M., Hassini E., Bahroun Z., 2019: Internet of things and supply chain management: a literature review, International Journal of Production Research 57(15–16), 4719–4742, https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1402140

Boysen N., de Koster R., Weidinger F., 2019: Warehousing in the e-commerce era: a survey, European Journal of Operational Research 277(2), 396–411, https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.08.023

Chauhan C., Singh A., 2020: A review of Industry 4.0 in supply chain management studies, Journal of Manufacturing Technology Management 31(5), 863–886, https://doi.org/10.1108/JMTM-04-2018-0105

Cichosz M., Wallenburg C.M., Knemeyer A.M., 2020: Digital transformation at logistics service providers: barriers, success factors and leading practices, The International Journal of Logistics Management 31(2), https://doi.org/10.1108/IJLM-08-2019-0229

Cyplik P., Oleskow-Szlapka J., Tobola A., Adamczak M., 2019: Building a model for assessing the maturity of Polish enterprises in terms of Logistics 4.0 assumptions, Business Logistics in Modern Management 19, 105–120.

Facchini F., Oleśków-Szłapka J., Ranieri L., Urbinati A., 2019: A Maturity Model for Logistics 4.0: An Empirical Analysis and a Roadmap for Future Research, Sustainability 12(1), https://doi.org/10.3390/su12010086

García-Dastugue S.J., Eroglu C., 2018: Operating performance effects of service quality and environmental sustainability capabilities in logistics, Journal of Supply Chain Management 55(3), https://doi.org/10.1111/jscm.12185

Hofmann E., Rüsch M., 2017: Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics, Computers in Industry 89, 23–34, https://doi.org/10.1016/j.compind.2017.04.002

Khan S., Singh R., Haleem A., Dsilva J., Ali S.S., 2022: Exploration of critical success factors of Logistics 4.0, A DEMATEL Approach, Logistics 6(1), 13, https://doi.org/10.3390/logistics6010013

Loske D., Klumpp M., 2022: Verifying the effects of digitalisation in retail logistics: an efficiency-centred approach, International Journal of Logistics Research and Applications 25(2), 203–227, https://doi.org/10.1080/13675567.2020.1815681

Mathauer M., Hofmann E., 2019: Technology adoption by logistics service providers, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management 49(4), 416–434, https://doi.org/10.1108/ijpdlm-02-2019-0064

Mentzer J.T., Flint D.J., Hult G.T.M., 2001: Logistics service quality as a segment-customized process, Journal of Marketing 65(4), 82–104, https://doi.org/10.1509/jmkg.65.4.82.18390

Nozari H., Szmelter-Jarosz A., Ghahremani-Nahr J., 2022: Analysis of the challenges of Artificial Intelligence of Things (AIoT) for the smart supply chain (case study: FMCG industries), Sensors 22(8), https://doi.org/10.3390/s22082931

Page M.J., McKenzie J.E., Bossuyt P.M., Boutron I., Hoffmann T.C., Mulrow C.D. i in., 2021: The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews, BMJ 372, n71, https://doi.org/10.31222/osf.io/v7gm2

Parola F., Satta G., Buratti N., Vitellaro F., 2021: Digital technologies and business opportunities for logistics centres in maritime supply chains, Maritime Policy & Management 48(4), 461–477, https://doi.org/10.1080/03088839.2020.1802784

Perotti S., Santacruz R.F.B., Bremer P., Beer J.E., 2022: Logistics 4.0 in warehousing: a conceptual framework of influencing factors, benefits and barriers, The International Journal of Logistics Management 33(5), 193–220, https://doi.org/10.1108/ijlm-02-2022-0068

Queiroz M.M., Fosso Wamba S., 2020: The Role of Digital Connectivity in Supply Chain and Logistics Systems: A Proposed SIMPLE Framework, [w:] M. Hattingh, M. Matthee, H. Smuts, I. Pappas, Y. Dwivedi, M. Mäntymäki (red.), Responsible Design, Implementa-

tion and Use of Information and Communication Technology. I3E 2020. Lecture Notes in Computer Science 12066. Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-030-44999-5_7

Rathore B., Gupta R., Biswas B., Srivastava A., Gupta S., 2022: Identification and analysis of adoption barriers of disruptive technologies in the logistics industry, The International Journal of Logistics Management 33(5), 136–169, https://doi.org/10.1108/IJLM-07-2021-0352

da Silva R.M., Frederico G.F., Garza-Reyes J.A., 2023: Logistics service providers and Industry 4.0: a systematic literature review, Logistics 7(10, https://doi.org/10.3390/logistics7010011

Simonetto M., Sgarbossa F., Battini D., Govindan K., 2022: Closed loop supply chains 4.0: from risks to benefits through advanced technologies. A literature review and research agenda, International Journal of Production Economics 253, 108582, https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108582

Śledziewska K., Włoch R., 2020: Gospodarka cyfrowa. Jak nowe technologie zmieniają świat, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, https://doi.org/10.31338/uw.9788323541943

Tang C.S., Veelenturf L.P., 2019: The strategic role of logistics in the Industry 4.0 era, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review 129, 1–11, https://doi.org/10.1016/j.tre.2019.06.004

Tranfield D., Denyer D., Smart P., 2003: Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review, British Journal of Management 14(3), 207–222, https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375

Urciuoli L., Hintsa J., 2021: Can digital ecosystems mitigate risks in sea transport operations? Estimating benefits for supply chain stakeholders, Maritime Economics & Logistics 23(2), 237–267, https://doi.org/10.1057/s41278-020-00163-6

Wilczyński W., 2014: Pomiar efektywności a cele przedsiębiorstw, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego 803, 547–558.

Winkelhaus S., Grosse E.H., 2020: Logistics 4.0: a systematic review towards a new logistics system, International Journal of Production Research 58(10, 18–43, https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1612964

Wu X.Y., Wang Q., Wang L., Zhao X.D., 2023: Customer integration and the performance of third-party logistics firms: a moderated mediation model, International Journal of Logistics Research and Applications 26(6), https://doi.org/10.1080/13675567.2021.1969349

Wudhikarn R., Chakpitak N., Neubert G., 2018: A literature review on performance measures of logistics management: an intellectual capital perspective, International Journal of Production Research 56(13), 4490–4520, https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1431414