

dr hab. inż. Adam Sadowski, prof. UŁ

E-mail: adam.sadowski@uni.lodz.pl; nr ORCID: 0000-0002-8608-5118

Uniwersytet Łódzki, Katedra Analizy i Strategii Przedsiębiorstwa, Instytut Logistyki i Informatyki

Logistyka zrównoważona — główne kierunki rozwoju

Sustainable logistics — main directions of development

Celem artykułu jest określenie głównych kierunków prowadzenia rozwoju logistyki zrównoważonej oraz przedstawienie modelu prowadzenia badań. Podstawą w procesie wnioskowania był tematyczny przegląd literatury anglojęzycznej z wykorzystaniem światowego katalogu zasobów worldcat.org dla zasobów z lat 1996–2019. Określono pięć głównych kierunków rozwoju logistyki zrównoważonej takich, jak: konceptualizacja i modelowanie, polityka i prawo, efektywność i koszty, mierniki i wskaźniki środowiskowe oraz siły, determinanty i aspekty rozwoju. Zaproponowano model prowadzenia badań nad logistyką zrównoważoną, który ma charakter otwarty i może być odnoszony do dowolnej dziedziny, obejmujący trzy warstwy: dziedziny badań, tworzenie wartości oraz zmiany w teorii logistyki.

Słowa kluczowe:

logistyka zrównoważona, modele rozwoju, zrównoważony rozwój

The purpose of the article is to define the main directions of sustainable logistics development and to present a research model. The basis for the application process was a thematic review of English-language literature using the worldcat.org world resource catalog for resources from 1996–2019. Five main directions of sustainable logistics development were identified, such as conceptualization and modeling, policy and law, efficiency and costs, environmental measures and indicators as well as forces, determinants and development aspects. A model for conducting research on sustainable logistics was proposed covering three layers: research fields, value creation and changes in logistics theory, which is open and can be applied to any field.

Key words:

sustainable logistics, development models, sustainability

JEL: M20, Q56

Wprowadzenie

Dynamiczny rozwój logistyki, zwłaszcza w warstwie działań praktycznych, przyczynił się do powstania wielu opracowań naukowych odnoszących się do współcześnie występujących problemów logistycznych, wśród których ważne miejsce zajmuje kwestia wzajemnych powiązań logistyki i ekologii. Problem włączenia do rozważań nad logistyką kwestii ekologicznych wynika z przyjęcia nowych założeń rozwoju społeczno-gospodarczego w postaci idei gospodarki cyrkulacyjnej (Sadowski, 2015) wymuszającej radykalną zmianę w dotychczasowych modelach procesów gospodarowania. Pomimo istnienia znaczącej liczby publikacji poświęconych kwestiom logistyki zrównoważonej brak jest głębszej refleksji teoretycznej zarówno nad jej istotą, jak i dyscypliną metodyczną, w ramach której należy prowadzić badania empiryczne.

Celem artykułu jest próba uporządkowania i syntezy istniejących ujęć teoretycznych odnoszących się

do logistyki zrównoważonej w oparciu o krytyczny przegląd literatury. Głównym celem dokonanego przeglądu literatury jest poszukiwanie odpowiedzi na pytanie o usytuowanie logistyki zrównoważonej w obszarach badawczych. Posłużyło ono do określania głównych kierunków rozwoju logistyki zrównoważonej oraz zaproponowania modelu prowadzenia badań.

Metodologia badań

W celu określenia uwarunkowań powstania i rozwoju logistyki zrównoważonej, a także zrozumienia jej istoty i teoretycznych podstaw, dokonano tematycznego przeglądu literatury wykorzystując w tym celu największy światowy katalog bibliotek worldcat.org, wpisując w polu wyszukiwania termin logistyka zrównoważona. W badaniach ograniczono zakres czasowy poszukiwań do lat 1996–2019 uwzględniając jedynie takie rodzaje opracowań, jak monografie do-

stępne w wersji drukowanej i elektronicznej oraz prace awansowe. Biorąc pod uwagę umiędzynarodowienie i światowy zasięg oddziaływania badań analizie poddano jedynie opracowania opublikowane w języku angielskim. W procesie badawczym uzyskano łącznie 67 wyników, z których ostatecznie po usunięciu powtarzających się publikacji uwzględniono w pierwszym etapie badań 48 publikacji. Następnie, po zapoznaniu się ze streszczeniami, do ostatecznego etapu badań zakwalifikowano 17 publikacji stanowiących podstawę do określenia głównych kierunków i nurtów badawczych w obszarze logistyki zrównoważonej.

Przegląd literatury

Logistyka zrównoważona stanowi szerokie spektrum działań praktycznych ukierunkowanych na osiągnięcie równowagi w triadzie gospodarka-społeczeństwo-środowisko, co znajduje odzwierciedlenie w istnieniu wielu obszarów i dziedzin, w których prowadzone są badania, które można ująć w jej ramach teoriopoznawczych. W-R. Bretzke i Bakrawi (Bretzke i Barkawi, 2013) przeprowadzili studia literaturowe i zaproponowali uniwersalną definicję terminu *sustainability*, która może być wykorzystana do dalszych badań nad logistyką zrównoważoną. Porównanie obejmuje nowe wyzwania w odniesieniu do istniejących modeli z uwzględnieniem procesów i architektury sieci i systemów logistycznych. D.B. Grant i in. (Grant, Trautrim, Wong, 2015) przedstawili zasady i praktyki logistyki zrównoważonej oraz odpowiedzialne zarządzanie całym łańcuchem dostaw. Wskazali oni na traktowanie terminu *sustainability* w kategorii nauki używając sformułowania *sustainability science* oraz znaczenie wpływu *sustainability* na łańcuch dostaw. C. Macharis (Macharis, 2014) dokonała przeglądu stanu badań nad logistyką zrównoważoną przyjmując model czterech A logistyki zrównoważonej. Zawiera on konceptualizację logistyki zrównoważonej przez pryzmat świadomości, unikania negatywnych środowiskowo działań, przenoszeniu towarów do ekologicznych gałęzi transportu i udziału nowych technologii. G. Palak (Palak, 2013) opracował modele decyzyjne wspomagające przedsiębiorstwo w podejmowaniu decyzji w obszarach zrównoważonego zarządzania logistycznego i transportu. Głównym celem konstrukcji modeli była minimalizacja całkowitych kosztów uzupełniania zapasów oraz redukcja emisji z tym związanych. Analizie zostały poddane efekty *tradeoffs* pomiędzy kosztami i emisjami w łańcuchu dostaw produktów szybko psujących się. S. Digiesi i in. (Digiesi, Mascolo, Mossa, Mummolo, 2016) skierowali rozważania w stronę głównych wyzwań wpływających na nowoczesną logistykę i zarządzanie łańcuchami dostaw rozpatrując pięć głównych obszarów tematycznych:

- 1) Strategie i zarządzanie łańcuchami dostaw,
- 2) Technologie ICT wspierające logistykę i modele biznesowe,
- 3) Pionową i poziomą współpracę,
- 4) Inteligentne huby,
- 5) Politykę dla zrównoważonej logistyki.

Zwrócono uwagę na zrównoważony inteligentny system transportowy w kontekście jego efektywności, kosztów, bezpieczeństwa, niezawodności i konkurencyjności. Podkreślono potrzebę istnienia różnorodności łańcuchów dostaw, logistyki i opcji transportu oraz wskazano na nowe podejścia do zagadnienia koordynacji w modelach zarządzania. P. Golińska-Dawson i in. (Golinska-Dawson i Kolinski, 2017) wskazali, że troska o środowisko naturalne wymaga by logistyka nie tylko była postrzegana przez pryzmat efektywności, ale stanowiła istotny wkład do realizacji zrównoważonego rozwoju. Przedstawili oni rezultaty projektu OECD TRILOG zwracając uwagę na możliwe propozycje promujące rozwój polityk promujących efektywną i zrównoważoną logistykę międzynarodową. T. Kramberger i in. (Kramberger, Potocan, Ipavec, 2016) wskazali na ostatnie rezultaty badań w dziedzinie zarządzania i logistyki z perspektywy *sustainability*. Zwrócili oni także uwagę na nowo powstałe procedury i akty prawne, które są krytyczne dla sektora transportu. M. Kühn i in. (Kühn, Bremen, Wirtschaft, 2012) w badaniach zajęli się koncepcją zrównoważonego zarządzania łańcuchami dostaw (SuSCM) w kontekście czynników wpływających na jej wdrożenie takich, jak: oczekiwania różnych grup interesariuszy, presja rządów, presja środowiska naturalnego, oraz oczekiwania społeczne. Przyjęty w badaniach nurt interpretacyjny został odniesiony do trzech zasadniczych aspektów SuSCM — ekonomicznego, ekologicznego oraz społecznego. C. Macharis i Van Mierlo (Macharis i Van Mierlo, 2013) przeprowadzili badania nad zrównoważoną mobilnością i logistyką podkreślając szczególny wpływ czynników społecznych na rozwój nowych koncepcji. Przedstawiono podstawy metodologiczne badań nad zrównoważoną mobilnością i logistyką takie, jak: ocena wpływu (*impact assessment*), socjoekonomiczne narzędzia oceny oraz modele symulacyjne oparte na GIS (Global Information System). A. McKinnon (McKinnon, 2015) przeprowadzili badania nad sposobami osiągnięcia bardziej zrównoważonej równowagi między celami ekonomicznymi, ekologicznymi i społecznymi. Wśród problemów badawczych znalazły się: e-biznes, e-logistyka i środowisko naturalne, projektowanie sieci w logistyce dystrybucji inspirowane naturą oraz przegląd badań nad zieloną logistyką w różnych częściach świata (Ameryce Północnej, Ameryce Łacińskiej i Południowo-Wschodniej Azji) oraz nowe wyzwania dla zielonej logistyki. M. Amorim i in. (Amorim, Ferreira, Vieira Junior, i Prado, 2016) przeprowadzili badania nad zrównoważonymi systemami transportowymi wskazując, że ich rozwój

nie stanowi wyłącznie kwestii adaptacji innowacji technologicznych w poprawie wyników ujmowanych w kategoriach społeczeństwa, planety i zysków (*people, planet, profit*), ale wymaga on również szerszego spojrzenia od strony organizacji, przemian społecznych, instytucji i wzorców zachowania — teorii behawioralnej. Autorzy konkludują, że zarówno mechanizmy wolnego rynku jak i sektor publiczny nie odgrywają kluczowej roli w przechodzeniu do gospodarki zrównoważonej. Przeprowadzone badania obejmowały szeroki zakres tematyczny, uwzględniając zwrot w podejściu do zarządzania łańcuchem dostaw od podażowego do popytowego mechanizmu tworzenia przepływów oraz logistykę zrównoważoną z uwzględnieniem dystrybucji miejskiej i globalnych przepływów zachodzących w ramach zamkniętej pętli łańcucha dostaw. S. Digiesi i in. (Digiesi i in., 2016) przeprowadzili badania nad nowymi modelami zapasów uwzględniającymi koszty efektów zewnętrznych, które są rozpatrywane łącznie z kosztami logistycznymi. Internalizacja kosztów efektów zewnętrznych prowadzi do nowego spojrzenia na rachunków kosztów logistycznych w obszarze transportu i przemysłowych systemów produkcyjnych. Zaproponowano także taksonomię kosztów zewnętrznych oraz ponownie zdefiniowano koncepcję ekonomicznej wartości zamówienia EOQ (*Economic Order Quantity*) zastępując ją nową koncepcją zrównoważonej wielkości zamówienia SOQ (*Sustainable Order Quantity*) do której zostały włączone efekty zewnętrzne. J.Q.F. Neto (eto, J.Q.F., 2006) przeprowadził badania obejmujące analizę efektywności w przedsiębiorstwach i określili szerszy kontekst łańcucha dostaw poprawiający *sustainability*. Teoretyczno-empiryczny charakter rezultatów analizy efektywności w łańcuchu dostaw obejmował operacyjne, ekonomiczne, środowiskowe oraz społeczne aspekty i wskazywał na możliwości poprawy zrównoważenia operacji łańcucha dostaw. J.R. Brown (Brown J. R., 2013) przeprowadził badania obejmujące włączenie emisji do opartych na kosztach modeli transportu drogowego towarów, które mogą być wykorzystane do rozwiązania problemu ostatniej mili (*last mile problem*). W modelach dostaw dokonano porównań wariantów o najniższych kosztach dostawy z tymi o najniższych emisjach stosując podejście stochastyczne i modele łańcuchów dostaw z rozkładem dyskretnym. Badania obejmowały różne warianty dostaw, takie jak handel elektroniczny i tradycyjny i określały emisje związane z przyjęciem określonej strategii dostaw towarów do klienta. P. Ryan (Ryan, 2010) wykorzystał pogłębione studia przypadków, obejmujące zasięgiem doświadczenia światowe do określenia drogi, jaką pokonały przedsiębiorstwa zanim osiągnęły równowagę. Szczególna uwaga została skierowana na główne etapy oraz rozwiązania — proces zarządzania w badanych przedsiębiorstwach. J.Q.F. Neto, (Neto, J.Q.F., 2007) przeprowadził badania obejmujące projekto-

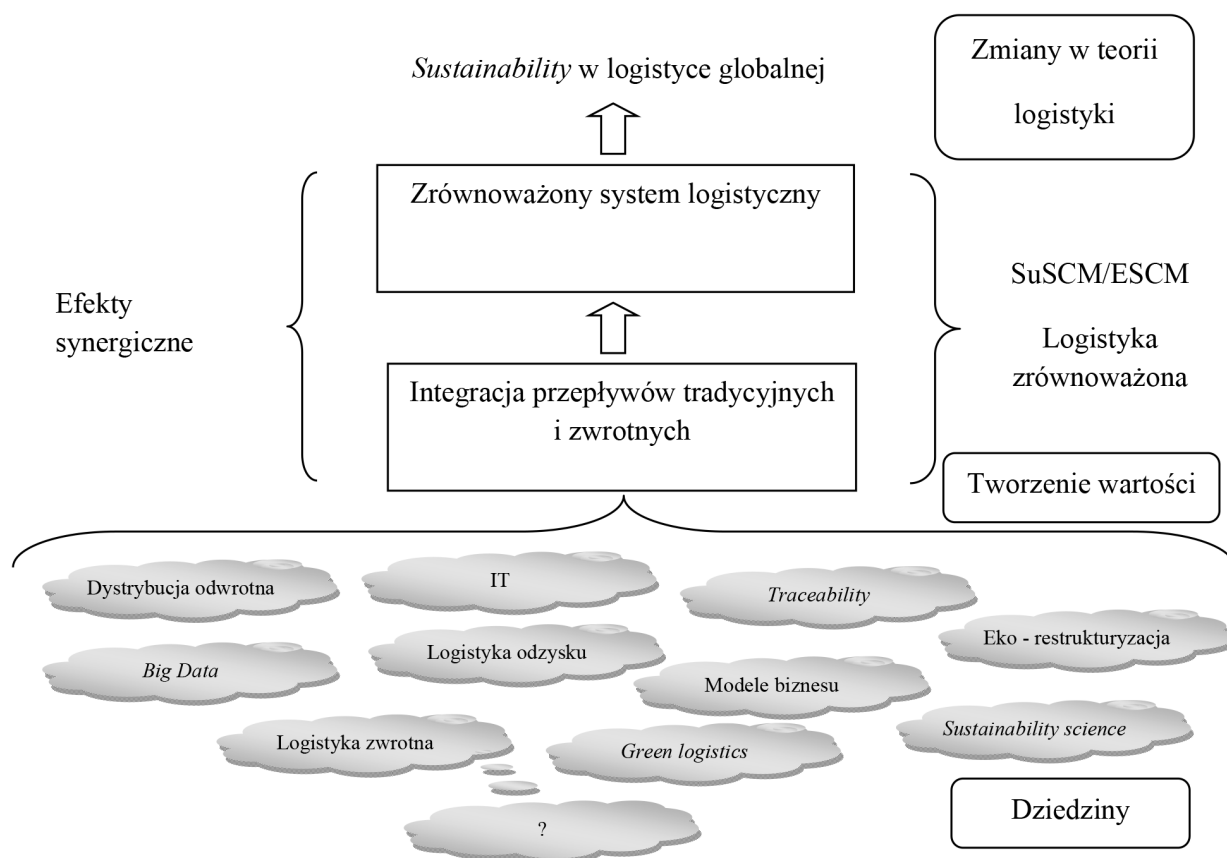
wanie rozbudowanej sieci recyklingu w Niemczech, wykorzystując algorytm obliczeniowy uwzględniający trzy cele: minimalizację kosztów, skumulowane zapotrzebowanie na energię oraz odpady w sieci logistyki zwrotnej. J. Mao (Mao, 2012) przeprowadził badania nad aktualnym stanem przemysłu logistycznego w Wielkiej Brytanii i jego środowiskowym zrównoważeniem. Badania obejmowały 14 zrównoważonych mierników, które odgrywają znaczącą rolę w relacjach międzyorganizacyjnych. Zostali w nich uwzględnieni zarówno operatorzy logistyczni jak i użytkownicy usług logistycznych. Badania wykazały, że rola jaką pełnią uczestnicy występujący w relacjach ma wpływ zarówno na percepcję jak i zachowania w logistyce zrównoważonej. Potwierdziły również efektywność kosztową jako dodatkowy czynnik krytyczny wpływający na zrównoważoną politykę przedsiębiorstw. Ainoa Mazeika Bilbao i in. (Bilbao, Thorn, Hewitt, 2011) przeprowadziła badania, których celem było stworzenie modelu określającego wpływ materiału z których wytworzone są palety, procesu wytwarzania, dystrybucji oraz systemu zwrotu na mierniki środowiskowe, takie jak emisja dwutlenku węgla oraz koszty. Badania zostały oparte na dużym przedsiębiorstwie dystrybucyjnym zajmującym się dystrybucją artykułów spożywczych działającym w Northeast.

Model prowadzenia badań nad logistyką zrównoważoną

Rezultaty przeprowadzonego tematycznego przeglądu literatury pozwoliły na wyodrębnienie pięciu głównych obszarów tematycznych (tab. 1), w ramach których koncentrują się zarówno rozważania teoretyczne, jak i badania empiryczne nad logistyką zrównoważoną. Zostały one także wykorzystane do stworzenia autorskiego modelu prowadzenia badań nad logistyką zrównoważoną. Obszary te mogą być traktowane jako pola badawcze nakreślające główne kierunki rozwoju logistyki zrównoważonej. Pierwszy obszar badawczy odnosi się do stwierdzenia, że logistyka zrównoważona z punktu widzenia teorii poznania (epistemologii) jest postrzegana przez pryzmat zarządzania logistycznego i zarządzania łańcuchami dostaw, czyli przez pryzmat procesu decyzyjnego kształtującego procesy logistyczne i łańcucha dostaw zorientowane na osiągnięcie celów organizacji. Przyjęta w logistyce zrównoważonej wiązka celów, obejmuje przede wszystkim cele ekonomiczne, środowiskowe i społeczne postrzegane przez pryzmat wzajemnej równowagi między nimi. W konsekwencji w dyskursie naukowym pojawia się pytanie o fazę rozwoju, w której znajduje się logistyka zrównoważona. Do głównych dotychczas nierozwiązanych kwestii teoriopoznawczych należy zaliczyć takie, jak:

Rysunek 1

Model prowadzenia badań nad logistyką zrównoważoną



Źródło: opracowanie własne.

- 1) brak jednoznacznego rozumienia pojęcia logistyka zrównoważona w postaci propozycji kompleksowej definicji obejmującej wykrystalizowane główne pola badawcze,
- 2) przyjęta w literaturze stopniowalność kategorii *sustainability* wpływa na postrzeganie logistyki zrównoważonej przez pryzmat poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego kraju i regionu,
- 3) konceptualizacja logistyki zrównoważonej oparta jest na różnym usytuowaniu jej istoty, celów i zadań w takich obszarach badawczych, jak zarządzanie sieciami dostaw, logistyka miejska czy transport miejski.

Wymienione kwestie rzutują na istnienie wielu odmiennych podejść do konceptualizacji logistyki zrównoważonej, co jest zjawiskiem typowym dla wczesnej fazy rozwoju tworzenia teorii. Dlatego w artykule zaproponowano model prowadzenia badań nad logistyką zrównoważoną zawierający trzy warstwy poznawcze. Pierwszą, stanowiącą podstawę do budowy teorii logistyki zrównoważonej, obejmującą dziedziny, w których aktualnie prowadzone są badania nad różnymi komponentami logistyki zrównoważonej. Drugą, odnoszącą się do tworzenia efektów synergicznych,

zarówno na poziomie procesów logistycznych jak i zarządzania łańcuchem dostaw. Ostatnia warstwa ma charakter najbardziej ogólny i koncentruje się na przekształcaniu logistyki globalnej w globalną logistykę zrównoważoną zmieniając międzynarodowe łańcuchy dostaw.

Drugim obszarem badawczym, w którym usytuowane są dociekania naukowe nad logistyką zrównoważoną jest prawna i politologiczna perspektywa postrzegania logistyki zrównoważonej. Z jednej strony dotyczy to regulacji prawnych o charakterze obowiązkowych zachowań organizacyjnych, które wymuszają równowagę na poziomie procesów logistycznych i transportowych, a przez to dążenie do osiągnięcia celów organizacji z uwzględnieniem 3BL (Triple Bottom Line). Z drugiej strony jest to kwestia kształtowania ogólnych relacji w postaci zasad polityki na poziomie międzynarodowej wymiany handlowej i preferowania organizacji spełniających przyjęte normy zarówno społeczne, środowiskowe jak i etyczne. Trzeci i czwarty obszar badawczy odnoszący się do zagadnień efektywnościowych, takich jak koszty oraz stosowanie różnorodnych zintegrowanych mierników i wskaźników sytuuje logistykę zrównoważoną

Tabela 1

Główne kierunki badań nad logistyką zrównoważoną

1. Konceptualizacja i modelowanie	
W-R. Bretzke (2013); C. Macharis (2014); D.B. Grant (nn); G. Palak (2013)	Zdefiniowanie i konceptualizacja logistyki zrównoważonej. Modele logistyki zrównoważonej. Zasady i praktyki logistyki zrównoważonej. Odpowiedzialne zarządzanie łańcuchem dostaw. Modele decyzyjne wspomagające podejmowanie decyzji w obszarach zrównoważonego zarządzania logistycznego i transportu
2. Polityka i prawo	
S. Digiesi (2016); T. Krambereger (2016); P. Golińska-Dawson (2017)	Polityka dla zrównoważonej logistyki. Systemy transportowe w zrównoważonej logistyce. Procedury i akty prawne w zrównoważonym transporcie i logistyce. Polityka promująca efektywną i zrównoważoną logistykę międzynarodową.
3. Efektywność i koszty w logistyce zrównoważonej	
S. Digiesi (2016); J.Q.F. Neto, (2006); J.R. Brown (2013)	Taksonomia kosztów zewnętrznych. Koncepcja zrównoważonej wielkości zamówienia (SOQ). Rozszerzona analiza efektywności zarządzania łańcuchami dostaw o kwestie środowiskowe. Modele kosztów transportu drogowego towarów z uwzględnieniem emisji przy rozwiązywaniu problemu ostatniej mili.
4. Mierniki i wskaźniki środowiskowe	
A.M. Bilbao (2011); J. Mao (2012)	Modelowanie wpływu funkcjonowania systemu obiegu palet na mierniki środowiskowe. Zrównoważone mierniki i wskaźniki w kształtowaniu relacji międzyorganizacyjnych. Zachowania organizacyjne i percepcja logistyki zrównoważonej.
5. Siły, determinanty i aspekty rozwoju	
P. Ryan (2010); M. Kuhn (2012); C. Macharis (2013); A. McKinnon (2015); M. Amorim (2016)	Procesy zarządcze w dochodzeniu do logistyki zrównoważonej. Aspekty ekonomiczne, ekologiczne i środowiskowe logistyki zrównoważonej. SuSCM. Podstawy metodologiczne badań nad zrównoważoną mobilnością i logistyką. Wpływ czynników społecznych na zrównoważoną mobilność i logistykę. Sposoby osiągania równowagi pomiędzy celami ekonomicznymi, ekologicznymi i społecznymi. Wieloczynnikowa analiza tworzenia zrównoważonych systemów transportowych.

Źródło: opracowanie własne.

w obszarze analizy ekonomiczno- środowiskowej i w mniejszym stopniu analizy w obszarze odpowiedzialności biznesu. Z punktu widzenia rozwoju łańcuchów dostaw sterowanych popytem duże znaczenie ma rozwiązywanie problemu ostatniej mili w postaci koncepcji i modeli łańcuchów dostaw zorientowanych na pełne zaspokojenie różnorodnych potrzeb klientów przy minimalizacji emisji CO₂. Piąty obszar badawczy zorientowany jest na identyfikację sił i trendów sprzyjających rozwojowi logistyki zrównoważonej oraz innych koncepcji logistycznych, zorientowanych na rozwiązywanie problemów środowiskowych. Znalazły się w nim zarówno zagadnienia odnoszące się do modyfikacji istniejących koncepcji zarządzania logistycznego, jak i problemy tworzenia zrównoważonych systemów transportowych. Pod względem zróżnicowania tematycznego obszar ten jest najbardziej złożony i niejednorodny.

Wnioski

Logistyka zrównoważona może być traktowana jako rozwijający się nurt badań w logistyce i zarządzaniu łańcuchami dostaw zorientowany na całościowe

rozwiązywanie współczesnych wyzwań stojących przed zaprojektowanymi w przeszłości systemami logistycznymi. Globalny charakter problemów środowiskowych sprawia, że logistyka zrównoważona — ujmująca całościowo ogół zagadnień związanych z zachodzącymi interakcjami pomiędzy ekosystemem a systemami logistycznymi — stanowi kolejny, bardziej dojrzały nurt prowadzenia badań w porównaniu do takich koncepcji, jak logistyka recyklingu, logistyka odpadów czy logistyka zwrotna. Stanowi ona rezultat przejścia od węższego „przedmiotowego” ujmowania kwestii środowiskowych, takich jak odpady, zasoby, emisje w postaci konkretnych koncepcji, do szerszej perspektywy poznawczej i zintegrowanego traktowania wszystkich oddziaływań z perspektywy teorii logistyki i zarządzania łańcuchami dostaw. Biorąc pod uwagę zidentyfikowane w tematycznym przeglądzie literatury obszary dociekań, w których zawiera się logistyka zrównoważona należy dostrzec jej wczesną fazę rozwoju. Znajduje to potwierdzenie w braku istnienia powszechnie akceptowanej definicji logistyki zrównoważonej jak i ogólnej konceptualizacji, czyli określenia jej ram teoriopoznawczych. Badania dowodzą, że jest ona postrzegana m.in. przez pryzmat zrównoważonej mobilności, zrównoważonej

ważonych systemów logistycznych, transportowych, łańcuchów dostaw czy sieci logistycznych. Wskazane perspektywy badawcze dla rozwiązania problemów środowiskowych na gruncie teorii logistyki i zarządzania łańcuchami dostaw są bardzo zróżnicowane i prowadzą do pytań o wybór modelu prowadzenia badań nad logistyką zwrótną. Jest to istotne, gdyż model ten decyduje o szybkości przekształcania logi-

styki globalnej w zrównoważoną logistykę globalną i prowadzi do głębokich zmian w strukturach logistycznych.

Przeprowadzone wnioski są ograniczone wyłącznie do przedstawionego procesu badawczego i stanowią podstawę do dalszych bardziej prac nad konceptualizacją i modelowaniem logistyki zrównoważonej.

Bibliografia

- Amorim, M., Ferreira, C., Vieira Junior, M., Prado, C. (2016). *Engineering Systems and Networks: the Way Ahead for Industrial Engineering and Operations Management*. Springer
- Bretzke, W. -R., Barkawi, K. (2013). *Sustainable logistics: responses to a global challenge*. Springer
- Brown, J. R., (2013). *Stochastic and discrete green supply chain delivery models*. Kent State University.
- Digiesi, S., Mascolo, G., Mossa, G., Mummolo, G. (2016). *New models for sustainable logistics: internalization of external costs in inventory management*.
- Golinska-Dawson, P., Kolinski, A. (2017). *Efficiency in Sustainable Supply Chain*.
- Grant, D. B., Trautrim, A., Wong, C. Y. (2015). *Sustainable Logistics and Supply Chain Management* (Revised Edition).
- Kramberger, T., Potocan, V., Ipavec, V. M. (2016). *Sustainable logistics and strategic transportation planning*.
- Kühn, M., Bremen., U., Wirtschaft., I. A. (2012). *Dryports: local solutions for global transport challenges: a study by the Institute Labour and Economy (IAW) of the University of Bremen*. Frankfurt am Main; New York: Peter Lang.
- Macharis, C. (2014). *Sustainable logistics*. Bingley: Emerald.
- Macharis, C., Van Mierlo, J. (2013). *Sustainable mobility and logistics*. Brussel: Academic & Scientific Publ.
- Bilbao, A. M., Thorn, B., Hewitt, M. (2011). *Environmental impact analysis of alternative pallet management systems*.
- McKinnon, A. C. (2015). *Green logistics improving the environmental sustainability of logistics*.
- Palak, G. (2013). *Optimization models for cost efficient and environmentally friendly supply chain management*. Mississippi State University, University., M. S., & Department of Industrial and Systems Engineering.
- Neto, J. Q. F. (2006). *Designing and evaluating sustainable logistics networks*. Rotterdam: Erasmus Research Institute of Management (ERIM).
- Neto, J. Q. F. (2007). *A methodology for assessing eco-efficiency in logistics networks*. Rotterdam: Erasmus Research Institute of Management (ERIM).
- Ryan, P. (2010). *Sustainable logistics: towards the development of environmentally conscious supply chains*/Paul Ryan.
- Sadowski, A. (2015). *Restrukturyzacja logistyki i zarządzania łańcuchami dostaw w obliczu wyzwań gospodarki cyrkulacyjnej*. *Studia Ekonomiczne* (Katowice), 185–192.
- J. Mao (2012) *Sustainable development for the logistics industry in the UK*.

Gospodarka Materiałowa i Logistyka



www.gmil.pl

tel. 795 155 583

00-252 Warszawa

ul. Podwale 17