

**NOWE PERSPEKTYWY ZIELONEJ LOGISTYKI:
PRZEGLĄD LITERATURY.
OCENA WDROŻEŃ EKOLOGICZNYCH
I WSPÓŁCZESNE WYZWANIA****Michał Kaniowski^{1*}**¹ Politechnika Częstochowska, Wydział Zarządzania, Polska

Streszczenie: Celem artykułu jest zwrócenie uwagi na współczesne trendy w zielonej logistyce, podkreślenie jej kluczowej roli oraz korzyści płynących z jej wdrożenia. Przedstawiono wpływ ekologii na funkcjonowanie przedsiębiorstw, instytucji i miast oraz przykłady innowacji zwiększających możliwości produkcyjne. Zielona logistyka opiera się na filarach zrównoważonego rozwoju, obejmując nie tylko regulacje, ale także reorganizację produkcji w celu maksymalizacji zysków. Na podstawie przeglądu literatury oraz przykładu miasta Buenos Aires omówiono kluczowe pojęcia i obszary zastosowania ekologii. W artykule ukazano rozwój tej koncepcji na przestrzeni lat, przedstawiono przykłady wdrożeń na świecie oraz oceniono ich efektywność. Przedstawiono również perspektywy rozwoju i kierunki dalszych badań w zakresie zielonej logistyki.

Słowa kluczowe: logistyka miejska, strategie ekologiczne, zielona logistyka, zrównoważony rozwój

Kod klasyfikacji JEL: Q56, L91, O33

Wprowadzenie

Współczesne przedsiębiorstwa muszą stale dostosowywać się do norm makroekonomicznych, jednocześnie zachowując konkurencyjność na rynku. Z jednej

¹ Michał Kaniowski, mgr inż., ul. Bankowa 9, 42-242 Rędziny, Polska, mkaniowski3@gmail.com,

 <https://orcid.org/0009-0003-2425-5112>

*Autor korespondencyjny: Michał Kaniowski, mkaniowski3@gmail.com

strony mierzą się z oczekiwaniami społecznymi, z drugiej zaś z presją konkurencyjną, która napędza władze wyższego szczebla do ciągłej modernizacji i cyfryzacji. W efekcie firmy starają się uczestniczyć w rozwoju technologii i nie odstawać od innych przedsiębiorstw z tego samego sektora lub branży (Grynia, 2022).

Przedsiębiorstwa muszą również uwzględniać integrację celów biznesowych z działaniami na rzecz ochrony środowiska. Z tego podejścia zrodziła się interdyscyplinarna dziedzina naukowa zwana zieloną logistyką lub ekologią logistyki. Jej głównym celem jest przeciwdziałanie negatywnym wpływom procesów logistycznych na środowisko i minimalizowanie ich skutków. W zakres działań ekologią logistyki wchodzi m.in. zmniejszenie ilości odpadów, ograniczenie zużycia paliw oraz redukcja emisji gazów cieplarnianych (Dekker et al., 2012).

Skutkiem wdrażania zmian w procesach logistycznych, oprócz korzyści ekologicznych, są również oszczędności wynikające z redukcji kosztów magazynowania odpadów czy zobowiązań związanych z zanieczyszczeniem środowiska. Inwestycje w odnawialne źródła energii umożliwiają efektywne zarządzanie energią, co z kolei przyczynia się do obniżenia kosztów operacyjnych (McKinnon, 2010).

Oczywiście wdrażanie proekologicznych rozwiązań jest procesem czasochłonnym i kapitałochłonnym, ponieważ wymaga najczęściej nie tylko szkoleń pracowników, ale także adaptacji infrastruktury. Niemniej jednak w dłuższej perspektywie może przynieść wiele wymiernych korzyści. Niestety, wprowadzanie ekologią logistyki często napotyka bariery, takie jak wciąż niska świadomość ekologiczna (Baraniecka, 2019).

Artykuł ma na celu przybliżenie zagadnień zielonej logistyki, podkreślenie jej znaczenia oraz przedstawienie korzyści i efektów wynikających z jej wdrożenia, a także jej wpływu na organizacje i miasta.

Przegląd literatury – definicja zielonej logistyki w różnych ujęciach

Zielona logistyka to nowoczesne podejście do zarządzania procesami logistycznymi. Jej istotą jest wykorzystywanie nowych technologii oraz wdrażanie narzędzi, które ograniczają emisję gazów cieplarnianych, co w efekcie minimalizuje negatywny wpływ działalności gospodarczej na środowisko naturalne. Przykładami takich rozwiązań mogą być autonomiczne drony. Ta innowacyjna technologia nie tylko redukuje emisję spalin, eliminując konieczność korzystania z pojazdów mechanicznych, ale także obniża koszty i zwiększa precyzję dostaw poprzez poprawę efektywności operacyjnej (Mohsen, 2024).

Ekologia logistyki tworzy spójne strategie dla łańcuchów dostaw, integrując zrównoważone praktyki zarządzania z procesami logistycznymi. Dzięki tej integracji zielona logistyka przyczynia się do ograniczenia emisji dwutlenku węgla oraz zmniejszenia ilości generowanych odpadów. Kluczowym elementem tego podejścia jest zarządzanie holistyczne, które umożliwia synchronizację celów ekonomicznych z wymaganiami ekologicznymi. Prowadzi to do zmniejszenia wpływu na środowisko przy jednoczesnej poprawie efektywności operacyjnej (Dekker et al., 2012).

Niezwykle istotnym aspektem zielonej logistyki jest zdolność do promowania innowacji technologicznych. Jest to swego rodzaju kompromis między efektywnością kosztową a wymaganiami środowiskowymi. Coraz częściej stosuje się pojazdy napędzane wodorem lub hybrydowe, które stają się elementami strategii przedsiębiorstw dążących do bardziej zrównoważonego funkcjonowania (Hazen, 2018).

Zielona logistyka to także strategiczne podejście biznesowe. Umożliwia przedsiębiorstwom dostosowanie się do bardziej rygorystycznych norm europejskich dotyczących emisji spalin, a jednocześnie pozwala na obniżenie kosztów operacyjnych. Dzięki temu ekologia staje się narzędziem zrównoważonego rozwoju oraz wspiera budowanie przewagi konkurencyjnej na rynku. Poprzez redukcję emisji CO₂ i wdrażanie proekologicznych rozwiązań zielona logistyka poprawia wizerunek przedsiębiorstwa na arenie międzynarodowej (McKinnon et al., 2015).

Definiując zieloną logistykę, można uznać, że jest to podejście systemowe, obejmujące kompleksowe zarządzanie łańcuchem dostaw przy jednoczesnej dbałości o ochronę środowiska. Integralne komponenty tej strategii środowiskowej obejmują m.in. recykling, ograniczanie emisji i redukcję odpadów. Dzięki temu przedsiębiorstwa mogą nie tylko minimalizować swój negatywny wpływ na otoczenie, ale również realizować globalne cele dotyczące przeciwdziałania zmianom klimatycznym i ochrony środowiska (McKinnon et al., 2015).

Zieloną logistykę można scharakteryzować jako złożone podejście harmonizujące cele społeczne, środowiskowe i ekonomiczne. Nie ogranicza się jedynie do redukcji emisji ani do wdrażania technologii opartych na odnawialnych źródłach energii. Przede wszystkim stwarza nowe możliwości dla przedsiębiorstw, pozwalając im budować przewagę konkurencyjną w sposób zrównoważony. Potencjał ekologii może stanowić kluczowy element transformacji globalnych łańcuchów dostaw w nadchodzących dekadach (McKinnon, 2016).

Na podstawie różnych definicji i ujęć zielonej logistyki oraz spojrzenia na problem ochrony środowiska można wyodrębnić siedem elementów, które definiują zieloną logistykę. Każdy z tych elementów stanowi pewnego rodzaju filar, na którym opiera się to podejście. Wiele autorów, opisując zieloną logistykę, skupia się na co najmniej jednym z tych filarów (Tabela 1).

Tabela 1. Siedem filarów zielonej logistyki

Nazwa filaru zielonej logistyki	Charakterystyka
Efektywność energetyczna	Optimalizowanie zużycia energii w całym łańcuchu dostaw. Dotyczy inwestowania w efektywne pojazdy, technologie oraz magazyny
Transport niskoemisyjny	Stosowanie środków transportu i urządzeń, które mają za zadanie emitować mniej szkodliwego CO ₂ . Przykładem mogą być elektryczne oraz hybrydowe pojazdy, a także rozwijanie transportu kolejowego i wodnego

Nazwa filaru zielonej logistyki	Charakterystyka
Optymalizacja łańcucha dostaw	Zmniejszanie ilości transportu, a także minimalizowanie odległości transportu. Polega również na stosowaniu inteligentnych systemów zarządzania ruchem
Ekologiczne opakowania	Korzystanie z opakowań biodegradowalnych, recyklingowanych, które zmniejszają wpływ negatywnych substancji szkodliwych dla środowiska naturalnego
Zarządzanie odpadami	Promowanie i stosowanie recyklingu, odzysku materiałów i zmniejszania ilości odpadów w procesie logistycznym. Przeciwdziałanie marnotrawstwu oraz lepsza organizacja i wykorzystanie surowców
Zrównoważony rozwój i eko innowacje	Wprowadzanie innowacyjnych technologii i metod pracy, sprzyjających zrównoważonemu rozwojowi. Należą do nich między innymi inteligentne magazyny oraz automatyzacja procesów z naciskiem na energooszczędność
Spółeczna odpowiedzialność biznesu (CSR)	Angażowanie się firm w działania na rzecz ochrony środowiska, w tym podejmowanie działań na rzecz zmniejszania śladu węglowego w organizacjach. Może to być reorganizacja produkcji, zastąpienie urządzeń spalinowych urządzeniami wykorzystującymi odnawialne źródła energii

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Dekker et al., 2012; Carter & Rogers, 2008)

Zielona logistyka – początki i rozwój

Już w latach 90. XX wieku, kiedy zaczęto integrować tradycyjne procesy logistyczne z działaniami proekologicznymi, zielona logistyka zaczęła zdobywać rozgłos. Na początku głównym celem było zmniejszenie negatywnego wpływu działalności logistycznej na środowisko naturalne, na co kładziono szczególny nacisk. Beamon niemal dekadę później rozwinął tę koncepcję, wprowadzając nowe elementy, przez co zielona logistyka zaczęła obejmować także takie aspekty jak recykling, włączając je w tradycyjne procesy logistyczne. Przyczyniło się to do połączenia logistyki z ideą zrównoważonego rozwoju (Beamon, 1999).

Dalszy rozwój koncepcji był efektem zmian w regulacjach prawnych oraz wzroście świadomości ekologicznej. Wprowadzanie standardów i norm, takich jak ISO 14000, stanowiło istotny element, który zwrócił uwagę przedsiębiorstw na aspekty środowiskowe i zrównoważony rozwój. W pewnym momencie zielona logistyka zaczęła być stosowana także w promocji gospodarki cyrkularnej, co oznaczało ograniczenie marnotrawstwa oraz maksymalne ponowne wykorzystanie zasobów. W kolejnych latach zielona logistyka zaczęła integrować nowoczesne technologie, takie jak Internet Rzeczy, Przemysł 4.0, sztuczna inteligencja czy Big Data. Dangelico

(Dangelico & Vocalelli, 2017) zwrócił uwagę na początki zielonej logistyki, wskazując, że była ona odpowiedzią na potrzebę ciągłego równoważenia korzyści ekonomicznych z celami środowiskowymi. Ekologistyka miała na celu minimalizowanie szkodliwego wpływu transportu na środowisko, co stało się jednym z jej głównych wyznaczników sukcesu. Odpowiedzialność ekologiczna stała się kluczowym czynnikiem rozwoju zielonej logistyki. Dzięki temu procesy logistyczne zaczęły być dostosowywane do wymagań przedsiębiorstw, co stało się impulsem do ostatecznego wykształcenia się tej koncepcji (Dangelico & Vocalelli, 2017).

Metodyka badawcza

Metodologia niniejszego artykułu opiera się na przeprowadzeniu kompleksowego przeglądu literatury naukowej zawierającej definicje oraz przykłady wdrożeń zielonej logistyki, a także na identyfikacji aktualnych rozwiązań oraz przyszłych potrzeb i kierunków rozwoju. Analiza ta obejmuje zarówno teoretyczne ujęcia koncepcji ekologistyki, jak i identyfikację powtarzających się wzorców, trendów oraz luk badawczych.

W ramach przeglądu dokonano porównania kluczowych treści, które definiują zieloną logistykę, a także jej potencjalne korzyści i zagrożenia. Dodatkowo przeprowadzono analizę zastosowań zielonej logistyki na świecie. Wykorzystując metodę studium przypadku (case study), zidentyfikowano miasto Buenos Aires jako istotny obszar badawczy ze względu na obserwowany tam trend. Na przestrzeni kilku lat miasto znacząco ograniczyło emisję spalin, a kluczową rolę w tym procesie odegrały ekologistyka oraz mikromobilność, wspierane koncepcją Smart City.

W niniejszym artykule nie tylko zdefiniowano pojęcie zielonej logistyki, lecz także podjęto obiektywne badanie kierunków jej rozwoju na przestrzeni ostatnich lat w Buenos Aires. Analiza koncentruje się na ocenie wpływu wdrażanych rozwiązań ekologistycznych na efektywność ekologiczną oraz redukcję emisji CO₂, wskazując potencjalne korzyści wynikające z implementacji zielonej logistyki. Studium przypadku pozwala określić, w jakim stopniu zastosowane strategie mogą stanowić integralny element nowoczesnego zarządzania i przyczyniać się do osiągnięcia wymiernych efektów środowiskowych (Derej, 2023).

Przykłady zielonej logistyki na świecie

Rozwiązania zielonej logistyki można obserwować w wielu miastach oraz różnych sektorach gospodarki na całym świecie. Stanowią one przykład skutecznego działania na rzecz zrównoważonego rozwoju, obejmującego także transport i logistykę. Jednym z wiodących miast w zakresie logistyki jest Amsterdam, który stanowi przykład zrównoważonego transportu miejskiego. Wprowadzono w nim flotę pojazdów elektrycznych oraz inwestycje w infrastrukturę do ładowania tych pojazdów. Miasto wykorzystało również mikromobilność, co zredukowało problem kongestii, ograniczyło ruch w centrum i zmniejszyło emisję CO₂. Zwiększyło to komfort życia mieszkańców oraz poprawiło jakość ich codziennego funkcjonowania (Nikseresht et al., 2024).

Przedsiębiorstwo IKEA w obszarze logistyki wprowadziło rozwiązania mające na celu redukcję śladu węglowego. Innowacyjnym rozwiązaniem okazała się polityka stosowania biopaliw w transporcie morskim. Firma rozwija także flotę pojazdów elektrycznych oraz optymalizuje trasy transportowe, aby minimalizować zużycie paliw i ograniczać emisję gazów. Jest to przykład skutecznego łączenia celów ekologicznych z efektywnością operacyjną (IKEA, 2025).

Przedsiębiorstwo Deutsche Post DHL, w ramach strategii GoGreen, stawia na rozwój floty pojazdów elektrycznych. Pojazdy dostawcze StreetScooter pozwalają na kompensację emisji, a także wspierają recykling materiałów opakowaniowych. Firma stawia również na ciągły rozwój i nowoczesne technologie, wykorzystując zieloną logistykę jako odpowiedź na globalne wyzwania środowiskowe (DHL, 2025).

Port w Rotterdamie stosuje rozwiązania zielonej logistyki takie jak elektryczne dźwigi oraz systemy zarządzania energią. W porcie wykorzystywany jest również skraplany gaz LNG, który redukuje emisję zanieczyszczeń (Taş & Aylak, 2022).

Przedsiębiorstwo Ocado, działające w branży e-commerce, postawiło na automatyzację centrów logistycznych. Optymalizacja tras dostaw przyczyniła się do ograniczenia zużycia energii oraz emisji szkodliwych spalin.

Miasto Berlin również jest przykładem wdrażania innowacyjnych technologii wpisujących się w ramy ekologii. Zintegrowane floty elektrycznych pojazdów dostawczych oraz budowanie centrów logistycznych poza centrami miast to tylko niektóre z proekologicznych strategii, które mają na celu wspieranie środowiska. Berlin to miasto o szeroko rozwiniętej mikromobilności, w tym rowerów cargo (Nikseresht et al., 2024).

Zielona logistyka ma więc szerokie zastosowanie w różnych sektorach i lokalizacjach. Jej przykłady widać nie tylko w dużych przedsiębiorstwach, ale także w zarządzaniu miastami w ramach koncepcji Smart City.

Perspektywy rozwoju i kierunki badań zielonej logistyki

Zielona logistyka rozwija się w wielu kierunkach. Liczni badacze oraz praktycy wciąż identyfikują nowe obszary łączące zrównoważony rozwój oraz zieloną logistykę. Oczywiście digitalizacja logistyki odgrywa ważną rolę w kreowaniu koncepcji ekologii. Wprowadzanie rozwiązań z zakresu sztucznej inteligencji, Blockchaina czy Internetu Rzeczy to innowacje, które umożliwiają badanie oraz tworzą nowe możliwości w monitorowaniu emisji gazów cieplarnianych. Wspomagają także optymalizację procesów logistycznych. W szczególności koncepcja Digital Twins wydaje się istotna, gdyż pozwala na modelowanie i symulowanie systemów dostaw. Badania pokazały, że technologie te w dużej mierze przyczyniłyby się do zwiększenia precyzji zarządzania zrównoważonymi łańcuchami dostaw (Bandara & Buics, 2024).

Równie ważna jest integracja z gospodarką obiegu zamkniętego, której promotorem jest zielona logistyka. Pozwala to na zmniejszenie ilości odpadów oraz emisji szkodliwego dla środowiska CO₂ w procesach produkcyjnych. Badania skupiają się

głównie na przemyśle ciężkim oraz produkcji masowej, które są identyfikowane jako kluczowe pod kątem efektywnych strategii (Nikseresht et al., 2024).

W koncepcji zielonej logistyki rozwiązania, które mogą odgrywać kluczową rolę w długofalowej perspektywie, to rozwój flot zeroemisyjnych. Mowa o pojazdach elektrycznych oraz pojazdach napędzanych wodorem. W ramach zielonej logistyki kładzie się nacisk na rozwiązania multimodalne, minimalizujące emisje w międzynarodowym transporcie. Badania wskazują na konieczność wspierania tych technologii oraz rozwijania infrastruktury, zwłaszcza w obszarach miejskich oraz portach (Nikseresht et al., 2024).

Systemy pomiaru zrównoważonego rozwoju również współtworzą zieloną logistykę. Kluczowy w wyodrębnianiu kierunków badań jest rozwój metodologii oceny efektywności zielonej logistyki w czasie rzeczywistym. Narzędzia pomiarowe pozwalają precyzyjnie monitorować ślad węglowy, a także inne wskaźniki zrównoważonego rozwoju w łańcuchach dostaw. Przekłada się to na procesy podejmowania decyzji strategicznych i operacyjnych (Yurtay, 2025).

W obliczu zmian klimatycznych kluczowe znaczenie mają zaawansowane technologie napędu oraz paliwa alternatywne. Badania prowadzone w tym zakresie mają istotne znaczenie dla dekarbonizacji oraz programów adaptacyjnych (Dangelico & Vocalelli, 2017).

Na innej płaszczyźnie równie ważny jest rozwój norm i regulacji, a w szczególności harmonizacja przepisów środowiskowych. Wszystkie nowe inicjatywy, takie jak na przykład Europejski Zielony Ład, stanowią nowe wyzwania dla przedsiębiorstw. Przynoszą one potrzebę dostosowywania się do stale rosnących wymagań związanych z neutralnością klimatyczną (Taş & Aylak, 2022).

Rozwój zielonej logistyki opiera się na kluczowych obszarach, takich jak regulacje prawne, technologie oraz świadomość ekologiczna. Dzięki temu przedsiębiorstwa mogą wdrażać coraz nowsze technologie i kształtować przyszłość logistyki w zrównoważony sposób.

Ocena wdrożeń zielonej logistyki

Przedsiębiorstwa często korzystają z narzędzi ekologii. Realizują one cele takie jak dbanie o środowisko naturalne przy jednoczesnych korzyściach w postaci usprawnionego systemu produkcji lub usług oraz maksymalizacji zysku. Stosowanie nowoczesnych koncepcji zielonej logistyki niesie za sobą konsekwencje w postaci pozytywnych lub negatywnych skutków dla przedsiębiorstw. Często zmiany powodują rezultat w postaci sporych nakładów kapitału ze strony przedsiębiorstwa oraz znacznych nakładów czasu, zanim zmiana przyniesie wymierne korzyści. Niemniej jednak każde z wdrożeń ma swój cel, którego zamysł można obiektywnie analizować oraz przyjrzyć się mu. W Tabeli 2 przedstawiono przykładowe przedsiębiorstwa, które wdrożyły narzędzia zielonej logistyki, a także opisano rezultaty i zarys stosowanych innowacji technologicznych (Nikseresht et al., 2024).

Tabela 2. Przykłady przedsiębiorstw stosujących narzędzia zielonej logistyki wraz z oceną wdrożeń i opisem innowacji

Wdrożenie	Opis	Przykłady	Ocena
Ekologiczne magazyny (Green Warehousing)	Wykorzystanie energooszczędnych systemów, takich jak panele fotowoltaiczne, LED, inteligentne zarządzanie energią	IKEA – inwestycje w farmy fotowoltaiczne na terenie zakładów w Polsce	Obniżają koszty operacyjne i zmniejszają ślad węglowy, jednak wymagają wysokich nakładów początkowych
Zrównoważony transport i logistyka ostatniej mili	Pojazdy elektryczne, hybrydowe, rowery cargo, drony	DHL – zamówienie 12 w pełni elektrycznych samolotów towarowych	Redukują emisje i poprawiają wizerunek, ale ograniczeniem są koszty pojazdów i rozwój infrastruktury ładowania
Gospodarka cyrkularna i logistyka zwrotna	Odzysk i recykling produktów, zamykanie cyklu życia materiałów	HP – programy recyklingu i odzysku materiałów z produktów	Zmniejsza odpady i wzmacnia lojalność klientów, ale wymaga efektywnego zarządzania zwrotami i procesami recyklingu
Optymalizacja sieci logistycznych	AI, IoT, Big Data do planowania tras i konsolidacji ładunków	Maersk – wykorzystanie technologii do optymalizacji tras morskich	Redukuje emisje i koszty paliw, jednak wymaga inwestycji w zaawansowane systemy IT
Biodegradowalne materiały opakowaniowe	Zastępowanie tworzyw biodegradowalnymi, kompostowalnymi materiałami	Nestlé – eliminacja plastikowych opakowań jednorazowych	Przyjazne dla środowiska i dobrze odbierane przez klientów, lecz obciążone wyższymi kosztami produkcji i ograniczeniami technologicznymi

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: *Pierwsze w pełni elektryczne samoloty cargo we flocie DHL Express* (DHL), *HP Planet Partners – program zwrotu i recyklingu* (HP), *IKEA Industry Zbąszynek rozpoczyna jedną z największych w Europie inwestycji fotowoltaicznych* (IKEA), *Maersk wykorzystuje SAP BTP do przyspieszenia strategicznej transformacji* (Maersk), *Nasza strategia w zakresie opakowań* (Nestlé).

Oczywiście ocena wdrożeń powinna uwzględniać szereg zmiennych, takich jak okres, jakiego potrzebują pracownicy na naukę nowego systemu, ale również zgodność z celem, jaki innowacja miała zrealizować, zwrot inwestycji, elastyczność oraz skalowalność. Systemy powinny uwzględniać ocenę ryzyka oraz ewentualny czas wdrożenia. Menedżerowie wyższego szczebla stoją wówczas przed zadaniem oceny i określenia, czy wdrożenie narzędzi zielonej logistyki pozwoli na zdobycie przewagi konkurencyjnej, czy będzie powodować ewentualne zagrożenia wynikające z braku adaptacji bądź niezbędnych zasobów do wdrożenia systemów.

Na podstawie wdrażanych przez przedsiębiorstwa innowacyjnych rozwiązań możliwe jest określenie kryteriów oceny, których wartości mogą służyć do wyboru odpowiednich narzędzi. Przed implementacją innowacji technologicznej zasadne jest przeprowadzenie analizy zasobów przedsiębiorstwa oraz identyfikacja kluczowych czynników, takich jak potencjalne zagrożenia, koszty, przewidywany zwrot z inwestycji, a także czas wdrożenia nowych rozwiązań. Decyzja o implementacji innowacji powinna uwzględniać również jej wpływ na zespół pracowników, szczególnie w kontekście zwiększenia efektywności oraz akceptacji zmian. Ponadto istotne jest zapewnienie zgodności innowacji ze strategicznymi celami biznesowymi przedsiębiorstwa (Brzeziński, 2015).



Rysunek 1. Ocena wdrożeń innowacji technologicznych

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Brzeziński, 2015)

W kontekście zielonej logistyki zgodność z celami biznesowymi oznacza, że inicjatywy ekologiczne muszą wspierać długoterminowe strategie przedsiębiorstwa. Koszty oraz zwrot z inwestycji odgrywają kluczową rolę, ponieważ inwestycje w zrównoważone technologie powinny przynosić wymierne oszczędności i korzyści finansowe. Czas wdrożenia, skalowalność i elastyczność są istotne, aby nowe rozwiązania mogły być szybko i efektywnie zaadaptowane na różnych poziomach działalności. Wpływ na pracowników, ryzyka oraz zarządzanie zmianą to aspekty wymagające uwzględnienia, aby zapewnić płynne przejście i minimalizować opór wobec nowych praktyk.

Zrównoważona logistyka jako strategia adaptacyjna wobec wyzwań środowiskowych na przykładzie Buenos Aires

W przedsiębiorstwach zaczęto realizować nowe pomysły, takie jak powoływanie osób odpowiedzialnych za ekologię oraz kontrolę z nią związaną. Zmiany, jakie pośrednio wymusza koncepcja zielonej logistyki, są uwarunkowane przez trzy elementy: cele modelowo przypisane ekologię, czyli ekonomiczne oraz ekologiczne, przepisy prawa i wytyczne, a także cele strategiczne przedsiębiorstw (Dangelico & Vocalelli, 2017).

Odpowiedzią na uwarunkowania środowiskowe jest także wprowadzanie szeregu reform ogólnych skupiających czynniki makroekonomiczne. Europejski Zielony Ład to odpowiedź na ewolucję koncepcji rozwoju gospodarczego, która uwzględnia aspekty charakterystyczne dla środowiska naturalnego. Koncepcja zakłada neutralizację dla klimatu w postaci między innymi osiągnięcia zerowego poziomu emisji gazów cieplarnianych (Taş & Aylak, 2022).

Miastem, które charakteryzuje się ogromnym potencjałem w zakresie zielonej logistyki, a także które wykazało znaczne postępy w zakresie wdrażania rozwiązań z zakresu ekologię, jest Buenos Aires. Według danych uzyskanych w przeprowadzonych badaniach w ciągu ostatnich 12 lat władze miasta zainwestowały w zrównoważoną mobilność. Przełożyło się to na redukcję emisji CO₂ aż o ponad 1154 ton. Ważnym krokiem na drodze ku polepszeniu standardów środowiskowych w mieście była zrównoważona mobilność, która przejawiała się transformacją ulic miasta. Miało to na celu uczynienie ich bardziej dostępnymi. Ponadto przyczyniło się to do ograniczenia zatłoczenia, korków oraz kongestii. Podjęto decyzję o modernizacji metra, co poskutkowało poprawą jakości transportu publicznego. Kolejnym ważnym krokiem oprócz inwestycji w sieć Metrobus był projekt HealthyMobility (Global BRT Data), który promował mobilność na ulicach w kontekście bezpieczeństwa zarówno rowerzystów, jak i pieszych. Miasto wówczas poszerzyło chodniki oraz podjęło decyzję o rozbudowie sieci chronionych ścieżek rowerowych. Przyczyniło się to również do przyciągnięcia mieszkańców do korzystania z alternatywnych środków transportu oraz odejścia od korzystania z samochodów osobowych na rzecz mikromobilności. Reorganizacja komunikacji publicznej spowodowała redukcję czasu podróży komunikacją miejską, co przełożyło się na wzrost popularności tej formy transportu. Buenos Aires poprawiło również mikromobilność z zakresu eko w postaci EcoBici, czyli systemu rowerów miejskich. Jest to wypożyczalnia rowerów miejskich. To część inicjatyw miasta na rzecz zrównoważonej mobilności. Miasto oraz modyfikacje, jakie zostały w nim zastosowane, to dowody na to, jak zielona logistyka jest powiązana z logistyką miejską oraz zrównoważonym rozwojem. Odpowiednie zarządzanie długofalowe w kontekście komunikacji w centrum miasta może znacząco przełożyć się na redukcję emisji spalin cieplarnianych. Ta znacząca zależność dotyczy nie tylko miasta Buenos Aires, ale również wielu miast europejskich (Nikseresht et al., 2024).

W Tabeli 3 zaprezentowano kluczowe działania oraz efekty wdrożenia rozwiązań z zakresu zielonej logistyki w Buenos Aires. Zawarto w niej informacje na temat inicjatyw, ich celów oraz uzyskanych rezultatów w zakresie zrównoważonej mobilności i ochrony środowiska.

Tabela 3. Studium przypadku wdrożenia zielonej logistyki w Buenos Aires: kluczowe działania i efekty

Element analizy	Opis	Wyniki i efektywność	Rekomendacje na przyszłość
Cel i zakres wdrożenia	Zrównoważona mobilność: modernizacja metra, rozwój EcoBici, rozbudowa ścieżek rowerowych w Buenos Aires	Redukcja emisji CO ₂ o 1154 tony, wzrost liczby pasażerów transportu publicznego i użytkowników rowerów miejskich	Rozbudowa infrastruktury rowerowej, dalsza integracja systemów transportowych
Wyzwania ekonomiczne	Wysokie koszty początkowe inwestycji w infrastrukturę transportową	Po 12 latach, poprawa efektywności transportu i redukcja kosztów operacyjnych	Optymalizacja źródeł finansowania, wykorzystanie funduszy zewnętrznych
Akceptacja społeczna i edukacja	Zwiększenie świadomości społecznej na temat zrównoważonego transportu i korzystania z systemów takich jak EcoBici	Pozytywna reakcja mieszkańców, wzrost liczby użytkowników alternatywnych środków transportu	Kontynuacja promocji i edukacji, wspieranie rozwoju mikromobilności
Efektywność ekologiczna	Wdrożenie rozwiązań transportowych zmniejszających emisję gazów cieplarnianych	Zmniejszenie zanieczyszczeń, poprawa jakości życia w mieście	Rozwój transportu na większą skalę, szczególnie w mniej gęsto zaludnionych obszarach

Źródło: Opracowanie własne na podstawie *Cities100: Buenos Aires – Improving Safety for Cyclists and Pedestrians* (C40 Cities (a), (b), (c)), *How Buenos Aires Is Transforming Its Mobility Sector to Achieve Its Climate Action Goals* (Harvard Kennedy School, 2021), *Sustainable Transport Award – Buenos Aires* (SDGs), *Emisiones de CO₂ de la Ciudad de Buenos Aires – Año 2015* (Buenos Aires Ciudad), *Emisiones de CO₂ de la Ciudad de Buenos Aires – Año 2022* (Buenos Aires Ciudad)

Analiza efektywności ekologicznej Buenos Aires w latach 2015-2022

W 2015 roku emisja dwutlenku węgla (CO₂) w Buenos Aires wynosiła 13,03 mln ton, natomiast w 2022 roku zmniejszyła się do 11,19 mln ton. Redukcja ta sugeruje wdrażanie skutecznych strategii z zakresu ekologistyki, mających na celu ograniczenie emisji zanieczyszczeń. Do działań sprzyjających poprawie efektywności ekologicznej zalicza się rozwój systemu Metrobus (Global BRT Data), uruchomionego w 2011 roku, oraz programu rowerów miejskich Ecobici, który funkcjonuje od 2010 roku. Metrobus obsługuje dziennie około 522 000 pasażerów, co znacząco zmniejsza

wykorzystanie indywidualnych środków transportu spalinowego. Z kolei Ecobici, z liczbą użytkowników wynoszącą 600 000, wspiera mobilność opartą na transporcie bezemisyjnym. Stopień redukcji emisji CO₂ można określić za pomocą wskaźnika efektywności ekologicznej (EE), który oblicza się według wzoru:

$$EE = \frac{E_{2015} - E_{2022}}{E_{2015}} \times 100\%$$

gdzie:

EE – efektywność ekologiczna,

E₂₀₁₅ – emisja CO₂ w Buenos Aires w roku 2015 (13,03 mln ton),

E₂₀₂₂ – emisja CO₂ w Buenos Aires w roku 2022 (11,19 mln ton).

obliczenia:

$$EE = \frac{13,03 - 11,19}{13,03} \times 100\%$$

$$EE = \frac{1,84}{13,03} \times 100\%$$

$$EE \approx 14,12\%$$

Otrzymana wartość oznacza, że w latach 2015-2022 emisja CO₂ w Buenos Aires zmniejszyła się o 14,12%.

Wdrożenie Metrobusu (Global BRT Data) przyczyniło się do ograniczenia liczby pojazdów prywatnych poruszających się po mieście, co w efekcie zredukowało emisję spalin. System ten oferuje efektywną alternatywę transportową, umożliwiając przewóz ponad pół miliona pasażerów dziennie. Rozwój infrastruktury rowerowej oraz wzrost liczby użytkowników Ecobici wpłynął na zmianę zachowań transportowych mieszkańców Buenos Aires, co skutkowało zmniejszeniem wykorzystania pojazdów napędzanych paliwami kopalnymi. Zastosowanie strategii ekologicznych, takich jak systemy transportu zbiorowego oraz rowerów miejskich, istotnie przyczyniło się do poprawy efektywności ekologicznej miasta. Spadek emisji CO₂ o 14,12% w analizowanym okresie świadczy o skuteczności przyjętych rozwiązań. Zwiększona liczba użytkowników ekologicznych form transportu sugeruje, że mieszkańcy Buenos Aires coraz częściej wybierają środki mobilności przyjazne dla środowiska, co sprzyja długoterminowej poprawie jakości powietrza i redukcji śladu węglowego. Aby utrzymać i zwiększyć efektywność ekologiczną, Buenos Aires powinno kontynuować inwestycje w zrównoważony transport, np. poprzez rozwój sieci rowerowej, dalszą modernizację transportu publicznego oraz wdrażanie technologii niskoemisyjnych. Reasumując, można przyjąć, że podjęte działania w zakresie zielonej logistyki i transportu publicznego przyniosły wymierne korzyści w postaci zmniejszenia emisji CO₂, co wskazuje na skuteczność strategii ekologicznych w ograniczaniu negatywnego wpływu miejskiej mobilności na środowisko (C40(a), b.r.; C40(b), b.r.; C40(c), b.r.; SDGs, b.r.).

Podsumowanie

W artykule dokonano przeglądu literatury, koncentrując się na kluczowym znaczeniu zielonej logistyki w nowoczesnym zarządzaniu. Analiza wykazała, że rośnie świadomość ekologiczna wśród menedżerów przedsiębiorstw na całym świecie, a także w aglomeracjach miejskich. Dynamiczny rozwój strategii zrównoważonego transportu i magazynowania wynika nie tylko z rosnącej presji społecznej, ale również z ciągle modyfikowanych regulacji prawnych. Podkreślono liczne korzyści wdrożenia zielonych rozwiązań, takie jak redukcja emisji CO₂, optymalizacja kosztów operacyjnych oraz poprawa konkurencyjności firm. Wyzwania związane z implementacją ekologicznych technologii wymagają od przedsiębiorstw elastyczności oraz inwestycji w innowacyjne rozwiązania logistyczne. Przyszłość logistyki będzie w dużej mierze zależała od integracji nowoczesnych technologii i dalszego rozwoju ekologistyki. W artykule podkreślono strategiczną rolę zielonej logistyki w zarządzaniu, wskazując jednocześnie, że jej skuteczna implementacja przyczynia się do poprawy wizerunku marek oraz globalnych działań na rzecz ochrony środowiska, co wymaga ścisłej współpracy z innymi uczestnikami rynku (Derej, 2023).

Zielona logistyka odgrywa kluczową rolę w tworzeniu globalnych łańcuchów dostaw i stanowi integralny element współczesnego zrównoważonego rozwoju. Zwrócenie uwagi na wdrożenia oraz dalsze perspektywy ukazuje, jak szeroki wachlarz możliwości oferuje ekologistyka w kontekście usprawniania systemów, minimalizacji kosztów oraz reorganizacji przedsiębiorstw. Jej głównym celem jest przede wszystkim redukcja negatywnego wpływu emisji gazów cieplarnianych na środowisko (Nikseresht et al., 2024).

Zielona logistyka zyskuje coraz większą popularność na świecie, a rozwiązania z zakresu ochrony środowiska są wdrażane przez przedsiębiorstwa rozpoznawalne w różnych branżach. Stosowanie metod ekologistyki to nie tylko pokaz innowacyjności, ale także konkurencyjności, zważywszy na kapitałochłonność, jaką niesie za sobą modernizacja i przeprogramowanie przedsiębiorstwa w kierunku procesów z naciskiem na ochronę środowiska (Nikseresht et al., 2024). Ekologistyka łączy cele środowiskowe z operacyjnymi, stanowiąc kluczowy krok w kierunku bardziej zrównoważonej przyszłości procesów biznesowych. Choć warunki rynkowe zmieniają się dynamicznie, korzyści dla środowiska i gospodarki są maksymalizowane. Dlatego dalsze badania oraz wprowadzanie innowacji są nie tylko konieczne, ale również niezwykle korzystne (Dangelico & Vocalelli, 2017).

Cel przedstawiony w pierwszej części artykułu, polegający na zwróceniu uwagi na współczesne trendy w zielonej logistyce poprzez ukazanie jej kluczowej roli, został zrealizowany, co potwierdzają liczne obiektywne przykłady zastosowania przedstawione w tekście, analiza przypadku miasta Buenos Aires oraz przegląd literatury dotyczący istoty koncepcji zielonej logistyki.

Literatura

- Bandara, L. V., & Buics, L. (2024). Digital Twins in sustainable supply chains: A comprehensive review of current applications and enablers for successful adoption. *Engineering Proceedings*, 79(1), 64. DOI: 10.3390/engproc2024079064

- Baraniecka, A. (2019). Ekologistyka jako odpowiedź przedsiębiorstw na kryzys środowiskowy. *Marketing i Rynek*, 11, 3-14. DOI: 10.33226/1231-7853.2019.11.1
- Beamon, B. M. (1999). Designing the green supply chain. *Logistics Information Management*, 12(4), 332-342. DOI: 10.1108/09576059910284159
- Brzeziński, M. (2015). *Wdrażanie innowacji technologicznych*. Difin.
- Buenos Aires Ciudad. (2019, 14 sierpnia). *Informe Inventario de Gases de Efecto Invernadero Ciudad Autónoma de Buenos Aires 2015-2016*. <https://buenosaires.gob.ar/sites/default/files/media/document/2019/08/14/bcd7f5402760a95b042cea935bbd5d34e688def2.pdf>
- Buenos Aires Ciudad. (2022). *Resultados de los Inventarios de Gases de Efecto Invernadero*. <https://buenosaires.gob.ar/inventario-y-mitigacion/resultados-de-los-inventarios-de-gases-de-efecto-invernadero>
- C40 Cities. ((a) b.r.). *Cities100: Buenos Aires – Poprawa bezpieczeństwa rowerzystów i pieszych*. <https://www.c40.org/pl/case-studies/cities100-buenos-aires-improving-safety-for-cyclists-and-pedestrians/>
- C40 Cities. ((b) b.r.). *Sustainable mobility for a carbon neutral, resilient and inclusive Buenos Aires*. <https://www.c40.org/case-studies/sustainable-mobility-buenos-aires/>
- C40 Cities. ((c) b.r.). *Zrównoważona mobilność dla neutralnego pod względem emisji dwutlenku węgla, odpornego i sprzyjającego włączeniu społecznemu Buenos Aires*. <https://www.c40.org/pl/case-studies/sustainable-mobility-buenos-aires/>
- Carter, C. R., & Rogers, D. S. (2008). A framework of sustainable supply chain management: Moving toward new theory. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38(5), 360-387. DOI: 10.1108/09600030810882816
- Dangelico, R. M., & Vocalelli, D. (2017). “Green Marketing”: An analysis of definitions, strategy steps, and tools through a systematic review of the literature. *Journal of Cleaner Production*, 165, 1263-1279. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.07.184
- Dekker, R., Bloemhof, J. M., & Mallidis, I. (2012). Operations research for green logistics – an overview of aspects, issues, contributions and challenges. *European Journal of Operational Research*, 219(3), 671-679. DOI: 10.1016/j.ejor.2011.11.010
- Derej, W. (2023). Zielone miejsca pracy jako czynnik wspierający implementację Europejskiego Zielonego Ładu. W: M. Balcerowicz-Szkutnik, A. Sączewska-Piotrowska (Red.), *Gospodarka w dobie internacjonalizacji* (s. 33-35). Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach. DOI: 10.22367/uekat.9788378758600
- DHL. (2025). *Pierwsze w pełni elektryczne samoloty cargo we flocie DHL Express*. <https://dlapilota.pl/wiadomosci/dhl-express/pierwsze-w-pelni-elektryczne-samoloty-cargo-we-flocie-dhl-express>
- Global BRT Data. (b.r.). https://brtdata.org/location/latin_america/argentina/buenos_aires
- Grynia, A. (2022). Cyfryzacja jako determinanta międzynarodowej konkurencyjności gospodarki. *Optimum. Economic Studies*, 4(110), 17-31. DOI: 10.15290/oes.2022.04.110.02
- Harvard Kennedy School. (2021). *How Buenos Aires is transforming its mobility sector to achieve its climate action goals*. <https://www.hks.harvard.edu/climate/news-events/blog3>
- HP. (b.r.). *Recykling materiałów eksploatacyjnych*. <https://www.hp.com/pl-pl/hp-information/recycling/ink-toner.html>
- IKEA. (2025). *IKEA Industry Zbąszynek rozpoczyna jedną z największych w Europie inwestycji fotowoltaicznych*. <https://www.wiadomoscihandlowe.pl/artukul/ikea-industry-zbaszynek-rozpoczyna-jedna-z-najwiekszych-w-europie-inwestycji-fotowoltaicznych>
- Maersk. (2023). *Maersk wykorzystuje SAP BTP do przyspieszenia strategicznej transformacji*. <https://zielonagospodarka.pl/maersk-wykorzystuje-sap-btp-do-przyspieszenia-strategicznej-transformacji-12510>
- McKinnon, A. C. (2010). Green logistics: The carbon agenda. *LogForum*, 6(3), 2-9. <http://www.logforum.net/vol6/issue3/no1>
- McKinnon, A. C. (2016). Freight transport deceleration: Its possible contribution to the decarbonisation of logistics. *Transport Reviews*, 36(4), 418-436. DOI: 10.1080/01441647.2015.1137992
- McKinnon, A., Browne, M., Whiteing, A., & Piecyk, M. (Eds.). (2015). *Green Logistics: Improving the environmental sustainability of logistics* (3rd ed.). Kogan Page.

- Mohsen, B. M. (2024). AI-Driven optimization of urban logistics in smart cities: Integrating autonomous vehicles and IoT for efficient delivery systems. *Sustainability*, 16(24), 11265. DOI: 10.3390/su162411265
- Nestlé. (2025). *Nasza strategia w zakresie opakowań*. <https://www.nestle.pl/zrownowazony-rozwoj/nasza-strategia-w-zakresie-opakowan>
- Nikseresht, A., Golmohammadi, D., & Zandieh, M. (2024). Sustainable green logistics and remanufacturing: A bibliometric analysis and future research directions. *The International Journal of Logistics Management*, 35(3), 755-803. DOI: 10.1108/IJLM-03-2023-0085
- Taş, M. A., & Aylak, B. L. (2022). Analysing the impacts of European Green Deal on logistics through CIMO-Logic. *European Journal of Science and Technology*, 34, 417-427. DOI: 10.31590/ejosat.1082778
- UN DESA. SDGs. (b.r.). *Sustainable Transport Award – Buenos Aires*. <https://sdgs.un.org/partnerships/sustainable-transport-award-buenos-aires>
- Wikipedia. (b.r.). *EcoBici (Buenos Aires)*. https://en.wikipedia.org/wiki/EcoBici_%28Buenos_Aires%29
- Yurtay, Y. (2025). Carbon Footprint Management with Industry 4.0 Technologies and ERP Systems in Sustainable Manufacturing. *Applied Sciences*, 15(1), 480. DOI: 10.3390/app15010480

Wkład autorów: Michał Kaniowski – 100%.

Konflikt interesów: Brak konfliktu interesów.

Źródła finansowania: Brak finansowania badań.

ANALYSIS OF NEW PERSPECTIVES IN GREEN LOGISTICS: LITERATURE REVIEW. ASSESSMENT OF GREEN IMPLEMENTATIONS AND CONTEMPORARY CHALLENGES

Abstract: The aim of the article is to draw attention to contemporary trends in green logistics, to emphasize its key role and the benefits of its implementation. The impact of ecology on the functioning of enterprises, institutions and cities is presented, as well as examples of innovations that increase production capacity. Green logistics is based on the pillars of sustainable development, including not only regulations, but also the reorganization of production in order to maximize profits. Based on a review of literature and the example of the city of Buenos Aires, the key concepts and areas of application of ecology are discussed. The article shows the development of this concept over the years, presents examples of implementations in the world and assesses their effectiveness. It also presents development prospects and directions for further research in the field of green logistics.

Keywords: green logistics, city logistics, environmental strategies, sustainable development

Articles published in the journal are made available under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License. Certain rights reserved for the Czestochowa University of Technology.

