

INTEGRACJA LOGISTYKI I SZTUCZNEJ INTELIGENCJI W ZARZĄDZANIU ŁAŃCUCHEM DOSTAW

Pod redakcją Sławomira Skiby



Uniwersytet Morski w Gdyni
Wydział Zarządzania i Nauk o Jakości
Koło Naukowe Transportu i Logistyki TRANSLOG



INTEGRACJA LOGISTYKI I SZTUCZNEJ INTELIGENCJI W ZARZĄDZANIU ŁAŃCUCHEM DOSTAW

Gdynia 2025

REDAKTOR NAUKOWY: dr SŁAWOMIR SKIBA

KOMITET ORGANIZACYJNY: JULIA LINDSTEDT–CICHOSZ – KNTiL TRANSLOG

RECENZENCI:

dr JĘDRZEJ CHARŁAMPOWICZ – Uniwersytet Morski w Gdyni

dr KAROLINA GWARDA – Uniwersytet Morski w Gdyni

dr inż. ADAM KAIZER – Uniwersytet Morski w Gdyni

dr MAGDALENA KLOPOTT – Uniwersytet Morski w Gdyni

dr ROBERT MAREK – Uniwersytet Morski w Gdyni

dr JOANNA MIKLIŃSKA – Uniwersytet Morski w Gdyni

dr SŁAWOMIR SKIBA – Uniwersytet Morski w Gdyni

mgr inż. ADRIANNA KARAŚ – Uniwersytet Morski w Gdyni

mgr inż. MICHAŁ KUZIA – Uniwersytet Morski w Gdyni

WYDAWCA:



UNIwersytet Morski w Gdyni

ul. Morska 81-87

81-225 Gdynia

www.umg.edu.pl

ISBN 978-83-67428-72-9

REDAKCJA I KOREKTA: AGNIESZKA FRANKIEWICZ

SKŁAD I ŁAMANIE: ELŻBIETA STRZELECKA

PROJEKT OKŁADKI: ŁUKASZ NOWICKI

Za stronę merytoryczną, w tym poprawność i oryginalność treści, odpowiadają wyłącznie Autorzy. Redakcja nie dokonuje ingerencji w tym zakresie.

SPIS TREŚCI

MARTYNA BATOR, WERONIKA SOCHA

Zmiany w unijnym prawie transportowym: analiza kluczowych regulacji pakietu mobilności	5
--	---

BLANKA BOLESKA, PAULINA CZAJA

Kryzys logistyczny w Londynie: jak udoskonalić komunikację miejską w stolicy Wielkiej Brytanii?	14
---	----

BLANKA BOLESKA, PAULINA CZAJA

Wybrane aspekty funkcjonowania łańcuchów dostaw w kontekście ich dekarbonizacji – przykłady rozwiązań i dobrych praktyk	24
---	----

JULIA LINDSTEDT-CICHOSZ, NATALIA KANTAK

Zastosowanie czytnika RFID na przykładzie przedsiębiorstwa LPP.....	36
---	----

JAKUB ŁOGINOW

Rozwój mikromobilności aktywnej z użyciem rolek i deskorolki jako urządzeń wspomagających ruch	46
--	----

WERONIKA SOCHA, MARTYNA BATOR

Zrównoważony rozwój portów ro-ro – analiza porównawcza wybranych portów Morza Bałtyckiego	54
---	----

MAJA WOLAK, MAJA SADOWSKA

Obrót ładunków niebezpiecznych w terminalach kontenerowych na przykładzie Baltic Hub.....	64
---	----

Martyna Bator, Weronika Socha

Uniwersytet Morski w Gdyni

ZMIANY W UNIJNYM PRAWIE TRANSPORTOWYM: ANALIZA KLUCZOWYCH REGULACJI PAKIETU MOBILNOŚCI

W opracowaniu przedstawiono najważniejsze zmiany w sektorze transportu drogowego, które zostały wdrożone za sprawą Pakietu Mobilności, czyli zestawu unijnych regulacji mających na celu poprawę warunków pracy kierowców, uczciwą konkurencję i lepsze egzekwowanie przepisów. Omówiono zmiany w sektorze transportu drogowego wynikające z Pakietu Mobilności, ze szczególnym uwzględnieniem przepisów dotyczących tachografów, czasu pracy kierowców, zasad delegowania oraz systemu wynagradzania.

Słowa kluczowe: *Pakiet Mobilności, czas pracy kierowców, kabotaż.*

WSTĘP

Współczesny sektor transportu drogowego w Polsce stanowi jeden z kluczowych filarów gospodarki, odgrywając istotną rolę w łańcuchu dostaw na rynku zarówno krajowym, jak i międzynarodowym. Dynamiczny rozwój tej branży, napędzany rosnącym zapotrzebowaniem na usługi przewozowe, wiąże się jednak z licznymi wyzwaniem natury operacyjnej, organizacyjnej oraz prawnej. W odpowiedzi na potrzebę większej przejrzystości i sprawiedliwej konkurencji Unia Europejska wprowadziła tzw. Pakiet Mobilności – zestaw regulacji, które mają na celu ujednolicienie i zharmonizowanie przepisów dotyczących transportu drogowego we wszystkich państwach członkowskich.

Cele niniejszego artykułu obejmują przedstawienie oraz analizę kluczowych założeń Pakietu Mobilności, a także ocenę jego wpływu na działalność firm transportowych, szczególnie w kontekście zmian obowiązujących przepisów. W pracy scharakteryzowano nowe regulacje dotyczące czasu pracy kierowców, obejmujące maksymalne dzienne i tygodniowe limity jazdy, wymagane przerwy oraz okresy odpoczynku. Przedstawiono również zasady dotyczące kabotażu, definiując jego zakres i warunki legalnego wykonywania takich przewozów na terytorium innych państw członkowskich.

Dodatkowo omówiono inne kluczowe elementy objęte Pakietem Mobilności, takie jak zasady delegowania kierowców, wymogi związane z dokumentacją przewozów oraz obowiązek stosowania nowoczesnych tachografów cyfrowych. Artykuł ma na celu nie tylko usystematyzowanie wiedzy na temat wprowadzonych

zmian, lecz także zarysowanie praktycznych konsekwencji tych regulacji dla polskich przewoźników drogowych.

1. PAKIET MOBILNOŚCI – DEFINICJA I ISTOTA

Początki Pakietu Mobilności – kompleksowego zestawu regulacji mających ujednolicić europejskie przepisy dotyczące transportu drogowego – sięgają działań podjętych przez Niemcy i Francję. Państwa te jako pierwsze wprowadziły regulacje odnoszące się do wynagrodzenia minimalnego dla pracowników delegowanych, w tym kierowców wykonujących przewozy międzynarodowe [2].

W Niemczech kluczowym aktem prawnym była ustawa MiLoG (*Gesetz zur Regelung eines allgemeinen Mindestlohns*), obowiązująca od 1 stycznia 2015 roku. Zgodnie z jej zapisami każda osoba wykonująca pracę na terenie Niemiec – także kierowca zatrudniony przez zagraniczną firmę – powinna otrzymać wynagrodzenie nie niższe niż krajowa płaca minimalna. Przepis ten wywołał liczne kontrowersje i trudności interpretacyjne, szczególnie wśród polskich przewoźników. Ekspert z Ogólnopolskiego Centrum Rozliczania Kierowców (OCRK) wskazywali na niejasności regulacji oraz sprzeczności w orzecznictwie niemieckich sądów, co w praktyce utrudniało stosowanie przepisów [5]. Od 1 stycznia 2023 roku stawka minimalna w Niemczech wynosi 12 EUR za godzinę. Przy jej obliczaniu uwzględniane są m.in. diety i ryczałty za noclegi wypłacone kierowcom za czas pracy na terytorium Niemiec. Jednak w przypadku pracowników zatrudnionych w Polsce wartości te nie mogą być traktowane jako element płacy minimalnej [5].

Podobne działania podjęła Francja, wprowadzając z dniem 1 lipca 2016 roku ustawę Loi Macron, której celem było uregulowanie wynagrodzenia minimalnego dla pracowników delegowanych, w tym kierowców zagranicznych wykonujących przewozy na terenie Francji. Przepisy, analogiczne do niemieckich, nakładały także obowiązek wyznaczenia przedstawiciela firmy do kontaktów z francuską administracją oraz przewidywały wysokie kary za ich nieprzestrzeganie. Minimalna stawka godzinowa we Francji w 2023 roku wynosiła 11,52 EUR [9].

Wprowadzenie różnorodnych, często niespójnych, regulacji krajowych dotyczących płacy i delegowania pracowników spowodowało konieczność ujednolicenia przepisów na poziomie unijnym. Odpowiedzią na te wyzwania był Pakiet Mobilności, przyjęty przez Parlament Europejski w 2020 roku. Cele nowych regulacji obejmowały zapewnienie uczciwej konkurencji między przewoźnikami z różnych krajów, poprawę warunków pracy kierowców oraz uporządkowanie zasad delegowania pracowników w transporcie drogowym [3].

Pakiet Mobilności obejmuje szereg zmian, w tym dotyczących czasu pracy i odpoczynku kierowców, zasad kabotażu, tachografów czy obowiązków związanych z delegowaniem. Przepisy wdrażane są etapami – część z nich już

obowiązuje, a pełna implementacja zaplanowana jest do 2026 roku. Na rys. 1 przedstawiono zmiany, jakie już zaszły i jakie są zaplanowane [8].



Rys. 1. Zmiany zawarte w Pakiecie Mobilności na lata 2020–2026

Źródło: [8].

Pakiet Mobilności to strategiczna inicjatywa Unii Europejskiej mająca na celu stopniowe dostosowanie sektora transportu drogowego do jednolitych standardów w zakresie warunków pracy kierowców oraz zasad uczciwej konkurencji. Nie jest to zupełnie nowy zbiór przepisów, lecz zestaw zmian w już obowiązujących aktach prawnych, wdrażanych etapami, tak by umożliwić państwom członkowskim oraz przedsiębiorstwom skuteczne i płynne wprowadzenie reform [3].

Celem reform jest przede wszystkim poprawa bezpieczeństwa drogowego oraz warunków zatrudnienia kierowców. Komisja Europejska podkreśla, że zmęczenie kierowców stanowi jeden z głównych czynników ryzyka w transporcie. Dlatego nowe przepisy zakładają m.in. obowiązek odbycia odpoczynku poza pojazdem co najmniej raz na trzy tygodnie. Obawy budzi dostępność odpowiednich obiektów noclegowych z bezpiecznymi parkingami, szczególnie dla kierowców przewożących towary wrażliwe, takie jak żywność, chemikalia czy ładunki wysokowartościowe, które wymagają bieżącego nadzoru [3].

Wprowadzenie obowiązku powrotu kierowcy do bazy co cztery tygodnie miało na celu ograniczenie długotrwałych wyjazdów i poprawę życia rodzinnego pracowników. Jednak dla wielu firm z Europy Środkowo-Wschodniej, które operują głównie na trasach międzynarodowych, oznacza to wzrost pustych przebiegów i wyższe koszty operacyjne. Dodatkowo niemożność zbilansowania tras w mniej rozwiniętych regionach Europy skutkuje marnotrawstwem zasobów i stoi w sprzeczności z zasadami zrównoważonego rozwoju. W tabeli 1 przedstawiono wprowadzone zmiany [4].

Tabela 1

Rozporządzenia i dyrektywy ulegające zmianom za sprawą Pakietu Mobilności

Przepisy dotychczasowe	Przepisy zmieniające dotychczasowe przepisy	Czego dotyczy zmiana?
Rozporządzenie (WE) nr 561/2006	Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/1054	Minimalne wymagania dotyczące maksymalnego dziennego i tygodniowego czasu prowadzenia pojazdu, minimalnych przerw oraz dziennego i tygodniowego okresu odpoczynku
Rozporządzenie (UE) nr 165/2014	Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/1054	Określanie położenia za pomocą tachografów
Rozporządzenia (WE) nr 1071/2009, (WE) 1072/2009, (UE) nr 1024/2012	Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/1055	Dostosowanie do zmian w transporcie drogowym
Dyrektywa 96/71/WE oraz 2014/67/UE	Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/1057	Delegowanie kierowców w sektorze transportu drogowego
Dyrektywa 2006/22/WE	Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/1057	Wymogi w zakresie egzekwowania przepisów

Źródło: opracowanie własne na podstawie [1].

2. CZAS PRACY KIEROWCÓW

Czas pracy kierowców ma kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa drogowego, efektywności transportu i ochrony zdrowia kierowców. Wraz z rozwojem sektora transportowego wzrosła potrzeba regulacji czasu pracy, po to by ograniczyć ryzyko związane ze zmęczeniem.

Zgodnie z ustawą z 16 kwietnia 2004 roku czas pracy kierowcy obejmuje nie tylko prowadzenie pojazdu, ale także czynności takie jak: załadunek/ rozładunek, pomoc pasażerom, obsługa pojazdu, czynności administracyjne i inne działania służbowe [6].

Rozporządzenie 561/2006/WE określa normy pracy kierowców w UE (tab. 2).

Tabela 2

Normy czasu prowadzenia pojazdu

Norma	Czas
Nieprzerwany czas prowadzenia pojazdu	4,5 h; po tym czasie kierowca zobowiązany jest do udania się na minimum 45 minut przerwy
Dzienny czas prowadzenia pojazdu	9 h
Tygodniowy czas prowadzenia pojazdu	56 h
Dwutygodniowy czas prowadzenia pojazdu	90 h

Źródło: Rozporządzenie 561/2006 w sprawie harmonizacji niektórych przepisów socjalnych odnoszących się do transportu drogowego (...).

Po 9 lub 10 godzinach jazdy kierowca musi odbyć co najmniej 11 godzin odpoczynku, który może być skrócony do 9 godzin trzy razy w tygodniu, bez konieczności rekompensaty.

W załodze dwuosobowej dzienny cykl pracy wynosi 30 godzin, przy czym czas pracy w ciągu jednego dnia może wynieść maksymalnie 21 godzin, po których kierowcy muszą odpoczywać przez co najmniej 9 godzin. Dzienny odpoczynek musi być ciągły, z wyjątkiem sytuacji, gdy odpoczynek odbywa się na promie lub platformie pociągu.

Przepisy dotyczące przewozów międzynarodowych, obejmujące tereny poza UE, są regulowane przez Umowę AETR. W większości przypadków normy AETR i Rozporządzenia 561/2006/WE są zgodne, jednak wprowadzono pewne różnice, szczególnie w zakresie rekompensaty za skrócone odpoczynki tygodniowe [3].

Pakiet Mobilności wprowadzony w 2020 roku wskazuje dodatkowe zasady:

- tygodniowy odpoczynek musi się odbywać poza kabiną pojazdu, w odpowiednich warunkach sanitarnych i noclegowych;
- kierowcy muszą przynajmniej raz na cztery tygodnie wrócić do bazy lub miejsca zamieszkania na 45-godzinny odpoczynek;
- istnieje możliwość wydłużenia dziennego i tygodniowego czasu jazdy o 1 godzinę (bez przerwy) lub 2 godziny (z przerwą 30 minut), tak by umożliwić kierowcy dotarcie do miejsca odpoczynku;
- skrócone odpoczynki tygodniowe muszą być zrekompensowane przed końcem trzeciego tygodnia.

Ponadto Rozporządzenie 561/2006/WE zostało zmodyfikowane przez Pakiet Mobilności, który pozwala na przerwanie odpoczynku, gdy podróż trwa co najmniej 8 godzin, a kierowca ma dostęp do kabiny sypialnej [3].

3. WARUNKI WYKONYWANIA KABOTAŻU

Zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1072/2009 przewóz kabotażowy to krajowy zarobkowy przewóz drogowy wykonywany tymczasowo w przyjmującym państwie członkowskim innym niż to, w którym przewoźnik ma siedzibę. Od 21 lutego 2022 roku w ramach Pakietu Mobilności wprowadzono surowsze zasady dotyczące kabotażu.

Po wykonaniu maksymalnie trzech przewozów kabotażowych w ciągu 7 dni w jednym kraju przewoźnik musi wykonać przewóz międzynarodowy. Ten sam pojazd może powrócić do kabotażu w tym samym kraju dopiero po 4 dniach przerwy. Ważne jest, że ograniczenie dotyczy pojazdu, a nie kierowcy – ten może nadal wykonywać kabotaż, ale innym pojazdem [1].

Jeśli pojazd powróci do danego państwa w okresie 4-dniowego zakazu, przewoźnik musi przedstawić dokumentację potwierdzającą brak aktywności kabotażowej w tym czasie. Państwa członkowskie mogą modyfikować limity – np. wydłużyć okres 7 dni na operacje kabotażowe lub skrócić 4-dniowy zakaz ich ponownego rozpoczęcia [3].

Przykładowo po zakończeniu transportu międzynarodowego z Niemiec do Hiszpanii pojazd może wykonać jeden przewóz kabotażowy we Francji w ciągu 3 dni od wjazdu na jej teren, ale nie później niż 7 dni od rozładunku w Hiszpanii. Następnie wymagany jest kolejny przewóz międzynarodowy [7].

Nowe zasady ograniczające możliwość poszukiwania ładunków powrotnych zwiększają liczbę pustych przebiegów, co wpływa szczególnie negatywnie na przewoźników z krajów peryferyjnych. Choć w krótkim okresie mogą oni konkurować niższymi kosztami pracy, długoterminowo rosną koszty operacyjne (zwłaszcza paliwa), co prowadzi do wypierania mniejszych firm z rynków kabotażowych przez duże przedsiębiorstwa [7].

4. POZOSTAŁE ASPEKTY

Kolejnym ważnym elementem uregulowanym przez Pakiet Mobilności są tachografy – urządzenia rejestrujące czas pracy kierowców, prędkość i inne parametry jazdy. Choć ich stosowanie w Polsce sięga już 1992 roku, to właśnie zmiany wynikające z Pakietu Mobilności przyniosły rewolucję w tym obszarze.

Od maja 2023 roku w przewozach międzynarodowych zakazano używania tachografów analogowych oraz cyfrowych zamontowanych przed 2019 rokiem. Obecnie obowiązują:

- tachografy cyfrowe zainstalowane po 2006 roku;
- tachografy inteligentne I generacji (Smart I, od 2019 roku);
- tachografy inteligentne II generacji (Smart II – nowe wymogi od 2023 roku).

Tachografy Smart wprowadziły szereg nowoczesnych funkcji:

- GNSS – system satelitarny zapisujący lokalizację pojazdu (na początku, na końcu jazdy oraz co 3 godziny);
- DSRC – umożliwia zdalną kontrolę tachografu (np. sprawdzenie obecności karty, przekroczeń prędkości czy prób manipulacji);
- ITS – pozwala na integrację z inteligentnymi systemami transportowymi (monitoring pojazdu, komunikaty o awariach, nacisku na osie itp.) [3].

Nowe przepisy wymagają również wpisywania symbolu kraju po przekroczeniu granicy – od sierpnia 2020 roku dla tachografów analogowych, a od lutego 2022 roku dla cyfrowych. Zgodnie z Pakietem Mobilności wprowadzono obowiązki wymiany tachografów w pojazdach wykonujących przewozy międzynarodowe:

- od 21 sierpnia 2023 roku – nowe pojazdy muszą mieć tachograf Smart II;
- do 31 grudnia 2024 roku – obowiązkowa wymiana tachografów zamontowanych przed czerwcem 2019 roku;
- do 21 sierpnia 2025 roku – wymiana Smart I na Smart II [3].

Cele tych zmian to skuteczniejsze wykrywanie naruszeń, ograniczenie manipulacji oraz zwiększenie transparentności czasu pracy kierowców.

Kolejnym kluczowym obszarem objętym przez Pakiet Mobilności jest delegowanie kierowców. Od 2 lutego 2022 roku obowiązują nowe zasady, które mają na celu ujednolicenie przepisów i ograniczenie biurokracji. Zmiany, jakie zaszły, są następujące:

- wprowadzono jednolity system zgłaszania delegowań – IMI (*Internal Market Information System*) zamiast różnych rejestrów krajowych;
- kierowcy nie muszą posiadać przy sobie dokumentów papierowych – wystarczy wersja elektroniczna;
- nie ma już obowiązku ustanawiania przedstawiciela w kraju delegowania [1].

Zgłoszenie delegowania zawiera dane firmy, kierowcy, pojazdu, zakresu usług i okresu delegowania. Informacje te muszą być aktualizowane i są przechowywane przez 24 miesiące do celów kontroli. Dokumenty wymagane podczas kontroli:

- potwierdzenie zgłoszenia w systemie IMI;
- list przewozowy CMR lub dokument z równoważnymi danymi;
- zapisy tachografu – zwłaszcza symbole krajów, przez które przejeżdżał kierowca [1].

Jeśli służby kontrolne potrzebują dodatkowych informacji, przewoźnik ma 8 tygodni na ich przesłanie przez system IMI (np. umowa o pracę, ewidencja czasu pracy, wypłaty wynagrodzeń) [1].

Pakiet Mobilności zmienia również zasady wynagrodzenia kierowców delegowanych – od 2022 roku kierowca musi otrzymać pełne wynagrodzenie minimalne zgodne z przepisami kraju, do którego został delegowany. Co istotne:

- diety i ryczałty za noclegi nie są wliczane do wynagrodzenia – traktowane są jako zwrot kosztów;

- obowiązek wyrównania płac dotyczy tylko sytuacji, w których stawki za granicą są wyższe niż w kraju zatrudnienia [1].

PODSUMOWANIE

W opracowaniu przedstawiono kluczowe zmiany w unijnym prawie transportowym wprowadzone przez Pakiet Mobilności. Pakiet ten ma na celu poprawę warunków pracy kierowców, zapewnienie uczciwej konkurencji na rynku transportowym oraz skuteczniejsze egzekwowanie przepisów. W szczególności omówiono nowe regulacje dotyczące tachografów, w tym obowiązek stosowania inteligentnych tachografów II generacji, które wprowadzają zaawansowane funkcje monitoringu i komunikacji, ułatwiając kontrolę czasu pracy i przeciwdziałając manipulacjom.

Przeanalizowano także zasady dotyczące czasu pracy kierowców oraz delegowania pracowników w sektorze transportu drogowego, które zostały uproszczone dzięki wprowadzeniu ogólnoeuropejskiego systemu zgłoszeń delegowania (system IMI). Nowe przepisy nakładają obowiązek pełnego wynagrodzenia dla kierowców delegowanych oraz określają dokumenty wymagane do kontroli, jednocześnie eliminując konieczność posiadania papierowej dokumentacji. W efekcie wprowadzone zmiany mają na celu zwiększenie transparentności, poprawę warunków pracy kierowców oraz lepsze dostosowanie polskiego i europejskiego rynku transportowego do nowych wyzwań, z uwzględnieniem szczególnych wymogów dotyczących transportu między-narodowego i kabotażu.

Na podstawie przedstawionych zmian można stwierdzić, że Pakiet Mobilności, mimo swoich założeń dotyczących poprawy warunków pracy kierowców oraz ujednolicenia zasad na rynku transportowym, wywołał szereg istotnych skutków dla działalności firm przewozowych. Zmiany te przełożyły się przede wszystkim na wzrost kosztów prowadzenia działalności, konieczność dostosowania się do procedur administracyjnych oraz reorganizację procesów logistycznych. W szczególności zauważalny jest wzrost kosztów operacyjnych (m.in. przez obowiązek powrotu pojazdu do kraju i konieczność wypłaty wynagrodzenia zgodnego z lokalnymi stawkami minimalnymi). W konsekwencji można uznać, że regulacje te – choć korzystne z perspektywy pracowniczej – stanowią poważne wyzwanie, zwłaszcza dla małych i średnich firm transportowych. Ocena tych skutków ma kluczowe znaczenie dla dalszego doskonalenia przepisów oraz wypracowania równowagi między ochroną pracowników a konkurencyjnością branży.

LITERATURA

1. Kapica A., Janus A., Dynierowicz M., *Jak w praktyce stosować nowe przepisy pakietu mobilności? Przewodnik dla specjalistów z branży transportowej*, Wiedza i Praktyka, Warszawa 2020.
2. Liberadzki B., *Konkurencja i kooperacja w europejskim transporcie samochodowym a niemiecka ustawa MiLoG*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Problemy Transportu i Logistyki 2015, 29(869), s. 147–180.
3. Madej B., Madej R., *Certyfikat kompetencji zawodowych przewoźnika drogowego*, ATUT-BM, Warszawa 2022.
4. Rolbiecki R., Książkiewicz D., *Performance of Polish road carriers in relation to regulations according to the remuneration of seconded workers*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Gdańskiego, Ekonomika Transportu i Logistyka 2018.
5. Suproń B., *Influence of the mobility package on the functioning of the polish road transport of goods sector*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu 2020, 64(3), s. 92–106.
6. Ustawa z 16 kwietnia 2004 r. o czasie pracy kierowców, Dz.U. 2004, nr 92, poz. 879.
7. Załoga E., *Kabotaż drogowy a wizja europejskiej przestrzeni transportu*, Zeszyty Naukowe. Problemy Transportu i Logistyki/ Uniwersytet Szczeciński, Szczecin 2015, 29, s. 301–315.

Źródła internetowe

8. <https://enpire.pl/2020/08/18/pakiet-mobilnosci-czyli-zmiany-w-pracy-kierowcow-miedzynarodowych/> (dostęp 3.05.2025).
9. www.pragmago.pl (dostęp 3.05.2025).

CHANGES IN EU TRANSPORT LAW: ANALYSIS OF KEY REGULATIONS IN THE MOBILITY PACKAGE

The study presents the most important changes in the road transport sector that have been implemented thanks to the Mobility Package, a set of EU regulations aimed at improving drivers' working conditions, fair competition and better enforcement of regulations. It discusses changes in the road transport sector resulting from the Mobility Package, with particular emphasis on regulations on tachographs, drivers' working hours, posting rules and the remuneration system.

Keywords: Mobility Package, drivers' working hours, cabotage.

KRYZYS LOGISTYCZNY W LONDYNIE: JAK UDOSKONAŁIĆ KOMUNIKACJĘ MIEJSKĄ W STOLICY WIELKIEJ BRYTANII?

System transportu publicznego w Londynie zmagają się z licznymi trudnościami, szczególnie gdy duża liczba osób korzysta z komunikacji miejskiej w godzinach szczytu, co powoduje dyskomfort związany z tłokiem, brakiem przestrzeni i opóźnieniami. Londyn jest jednym z najbardziej obleganych przez turystów miast na świecie, dlatego skala tego problemu stanowi istotne wyzwanie dla władz miasta i operatorów transportu publicznego. Cele artykułu obejmują identyfikację przyczyn problemów kryzysu logistycznego, wyjaśnienie funkcjonowania komunikacji miejskiej i jej wyzwań oraz zaproponowanie innowacyjnych rozwiązań, które mogłyby poprawić komfort pasażerów oraz wydajność transportu publicznego w Londynie.

Słowa kluczowe: Londyn, koszty transportu, metro londyńskie, transport publiczny, kryzys logistyczny.

WSTĘP

Publiczny transport zbiorowy to ogólnodostępna forma przewozu osób, realizowana pojazdami o dużej pojemności w ustalonych odstępach czasu oraz po wyznaczonych trasach, liniach lub w ramach określonej sieci komunikacyjnej. Oznacza to, że jest dostępny dla każdego, funkcjonuje według stałego rozkładu i kursuje na ściśle określonych trasach. Transport publiczny jest podstawą systemów transportu miejskiego w globalnych miastach [7].

Zgodnie z literaturą sposób, w jaki ludzie dojeżdżają do pracy, może znacząco wpływać na ich zdrowie i samopoczucie. Aktywne dojazdy do pracy, takie jak jazda na rowerze, a nawet dojazdy transportem publicznym, w przeciwieństwie do jazdy samochodem, zwiększają codzienną aktywność fizyczną, co wiąże się z korzyściami zdrowotnymi. Jazda rowerem do pracy może wspierać dobre samopoczucie dzięki wywoływaniu pozytywnych emocji (o których wiadomo, że są związane z ogólną aktywnością fizyczną) lub poprzez zmniejszenie cierpienia psychicznego, jak np. niepokój związany z korkami. Stwierdzono, że cierpienie psychiczne było niższe wśród wszystkich grup osób dojeżdżających do pracy transportem publicznym (tj. użytkowników autobusów, pociągów i metra) na obszarach o lepszej łączności z transportem publicznym [2, 8, 9, 33].

W 2023 roku w Londynie dziennie odbywało się 26,1 mln podróży komunikacją publiczną. Stanowi to wzrost o 6% w porównaniu z rokiem 2022. W Londynie około 70% podróży metrem i 30% podróży autobusem wiąże się z co najmniej jedną

przesiadką. Zatłoczenie czy liczne przesiadki stanowią poważne wyzwanie dla funkcjonowania transportu publicznego w Londynie. Istnieje wiele innowacyjnych rozwiązań ukierunkowanych na poprawę samopoczucia pasażerów i ulepszenie funkcjonowania środków transportu publicznego [2, 23, 36].

1. JAK FUNKCJONUJE KOMUNIKACJA MIEJSKA W LONDYNIE?

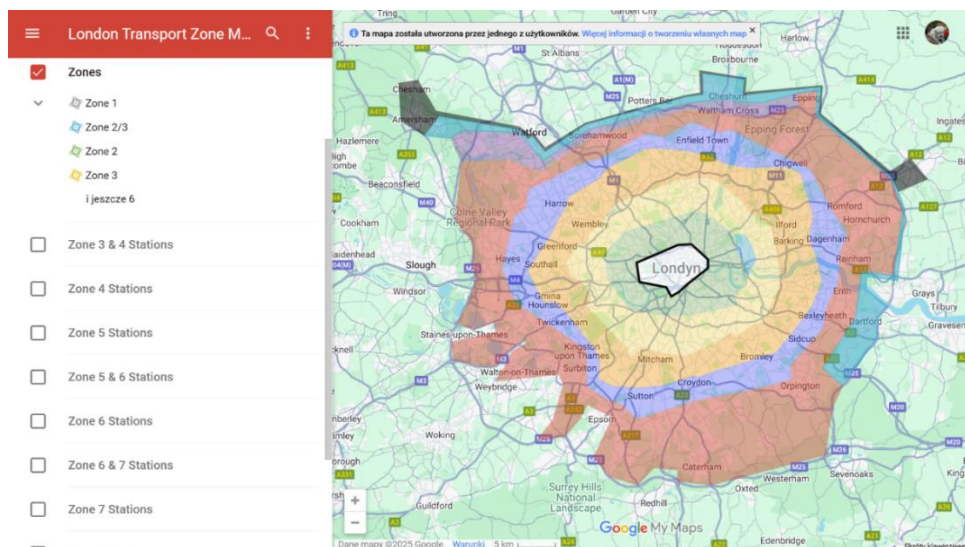
Londyńska sieć transportu publicznego należy do najbardziej rozwiniętych na świecie. Londyn posiada szeroki wybór transportu publicznego: autobusy, automatyczna kolej DLR (Docklands Light Railway), kolej podmiejska (London Overground), pociągi należące do sieci National Rail, Elizabeth line. Dostępne są też dodatkowe środki transportu, takie jak statki kursujące po Tamizie, zwane autobusami rzeczными (River Bus), tramwaje (Trams), kolejka linowa IFS Cloud Cable Car, rowery miejskie (Santander Cycles). Cała sieć jest zintegrowana i unowocześniona, jednak sposób wyliczania opłaty za przejazd różni się w zależności od tego, jakim środkiem transportu podróżujemy.

Miejski przewoźnik Transport for London (TFL) odpowiada za większość komunikacji publicznej. TFL wdraża strategię transportową burmistrza i zarządza usługami transportowymi w całej stolicy, za które burmistrz ponosi odpowiedzialność. Członkowie zarządu, który kieruje TFL, są wybierani ze względu na ich zrozumienie kwestii transportu i mianowani przez burmistrza Londynu [4].

Londyn jest podzielony na dziewięć stref taryfowych. Strefy dotyczą przejazdów: metrem, kolejką DLR, kolejką podmiejską (Overground), Elizabeth Line oraz pociągami obsługiwanymi przez National Rail, nie obowiązują zaś w przypadku podróży autobusami. Zasada działania polega tym, że im dalsza strefa, tym większy koszt przejazdu – może to sprawiać mylne wrażenie, gdyż ceny zakwaterowania i noclegów w hotelach w centrum miasta są wyższe niż na przedmieściach, jednak ceny za koszt transportu w dalszych strefach mogą się wyrównywać z ceną noclegu w drogim hotelu [4, 11, 35].

Na rys. 1 została przedstawiona mapa podziału Londynu na dziewięć stref transportowych.

Każdy środek transportu publicznego w Londynie wyróżnia się własnymi zasadami, szczególnie w godzinach szczytu można zaobserwować typowe dla danego środka transportu warunki podróży, w tym stopień zatłoczenia. Obowiązuje bowiem zasada *peak* i *off-peak*, zgodnie z którą zmieniają się ceny biletów za przejazd metrem czy pociągiem. Ceny biletów są wyższe podczas *peak time*, gdy zatłoczenie w danym środku transportu jest wysokie. Natomiast taryfa *off-peak* obowiązuje przez pozostałe godziny w dni powszednie, weekendy oraz od 16:00 do 19:00, w sytuacji, gdy przemieszczamy się z dowolnego miejsca poza strefą 1 do strefy 1.



Rys. 1. Podział Londynu na strefy transportowe

Źródło: [30].

Wygodne podróżowanie po Londynie umożliwiają bilety okresowe – *Travelcard*. Można korzystać z nich bez ograniczeń w autobusach, metrze, na kolei podmiejskiej oraz w tramwajach. *Day Travelcard* to bilet dzienny (obowiązuje przez cały dzień, aż do 4:30 następnego dnia), dostępny jest także bilet miesięczny albo roczny. Niektóre z wymienionych biletów są też podzielone cenowo ze względu na *peak* i *off-peak*. Bilety jednodniowe *Travelcard* można zakupić w automatach w formie kartoniku [4, 11, 20, 36]. Tabela 1 prezentuje podział cenowy biletów w Londynie w odniesieniu do strefy.

Tabela 1

Podział cenowy biletów w Londynie w odniesieniu do strefy

<i>Day Anytime</i> i <i>Day Off-Peak</i> (strefy 1–4)	15,90 £ (79,37 zł)
<i>Day Anytime</i> (strefy 1–6)	22,60 £ (112,81 zł)
<i>Day Off-Peak</i> (strefy 1–6)	15,90 £ (79,37 zł)

Źródło: [31].

Ceny biletów na metro w Londynie są stosunkowo wysokie i zależą od liczby pokonywanych stref oraz rodzaju wybranego biletu. Odzwierciedlają zarówno rozbudowaną infrastrukturę, jak i duże zapotrzebowanie na transport publiczny.

1.1. Metro londyńskie

Metro w Londynie zostało uruchomione 10 stycznia 1863 roku, co czyni je najstarszym metrem na świecie. Obecnie system obejmuje jedenaście linii: Bakerloo, Central, Circle, District, Hammersmith & City, Jubilee, Metropolitan, Northern, Piccadilly, Victoria oraz Waterloo & City. Cała sieć liczy 270 stacji, spośród których wiele wyróżnia się unikalną architekturą i bogatą historią. Metro w Londynie nazywane jest również Tube czy London Underground. Słynie ze swojej bogatej historii, dlatego stanowi jednocześnie jedną z atrakcji turystycznych i jeden z najpopularniejszych środków transportu w Londynie. Tube działa mniej więcej codziennie od 5:00 rano do północy. Całodobowo metro funkcjonuje tylko w piątki i soboty w ramach projektu Night Tube, jednakże wyłącznie na pięciu liniach: Victoria, Central, Jubilee, Northern i Piccadilly. Codziennie korzysta z niego ponad 5 mln pasażerów.

System londyńskiego metra bardzo się rozwija – jego przykładem jest otwarcie w 2022 roku Elizabeth Line, która znacznie ulepszyła połączenie między wschodnią a zachodnią częścią miasta [4, 23, 36]. Władze Londynu już od dłuższego czasu dążą do pełnej cyfryzacji komunikacji miejskiej. Bilety papierowe na przejazd metrem są obecnie droższe niż sposób płatności *pay as you go*, w ramach którego za każdy przejazd płaci się zbliżeniowo (*contactless*). *Pay as you go* jest najwygodniejszym sposobem płacenia w Londynie, szczególnie jeśli pasażer się spieszy. Do wyboru dostępne są dwie opcje: płacenie kartą przedpłaconą Oyster lub płacenie własną kartą płatniczą czy też za pomocą urządzenia mobilnego (telefon, zegarek). Działa to w taki sposób, że w momencie wchodzenia na stację metra lub stację kolejową przykładamy naszą kartę lub urządzenie mobilne do czytnika. W momencie wyjścia ze stacji również należy przyłożyć tę samą kartę lub urządzenie do czytnika. Po pewnym czasie z naszego konta zostanie pobrana opłata za przejazd. Z jednej karty może korzystać tylko jedna osoba, dlatego można zauważyć, że w momencie podróżowania z większą grupą może to być uciążliwe. Kontrola biletów polega na tym, że kontroler za pomocą terminala weryfikuje, czy została pobrana opłata z karty płatniczej. W modelu *pay as you go* obowiązują także limity dzienne oraz tygodniowe (*capping*). Każdy zakres stref ma swój limit (np. 1–4, 1–6). Gdy osiągnie się taki limit, każdy kolejny przejazd jest bezpłatny. Mniej wygodny sposób płacenia dla turystów stanowi wyrobienie karty przedpłaconej Oyster Card. Aby korzystać z karty Oyster, należy na nią najpierw wpłacić środki (*topping*), które będą potem pobierane z konta po każdej podróży. Kartę można doładować na różne sposoby, np. online, w aplikacji lub na stacjach. Należy zauważyć, że system londyńskiego metra umożliwia wygodne i szybkie opłacenie przejazdu za pomocą telefonu przy wejściu [4, 11].

1.2. Autobusy, pociągi podmiejskie oraz inne środki transportu

Jednym z głównych symbolów Londynu są czerwone, piętrowe autobusy, które stanowią jeden z najwygodniejszych środków transportu dla turystów, ponieważ w przypadku podróży autobusami nie występuje żaden podział na strefy, ceny biletów pozostają te same niezależnie od godzin szczytu, a na krótszych trasach nie trzeba schodzić do tunelu i przeciskać się przez tłumy. Autobusy kursują przez 24 godziny 7 dni w tygodniu. Autobusy w Londynie funkcjonują tylko w systemie *cash-free*, co oznacza, że za przejazd nie można płacić gotówką i jedyny sposób opłacenia to model *pay as you go*. Natomiast korzystanie z autobusów różni się nieco od korzystania z metra czy kolejki naziemnej, ponieważ kartę płatniczą czy urządzenie mobilne przykładają się do czytnika podczas wsiadania do pojazdu, a nie robi się tego podczas wysiadania. Wadą korzystania z autobusów dla turystów może być konieczność orientacji w centrum, gdyż kierowcy autobusów nie zatrzymują się na każdym przystanku i należy dać im znak, aby to uczynili. Podczas wysiadania należy również nacisnąć znak „stop”, a ważnym aspektem jest możliwość dowolnej przesiadki do innego autobusu lub tramwaju, pod warunkiem użycia tej samej karty (tzw. *Hopper fare*) w ciągu godziny od pierwszego „odbicia” karty. Te same zasady dotyczą przejazdów tramwajami [1]. Istotnym środkiem transportu publicznego w Londynie są także pociągi podmiejskie zarządzane przez National Rail oraz TfL Rail, które obsługują strefy podmiejskie oraz dojazdy do niektórych lotnisk. Identyczne reguły dotyczące płatności oraz bilety obowiązują w pociągach podmiejskich, jak również w metrze oraz kolejkach podziemnych. Nietypowy środek transportu publicznego w Londynie to River Bus, czyli autobusy rzeczne. Są to statki kursujące po Tamizie, którymi zarządza firma Thames Clippers. Jest to szybka alternatywa w podróży ze względu na brak korków i tłoku. Dodatkowo stanowi atrakcję dla turystów, którzy chcą się przepłynąć słynną rzeką. Autobusy rzeczne to nietypowe statki turystyczne, stanowią je głównie jednostki kryte, mają one też niewielki odkryty podkład [1, 11, 35].

2. KRYZYS TRANSPORTU PUBLICZNEGO W LONDYNIE

Nie każdy ma wpływ na godzinę rozpoczęcia swojego dnia, jednak w Londynie w godzinach porannych może się to okazać kluczowe. Jednym z najbardziej zatłoczonych momentów w tygodniu jest przedział czasowy od 8:00 do 8:30 rano – szczególnie w czwartki. To właśnie ten dzień tygodnia, według danych z Centre for Cities, wybiera najwięcej londyńskich pracowników na dojazd do biura, nie świadcząc pracy zdalnej. W efekcie czwartkowy poranek w tym półgodzinnym oknie staje się rekordowo tłoczny. Statystyki mówią, że między 7:30 a 8:00 podróżuje o 20% mniej osób niż w szczycie 8:00–8:30, a po godzinie 8:30 natężenie ruchu spada o kolejne 16% [5]. Równie zatłoczone bywają popołudnia – zwłaszcza



we wtorki i czwartki między 16:00 a 19:00. To czas, gdy do metra wsiadają zarówno osoby wracające z pracy, jak i te wybierające się na spotkania towarzyskie. Największe natężenie ruchu przypada między 17:00 a 18:30. Najlepiej korzystać z metra w godzinach od 8:45 do 17:00 lub po 18:30 w dni robocze. Najbardziej obciążone linie to: Northern, Jubilee, Victoria, Central oraz Elizabeth Line (nazywana również Lizzie Line), która – według danych Transport for London (TfL) – obsługuje największą liczbę pasażerów w całym kraju [4, 5, 11, 32].

Codziennie setki tysięcy osób przemieszcza się po Londynie – do pracy, szkoły czy na spotkania. Historyczna infrastruktura metra, mimo ciągłych modernizacji, nie zawsze nadąża za rosnącym zapotrzebowaniem. Część linii powstała ponad sto lat temu i nie była projektowana z myślą o dzisiejszym natężeniu ruchu. Ważnym aspektem są również różnice w trybie pracy – nagłe szczyty są spowodowane dużą liczbą osób przyjeżdżających do centrum w określonych porach.

Ceny biletów komunikacji miejskiej w Londynie należą do najwyższych na świecie. Szczególnie dotyczy to przejazdów metrem, gdzie koszt podróży na krótkim dystansie może być znacząco wyższy niż w innych globalnych metropoliach. Wzrost liczby mieszkańców, wzrost cen transportu publicznego, intensywny rozwój biznesu, ograniczona przestrzeń drogowa oraz stale rosnące ceny mieszkań na obrzeżach zmuszają ludzi do codziennych dojazdów – wszystko to sprawia, że londyński transport publiczny codziennie działa na granicy swoich możliwości [2, 4, 5].

3. INNOWACYJNE ROZWIĄZANIA DLA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W STOLICY WIELKIEJ BRYTANII

Popyt na przewozy pasażerskie w miastach i aglomeracjach miejskich jest określany względną stabilnością w określonych porach dnia oraz roku. Aby zapobiec kryzysowi w Londynie, ale także w wielu innych zatłoczonych stolicach, stosuje się m.in. rozwiązania takie jak systemy typu Park & Ride, zlokalizowane przy węzłach komunikacyjnych umożliwiające kontynuację podróży środkami transportu zbiorowego. Zapewnienie odpowiedniej pojemności parkingów oraz sprawne i konkurencyjne połączenia z centrum miasta, realizowane np. przez metro, kolej miejską, autobusy lub szybkie tramwaje, poruszające się po wydzielonych pasach, mają kluczowe znaczenie dla skuteczności tego rozwiązania. Należy podkreślić, że wprowadzenie stref płatnego parkowania, bez jednoczesnego ograniczenia liczby miejsc postojowych, może prowadzić do nasilenia zjawiska kongestii i wzrostu rotacji pojazdów [10, 26].

Coraz większe znaczenie zyskują niezmotoryzowane środki transportu, w szczególności rowery. Z uwagi na rosnące problemy związane z przeciążeniem infrastruktury drogowej oraz zatłoczenie w godzinach szczytu w komunikacji miejskiej, rowery postrzegane są jako istotny element systemu transportowego

miast, szczególnie w kontekście dojazdów do węzłów przesiadkowych. Niezbędne jest stworzenie odpowiednich warunków organizacyjnych i infrastrukturalnych, żeby w pełni wykorzystać ich potencjał. Zapewnienie bezpiecznych, łatwo dostępnych i funkcjonalnych miejsc parkingowych przy stacjach przesiadkowych jest podstawą efektywnego włączenia rowerów do systemu komunikacji miejskiej. Uzupełnieniem takiej infrastruktury powinny być usługi wypożyczania rowerów, punkty serwisowe, logicznie zaplanowana oraz spójna sieć tras rowerowych umożliwiających szybki i komfortowy dojazd do kluczowych punktów miasta. Aby umożliwić pasażerom płynną i wygodną zmianę środka transportu, system ten powinien być intuicyjny, elastyczny oraz zintegrowany z innymi środkami transportu zbiorowego. Z perspektywy ochrony środowiska połączenie jazdy rowerem z podróżowaniem transportem publicznym to jedno z najbardziej zrównoważonych i efektywnych rozwiązań, pozwalających ograniczyć emisję zanieczyszczeń, hałas oraz zużycie energii. Ponadto rower jako środek transportu oferuje dużą elastyczność, indywidualizację podróży i konkurencyjność czasową w porównaniu z samochodami w warunkach miejskich. Tylko dzięki zintegrowanemu podejściu, opartemu na synergii różnych środków transportu oraz aktywnym zarządzaniu popytem, możliwe będzie ograniczenie zatłoczenia w tak dużym mieście jak Londyn oraz zapewnienie zrównoważonego i dostępnego systemu komunikacji miejskiej dla wszystkich mieszkańców [3, 10, 29].

PODSUMOWANIE

Londyn, będący jednym z największych i najbardziej dynamicznych miast Europy, od lat boryka się z narastającym kryzysem logistycznym. Kluczowym problemem pozostaje przeciążony system transportu publicznego, który nie nadąża za rosnącymi potrzebami mieszkańców i turystów. Wysoki koszt przejazdów to jeden z największych problemów. Ważnym wyzwaniem są zatłoczenia, zarówno w pojazdach transportu publicznego, jak i na drogach. W godzinach szczytu metro i autobusy często są przepełnione, a poruszanie się samochodem po centrum staje się uciążliwe i czasochłonne [3, 10].

Konieczne jest podjęcie kompleksowych działań modernizacyjnych, po to by przeciwdziałać pogłębiającemu się kryzysowi. Należy zainwestować w rozwój infrastruktury transportowej – rozbudowę i unowocześnienie linii metra, kolei miejskiej i tras autobusowych, zwłaszcza w mniej zurbanizowanych dzielnicach. Kluczowe znaczenie dla zredukowania zatłoczenia w Londynie ma także tworzenie intermodalnych węzłów przesiadkowych, które umożliwią łatwe i szybkie przesiadki między różnymi środkami transportu. Szczególny nacisk należy nałożyć na rowery jako środek dojazdu do stacji i przystanków – możliwy jest wzrost ich popularności, o ile zostaną zapewnione wygodne i bezpieczne parkingi, stacje wypo-

żyć oraz rozbudowana sieć ścieżek rowerowych. Działania, które mogą realnie zmniejszyć zatłoczenie w godzinach szczytu i przywrócić równowagę w londyńskim systemie komunikacyjnym, to m.in. poprawa dostępności i jakości transportu publicznego, wprowadzenie rozwiązań *smart city* oraz integracja różnych form transportu publicznego. Tylko kompleksowe podejście pozwoli skutecznie rozwiązać problemy, z którymi dziś zmaga się transport publiczny w Londynie.

LITERATURA

1. Cantillon E., Pesendorfer M., *Auctioning bus routes: the London experience*, [w:] *Combinatorial Auctions*, red. P. Cramton, Y. Shoham, R. Steinberg, MIT Press, Cambridge, Mass., s. 573–592.
2. Chng S., White M., Abraham C., Skippon S., *Commuting and wellbeing in London: the roles of commute mode and local public transport connectivity*, *Preventive Medicine* 2016, 88, s. 182–188.
3. Dębowska-Mróz M., Kacprzak M., Zięba P., *Infrastruktura rowerowa jako element systemu transportowego Radomia*, *Autobusy* 2016, 12, s. 573–580.
4. Green O., *The tube: station to station on the London underground*, Shire Publications 2012.
5. Guo Z., Wilson N.H.M., *Assessing the cost of transfer inconvenience in public transport systems: a case study of the London Underground*, *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 2011, 45(2), s. 91–104.
6. Guzik R., Kołoś A., Taczanowski J., *Transport publiczny atrakcją turystyczną? [w:] Człowiek i jego działania. Spojrzenie geografów. Prace dedykowane Prof. Włodzimierzowi Kurkowi*, red. M. Drewnik, M. Mika, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2017, s. 133–146.
7. Hörcher D., Tirachini A., *A review of public transport economics*, *Economics of Transportation*, 2021, 25, 100196.
8. Skiba S., *Analiza procesu obsługi intermodalnych jednostek kontenerowych w Bałtyckim Terminalu Kontenerowym*, *Gospodarka Materiałowa i Logistyka* 2017, nr 12 (CD), s. 1008–1024.
9. Skiba S., *The impact of non-competition agreements on the career path of employees of TSL enterprises in Poland*, [w:] *Economic and Social Development: Book of Proceedings* 2019, s. 250–256.
10. Szeląg K., *Nowoczesne rozwiązania w komunikacji miejskiej jako czynnik zwiększający bezpieczeństwo transportowe miast*, *Gospodarka Materiałowa i Logistyka* 2019, 10, s. 501–513.
11. Zhang Y., Marshall S., Manley E., *Understanding the roles of rail stations: insights from network approaches in the London metropolitan area*, *Journal of Transport Geography* 2021, 94(C).

Źródła internetowe

12. <https://note.radio/londyńskie-metro-krotka-historia-i-rozwoj/> (dostęp 15.03.2025).
13. <https://planningtransport.co.uk/2021-09-19-the-challenges-facing-transport-in-london.html> (dostęp 15.03.2025).
14. <https://tfl.gov.uk/campaign/tube-improvements/what-we-are-doing/night-tube> (dostęp 07.04.2025).

15. <https://tfl.gov.uk/fares/how-to-pay-and-where-to-buy-tickets-and-oyster/buying-tickets-and-oyster> (dostęp 07.04.2025).
16. <https://tfl.gov.uk/fares/how-to-pay-and-where-to-buy-tickets-and-oyster/pay-as-you-go/contactless-and-mobile-pay-as-you-go> (dostęp 07.04.2025).
17. <https://tfl.gov.uk/maps/bus?intcmp=40401> (dostęp 07.04.2025).
18. <https://tfl.gov.uk/maps/river?intcmp=29736> (dostęp 15.03.2025).
19. <https://tfl.gov.uk/maps/track?intcmp=40400> (dostęp 07.04.2025).
20. <https://tfl.gov.uk/plan-a-journey/> (dostęp 15.03.2025).
21. <https://tfl.gov.uk/travel-information/visiting-london/getting-around-london/visitor-centres> (dostęp 07.04.2025).
22. <https://utk.gov.pl/pl/publiczny-transport/16246,Publiczny-transport-zbiorowy.html#:~:text=Publiczny%20transport%20zbiorowy%20jest%20to%20powszechnie%20dost%C4%99pny,linii%20komunikacyjnej%2C%20liniach%20komunikacyjnych%20lub%20sieci%20komunikacyjnej.> (dostęp 07.04.2025).
23. <https://wypiszwymalujpodroz.pl/praktyczny-poradnik/europa/wielka-brytania/komunikacja-miejska-w-londynie-od-a-do-z/> (dostęp 15.03.2025).
24. <https://www.bbc.com/news/articles/cy8p579g5g5o> (dostęp 15.03.2025).
25. <https://www.businessldn.co.uk/sites/default/files/documents/2021-01/TransportInLondon.pdf> (dostęp 15.03.2025).
26. <https://www.centreforcities.org/blog/improving-transport-connectivity-in-uk-cities/> (dostęp 15.03.2025).
27. <https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?msa=0&dg=feature&mid=1eIjWEQyOPchgJUttxBBkYqvPx&ll=51.4928034051175%2C-0.17372399999997623&z=10> (dostęp 15.03.2025).
28. <https://www.gurupodrozy.pl/wyprawy/europa/wielka-brytania/metro-w-londynie/> (dostęp 15.03.2025).
29. <https://www.london.gov.uk/who-we-are/what-london-assembly-does/questions-mayor/find-an-answer/transport-challenges> (dostęp 15.03.2025).
30. <https://www.orr.gov.uk/about/what-we-do> (dostęp 15.03.2025).
31. <https://www.podrozepoeuropie.pl/komunikacja-miejska-londyn/> (dostęp 15.03.2025).
32. <https://www.quora.com/What-are-the-major-issues-with-public-transportation-in-London-What-solutions-can-be-implemented-to-improve-public-transportation-in-London> (dostęp 15.03.2025).
33. <https://www.rp.pl/transport/art39719621-londyn-zamraza-ceny-biletow-miasto-chce-zlagodzic-gigantyczne-koszty-utrzymania> (dostęp 15.03.2025).
34. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0969699712001640> (dostęp 15.03.2025).
35. <https://www.thamesclippers.com/plan-your-journey/ticket-information> (dostęp 07.04.2025).
36. <https://www.transfergo.pl/transport-publiczny-w-londynie> (dostęp 15.03.2025).

LONDON'S LOGISTICS CRISIS: HOW TO IMPROVE PUBLIC TRANSPORT IN THE UK CAPITAL?

London's public transport system faces a number of difficulties, particularly when large numbers of people use public transport at peak times, resulting in the discomfort of crowding, lack of space and delays. London is one of the most trafficked cities in the world, so the scale of the problem poses a significant challenge to city authorities and public transport operators. The aim of this paper is to identify the causes of the problems of the logistics crisis, explain the operation of public transport and its challenges, and propose innovative solutions to improve passenger comfort and efficiency in London.

Keywords: London, transport costs, London Underground, public transportation, logistics crisis.

WYBRANE ASPEKTY FUNKCJONOWANIA ŁAŃCUCHÓW DOSTAW W KONTEKŚCIE ICH DEKARBONIZACJI – PRZYKŁADY ROZWIĄZAŃ I DOBRYCH PRAKTYK

Logistyka i łańcuchy dostaw odgrywają kluczową rolę we współczesnym świecie, umożliwiając dostęp do produktów w przystępnych cenach i dogodnym czasie. Logistyka obejmuje m.in. planowanie i koordynowanie wszystkich etapów – od produkcji po dostarczenie towaru do klienta – z zachowaniem dbałości o efektywność. Jednak procesy logistyczne, tak jak szereg innych rodzajów aktywności gospodarczej, generują emisję gazów cieplarnianych, głównie CO₂, przyczyniając się do globalnego ocieplenia i jego negatywnych skutków, takich jak zmiany klimatyczne, topnienie lodowców czy zakwaszenie oceanów. W odpowiedzi na te wyzwania rozwija się koncepcja zrównoważonego rozwoju oraz „zielonej” logistyki, w ramach której dąży się do minimalizacji wpływu na środowisko. Obejmuje to m.in. korzystanie z ekologicznych rozwiązań transportowych (np. przewozu ładunków drogami śródlądowymi, transportem kolejowym zasilanym trakcją elektryczną czy innymi pojazdami elektrycznymi), optymalizację tras, redukcję i ekologizację opakowań oraz lokalizację produkcji i magazynów bliżej odbiorców. Wiele firm, takich jak IKEA, Maersk, DHL czy Walmart, wdraża praktyki mające na celu ograniczenie emisji CO₂, inwestując w zakup energii ze źródeł odnawialnych, paliw alternatywnych, lepsze planowanie logistyki oraz edukację dostawców. Te działania przynoszą korzyści zarówno środowisku, jak i samemu podmiotowi – poprawiając jego wizerunek, a często też efektywność i konkurencyjność. W artykule dokonano identyfikacji i analizy rozwiązań stosowanych przez przedsiębiorstwa w łańcuchach dostaw, które pozwalają na ograniczenie śladu węglowego ich działalności przy jednoczesnym zachowaniu konkurencyjności. Analizę przeprowadzono metodą desk research.

Słowa kluczowe: dekarbonizacja łańcucha dostaw, ślad węglowy, transport ekologiczny, zielona logistyka, odnawialne źródła energii, zrównoważony rozwój.

WSTĘP

W obliczu narastających wyzwań związanych ze zmianami klimatycznymi dekarbonizacja łańcuchów dostaw z uwzględnieniem celów środowiskowych staje się jednym z kluczowych obszarów zainteresowania zarówno nauki, jak i reprezentantów sfery gospodarki. Tradycyjne modele logistyczne, ukierunkowane głównie na minimalizację kosztów i maksymalizację efektywności operacyjnej, coraz częściej muszą uwzględniać aspekty zrównoważonego rozwoju, w tym redukcję emisji dwutlenku węgla (CO₂). Celem niniejszego opracowania jest identyfikacja rozwiązań przyczyniających się do dekarbonizacji łańcucha dostaw, które pozwalają na ograniczenie śladu węglowego, przy jednoczesnym zachowaniu konkurencyjności przedsiębiorstw.

1. ŁAŃCUCH DOSTAW WE WSPÓŁCZESNYM ŚWIECIE

Aby dany produkt mógł się znaleźć w sklepie stacjonarnym lub internetowym, musi najpierw zostać wyprodukowany z określonych surowców, następnie zapakowany, przetransportowany z miejsca produkcji do magazynu, a potem do sklepu, w którym może zostać zakupiony przez konsumenta. Wszystkie te etapy tworzą łańcuch dostaw. Logistyka pełni funkcję „menedżera” tego łańcucha – odpowiada za planowanie i organizowanie każdego z jego etapów w ramach przepływu dóbr informacyjnych i środków finansowych, począwszy od transportu, przez magazynowanie, aż po dostarczenie towaru do punktu sprzedaży. Celem logistyki jest zagwarantowanie tego, aby cały proces przebiegał sprawnie, szybko i możliwie najtaniej [4, 16].

1.1. Dlaczego logistyka jest tak ważna w dzisiejszym świecie?

Dobrze zorganizowana logistyka pozwala na szybkie dostarczanie towarów zamawianych online po korzystnych cenach. Współczesne rozwiązania logistyczne coraz częściej uwzględniają aspekty środowiskowe, takie jak planowanie bardziej efektywnych tras przewozu w celu zmniejszenia zużycia paliwa [15, 16].

Logistyka i łańcuch dostaw odgrywają kluczową rolę w zapewnieniu dostępności produktów na rynku. To właśnie one łączą producentów z konsumentami, wpływając zarówno na codzienne życie ludzi, jak i na funkcjonowanie całej gospodarki.

1.2. Problem emisji gazów cieplarnianych, w tym CO₂, ich wpływ na środowisko

Jednym z głównych gazów cieplarnianych jest dwutlenek węgla (CO₂), który powstaje w wyniku spalania paliw kopalnych, takich jak węgiel, ropa naftowa czy gaz ziemny. Energia uzyskiwana w tym procesie wykorzystywana jest m.in. w gospodarstwach domowych, szkołach czy transporcie. Choć CO₂ jest również naturalnie wydychany przez ludzi i zwierzęta, a pochłaniany przez rośliny podczas fotosyntezy, problem pojawia się wtedy, gdy jego ilość w atmosferze staje się nadmierna [7].

Wzrost wielkości emisji gazów cieplarnianych, szczególnie od czasów rewolucji przemysłowej, doprowadził do sytuacji, w której Ziemia zatrzymuje więcej ciepła, niż jest to potrzebne. Skutkuje to globalnym ociepleniem, czyli wzrostem średniej temperatury na naszej planecie [2, 12].

1.3. Jakie są skutki globalnego ocieplenia dla środowiska?

Globalne ocieplenie wywołuje w środowisku naturalnym zmiany, do których zaliczają się [2]:

- zmiany klimatyczne – coraz częstsze i silniejsze zjawiska ekstremalne, takie jak upały, susze, powodzie, burze i huragany;
- topnienie lodowców i pokrywy śnieżnej – wzrost temperatur powoduje topnienie lodowców na biegunach i w górach, co prowadzi do podnoszenia się poziomu mórz i oceanów, zagrażając obszarom położonym nisko nad poziomem morza, zwłaszcza państwom wyspiarskim;
- zakwaszenie oceanów – część nadmiaru CO₂ rozpuszcza się w wodzie, co powoduje obniżenie pH oceanów. Zagraża to wielu organizmom morskim, takim jak koralowce i skorupiaki;
- wymieranie gatunków – szybkie tempo zmian klimatycznych uniemożliwia adaptację wielu gatunkom roślin i zwierząt, co może prowadzić do ich wyginięcia;
- zmiany w rolnictwie – nowe warunki pogodowe mogą utrudniać uprawę roślin i hodowlę zwierząt w dotychczasowych regionach.

Z tego względu niezbędne jest podejmowanie działań na rzecz ograniczenia emisji gazów cieplarnianych. Obejmuje to m.in. oszczędzanie energii, wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii (takich jak energia słoneczna i wiatrowa) oraz inne inicjatywy mające na celu ochronę klimatu [2, 13].

2. PODSTAWY TEORETYCZNE – KONCEPCJA ŁAŃCUCHA DOSTAW

2.1. Pojęcie i elementy łańcucha dostaw

Łańcuch dostaw to zintegrowany system obejmujący wszystkie działania, podmioty i procesy związane z przepływem towarów, usług, informacji i środków finansowych – od pozyskania surowców aż po dostarczenie gotowego produktu do klienta końcowego. Obejmuje on zarówno źródła zaopatrzenia, jak i procesy produkcyjne, logistyczne oraz sprzedażowe, umożliwiając efektywne zaspokajanie potrzeb konsumentów [21].

Elementami łańcucha dostaw w ujęciu podmiotowym są [3, 10]:

- dostawcy – podmioty odpowiedzialne za dostarczanie surowców i materiałów niezbędnych do produkcji (np. drewno do produkcji mebli, bawełna do wytwarzania odzieży);
- producenci – zakłady przetwarzające dostarczone materiały w gotowe produkty (np. fabryka szycząca koszulki, zakład produkujący soki);
- operatorzy logistyczni – firmy zajmujące się magazynowaniem i transportem towarów między ogniwami łańcucha dostaw;

- dystrybutorzy – pośrednicy odpowiedzialni za dostarczanie produktów do punktów sprzedaży lub bezpośrednio do klientów;
- punkty sprzedaży detalicznej lub hurtowej – sklepy, hurtownie lub platformy internetowe oferujące produkty końcowym odbiorcom;
- klienci końcowi – odbiorcy nabywający i użytkujący produkt.

W literaturze przedmiotu wyróżnia się także ujęcie procesowe łańcucha dostaw, w ramach którego można wskazać następujące elementy [3, 10]:

- zaopatrzenie – pozyskiwanie i dostarczanie surowców oraz materiałów przez dostawców;
- produkcja – przekształcenie surowców w produkty gotowe;
- magazynowanie – przechowywanie surowców lub wyrobów gotowych przed dalszą dystrybucją;
- transport – przemieszczanie materiałów i produktów między kolejnymi ogniwami łańcucha dostaw;
- dystrybucja – dostarczanie towarów do punktów sprzedaży lub klientów;
- sprzedaż – udostępnienie produktu klientowi końcowemu.

Każdy z wymienionych podmiotów i etapów procesowych odgrywa istotną rolę w funkcjonowaniu łańcucha dostaw. Ich efektywna współpraca i niezawodne działanie mają kluczowe znaczenie dla zapewnienia terminowego i skutecznego dostarczania produktów do konsumentów.

2.2. Źródła emisji CO₂ w łańcuchu dostaw

W każdym z etapów łańcucha dostaw mogą powstawać gazy cieplarniane, zwłaszcza dwutlenek węgla. Główne źródła tych emisji to m.in. [3, 12]:

- transport – spalanie paliw (benzyny, oleju napędowego) w pojazdach ciężarowych, pociągach, statkach i samolotach stanowi jedno z największych źródeł emisji CO₂. Im dłuższe trasy oraz mniej efektywne środki transportu, tym większe emisje [10];
- magazyny – zużywają energię elektryczną do oświetlenia, ogrzewania lub chłodzenia, jak również do obsługi sprzętu (np. wózków widłowych);
- produkcja – wymaga znacznych ilości energii, a jeśli pochodzi ona z nieodnawialnych źródeł, przyczynia się do wzrostu emisji. Dodatkowo niektóre procesy produkcyjne same w sobie generują gazy cieplarniane.

Zrozumienie źródeł i skali emisji w poszczególnych etapach łańcucha dostaw stanowi pierwszy krok do ich potencjalnej redukcji.

2.3. Koncepcja zrównoważonego rozwoju i „zielonej” logistyki

Zrównoważony rozwój to podejście zakładające, że obecne działania nie powinny szkodzić przyszłym pokoleniom. W biznesie oznacza to konieczność uwzględniania zarówno aspektów ekonomicznych (zysk), społecznych (dobro ludzi), jak i środowiskowych (ochrona przyrody) [14]. W ramach tej koncepcji rozwija się „zielona” logistyka, która obejmuje działania mające na celu zmniejszenie negatywnego wpływu procesów logistycznych łańcucha dostaw na środowisko. Przykładowe działania mogą obejmować [6, 21]:

- ograniczenie emisji gazów cieplarnianych (w szczególności CO₂);
- oszczędność energii i zasobów naturalnych;
- redukcję ilości odpadów;
- stosowanie bardziej ekologicznych technologii i rozwiązań.

„Zielona” logistyka przynosi korzyści nie tylko środowisku, ale również podmiotom gospodarczym – pozwala obniżać koszty (np. zużycia paliwa i energii) oraz wzmacniać wizerunek organizacji w oczach klientów, którzy coraz częściej zwracają uwagę na kwestie ekologiczne [6]. Jej fundamentalną ideą jest nadrzędność ochrony środowiska i dobra ludzi postrzeganego w tym kontekście [17].

3. REGULACJE PRAWNE ZWIĄZANE Z DEKARBONIZACJĄ ŁAŃCUCHA DOSTAW

W Unii Europejskiej zagadnienia związane z dekarbonizacją łańcucha dostaw i redukcją emisji CO₂ są coraz ściślej regulowane przez prawo. W ostatnich latach wprowadzono szereg przepisów i strategii, które nakładają na przedsiębiorstwa obowiązek uwzględniania aspektów środowiskowych w swojej działalności, w tym w całym łańcuchu dostaw.

Europejski Zielony Ład (European Green Deal) to kluczowa strategia UE, której celem jest osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2050 roku. Zobowiązuje ona państwa członkowskie i przedsiębiorstwa do systematycznego ograniczania emisji gazów cieplarnianych, w tym także w sektorze transportu i logistyki. Zielony Ład wpływa pośrednio na łańcuchy dostaw, nakładając presję na zrównoważony transport, niskoemisyjne surowce oraz odpowiedzialność producentów [14].

Od 2023 roku wprowadzany jest Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) – rozporządzenie o mechanizmie dostosowania cen na granicach z uwzględnieniem emisji CO₂, który ma zapobiegać tzw. ucieczce emisji. Dotyczy towarów importowanych, wskazując wymóg, by ich producenci raportowali emisje CO₂ powstałe w procesie produkcyjnym [19].

Nowe przepisy Dyrektywy CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive), obowiązujące od 2024 roku, rozszerzają obowiązek raportowania kwestii zrównoważonego rozwoju (w tym emisji CO₂). Odnosi się to także do informacji

o wpływie działalności dostawców i podwykonawców, co bezpośrednio wiąże się z dekarbonizacją łańcucha dostaw [24].

4. ROZWIĄZANIA I METODY DEKARBONIZACJI ŁAŃCUCHA DOSTAW

4.1. Wybór ekologicznych środków transportu

W latach 2020–2023 emisje gazów cieplarnianych w Unii Europejskiej zmieniały się w zależności od sytuacji gospodarczej i polityki klimatycznej. W 2020 roku, z powodu pandemii COVID-19, emisje spadły do około 3,6 mld ton ekwiwalentu CO₂. W 2021 roku wzrosły do 3,8 mld ton, a w 2022 roku utrzymały się na podobnym poziomie. W 2023 roku ponownie odnotowano spadek – do 3,4 mld ton, czyli o 5,1% mniej niż rok wcześniej [14].

W 2023 roku największy udział w emisjach miały: gospodarstwa domowe (23,2%), przemysł (19,4%), sektor energii (18%), rolnictwo i transport (po ok. 10%). Największy spadek emisji dotyczył sektora energii (–17,2%), głównie dzięki wzrostowi udziału odnawialnych źródeł energii i niższemu zużyciu energii. Przemysł odnotował spadek o 3,1%, a gospodarstwa domowe pozostały na podobnym poziomie. Jedynym sektorem, w którym emisje wzrosły, był transport i magazynowanie – o 7,2% [14, 15].

Dane te pokazują, że w UE skutecznie ogranicza się emisje, szczególnie w energetyce, ale rosnące emisje w transporcie wskazują na potrzebę dalszych działań w tym obszarze. Jednym z ważnych obszarów, w których można ograniczyć emisję CO₂, jest transport. Wybór bardziej ekologicznych form przewozu towarów ma duże znaczenie. Transport wodny i kolejowy (zwłaszcza zasilany elektrycznie) pozwala przemieszczać duże ilości ładunków przy mniejszym zużyciu energii na jednostkę ładunku niż transport drogowy [15]. Korzystnym rozwiązaniem może być również zastosowanie transportu intermodalnego. Coraz większe znaczenie zyskują też paliwa alternatywne oraz pojazdy elektryczne. Niektóre przedsiębiorstwa testują rozwiązania oparte na biopaliwach lub wodorze, które charakteryzują się mniejszym śladem węglowym. Choć ich technologia i dostępność nadal się rozwijają, stanowią one ważny kierunek działań w redukcji emisji substancji szkodliwych [11, 27].

4.2. Optymalizacja tras i planowanie transportu

Nawet korzystając z tradycyjnych pojazdów, można znacząco zmniejszyć emisję CO₂ poprzez lepsze planowanie i organizację transportu, m.in. dzięki Systemowi Zarządzania Transportem (*Transport Management System* – TMS), czyli specjalnemu programowi komputerowemu, który pomaga przedsiębiorcom planować najbardziej efektywne trasy dla swoich pojazdów, biorąc pod uwagę wiele czynników, takich jak odległość, natężenie ruchu, ograniczenia prędkości i terminy dostaw, po to by znaleźć najkrótsze i najszybsze trasy, co pozwala zaoszczędzić

paliwo i zmniejszyć emisje [18]. Następną kwestią jest łączenie ładunków. Zamiast wysłać wiele częściowo załadowanych pojazdów, podmioty gospodarcze mogą łączyć mniejsze przesyłki w większe, pełne ładunki lub stosować biodegradowalne opakowania, aby zmniejszyć zużycie surowców. Dzięki temu mniej pojazdów musi wyjechać na drogę, co zmniejsza zużycie paliwa i emisję spalin. Analizowanie danych o wcześniejszych dostawach i wykorzystanie sztucznej inteligencji mogą być pomocne w przewidywaniu popytu i lepszym planowaniu transportu, co prowadzi do bardziej efektywnego wykorzystania pojazdów [5, 27].

4.3. Lokalizacja produkcji i magazynów bliżej odbiorców

Długie łańcuchy dostaw, w których produkty muszą być przemieszczane przez terytoria wielu krajów, generują znaczne emisje związane z transportem. Jednym ze sposobów ograniczenia tego zjawiska jest lokalizacja produkcji bliżej rynków docelowych, co pozwala na skrócenie tras przewozu i tym samym redukcję emisji CO₂. Równie istotne rozwiązanie stanowi rozmieszczanie magazynów w pobliżu centrów populacji i głównych grup klientów. Skrócenie tak zwanego etapu „ostatniej mili” może znacząco ograniczyć emisje, gdyż ten etap dostaw bywa szczególnie obciążający środowiskowo ze względu na dużą liczbę przewozów mniejszych partii ładunków. Regionalizacja łańcucha dostaw, polegająca na tworzeniu bardziej lokalnych powiązań między dostawcami, producentami i odbiorcami, również odgrywa istotną rolę w zmniejszaniu całkowitego śladu węglowego logistyki [17].

5. PRZYKŁADY DOBRYCH PRAKTYK

W ostatnich latach coraz więcej przedsiębiorstw wdraża działania mające na celu ograniczenie emisji CO₂ i poprawę efektywności środowiskowej w całym łańcuchu dostaw. Firmy stawiają na konkretne rozwiązania, takie jak optymalizacja tras logistycznych, redukcja zużycia materiałów opakowaniowych czy inwestycje w energooszczędne technologie w centrach dystrybucyjnych. Tego rodzaju inicjatywy nie tylko wspierają walkę ze zmianami klimatu, ale również prowadzą do obniżenia kosztów operacyjnych. Globalne koncerny, takie jak Walmart, Maersk, DHL czy IKEA, podejmują aktywne działania w tym zakresie (tab. 1). Walmart inwestuje w dekarbonizację swojej sieci dostaw i zwiększa udział energii odnawialnej. Maersk rozwija flotę statków napędzanych metanolem i stawia na niskoemisyjne paliwa [24]. DHL realizuje program „GoGreen”, mający na celu osiągnięcie zerowej emisji netto do 2050 roku, a IKEA dąży do ograniczenia śladu węglowego w całym cyklu życia produktów, współpracując przy tym z dostawcami [21, 23, 24, 27].

Tabela 1

Rozwiązania stosowane przez firmy

Lp.	Firma	Cele środowiskowe	Kluczowe działania
1	IKEA	Zeroemisyjne dostawy	Pozyskiwanie drewna z certyfikowanych źródeł (FSC) Energia odnawialna (panele słoneczne) Ekologiczne opakowania
2	Maersk	Zerowa emisja netto gazów cieplarnianych	Statki na paliwa alternatywne (zielony metanol) Współpraca na rzecz rozwoju zielonych paliw
3	DHL	Neutralność węglowa	Elektryczne pojazdy dostawcze Optymalizacja tras kurierskich Partnerstwo z ekologicznymi firmami
4	Walmart	Zrównoważony rozwój i redukcja odpadów	Ekologiczne praktyki u dostawców Zrównoważone pozyskiwanie surowców (np. bawełny) Poprawa efektywności energetycznej

Źródło: opracowanie własne na podstawie [16, 25, 26, 29].

Jednocześnie konsumenci coraz częściej zwracają uwagę na odpowiedzialność klimatyczną firm, co wpływa na ich decyzje zakupowe i buduje lojalność wobec marek podejmujących działania proekologiczne. Zrównoważony łańcuch dostaw staje się więc kwestią nie tylko reputacyjną, ale i strategiczną. Rosnące wymagania rynkowe oraz regulacyjne mobilizują firmy do inwestowania w innowacje – w zakresie zarówno transportu, jak i technologii cyfrowych czy odnawialnych źródeł energii.

Redukcja emisji w łańcuchach dostaw przynosi wymierne korzyści środowiskowe i biznesowe. Wymaga to jednak długofalowego podejścia, współpracy z partnerami i integracji celów klimatycznych z ogólną strategią rozwoju firmy.

6. WYZWANIA I PERSPEKTYWY

6.1. Bariery i trudności we wdrażaniu zmian w kierunku zielonej logistyki

Wprowadzanie zmian mających na celu uczynienie łańcuchów dostaw bardziej przyjaznymi dla środowiska często wiąże się z licznymi wyzwaniami. Jedną z głównych przeszkód są wysokie koszty początkowe, związane np. z inwestycjami w ekologiczne technologie, takie jak pojazdy elektryczne czy systemy wykorzystujące odnawialne źródła energii [28]. Również zmiana materiałów opakowaniowych na bardziej zrównoważone często generuje dodatkowe wydatki. Kolejnym problemem jest złożoność współczesnych łańcuchów dostaw, które obejmują wielu dostawców, przewoźników i partnerów biznesowych – koordynowanie działań w tak zróżnicowanym środowisku może być skomplikowane oraz czasochłonne.

Dodatkową trudność stanowi brak wystarczającej świadomości zarówno wśród podmiotów gospodarczych, jak i konsumentów co do wpływu logistyki na środowisko oraz potencjalnych korzyści wynikających z wdrażania ekologicznych rozwiązań. W niektórych regionach ograniczenia infrastrukturalne, takie jak brak stacji ładowania dla pojazdów elektrycznych czy niedostateczne możliwości transportu kolejowego, tworzą przeszkodę dla rozwoju „zielonej” logistyki. Należy też uwzględnić opór przed zmianami, jaki może się pojawić wśród pracowników i partnerów przyzwyczajonych do tradycyjnych metod działania. Sytuację komplikuje dodatkowo brak jednolitych standardów i regulacji środowiskowych, co sprawia, że firmy działające globalnie muszą się dostosowywać do różnych wymogów w poszczególnych krajach, co utrudnia wdrażanie spójnych strategii zrównoważonego rozwoju [9, 20].

6.2. Przyszłe trendy i technologie mogące wspierać redukcję emisji CO₂ w logistyce

Mimo tych wyzwań przyszłość logistyki wygląda obiecująco pod kątem zmniejszania wpływu na środowisko. Pojawiają się nowe trendy i technologie, które mogą się okazać pomocne w tym zakresie:

- większe wykorzystanie pojazdów elektrycznych i autonomicznych – rozwój technologii baterii i ładowania sprawi, że elektryczne samochody dostawcze i ciężarówki staną się bardziej powszechne [12, 22];
- paliwa alternatywne – badania nad nowymi, bardziej ekologicznymi paliwami, takimi jak biopaliwa, wodór i paliwa syntetyczne, mogą zrewolucjonizować transport towarów na duże odległości, zwłaszcza jeśli chodzi o transport morski i lotniczy [12, 28];
- drony i roboty dostawcze – na krótszych dystansach, zwłaszcza w miastach, drony i roboty mogą się stać popularnym sposobem na szybkie i bezemisyjne dostarczanie paczek [11];
- inteligentne sieci logistyczne – wykorzystanie sztucznej inteligencji i analizy dużych danych pozwoli na jeszcze lepsze planowanie tras, prognozowanie popytu i optymalizację przepływu towarów, co zmniejszy niepotrzebny transport i zużycie energii [12];
- rozwój gospodarki o obiegu zamkniętym – większy nacisk na ponowne wykorzystanie, naprawę i recykling produktów oraz opakowań zmniejszy potrzebę produkcji nowych rzeczy i transportu surowców [12, 22];
- technologie śledzenia i monitorowania – zaawansowane systemy śledzenia pozwolą firmom dokładniej monitorować swój ślad węglowy na każdym etapie łańcucha dostaw i podejmować bardziej świadome decyzje dotyczące redukcji emisji [12, 20];

- większa presja regulacyjna i świadomość konsumentów – rządy mogą wprowadzać bardziej rygorystyczne przepisy dotyczące emisji i zrównoważonego rozwoju, a rosnąca świadomość ekologiczna konsumentów będzie motywować firmy do bardziej ekologicznych działań [12].

Podsumowując, dekarbonizacja wiąże się wyzwaniami, a dynamiczny rozwój technologii i rosnąca świadomość ekologiczna dają nadzieję na przyszłość, w której dostarczanie produktów będzie znacznie mniej obciążać planetę.

PODSUMOWANIE

W niniejszym artykule dokonano identyfikacji i analizy rozwiązań zmierzających do dekarbonizacji łańcucha dostaw, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu logistyki na środowisko naturalne. Wykazano, że przedsiębiorstwa wdrażają rozwiązania takie jak regionalizacja produkcji, poprawa efektywności energetycznej magazynów, optymalizacja transportu oraz wykorzystanie nowoczesnych technologii zarządzania, które znacząco ograniczają ślad węglowy przedsiębiorstw. Przedstawione przykłady pokazują, że działania proekologiczne mogą iść w parze z korzyściami operacyjnymi. Mimo istniejących barier, takich jak koszty wdrożenia, złożoność łańcuchów dostaw czy brak jednolitych regulacji, dalszy rozwój technologii i rosnąca presja społeczna stwarzają sprzyjające warunki do transformacji w kierunku zrównoważonej logistyki. Niewątpliwie rodzi się potrzeba intensyfikacji badań, współpracy międzysektorowej oraz edukacji, które mają kluczowe znaczenie dla osiągnięcia długofalowych celów klimatycznych i budowy bardziej zrównoważonego systemu gospodarczego.

LITERATURA

1. Badyda A., *Zagrożenia środowiskowe ze strony transportu*, Nauka 2010, 4, s. 115–125.
2. Borkowski A., *Przyczyny i skutki globalnego ocieplenia klimatu*, Studencki Biuletyn METOC 2021.
3. Chopra S., Meindl P., *Supply chain management: strategy, planning, and operation*, Pearson 2016.
4. Frankowska M., *Łańcuchy dostaw: istota, klasyfikacja i percepcja*, Logistyka 2014, 6, s. 14151–14157, CD 6.
5. Kozar Ł., Jankowski Ł., Cwajda R., Gradek Ł., Goszczyńska A.D., *Opakowania w procesie zazielenienia łańcucha dostaw*, [w:] *Współczesne wyzwania transportu, spedycji oraz logistyki – wybrane aspekty*, red. Ł.J. Kozar, M. Matusiak, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2023, 2, s. 11–28.
6. Miszczyk H., *Telematyka jako nowoczesne narzędzie wsparcia działalności firm branży TSL*, Świętokrzyskie Centrum Edukacji na Odległość, Zeszyty Naukowe 2006, 2, s. 223–233.

7. Skiba S., *Environmental management in a seaport in the context of sustainable development challenges*, European Research Studies Journal 2024, 27(1), s. 1–10.
8. Skiba S., Maruszczak M., *The impact of the COVID-19 pandemic on the decision to use solar energy and install photovoltaic panels in households in the years 2019–2021 within the area of a selected polish municipality*, Energies 2022, 15(19), 7257.
9. Szafraniec M., *Problematyka wspomagania decyzji w zarządzaniu zielonym łańcuchem dostaw*, Logistyka 2014, 6, s. 14797–14806.
10. Witkowski J., Pisarek A., *Istota zielonych łańcuchów dostaw – propozycja systematyzacji pojęć*, Studia Naukowe, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach 2017, 315, s. 11–26.
11. Zarczuk J., Klepacki B., *Powstawanie śladu węglowego w branży transportowej*, Ekonomia i Organizacja Logistyki 2021, 6(3), s. 55–64.

Źródła internetowe

12. <https://aiut.com/blog/zrownowazona-logistyka/> (dostęp 02.04.2025).
13. https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_pl (dostęp 02.04.2025).
14. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en (dostęp 23.04.2025).
15. http://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_ac_aigg_q_custom_2691128/bookmark/bar?lang=en&bookmarkId=79be2539-c171-4d4d-b2c2-80e37135ee2b (dostęp 02.04.2025).
16. <https://group.dhl.com/en/sustainability/environment.html> (dostęp 06.04.2025).
17. <https://innoship.com/pl/jak-ograniczyc-emisje-co2-generowane-podczas-dostaw-na-ostatnim-etapie-transportu/> (dostęp 02.04.2025).
18. https://mfiles.pl/pl/index.php/Logistyka_transportu (dostęp 02.04.2025).
19. https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en (dostęp 23.04.2025).
20. <https://wms.futuriti.pl/zielona-logistyka-trendy-i-rozwiazania-dla-zrownowazonego-lancucha-dostaw/> (dostęp 05.04.2025).
21. <https://www.aspekt.net.pl/blog-kreskowy/czym-jest-lancuch-dostaw-i-jakie-jest-jego-znaczenie-w-zarzadzaniu-logistyka/> (dostęp 06.04.2025).
22. <https://www.aspekt.net.pl/blog-kreskowy/trendy-w-logistyce> (dostęp 02.04.2025).
23. <https://www.dhl.com/pl-pl/home/sustainability.html> (dostęp 02.04.2025).
24. <https://www.gov.pl/web/finanse/dyrektywa-o-sprawozdawczosci-przedsiębiorstw-w-zakresie-zrownowazonego-rozwoju-juz-opublikowana> (dostęp 23.04.2025).
25. <https://www.ikea.com/pl/pl/this-is-ikea/climate-environment/dzialania-na-rzecz-klimatu-pub85dbcef0/> (dostęp 02.04.2025).
26. <https://www.maersk.com/Sustainability> (dostęp 02.04.2025).
27. <https://www.pharmalink.pl/jak-logistyka-moze-wspierac-redukcje-emisji-co2/> (dostęp 04.04.2025).
28. <https://www.reuters.com/sustainability/decarbonizing-industries/shipping-industry-still-sea-it-tries-navigate-net-zero-2025-06-04/> (dostęp 23.04.2025).
29. <https://www.walmartsustainabilityhub.com/project-gigaton> (dostęp 02.04.2025).

SELECTED ASPECTS OF SUPPLY CHAIN FUNCTIONING IN THE CONTEXT OF THEIR DECARBONIZATION – EXAMPLES OF SOLUTIONS AND BEST PRACTICES

Logistics and supply chains play a crucial role in the modern world, enabling access to products at affordable prices and in a timely manner. Logistics involves, among other things, planning and coordinating all stages – from production to the delivery of goods to the customer – ensuring overall efficiency. However, logistical processes, like many other forms of economic activity, generate greenhouse gas emissions, primarily CO₂, contributing to global warming and its adverse effects such as climate change, glacier melting, and ocean acidification. In response to these challenges, the concept of sustainable development and "green" logistics is evolving, aimed at minimizing environmental impact. This includes, for example, the use of environmentally friendly transport solutions (e.g., inland waterway shipping, rail transport powered by electric traction, or other electric vehicles), route optimization, the reduction and greening of packaging, as well as the strategic location of production facilities and warehouses closer to consumers. Many companies, such as IKEA, Maersk, DHL, and Walmart, are implementing practices to reduce CO₂ emissions by investing in renewable energy sources, alternative fuels, improved logistics planning, and supplier education. These efforts benefit both the environment and the companies themselves – enhancing their image and often their efficiency and competitiveness. This article identifies and analyzes solutions implemented by companies in their supply chains that help reduce the carbon footprint of their operations while maintaining competitiveness. The study was conducted using the desk research method.

Keywords: supply chain decarbonization, carbon footprint, eco-friendly transport, green logistics, renewable energy sources, sustainable development.

ZASTOSOWANIE CZYTNIKA RFID NA PRZYKŁADZIE PRZEDSIĘBIORSTWA LPP

System RFID (Radio-Frequency Identification) to technologia automatycznej identyfikacji, która wykorzystuje fale radiowe do śledzenia obiektów, znacząco zwiększając efektywność operacyjną w logistyce, magazynowaniu i handlu detalicznym. W przeciwieństwie do kodów kreskowych, identyfikator RFID nie musi być bezpośrednio widoczny dla czytnika, a wiele obiektów może być identyfikowanych jednocześnie, nawet w ruchu. Wprowadzenie technologii RFID przynosi wiele korzyści, takich jak: możliwość szyfrowania danych, jednoczesny odczyt wielu etykiet, wielokrotne wykorzystanie etykiet, monitoring zasobów magazynowych w czasie rzeczywistym, redukcja czasu poszukiwania produktu, zwiększenie jakości usług i dokładne śledzenie aktywów. Umożliwia również usprawnienie zarządzania zapasami, optymalizację tras transportowych i zapobieganie kradzieżom. Pomimo tych zalet wdrożenie RFID wiąże się z wyzwaniami, takimi jak wysokie koszty początkowe (zakup sprzętu i oprogramowania), wrażliwość na trudne warunki środowiskowe (wilgotność, skrajne temperatury), problemy z recyklingiem oraz konieczność zapewnienia bezpieczeństwa danych z powodu podatności na ataki.

Słowa kluczowe: logistyka, technologie informacyjne, RFID.

WSTĘP

W obliczu dynamicznego rozwoju gospodarczego powstają ogromne oczekiwania i potrzeby względem technologii, w tym również technologii logistycznych. RFID (*Radio-Frequency Identification*), czyli system automatycznej identyfikacji, staje się jednym z istotnych narzędzi, które pozwala usprawnić zarządzanie łańcuchem dostaw. Technologia ta umożliwia automatyczną identyfikację i śledzenie obiektów za pomocą fal radiowych, co znacząco podnosi efektywność operacyjną w magazynach, centrach dystrybucyjnych oraz sklepach detalicznych. Efektywność to klucz do sukcesu, a także jeden z najważniejszych czynników, na których zależy przedsiębiorstwom. Oznacza ona przede wszystkim osiągnięcie jak najlepszych rezultatów przy minimalnym nakładzie środków. Przede wszystkim pozwala zaoszczędzić czas, zminimalizować ryzyko, poprawić bezpieczeństwo, a także wyniki finansowe. Organizacje dokładają wszelkich starań, aby stać się liderem na rynku, a w obecnych czasach taką możliwość dają rozwiązania technologiczne. Jednym z przykładów, który umożliwia usprawnienie działalności przedsiębiorstwa jest wykorzystanie bezdotykowej identyfikacji za pomocą fal radiowych – RFID. Celem pracy jest wskazanie korzyści płynących z wdrożenia technologii RFID w procesach logistycznych firmy odzieżowej LPP.

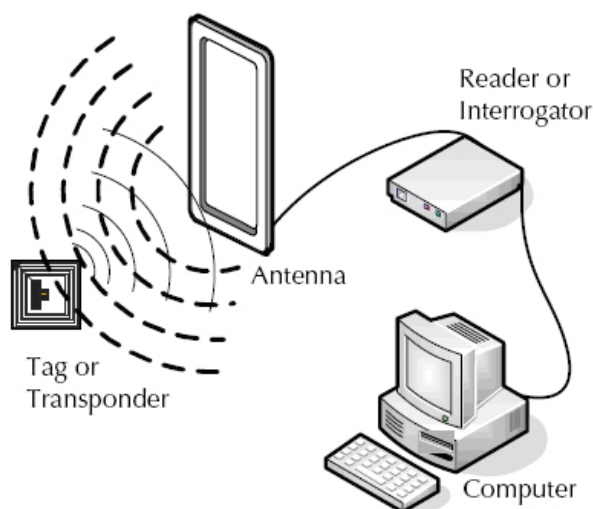
1. PODSTAWY TECHNOLOGII RFID

Technologia RFID wykorzystuje do przesyłania danych fale radiowe, umożliwiając sprawną i niezawodną identyfikację zarówno przedmiotów, jak i osób. Niebywałą zaletą tej technologii jest fakt, że w odróżnieniu od kodów kreskowych identyfikator z zakodowanymi danymi nie musi być bezpośrednio widoczny dla czytnika. W technologii RFID wystarczy, że identyfikator znajduje się w zasięgu czytnika. Czytniki mogą identyfikować jednocześnie wiele obiektów, nawet tych znajdujących się w ruchu. Z tego powodu technologia ta znajduje coraz większe zastosowanie w wielu obszarach gospodarki, m.in. w wojsku czy ochronie zdrowia [1].

System RFID składa się z trzech podstawowych elementów:

- tag RFID (znacznik);
- czytnik RFID;
- antena.

Schemat działania tego systemu został przedstawiony na rys. 1.



Rys. 1. Schemat przedstawiający sposób działania RFID

Źródło: [12].

Cały proces zaczyna się od generowania sygnału przez czytnik, który wysyła fale radiowe o możliwie różnej częstotliwości, w zależności od systemu RFID – sygnał jest kierowany w stronę znacznika, który musi się znajdować w zasięgu anteny. Jeżeli sygnał trafia do znacznika pasywnego to zasila on chip w tagu, a tag przesyła dane, które zostały zapisane w jego pamięci. Znacznik aktywny natomiast posiada własne zasilanie, najczęściej w postaci baterii i może działać na znacznie

większej odległości niż znacznik pasywny. Następnie znacznik odpowiada na sygnał i przesyła dane do czytnika. Znacznik pasywny odpowiada z wykorzystaniem anteny, a znacznik aktywny może to zrobić bez niej, w zaprogramowanych odstępach czasowych. Czytnik po odebraniu tych danych przekazuje je do systemu zarządzania. Tagi RFID są nazywane również transponderem i to one służą jako nośnik danych. Tagi mogą być zintegrowane z różnymi przedmiotami, np. z etykietami, kartami, opakowaniami produktów, czy też wmontowane w urządzenia lub elementy odzieży. Dzięki temu zastosowanie tej technologii jest naprawdę bardzo szerokie i może ona być wykorzystywana w wielu dziedzinach. Zadaniem tagów jest przechowywanie informacji, które mogą być odczytywane i zapisywane przez czytniki RFID za pomocą fal radiowych. Wyróżnia się trzy rodzaje tagów: aktywne, pasywne, półaktywne/półpasywne. Różnice pomiędzy znacznikami zostały przedstawione w tabeli 1.

Tabela 1

Rodzaje tagów i ich charakterystyka

Rodzaj/ charakterystyka	Tag aktywny	Tag półaktywny/ półpasywny	Tag pasywny
Zasięg	Kilkadziesiąt metrów	Od kilku do 50 metrów	Zasięg zależny od częstotliwości pracy, od kilku centymetrów do 12 metrów
Źródło zasilania	Własne źródło zasilania	Własne źródło zasilania, które aktywuje się w momencie obecności sygnału z czytnika RFID	Brak własnego źródła zasilania, zasilanie energią z czytnika RFID
Koszt	Wysoki	Umiarkowany	Niski
Zastosowanie	Monitorowanie kontenerów morskich	Śledzenie stanu zasobów w dużych obiektach, jak np. szpital	Systemy kontroli dostępu

Źródło: opracowanie własne na podstawie [2].

Dzięki różnorodności dostępnych tagów zwiększa się możliwość zastosowania technologii RFID w różnych obszarach gospodarki. Kolejny element systemu to czytnik RFID, który komunikuje się z tagami i dzięki temu odczytuje oraz może zapisywać znajdujące się na nich dane. Jest bardzo istotną częścią systemu, bo dzięki niemu możliwe jest odczytanie danych z tagów, a następnie przesłanie tych danych na kolejny etap, czyli do systemu zarządzania danymi. Tak jak zostało to przedstawione w tabeli 1, czytnik RFID pozwala też na aktywację tagów, które nie posiadają własnego źródła zasilania. Wyróżnia się trzy rodzaje czytników:

- stacjonarne;
- mobilne;
- zintegrowane z innymi urządzeniami.

Jeden z typów stacjonarnych czytników RFID stanowią bramy; tego rodzaju rozwiązania można znaleźć w miejscach, gdzie konieczne jest automatyczny odczyt danych w momencie przejścia, np. w celu kontroli długości przerwy pracowników w zakładzie produkcyjnym. Pracownicy są wyposażeni w tagi, które są zintegrowane np. z kartą i w momencie przejścia przez bramę odczytywane są dane o rozpoczętej czy zakończonej przerwie. Przykład takiej bramy jako czytnika stacjonarnego został przedstawiony na rys. 2.



Rys. 2. Stacjonarny czytnik RFID

Źródło: [8].

Czytniki mobilne to przenośne urządzenia, które mogą być wykorzystywane w różnych lokalizacjach; największą zaletą takiego rozwiązania jest elastyczność stosowania. Stosuje się je m.in. do kontroli biletów ludzi wchodzących na dane wydarzenie. Mobilny czytnik jest skonstruowany w taki sposób, by był poręczny i wygodny w użyciu. Przykładowy czytnik mobilny został pokazany na rys. 3.



Rys. 3. Mobilny czytnik RFID marki UHF Zebra RFD8500

Źródło: [9].

Czytniki RFID mogą być zintegrowane z innymi urządzeniami, takimi jak: terminale mobilne, system *Internet of Things*, systemy POS, maszyny przemysłowe; jest to rozwiązanie, które jeszcze lepiej wspiera działalność operacyjną przedsiębiorstw. Szczególnie ciekawe jest połączenie z systemem *Internet of Things* – takie rozwiązanie daje wiele możliwości, np. pozwala na kontrolowanie warunków przechowywania towarów, które tego wymagają. Czytnik RFID może zostać połączony z czujnikami odczytującymi temperaturę w magazynach przechowujących żywność wrażliwą, dzięki czemu dane mogą być przesyłane na bieżąco.

Ostatnim podstawowym elementem systemu RFID są anteny – to one emitują fale radiowe, które są odbierane przez znaczniki, i to one przyjmują sygnały wysyłane przez znaczniki. Można wyróżnić pięć rodzajów anten RFID:

- mobilne;
- stacjonarne;
- panelowe;
- kierunkowe;
- dookólne (*omnidirectional*).

2. WYZWANIA ZWIĄZANE Z WPROWADZENIEM TECHNOLOGII RFID

Wprowadzenie technologii RFID ma bardzo wiele zalet, takich jak m.in.: możliwość szyfrowania danych, możliwość jednoczesnego odczytania wielu etykiet, możliwość wielokrotnego wykorzystywania etykiety RFID, możliwość znajdowania się etykiety wewnątrz opakowania, możliwość współpracy z kodami kreskowymi, znaczne przyspieszenie procesów zamówień, redukcja czasu poszukiwania produktu, zwiększenie jakości usług poprzez zmniejszenie ryzyka pomyłki w trakcie realizacji zamówienia, monitoring zasobów magazynowych w czasie rzeczywistym, możliwość uwierzytelniania dóbr, możliwość weryfikacji w celu określenia, czy produkt wymaga wymiany lub konserwacji, dokładne śledzenie aktywów w celu monitorowania stanów magazynowych [4]. Jednak wprowadzenie takiej technologii wiąże się również z licznymi wyzwaniami. Są to przede wszystkim wyzwania dotyczące kosztów; wysokie koszty inwestycji pojawiają się głównie w momencie wprowadzania technologii do przedsiębiorstwa, co wynika z konieczności zakupu znaczników, czytników, anten, oprogramowania, dostosowania i zgrania z systemem już obecnym w przedsiębiorstwie. W zależności od zastosowania tej technologii i wielkości przedsiębiorstwa te koszty mogą być bardzo zróżnicowane, jest to jednak niewątpliwie duży wydatek, który mogą znacząco odczuć małe i średnie przedsiębiorstwa. Kolejna ważna kwestia to warunki środowiskowe – RFID nie jest w stanie poprawnie odczytywać sygnałów w warunkach bardzo trudnych, takich jak bardzo wysoka wilgotność czy skrajne temperatury, co oznacza, że nie może być wykorzystywana w każdej branży albo stosowanie jej w tak

skrajnych warunkach jest obarczone ryzykiem błędnego odczytu. Istnieją też liczne problemy z recyklingiem sprzętu, m.in. znaczników, które zawierają różnego rodzaju metale, a przez to ponowne wykorzystanie zużytego i wyeksploatowanego taga jest wysoce kosztowne [3]. Kolejne wyzwanie stanowi zapewnienie odpowiedniego bezpieczeństwa odczytywanych i przechowywanych danych, ponieważ technologia jest narażona na liczne ataki, m.in. Denial of Service czy próby przechwycenia danych. Konieczne są audyty bezpieczeństwa w celu kontroli szczelności systemu. Każdy z wyżej wymienionych problemów można w rozsądny sposób rozwiązać, należy jednak mieć na uwadze wady technologii RFID.

3. OD MAŁEJ FIRMY DO MODOWEGO GIGANTA – HISTORIA MARKI LPP

LPP to jedna z największych i najbardziej rozpoznawalnych firm odzieżowych. Początki marki sięgają lat 90. XX wieku, gdy założona została spółka Mistral, a następnie rozpoczęto hurtowy handel odzieżą. Po upływie czterech lat, w 1995 roku, doszło do zmiany nazwy i przyjęto znany do dziś szyld LPP. Dynamiczny rozwój doprowadził do otwarcia zagranicznej placówki biura w Szanghaju, co pozytywnie wpłynęło na współpracę z dostawcami, przyczyniło się do przyspieszenia produkcji, a także umożliwiło sprawną kontrolę jakości. Pierwszą autorską marką LPP było Reserved, którego otwarcie miało miejsce w 1998 roku; podjęto również budowę własnej sieci detalicznej. Na początku bieżącego stulecia spółka LPP pojawiła się na liście Warszawskiej Giełdy Papierów Wartościowych, zapoczątkowała też ekspansję sklepów stacjonarnych na inne rynki, takie jak Rosja, Czechy, Estonia, Łotwa i Węgry, a w późniejszych latach także Litwa, Ukraina oraz Słowacja. W ciągu kilku lat na rynku pojawiły się kolejne marki wychodzące z gałęzi LPP: Cropp, House oraz Mohito. W 2008 roku do użytku oddano nowoczesne centrum dystrybucyjne znajdujące się w Pruszcze Gdańskim.

Kolejne lata przyniosły marce nowe wyzwania, takie jak uruchomienie działalności internetowej – rozpoczęto realizowanie pierwszych zamówień *e-commerce* w Polsce, a następnie za granicą. Spółka wzbogaciła się o kolejną rozpoznawalną markę Sinsay, rozszerzano ekspansję na kolejne państwa europejskie, a później również na Zjednoczone Emiraty Arabskie, Izrael czy Kazachstan. Ważnym krokiem w życiu marki, z uwagi na intensywny rozwój, wysokie wyniki sprzedaży oraz plany rozwojowe firmy, było otwarcie w 2019 roku magazynu typu *fulfillment center* w Rumunii, w okolicach Bukaresztu. Centrum dystrybucyjne znajdujące się w Pruszcze Gdańskim także rozwijało się intensywnie przez kolejne lata. Aktualnie jego powierzchnia magazynowa liczy ponad 100 tys. metrów kwadratowych. Dodatkowo obiekt jest zautomatyzowany dzięki automatycznym alejom magazynu *miniload* oraz zastosowaniu systemów tuneli RFID [15].

4. RFID W LOGISTYCE I MAGAZYNOWANIU

Logistyka jest nieodłącznym elementem działalności każdego przedsiębiorstwa, a jej efektywność ma bezpośredni wpływ na wyniki firmy oraz satysfakcję klientów. Zastosowanie czytników RFID umożliwia osiągnięcie wielu korzyści w procesie logistycznym oraz procesie magazynowania. Przede wszystkim pozwala to na tzw. *tracking*, czyli śledzenie przesyłek. Dzięki RFID przesyłki można śledzić na każdym etapie podróży, od momentu opuszczenia magazynu aż do dostarczenia do odbiorcy. Usprawnia to optymalizację tras transportowych, co prowadzi do redukcji kosztów transportu. Wpływa też pozytywnie na efektywne zarządzanie zapasami, umożliwiając dokładne monitorowanie stanów magazynowych, co pozwala na optymalizację zamówień i zapobieganie brakom towaru. Wspomaga także kontrolę jakości. Technologia RFID może być wykorzystywana do śledzenia historii produktu, co ułatwia identyfikację potencjalnych problemów z jakością. Umożliwia również zapobieganie kradzieżom – system łatwo wykrywa przenoszenie towarów poza wyznaczoną strefę. Najważniejszą zaletą zastosowania czytników RFID w przedsiębiorstwie jest możliwość usprawnienia wielu procesów magazynowych, jak np. przyjęcie towaru, kompletacja zamówień czy przeprowadzenie inwentaryzacji [16].

Zastosowanie technologii RFID w logistyce, a zwłaszcza w obszarze optymalizacji łańcucha dostaw, przynosi szereg korzyści, które przekładają się na zwiększenie efektywności i konkurencyjności przedsiębiorstw. Dzięki możliwości śledzenia produktów w czasie rzeczywistym zwiększa się przejrzystość łańcucha dostaw, każdy etap podróży produktu – od momentu produkcji aż do dostarczenia klientowi – może być śledzony i monitorowany. Ułatwia to także zarządzanie zapasami: wiedząc, gdzie dokładnie znajduje się każdy produkt, można precyzyjnie zarządzać stanami magazynowymi, eliminując nadmierne zapasy i zapobiegając brakom. Dodatkowo reakcja na zmieniające się potrzeby klienta jest szybsza, dzięki dokładnym informacjom można szybciej reagować na nagłe zmiany, minimalizując ryzyko opóźnień dostaw. Technologia pozytywnie wpływa także na pracowników, ze względu na ułatwienie dostępu usprawnia proces kompletacji, ale również zwiększa efektywność pracownika. Ważnym aspektem, który warto poruszyć, jest też minimalizacja ryzyka popełniania błędów ludzkich – systemy szybko wykrywają niepoprawność, dzięki czemu można uniknąć problemów bądź strat.

Automatyczna kontrola stanów magazynowych to rewolucja na rynku logistycznym. Firmy zazwyczaj stosują standardową metodę inwentaryzacji, produkty liczone są ręcznie oraz skanowane za pomocą kolektora, który połączony z systemem spisuje naliczone towary [10]. RFID szczególnie ułatwia ten proces, ponieważ znacząco skraca czas pracy związanej z liczeniem towaru, dodatkowo minimalizuje ryzyko błędów, jak również nie angażuje zbyt wielu pracowników, co zazwyczaj zdarza się podczas inwentaryzacji. Tego typu rewolucja technologiczna zawitała do różnych sektorów handlu, korzystają z nich m.in. ZARA, Decathlon czy

Amazon, co zdecydowanie usprawniło łańcuch logistyczny tych przedsiębiorstw. W tabeli 2 wyszczególniono zalety oraz wady systemu RFID [11].

Tabela 2

Zalety i wady wdrożenia systemu RFID w przedsiębiorstwie

ZALETY	WADY
Szybkość i wydajność – RFID umożliwia szybki odczyt wielu tagów jednocześnie, co znacząco przyspiesza procesy takie jak inwentaryzacja czy kompletacja zamówień.	Koszt – wdrożenie systemu RFID może być kosztowne, zwłaszcza dla dużych przedsiębiorstw. Obejmuje to zarówno zakup sprzętu (czytniki, anteny, tagi), jak i koszty integracji z istniejącymi systemami.
Dokładność – technologia minimalizuje ryzyko błędów ludzkich, które zdarzają się często przy ręcznym wprowadzaniu danych.	Bezpieczeństwo – istnieje ryzyko nieuprawnionego odczytu lub modyfikacji danych zapisanych na tagach.
Zasięg – w zależności od typu tagu RFID umożliwia odczyt danych z większej odległości niż tradycyjne kody kreskowe.	Zakłócenia – sygnały radiowe mogą być zakłócone przez inne urządzenia elektroniczne, co może prowadzić do błędów odczytu.
Bezkontaktowość – odczyt danych odbywa się bez konieczności bezpośredniego kontaktu z czytnikiem, co zwiększa wygodę użytkownika.	Energia – pasywne tagi RFID są zasilane energią z pola elektromagnetycznego czytnika, co ogranicza ich zasięg.
Możliwość śledzenia – RFID pozwala na śledzenie produktów na każdym etapie łańcucha dostaw, od produkcji po sprzedaż.	Standaryzacja – brak jednolitego standardu RFID może utrudniać integrację systemów różnych producentów.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [10].

5. PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA RFID W PRZEDSIĘBIORSTWIE LPP

Firma LPP również zainwestowała w technologię, jaką jest RFID. Spółka szukała rozwiązania, które poprawi wydajność operacyjną, jej działalność, a także sprawi, że w przestrzeni magazynowej będzie panował większy porządek. Z uwagi na szeroki asortyment i różne spółki sieciowe marki zaistniała potrzeba zastosowania nowej technologii, która wprowadzi ład, usprawni łańcuchy dostaw i zminimalizuje koszty. Firma Checkpoint Systems, która dostarcza LPP swoją technologię, ma za zadanie usprawnić proces dostaw oraz zwiększyć dokładność informacji magazynowych. Poprawiona identyfikacja produktów w całym łańcuchu dostaw zapewnia większą dostępność towarów w sklepach, co z kolei przekłada się na zadowolenie klientów. Ponadto dzięki RFID firma może precyzyjnie analizować dane sprzedażowe, identyfikując najpopularniejsze produkty i trendy w poszczególnych salonach. Te informacje pozwalają na optymalizację asortymentu oraz lepsze dopasowanie oferty do oczekiwań klientów. Współpraca LPP z Checkpoint Systems obejmuje wyposażenie ubrań w etykiety RFID na etapie produkcji oraz instalację tuneli RFID w centrach dystrybucji. Dzięki temu każdy produkt może być śledzony

od początku do końca łańcucha dostaw, co gwarantuje dokładność i efektywność wszystkich operacji. Technologię zainstalowano w trzech etapach. Przede wszystkim wprowadzono znakowanie produktów za sprawą specjalnych, dualnych tagów RF i RFID. Zautomatyzowano dwa centra dystrybucyjne, wyposażając je w 30 tuneli RFID, które mają za zadanie odczytywać i kodować tagi. Technologia została wdrożona w 2019 roku w 450 sklepach, w następnych 900 wprowadzono ją w trakcie pandemii COVID-19 [7, 13, 14].

PODSUMOWANIE

Firma LPP zdecydowała się na kompleksowe wdrożenie systemu RFID, obejmujące zarówno produkcję, jak i dystrybucję. Etykiety RFID zostały zintegrowane z odzieżą już na etapie produkcji, co umożliwiło śledzenie każdego produktu na każdym etapie łańcucha dostaw. W centrach dystrybucji LPP zainstalowano specjalne tunele RFID, które umożliwiają automatyczną identyfikację i weryfikację dużych ilości towarów. Wdrożenie technologii RFID w LPP okazało się dużym sukcesem. Dzięki tej innowacji przedsiębiorstwo osiągnęło większą efektywność, dokładność oraz przejrzystość swoich procesów logistycznych. Przykład LPP pokazuje, że technologia RFID może być skutecznie zastosowana w branży odzieżowej, dając znaczące korzyści zarówno przedsiębiorstwu, jak i jego klientom. Projekt realizowany w firmie LPP stanowi przykład udanej inicjatywy, która przynosi wymierne korzyści biznesowe. Zrealizowane cele, takie jak zwiększenie dostępności towarów na półkach do poziomu 99% oraz skrócenie procesu przyjęcia dostaw o 60%, przekładają się na optymalizację procesów logistycznych i poprawę efektywności operacyjnej. Dodatkowo odnotowany 3% wzrost sprzedaży świadczy o pozytywnym wpływie projektu na wyniki finansowe firmy [7].

LITERATURA

1. Bukowska-Piastrzyńska A., Doński-Lesiuk J., Karkowski T.A., Motowidlak U., *Innowacyjne rozwiązania w logistyce. Aspekty wybrane*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2020.
2. Gąsioriewicz A., Sitarski K., Sobolewska O., Wiśniewski M., *Gospodarka cyfrowa 2016, Zarządzanie, innowacje, społeczeństwo i technologie*, Wydział Zarządzania, Politechnika Warszawska, Warszawa 2017.
3. Głowienka W., Jarosz M., Stoma M., *Technologia RFID – koncepcja i zastosowanie*, [w:] *Problemy współczesnej inżynierii. Wybrane zagadnienia elektrotechniki i elektroniki przemysłowej*, red. P. Filipek, A. Kociubiński, P. Mazurek, T.N. Kołtunowicz, J. Majcher, S. Styła, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 2020, s. 72–83.

4. Rusek D., Pniewski R., *Nowoczesne technologie IT stosowane w logistyce*, Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe 2016, 17(12), s. 1654–1657.
5. Skiba S., *Analiza ograniczeń i możliwości związanych z ewidencją kosztów logistyki*, Logistyka 2013, nr 6, CD 3, s. 999–1006.
6. Skiba S., *Analiza procesu obsługi intermodalnych jednostek kontenerowych w Bałtyckim Terminalu Kontenerowym*, Gospodarka Materiałowa i Logistyka 2017, nr 12 (CD), s. 1008–1024.

Źródła internetowe

7. <https://checkpointsystems.com/pl/blog/lpp-inwestuje-w-rfid/> (dostęp 08.12.2024).
8. <https://haxon.com.pl/bramka-rfid-jak-dziala/> (dostęp 05.12.2024).
9. <https://haxon.com.pl/hardware/mobilny-czytnik-rfid-rfd8500/> (dostęp 05.12.2024).
10. <https://kartaplastikowa.pl/co-to-jest-rfid/> (dostęp 08.12.2024).
11. <https://www.comp-win.pl/blog/rfid-lancuchu-dostaw/> (dostęp 08.12.2024).
12. <https://www.epc-rfid.info/rfid/> (dostęp 05.12.2024).
13. <https://www.erp-view.pl/wms/28006-lpp-wprowadza-technologie-rfid-do-swojej-marki-odziezowej-reserved.html> (dostęp 08.12.2024).
14. <https://www.lpp.com/informacje-prasowe/lpp-przyspiesza-wdrozenie-rfid-w-kolejnych-markach/> (dostęp 08.12.2024).
15. <https://www.lpp.com/o-nas/historia-lpp/> (dostęp 04.12.2024).
16. <https://www.rfidpolska.pl/technologie-rfid-co-to-jest/> (dostęp 08.12.2024).

APPLICATION OF RFID READER ON THE EXAMPLE OF LPP COMPANY

Radio-Frequency Identification (RFID) is an automatic identification technology that uses radio waves to track objects, significantly increasing operational efficiency in logistics, warehousing and retail. Unlike barcodes, an RFID tag does not require the direct visibility of a reader, and multiple objects can be identified simultaneously, even while in motion. The introduction of RFID technology brings many benefits, such as the ability to encrypt data, read multiple tags simultaneously, reuse tags, monitor inventory in real time, reduce product search time, increase service quality and accurately track assets. It also makes it possible to improve inventory management, optimize transport routes and prevent theft. Despite these advantages, RFID implementation comes with challenges, such as high initial costs (hardware and software purchase), sensitivity to harsh environmental conditions (humidity, temperature extremes), recycling issues, and the need to ensure data security due to vulnerability to attacks.

Keywords: logistics, information technology, RFID.

ROZWÓJ MIKROMOBILNOŚCI AKTYWNEJ Z UŻYCIEM ROLEK I DESKOROLKI JAKO URZĄDZEŃ WSPOMAGAJĄCYCH RUCH

W artykule omówiono rozwój mikromobilności aktywnej z wykorzystaniem rolek i deskorolki jako urządzeń wspomagających ruch, łączących funkcje sportowe, rekreacyjne i transportowe. Przedstawiono charakterystykę tych urządzeń, ich potencjał oraz ograniczenia w kontekście infrastruktury miejskiej i regionalnej. Zaprezentowano także wyniki pilotażowych badań ankietowych przeprowadzonych wśród użytkowników rolek, które wykazały, że ponad 90% respondentów postrzega rolki i deskorolkę jako realny środek transportu, a nie tylko sprzęt rekreacyjny. Wskazano na bariery rozwoju mikromobilności aktywnej, takie jak nieodpowiednia infrastruktura oraz podkreślono konieczność uwzględnienia potrzeb użytkowników urządzeń wspomagających ruch w politykach miejskich i regionalnych. Opracowanie stanowi wkład w systematyzację wiedzy o mikromobilności aktywnej i wskazuje na jej potencjał w zrównoważonym rozwoju transportu.

Słowa kluczowe: mikromobilność, urządzenia wspomagające ruch, transport miejski, rolki, deskorolka, zrównoważony transport.

WSTĘP

W ostatnich latach nastąpił wzrost popularności urządzeń wspomagających ruch (UWR, czyli m.in. rolki i deskorolka) jako urządzeń sportowych oraz środków mobilności. Upowszechnieniu transportowej funkcji UWR sprzyjał rozwój infrastruktury umożliwiającej przemieszczanie się na małych kółkach na długie dystanse. Upowszechnienie mikromobilności aktywnej innej niż jazda na rowerze wymusiło zmiany w postrzeganiu tej formy mobilności. Przełomowymi wydarzeniami w polskiej legislacji dotyczącej mikromobilności aktywnej innej niż jazda na rowerze były uchwalenie przez Kraków w 2017 roku uchwały rolkarskiej, co zapoczątkowało serię podobnych decyzji w innych samorządach oraz nowelizacja Ustawy – Prawo o ruchu drogowym w 2021 roku.

1. CHARAKTERYSTYKA URZĄDZEŃ WSPOMAGAJĄCYCH RUCH I ZASAD ICH UŻYWANIA

Przedmiotem analizy są rolki i deskorolka. Urządzenia te są zdefiniowane w Ustawie – Prawo o ruchu drogowym jako „urządzenia wspomagające ruch”, dalej: UWR. Ustawa definiuje UWR jako: „urządzenie lub sprzęt sportowo-rekreacyjny, przeznaczone do poruszania się osoby w pozycji stojącej, napędzane siłą mięśni” [10].

Powyższe definicje spełniają roleki, deskorolka, hulajnoga klasyczna, wrotki, trikke i inne.

W tabeli 1 dokonano porównania charakterystycznych cech, funkcji, możliwości i ograniczeń roweru oraz UWR – rolek i deskorolki.

Tabela 1

Porównanie wybranych aspektów użytkowania roweru oraz urządzeń wspomagających ruch

Wybrany aspekt	Rower	Roleki	Deskorolka
Napęd siłą mięśni	TAK	TAK	TAK
Korzyści zdrowotne	TAK	TAK	TAK
Możliwość wykorzystania jako transport w mieście	TAK	TAK	TAK
Możliwość wykorzystania w transporcie regionalnym	TAK, bez większych ograniczeń. W przypadku braku dróg rowerowych możliwa jazda w ruchu ulicznym z wyjątkiem autostrad i dróg ekspresowych	TAK, pod warunkiem spójnej utwardzonej infrastruktury dróg rowerowych i/ lub chodników, alejek parkowych, promenad. Brak ciągłości uniemożliwia dalszą podróż. Odcinki szutrowe itp. wymagają zmiany obuwia i podróży pieszej, co jest kłopotliwe	TAK, pod warunkiem spójnej utwardzonej infrastruktury dróg rowerowych i/ lub chodników, alejek parkowych, promenad. Brak ciągłości utrudnia dalszą podróż, ale krótkie odcinki braków w infrastrukturze można przebyć pieszo z deskorolką w ręce bez konieczności zmiany obuwia
Orientacyjna maksymalna podróż w ciągu jednego dnia dla użytkownika o ponadprzeciętnej kondycji	80–250 km	50–130 km	20–60 km
Wykorzystanie w dojazdach do/ z pracy	Bez większych ograniczeń, konieczność znalezienia bezpiecznego miejsca do przypięcia lub przechowania roweru	Dojazdy do pracy praktykowane w przypadku oferowania przez pracodawcę szatni i prysznica. Możliwość dojazdu do pracy transportem publicznym z rolkami w plecaku i powrót z pracy na rolkach – codzienna aktywność fizyczna przy okazji realizacji obligatoryjnych potrzeb transportowych	Dobre możliwości wykorzystywania w dojazdach do pracy poprzez eliminację problemu pierwszej i ostatniej mili: dojazd do 2–3 km deskorolką na najbliższy przystanek autobusowy/ tramwajowy lub stację kolejową/ metra, następnie transportem publicznym i z przystanku do biura deskorolką
Dostępność: cena	Najdroższy; koszt dobrego roweru to nawet 10 tysięcy złotych (2025 rok)	Dostępne cenowo, koszt dobrych rolek to 1000–2000 zł	Bardzo przystępne cenowo, 100–300 zł
Podatność przewozowa w transporcie publicznym	BARDZO NISKA, rower zajmuje dużo miejsca, problematyczny albo niemożliwy przewóz pociągiem lub autobusem. Konieczność znalezienia miejsca do przechowywania roweru w domu i jego parkowania. Ryzyko kradzieży i zniszczenia oraz przestrzeniochłonność, niewystępujące w przypadku UWR	BARDZO DUŻA, roleki zajmują mało miejsca, można je wziąć do ręki, zabrać do autobusu lub pociągu, schować do walizki, przypiąć do plecaka. Problemem niewystępującym w przypadku roweru, deskorolki i auta jest kłopotliwa konieczność zmiany obuwia	NAJWIĘKSZA, deskorolka zajmuje najmniej miejsca i jest najlżejsza, można ją wziąć do ręki, schować do walizki, przypiąć do plecaka. Nie występuje konieczność zmiany obuwia ani problem przestrzeniochłonności
Przykładowe rozwiązania multimodalne	Parkingi rowerowe. Rower publiczny – eliminacja wad roweru prywatnego: problemu z parkowaniem i niskiej podatności przewozowej w środkach transportu publicznego. Oba rozwiązania są intensywnie promowane przez władze publiczne, co zwiększa popularność roweru	Plecak na roleki – koszt ok. 100 zł. Dzięki specjalnym zaczepom umożliwia poruszanie się jako pieszy, pasażer transportu publicznego lub uczestnik wycieczki wysokogórskiej z rolkami przypiętymi do plecaka. Po dotarciu/ powrocie na trasę możliwa jest kontynuacja podróży na rolkach	Plecak na deskorolkę – koszt ok. 100 zł. Dzięki specjalnym zaczepom umożliwia poruszanie się jako pieszy, pasażer transportu publicznego lub uczestnik wycieczki wysokogórskiej z deskorolką przypiętą do plecaka. Po dotarciu/ powrocie na trasę możliwa jest kontynuacja podróży na deskorolce

Źródło: opracowanie własne na podstawie doświadczeń autora jako użytkownika roweru i urządzeń wspomagających ruch.

Specyfika UWR polega na łączeniu aktywności fizycznej z faktem przemieszczania się w infrastrukturze miejskiej i regionalnej, czyli z realizacją funkcji transportowej. Łączenie funkcji sportowych, rekreacyjnych, rozrywkowych, zdrowotnych i transportowych jest analogiczne jak w przypadku jazdy na rowerze.

2. EWOLUCJA MIKROMOBILNOŚCI AKTYWNEJ W POLSCE

Deskorolka oraz wrotki funkcjonowały w Polsce po II wojnie światowej jako popularne urządzenia rekreacyjne, ale ze znikomą funkcją transportową. Rolki pojawiły się w Polsce i innych krajach regionu jako zjawisko masowe w latach 90. XX wieku. Ze względu na ograniczenia infrastrukturalne w latach 1990–2010 rolki i deskorolka funkcjonowały głównie jako urządzenia sportowe, za pomocą których nie były jeszcze możliwe podróże na duże odległości [11].

Za początek turystyki rolkarskiej na dużą skalę i rozwoju aspiracji rolkarzy do podróży na duże odległości przyjmuje się rok 2015. Powstała wówczas asfaltowa trasa Nowy Targ–Trstena wraz z rozgałęzieniami, umożliwiającą jednodniowe wycieczki na rolkach na standardową odległość 72 km lub nawet do 120 km w przypadku skorzystania ze wszystkich rozgałęzień [12].

Do roku 2021 rolkarze i deskorolkarze byli w Polsce traktowani jako piesi, co wiązało się z zakazem korzystania z dróg rowerowych [3]. W latach 2016–2021 środowisko rolkarzy prowadziło starania o wdrożenie w Polsce rozwiązań słowackich: możliwości legalnego korzystania zarówno z dróg rowerowych, jak i chodników przy równoczesnej budowie chodników, wzorem Słowacji i Austrii, z asfaltu lub innej równej nawierzchni zamiast z fazowanej kostki brukowej [1].

Przełomowym momentem w ewolucji postrzegania mikromobilności aktywnej było uchwalenie przez Kraków w grudniu 2017 roku tzw. uchwały rolkarskiej. Uchwała wprowadziła zakaz stosowania kostki fazowanej i innych nierównych nawierzchni na chodnikach i alejkach parkowych [5]. Kraków był pierwszym miastem w Polsce i jednym z pierwszych w Europie, które podjęło uchwałę zobowiązującą władze lokalne do projektowania infrastruktury pieszej i rowerowej w sposób uwzględniający potrzeby rolkarzy i deskorolkarzy. Na potrzeby niniejszego artykułu samorząd miasta Krakowa został zapytany o ocenę skutków funkcjonowania uchwały rolkarskiej z perspektywy czasu. Najważniejsze elementy przedstawionej opinii zawarto w cytowanym fragmencie: „Uważamy, że nacisk kładziony na jakość nawierzchni na ciągach pieszych i wdrożenie standardu nawierzchni bezfazowej były istotną zmianą, do której przyczyniło się przyjęcie uchwały. Ponieważ od czasu przyjęcia uchwały rolkarskiej pojawiły się również standardy oraz wytyczne dotyczące kształtowania infrastruktury pieszej i rowerowej, z której na co dzień korzystają także użytkownicy rolek, uważamy, że dokumenty te stanowią istotne uzupełnienie i wsparcie dla dalszego wdrażania polityki prorolkarskiej w mieście” [9].



W ślad za Krakowem podobne prorolkarskie rozwiązania dotyczące zaprzestania stosowania kostki fazowanej i fazowanych płyt chodnikowych przyjęły inne miasta, m.in. Zakopane, Nowy Targ, Gdańsk, Sopot i Zielona Góra [6]. W roku 2021 ustawodawca przychylił się do apeli środowisk rolkarskich i deskorolkarskich kierowanych w formie petycji oraz interpelacji poselskich i dokonał nowelizacji Ustawy – Prawo o ruchu drogowym, która wprowadziła pojęcie urządzeń wspomagających ruch i zezwoliła ich użytkownikom na poruszanie się po drogach rowerowych oraz chodnikach [10]. W roku 2022 Ministerstwo Infrastruktury wydało rozporządzenie zobowiązujące do projektowania dróg rowerowych i chodników z uwzględnieniem potrzeb rolkarzy i deskorolkarzy, co jest powszechnie interpretowane jako zakaz stosowania kostki fazowanej również na chodnikach [7].

3. SPECYFIKA JAZDY NA ROLKACH I POTRZEBY ROLKARZY W ŚWIELE BADAŃ

W literaturze naukowej dotyczącej zrównoważonej mobilności oraz turystyki aktywnej jest niewiele opracowań poświęconych urządzeniom wspomagającym ruch. Dopiero niedawno ukazały się pierwsze monografie poświęcone mikromobilności [3], ale nawet w nich główny nacisk kładziony jest na e-mikromobilność (np. hulajnogi elektryczne), a nie na urządzenia wspomagające ruch.

Mimo zmiany przepisów i jednoznacznego uznania UWR za pełnoprawny środek mobilności również miejskie i regionalne strategie wspierania zrównoważonej mobilności opisują głównie rower i pomijają transportowe funkcje przemieszczania się na rolkach i deskorolce, czego przykładem jest Gdynia [4, 8]. Może to wynikać z faktu błędnego interpretowania specyfiki jazdy na rolkach i deskorolce przez autorów prac naukowych i dokumentów strategicznych oraz decydentów poprzez przypisywanie omawianym urządzeniom wyłącznie funkcji sportowo-rekreacyjnej.

W celu dokonania wstępnej oceny funkcji transportowej związanej z jazdą na rolkach w latach 2023–2024 przeprowadzono badania ankietowe skierowane do osób regularnie jeżdżących na rolkach, należących do rolkarskich grup dyskusyjnych na portalach społecznościowych. W badaniu wzięło udział 161 osób. Ankietowanych zapytano m.in. „Czy Pani/a zdaniem rolki lub deskorolki mogą być nie tylko środkiem rekreacji i sportu, ale również środkiem transportu, np. w dojeździe do pracy, szkoły, na przystanek, zwłaszcza gdyby poprawie uległa infrastruktura (równe chodniki, sieć dróg rowerowych)?”. „Zdecydowanie tak” odpowiedziało 58% respondentów, natomiast 33% ankietowanych udzieliło odpowiedzi: „Mogą pełnić funkcję środka transportu, ale w ograniczonym zakresie”. Jedynie 7% respondentów udzieliło odpowiedzi: „Absolutnie nie – tylko sport i rekreacja”. Pozostałe 2% ankietowanych odpowiedziało „rolki nie, ale deskorolka tak” lub „rolki tak, ale deskorolka nie”.

Powyższe wyniki jednoznacznie przeczą opiniom o rolkach i deskorolce jako urządzeniach wyłącznie sportowo-rekreacyjnych, z pomijalną funkcją transportową. Opisany stereotyp negatywnie wpływa na skłonność badaczy, projektantów i decydentów do uwzględniania użytkowników urządzeń wspomagających ruch jako pełnoprawnych i równorzędnych użytkowników infrastruktury transportowej i przestrzeni publicznej, w tym do prowadzenia badań naukowych na ich temat. Jeśli zsumuje się odpowiedzi „Zdecydowanie tak” i „Mogą pełnić funkcję środka transportu, ale w ograniczonym zakresie”, okazuje się, że aż 91% respondentów potwierdziło transportową funkcję korzystania z rolek i deskorolki, co stoi w sprzeczności z powszechnymi opiniami i decyzjami dotyczącymi ich użytkowników. Opisane badanie miało charakter pilotażowy, stąd stosunkowo niewielka próba badawcza. Podobne badania warto przeprowadzić na większej i bardziej reprezentatywnej próbie użytkowników.

Wykonane badania wykazały również rozbieżność pomiędzy stereotypowym postrzeganiem rolek i deskorolki jako „młodzieżowej zabawki” a rzeczywistym wiekiem użytkowników. Warto nadmienić, że badacze zajmujący się transportem i zrównoważoną mobilnością mogą powstrzymać się przed publikowaniem prac naukowych poświęconym transportowym funkcjom rolek i deskorolki w obawie przed niesprawiedliwą oceną ich pracy przez środowisko naukowe jako „mało poważnej”. Przeczą temu wyniki badań, gdyż najliczniejszą grupę wiekową respondentów deklarujących jazdę na rolkach stanowiły osoby w wieku dojrzałym w kohorcie 46–55 lat (29%). Kolejnymi kohortami pod względem liczebności były osoby w wieku: 35–44 lata (24%) oraz 25–34 lata (22%). Osoby najmłodsze, w wieku do 24 lat, stanowiły zaledwie 20% ankietowanych. Wbrew stereotypowi zauważalną grupę ankietowanych stanowiły również osoby w wieku 56–65 lat (9%), a jeden respondent był w najstarszej grupie – 67 lat i więcej.

Dominacja osób w wieku średnim i dojrzałym w połączeniu z jednoznacznymi wskazaniami potwierdzającymi używanie rolek lub deskorolki jako środka transportu wskazuje na niewykorzystany potencjał dotyczący zwiększenia roli UWR w systemie mobilności miejskiej i regionalnej. O niedostosowaniu obecnych polityk, strategii i decyzji do rzeczywistych potrzeb użytkowników i potencjału mobilności aktywnej świadczy też analiza odpowiedzi otwartych. Najwięcej odpowiedzi odnosiło się do nawierzchni, wskazując na konieczność rezygnacji z zastosowania kostki fazowanej i kamiennej na rzecz nawierzchni gładkich, bezfazowych, przyjaznych małym kółkom. Przykładowe odpowiedzi to: „Zwrócić uwagę na gładką nawierzchnię oraz wyniesienie do jednego poziomu (brak obniżen przy wjazdach aut)”; „Muszą mieć bardzo dobrą nawierzchnię, miejsca na odpoczynek, dostępne środki transportu”; „Ważna jest ciągłość tras z przystępną nawierzchnią. Korzystanie ze szlaków rowerowych nie jest możliwe właśnie z tego powodu, że szlak rowerowy potrafi prowadzić wytyczoną ścieżką z asfaltu, który nagle przechodzi w ścieżkę żwirową aż w końcu prowadzi do piaszczystej ścieżki



w lesie. Rolki przegrywają już po pierwszym odcinku”; „Szeroki asfalt, brak dróg rowerowych bezpośrednio na jezdni, sensowne zakończenia dróg, a nie w polu”.

Wspomniano także o roli rolkarzy jako testerów dostępności infrastruktury dla osób ze szczególnymi potrzebami. Równa nawierzchnia i brak przeszkód (np. w postaci krawężników, uskoków) jest potrzebna osobom poruszającym się na wózkach inwalidzkich, o kulach i osób starszych, w tym chodzących za pomocą balkonika. Do tego aspektu nawiązuje m.in. odpowiedź: „Kocie łby, nierówne chodniki, kostka brukowa etc. – czyli wszystko, co nierówne lub wprowadza w drgania koła niewielkiej średnicy. Gładkie, równe chodniki to ułatwienie nie tylko dla nas (...), ale także dla osób z ograniczeniami ruchowymi, poruszających się na wózkach inwalidzkich”. Sporo odpowiedzi dotyczyło kwestii informacyjnych, respondenci krytycznie odnosili się do pomijania turystyki rolkarskiej w działaniach i kampaniach dotyczących turystyki rowerowej i turystyki aktywnej. Przykładowe odpowiedzi to: „Promować je, informować o stanie tras, ich bezpieczeństwie lub o miejscach, gdzie konieczne jest zachowanie szczególnej ostrożności, narzędzie pozwalające wyznaczyć trasę faktycznie przejezdną dla rolkarza (ścieżki rowerowe i pieszce bywają prowadzone bitymi drogami – dla rolkarza to konieczność zdjęcia rolek)”; „Trasy są zbyt mało promowane przez media lokalne, oficjalne. Może czas dotrzeć do influencerów?”. Ankietowani wskazali też na potrzebę ustawiania przy trasach ławek, umożliwiających rolkarzom odpoczynek i zmianę obuwia na początku lub końcu trasy albo w miejscach, gdzie asfalt się urywa i pewien odcinek trzeba przejść pieszo.

PODSUMOWANIE

Urządzenia wspomagające ruch rzadko są przedmiotem opracowań naukowych dotyczących transportu i mobilności, mimo że przeważająca większość użytkowników deklaruje wykorzystanie ich funkcji transportowej, a nie tylko sportowo-rekreacyjnej. Problemem są stereotypy, zgodnie z którymi rolki i deskorolka stanowią „niepoważny” temat badań i analiz. Niniejszy artykuł jest próbą polemiki z tymi stereotypowymi przekonaniem. Przeprowadzone w ramach niniejszego artykułu badania mają charakter pilotażowy. Na ich podstawie można sformułować wniosek, że rolkarze i deskorolkarze wykorzystują swoje urządzenia również w celach transportowych. Rolki i deskorolka powinny być traktowane jako pełnoprawny, równorzędny z rowerem środek mobilności miejskiej i regionalnej, gdyż nie wykazano przesłanek podważających takie podejście, a upowszechnienie rolek i deskorolki niesie wiele korzyści dla społeczeństwa (zdrowie, zrównoważona mobilność, ograniczenie kongestii). Kluczową kwestią dla rolkarzy i deskorolkarzy jest równa, niefazowana nawierzchnia dróg rowerowych, chodników i pozostałej infrastruktury. Kraków, a następnie Ministerstwo Infrastruktury, zapoczątkowały odwrót od stosowania kostki fazowanej i fazowanych płyt chodnikowych.

Świadomość potrzeb i potencjału mobilności aktywnej realizowanej za pomocą urządzeń wspomagających ruch wciąż jest bardzo słaba. Ten stan rzeczy może zostać zmieniony przez szersze zainteresowanie się naukowców prowadzeniem badań na temat roli rolek i deskorolki w ramach mobilności aktywnej oraz poprzez działania edukacyjne, popularnonaukowe i promocyjne w odniesieniu do UWR.

LITERATURA

1. Interpelacja nr 4574 do Ministra Infrastruktury i Budownictwa w sprawie uregulowania w ustawie „Prawo o ruchu drogowym” statusu rolkarzy oraz dopuszczenia ich na drogi rowerowe, zgł. Ryszard Wilczyński, wniesiona w dniu 3 lipca 2016 r.
2. Janczewski J., *Mikromobilność w systemie transportowym miasta*, Przedsiębiorczość – Edukacja 2020, 16(1), s. 257–274.
3. Janczewski J., Janczewska D., *Mikromobilność w transporcie osób i ładunków*, Wydawnictwo Akademii Humanistyczno-Ekonomicznej, Łódź 2022.
4. Rada Miasta Gdyni, Uchwała nr XXV/629/16 z dnia 26 października 2016 r. w sprawie przyjęcia Planu Zrównoważonej Mobilności Miejskiej dla Gdyni 2016–2025, Gdynia 2016.
5. Rada Miasta Krakowa, Uchwała nr XCI/2394/17 z dnia 20 grudnia 2017 r. w sprawie ustalenia kierunków działania dla Prezydenta Miasta Krakowa w zakresie wspierania mobilności aktywnej realizowanej za pomocą urządzeń transportu osobistego, BIP (Biuletyn Informacji Publicznej) Kraków, uchwalona w sesji 20.12.2017 r.
6. Rada Miasta Zielona Góra, Uchwała nr LXIX.996.2018 z dnia 26 czerwca 2018 r. w sprawie ustalenia kierunków działania dla Prezydenta Miasta Zielona Góra w zakresie wspierania mobilności aktywnej realizowanej za pomocą Urzędzeń Transportu Osobistego, Zielona Góra 2018.
7. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 24 czerwca 2022 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących dróg publicznych, Dz.U. 2022, poz. 1518, z późn. zm.
8. Skiba S., *Seaport-city cooperation on the example of the city of Gdynia*, [w:] *Economic and Social Development: Book of Proceedings* 2019, s. 460–467.
9. Urząd Miasta Krakowa, Odpowiedź z dnia 26 czerwca 2025 r. na zapytanie prasowe w sprawie doświadczeń miasta z wdrażania uchwały rolkarskiej, Kraków 2025.
10. Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. – Prawo o ruchu drogowym, Dz.U. 2023 poz. 1047, z późn. zm.

Źródła internetowe

11. <https://miejskiesporty.pl/Historia-Skateboardingu-Deskorolki-blog-pol-1522059117.html> (dostęp 27.06.2025).
12. https://podhale24.pl/aktualnosci/artykul/83848/Rolki_pod_Tatrami_coraz_popularniejsze_To_sza_nsa_dla_lokalnego_biznesu_i_samorzadow.html (dostęp 27.06.2025).

DEVELOPMENT OF ACTIVE MICROMOBILITY USING ROLLER SKATES AND SKATEBOARDS AS MOVEMENT-ASSISTING DEVICES

The article discusses the development of active micromobility using roller skates and skateboards as movement-assisting devices that combine sports, recreational, and transport functions. It presents the characteristics of these devices, their potential, and limitations in the context of urban and regional infrastructure. The article also presents results from pilot survey research among roller skate users, showing that over 90% of respondents perceive roller skates and skateboards as a real means of transport rather than just recreational equipment. Barriers to the development of active micromobility, such as inadequate infrastructure, are identified, and the need to consider the needs of movement-assisting devices users in urban and regional policies is emphasized. The article contributes to the systematization of knowledge about active micromobility and highlights its potential in sustainable transport development.

Keywords: micromobility, movement-assisting devices, urban transport, roller skates, skateboard, sustainable transport.

ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ PORTÓW RO-RO – ANALIZA PORÓWNAWCZA WYBRANYCH PORTÓW MORZA BAŁTYCKIEGO

Celem niniejszej pracy jest ocena zakresu i skuteczności działań proekologicznych podejmowanych przez porty ro-ro w regionie Morza Bałtyckiego w kontekście założeń zrównoważonego rozwoju. Artykuł koncentruje się na identyfikacji konkretnych strategii środowiskowych wdrażanych w wybranych portach, porównaniu poziomu zaawansowania ekologicznego poszczególnych ośrodków, wskazaniu najlepszych praktyk i kierunków dalszego rozwoju działań prośrodowiskowych.

Słowa kluczowe: porty morskie ro-ro, Morze Bałtyckie, zrównoważony rozwój.

WSTĘP

Porty morskie typu ro-ro (*roll-on/ roll-off*), obsługujące przewożenie pojazdów i ładunków tocznych drogą morską, odgrywają istotną rolę w europejskiej logistyce, szczególnie w regionie Morza Bałtyckiego. Intensywny rozwój handlu międzynarodowego oraz dążenie do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych stawiają przed nimi konieczność implementacji zasad zrównoważonego rozwoju. W niniejszym artykule przeanalizowano działania ekologiczne podejmowane przez wybrane porty bałtyckie oraz porównano ich poziom zaawansowania w zakresie wdrażania zielonych technologii.

1. ISTOTA I KLASYFIKACJA ŻEGLUGI RO-RO I PROMOWEJ

Technologia ro-ro polega na przeładunku poziomym samochodów osobowych, pojazdów ciężarowych, naczep, maszyn i innych ładunków tocznych. Statki przystosowane do technologii ro-ro posiadają specjalne furty umieszczone w części rufowej, jak również dziobowej, przez które można przeprowadzać proces przeładunku. Ro-ro obejmuje również wtaczanie/ wytaczanie ładunków do/ z przestrzeni ładunkowej statków umieszczonych na urządzeniach takich jak roll trailery (naczepy niskopodwoziowe) i kasety [2].

Statki typu ro-ro to specjalnie zaprojektowane jednostki przeznaczone do przewozu ładunków tocznych, takich jak samochody ciężarowe, naczepy, przyczepy czy wagony kolejowe. Statki te cechują się konstrukcją umożliwiającą łatwy i szybki załadunek oraz rozładunek ładunków, co czyni je niezwykle efektywnymi w transporcie pojazdów i innych towarów wymagających tej metody obsługi [4].

Kluczowe elementy statku ro-ro obejmują:

- rampy załadunkowe – zaliczają się do najważniejszych elementów statków ro-ro, mogą być umieszczone w częściach dziobowej i rufowej statku oraz w jego burtach, umożliwiają bezpośredni wjazd i wyjazd pojazdów;
- pokłady ładunkowe – statki ro-ro posiadają jeden lub więcej poziomów pokładów ładunkowych, które mogą być stałe lub składane, otwarte powierzchnie umożliwiają łatwe manewrowanie pojazdami;
- systemy prowadzenia i zabezpieczania ładunku – aby zapewnić bezpieczeństwo przewożonych pojazdów i towarów, stosuje się różnorodne systemy zabezpieczeń, które obejmują pasy, blokady kół oraz specjalne mocowania stabilizujące pojazd podczas rejsu;
- pomieszczenia dla załogi – statki ro-ro muszą być wyposażone w odpowiednie pomieszczenia dla załogi, a na promach również w pomieszczenia pasażerskie.

Elementy te składają się łącznie na wysoce funkcjonalny i efektywny środek transportu, który jest niezastąpiony w nowoczesnym handlu międzynarodowym i logistyce [1].

Klasyfikacja jednostek ro-ro obejmuje różnorodne typy statków, charakteryzujące się szczególnymi cechami i przeznaczeniem:

- towarowe statki ro-ro – w odróżnieniu od żeglugi promowej żegluga towarowa ro-ro skupia się na przewozie ładunków. Statki ro-ro przeznaczone są do przewozu różnorodnych ładunków tocznych, jak naczepy, samochody ciężarowe, ładunki na roll-trailerach i kasetach. Część z nich ma ograniczoną liczbę miejsc pasażerskich (do 12 osób) przeznaczonych dla kierowców [2];
- statki ro-pax – są zaprojektowane do przewozu zarówno pasażerów, jak i pojazdów. Jednostki te posiadają zwiększoną liczbę miejsc pasażerskich. Liczba kabin na statkach ro-pax może się znacząco różnić w zależności od wielkości statku, jego konstrukcji oraz przeznaczenia. Jednostki te mogą przewozić od 100 do 1300 pasażerów. Funkcjonują na trasach kilku- czy kilkunastogodzinnych, jednocześnie oferując różnorodne usługi i atrakcje dla pasażerów. Linia ładunkowa statków sięga od 1200 do 6500 m. Niektóre statki ro-pax oferują różnorodne opcje zakwaterowania, od standardowych kabin po apartamenty premium. Statki często oferują również szeroką gamę udogodnień, takich jak restauracje, bary, salony, sklepy i strefy rozrywki [7];
- statki fast ro-pax – są to jednostki promowe osiągające prędkość do 25 węzłów. Zostały stworzone z myślą o szybkim transporcie zarówno pasażerów, jak i pojazdów, ich liczba na Bałtyku jest niewielka, przykładem są jednostki operatora Destination Gotland, które pływają między Nynähamn i Oskarshamn oraz Visby;
- statki con-ro – stanowią połączenie klasycznych kontenerowców komorowych i jednostek poziomego ładowania. Ich ładownie, umiejscowione w części rufowej, są specjalnie dostosowane do przeładunków w technologii ro-ro, natomiast

część dziobowa ma konstrukcję charakterystyczną dla kontenerowców, co umożliwia przewóz kontenerów w części przestrzeni ładunkowej. Na pokładach tych jednostek można zatem efektywnie transportować znaczną liczbę ładunków zarówno tocznych, jak i skonteneryzowanych. Dodatkowo jednostki te mają zdolność przewożenia drobnicy nieskonteneryzowanej na paletach, w pakietach umieszczonych na większych nośnikach, takich jak roll-trailery, kasety oraz bolstery (flaty) [2];

- promy typu cruise – posiadają większą liczbę miejsc pasażerskich oraz mniejszą linię ładunkową w porównaniu z promami ro-pax, są wyposażone w luksusowe kabiny, restauracje, bary, sklepy, sale kinowe, spa, baseny i inne atrakcje rozrywkowe. Dzięki temu podróż na takim promie jest nie tylko przejazdem, ale stanowi także formę relaksu i wypoczynku, podobnie jak podczas rejsów wycieczkowych. Promy typu cruise odgrywają kluczową rolę na trasach łączących Szwecję z Finlandią oraz Estonią. Przykładem takiego statku jest „Viking Grace”, jednostka operatora Viking Line obsługująca trasę między Turku a Sztokholmem, która posiada 2800 miejsc pasażerskich oraz linię ładunkową 1275 m [3];
- Pure Car Carriers (PCC) i Pure Car and Truck Carriers (PCTC) – pierwsze z wymienionych są to statki zaprojektowane specjalnie do przewozu samochodów osobowych. Charakteryzują się wieloma pokładami ładunkowymi, które mogą pomieścić setki samochodów osobowych. PCTC różnią się od PCC tym, że są przystosowane do przewozu zarówno samochodów osobowych, jak i ciężkich pojazdów [10].

2. PORTY OBSŁUGUJĄCE ŁADUNKI RO-RO W REGIONIE MORZA BAŁTYCKIEGO

Strategiczne położenie Morza Bałtyckiego czyni je ważnym obszarem dla międzynarodowej żeglugi.

Spośród siedmiu krajów bałtyckich szwedzkie porty w 2021 roku obsługiwały największą część ładunków w systemie ro-ro, o łącznej masie 35 734 tys. ton, a ich udział wyniósł 40%. Niemieckie porty obsługiwały 25 965 tys. ton towarów, co stanowi 29% łącznego wolumenu ładunków obsługiwanych w głównych bałtyckich portach ro-ro. Fińskie porty obsługiwały 9871 tys. ton ładunków, a ich udział wyniósł 11%. Polskie porty zarejestrowały przeładunki 8654 tys. ton towarów ro-ro, co stanowi 10% udziału. Porty w Estonii obsługiwały 5742 tys. ton ładunków, a ich udział wyniósł 6%. Najmniej towarów obsługiwały Litwa (1981 tys. ton) i Łotwa (1645 tys. ton) [11].

Wyniki te znajdują swoje odzwierciedlenie w strukturze i możliwościach technicznych konkretnych portów, takich jak port w Rostocku, który posiada terminal promowy oraz terminal towarowy ro-ro z jedenastoma miejscami do

cumowania. Nabrzeże 64 jest przystosowane do odprawy wagonów kolejowych. Wiadukt prowadzi bezpośrednio z terminalu promowego na autostradę A19/A20. Terminal ro-ro z czterema miejscami do cumowania oraz znajdujący się w bezpośrednim sąsiedztwie terminal dla ruchu intermodalnego oferują dobre warunki obsługi dla żeglugi liniowej. Aby móc obsługiwać w rejonie ro-ro statki o długości odpowiednio do 220 i 250 m, przebudowano nabrzeża 62 i 63. Dzięki odnowieniu nabrzeży w basenie portowym A w rejonie nabrzeża 50 oraz budowie dwóch ramp o szerokości 37 m możliwe są cumowanie i przeładunek statków typu ro-ro o długości do 250 m. Połączenia ro-ro na trasie Rostock–Hanko oferuje cztery razy w tygodniu Finnlines, na trasie Rostock–Kotka raz w tygodniu Transfennica, a na trasie Rostock–Rauma raz w tygodniu UPM. Udział ładunków tocznych w całkowitym przeładunku w porcie w Rostocku wyniósł w 2023 roku 53%. Ponadto na trasie z Rostocku do Trelleborga serwisy promowe eksploatowane są przez TT-Line i Stena Line [16].

Port w Lubece zajmuje obszar o powierzchni około 264 ha, rozciągając się od ujścia rzeki Trave. Położenie geograficzne tego portu w sieci bazowej TEN-T w południowo-zachodniej części Morza Bałtyckiego wraz z bezpośrednim dostępem do sieci kolejowej, autostradowej oraz kanału Łaba–Lubeka czyni go wyjątkowo atrakcyjnym miejscem przeładunkowym. W Travemünde-Lubeka ruch ro-ro odbywa się w czterech terminalach. Terminal Skandinavienkai jest największy i obsługuje wyłącznie ruch promowy. Usługi są świadczone przez TT-Line do Trelleborga, Finnlines do Helsinek, Stena Line do Lipawy i Nordo Link do Malmö. Skandinavienkai jest największym portem promowym na Bałtyku pod względem powierzchni lądowej i infrastruktury dla promów, posiada dziewięć nabrzeży ro-ro [15].

W przeciwieństwie do Travemünde Trelleborg znajduje się na obrzeżach miasta. Oprócz połączeń kolejowych jest łatwo dostępny dla transportu samochodowego. Port jest bezpośrednio połączony z drogami publicznymi (autostrada E22 do Malmö i droga R9 na wschód). Trelleborg zajmuje drugie miejsce wśród portów ro-ro i jest największym w Szwecji. Głównym operatorem promowym portu jest niemiecki TT-Line, obsługujący trasy do Travemünde, Rostocku, Świnoujścia i Kłajpedy. Pozostałymi przewoźnikami są Unity Line (Trelleborg–Świnoujście) i Stena Line (Trelleborg–Rostock). Infrastruktura obejmuje osiem ramp dla regularnego ruchu promowego. Siedem nabrzeży wyposażonych jest w podwójne rampy ro-ro. Ponadto trzy z nich są bezpośrednio połączone z siecią kolejową. W skład infrastruktury portu wchodzi również dedykowany terminal intermodalny [5, 17].

Położony na Litwie port w Kłajpedzie jest największym portem w kraju i stanowi kluczowy punkt dla litewskiej gospodarki. Port jest dobrze połączony z innymi częściami kraju i regionu za pomocą sieci drogowej i kolejowej, co ułatwia dalszy transport ładunków do i z portu. Z terminala CKT korzysta duńska firma DFDS. Terminal posiada nabrzeże nr 80 o długości 297 m ze stałą rampą ro-ro, molo

nr 80a o długości 229 m oraz molo nr 81a o długości 264 m z regulowaną hydrauliczną rampą ro-ro. Terminal KKT, na którym funkcjonuje TT-Line, dysponuje dwoma nabrzeżami nr 127 i 128, każde o długości 260 m. Promy z portu w Kłajpedzie kursują do portów w Niemczech, Szwecji i Danii, przewożąc rocznie ponad 6 mln ton ładunków. Trasy obsługiwane z terminali to Kłajpeda–Kilonia (Niemcy) (DFDS), Kłajpeda–Karlshamn (Szwecja) (DFDS, TT-Line), Kłajpeda–Køge–Fredericia (Dania) (DFDS) oraz Kłajpeda–Trelleborg (Szwecja) (TT-Line) [12].

Port w Helsinkach jest położony w stolicy Finlandii, co zapewnia mu strategiczne znaczenie. Dane dotyczące portu obejmują zarówno przewozy promowe, jak i te realizowane na statkach towarowych zarządzanych przez Finlines. Ruch ro-ro w Helsinkach jest skoncentrowany w trzech obszarach. W porcie zachodnim (West Harbour) znajdują się dwa terminale (West Terminal 1 i West Terminal 2), obsługujące połączenia do Tallina. Finnlines korzysta z Hansa Terminal, zlokalizowanego w porcie wschodnim (Vuosaari Harbour). Trzeci obszar, znany jako South Harbour, obsługuje ruch promowy w terminalach Olympia i Katajanokka, gdzie ze względu na bliskość centrum miasta obroty towarowe są ograniczone [14].

Kompleks w Tallinie składa się z sześciu portów. W ubiegłym roku ładunki ro-ro stały się największą grupą towarową w porcie. Transporty te odbywają się głównie na trasach między Estonią a Finlandią (Tallin–Helsinki i Muuga–Vuosaari), w większości promami ro-pax. Old City Harbour obsługuje międzynarodowe połączenia z Finlandią oraz Szwecją. Posiada dwa terminale promowe. Terminal A obsługują armatorzy Viking Line oraz Eckerö Line (trasa Tallin–Helsinki), terminal D jest obsługiwany przez przewoźnika Tallink (trasy Tallin–Helsinki oraz Tallin–Sztokholm). Muuga Harbour jest portem towarowym, który obsługuje różnorodne ładunki, w tym ro-ro, i znajduje się około 13 km na północny wschód od Tallina. Port Południowy w Paldiski jest zlokalizowany 45 km na zachód od Tallina i jest to drugi co do wielkości port towarowy w kompleksie portowym Tallina, obsługuje zaś m.in. towarowe statki ro-ro DFDS, Tallink i Finnlines do Kapellskar oraz Transfennica do Lubeki, Hanko i Gdyni [5, 9].

3. PROEKOLOGICZNE DZIAŁANIA PORTÓW

W obliczu rosnących wyzwań związanych z ochroną środowiska naturalnego porty morskie w regionie Morza Bałtyckiego podejmują szeroko zakrojone działania na rzecz wdrażania innowacyjnych rozwiązań proekologicznych. Cele tych inicjatyw obejmują nie tylko ograniczenie negatywnego wpływu działalności portowej na ekosystemy, lecz także poprawę efektywności operacyjnej, zwiększenie konkurencyjności oraz dostosowanie do coraz bardziej rygorystycznych norm środowiskowych i regulacji międzynarodowych.

Przykładem portu aktywnie realizującego strategię proekologiczną i wdrażającego nowoczesne rozwiązania technologiczne jest port w Lubece-Travemünde. Jako istotny węzeł żeglugowy w sieci TEN-T wdraża zaawansowane technologie w zakresie redukcji emisji i optymalizacji procesów logistycznych. Kluczowe działania obejmują m.in. wdrożenie technologii OPS (*Onshore Power Supply*), elektryfikację terminalowych pojazdów transportowych oraz rozwój cyfrowych systemów zarządzania ruchem i odprawą. Realizacja projektów infrastrukturalnych i cyfryzacyjnych ma docelowo pozwolić na redukcję emisji CO₂ rzędu 387 tys. ton do roku 2035. Równolegle, w celu ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, rozwijane są systemy bunkrowania LNG, które znacząco zmniejszają emisje CO₂, SO_x i NO_x [15].

Podobnie szerokie spektrum działań realizowane jest w porcie w Rostocku, gdzie podejmowane są zarówno lokalne inwestycje kompensacyjne w środowisko naturalne, jak i projekty międzynarodowe w ramach współpracy regionalnej. Wśród najważniejszych przedsięwzięć wymienić należy m.in. projekt Blue Supply Chains, koncentrujący się na elektryfikacji sprzętu transportowego, rozwoju infrastruktury dla paliw alternatywnych oraz promocji ekologicznych łańcuchów logistycznych. W ramach projektu ACCESSMILE rozwijane są nowoczesne platformy cyfrowe wspomagające intermodalne zarządzanie transportem, inicjatywa Motorways of the Sea zakłada zaś intensywną rozbudowę infrastruktury kolejowej, portowej i cyfrowej w celu zwiększenia wydajności operacyjnej [16].

Port w Trelleborgu wdrożył ambitny plan transformacji energetycznej, zakładający osiągnięcie neutralności klimatycznej do roku 2040 oraz produkcję nadwyżek energii odnawialnej do roku 2035. Kluczowe działania obejmują pełną elektryfikację floty pojazdów i urządzeń portowych, wdrożenie systemów OPS na wszystkich nabrzeżach, rozwój infrastruktury bunkrowania LNG, optymalizację procesów przeładunkowych oraz intensyfikację wykorzystania odnawialnych źródeł energii – w tym systemów fotowoltaicznych i nowych instalacji oczyszczania wód deszczowych [17].

W porcie w Kłajpedzie realizowane działania obejmują redukcję emisji gazów cieplarnianych, elektryfikację sprzętu portowego, rozwój infrastruktury OPS oraz inwestycje w odnawialne źródła energii. Wdrażane są również innowacyjne technologie, takie jak autonomiczna lokomotywa zasilana energią elektryczną i słoneczną, systemy selektywnej zbiórki odpadów oraz modernizacja oczyszczalni ścieków. Port aktywnie uczestniczy w programach edukacyjnych i projektach międzynarodowych, takich jak Green Port Initiative oraz Clean Baltic Sea [12].

Port w Helsinkach w sposób kompleksowy realizuje strategię neutralności węglowej, której szczegółowe cele określono w programie „Port Heliński neutralny pod względem emisji CO₂” [13]. Wśród priorytetowych działań znalazły się: ograniczenie emisji gazów cieplarnianych ze wszystkich źródeł, rozbudowa własnej produkcji energii odnawialnej (głównie fotowoltaiki), szerokie wykorzystanie

zasilania OPS, wdrożenie systemu automatycznego cumowania (AMS), a także modernizacja infrastruktury oświetleniowej i rozbudowa sieci stacji ładowania dla pojazdów elektrycznych. Dodatkowo port prowadzi efektywny system gospodarowania odpadami stałymi i płynnymi oraz uczestniczy w regionalnym systemie opłat środowiskowych No Special Fee [14].

Port w Tallinie, podobnie jak pozostałe ośrodki regionu, podejmuje wielowymiarowe działania na rzecz poprawy efektywności energetycznej oraz ograniczenia wpływu działalności portowej na środowisko naturalne, wdrażając rozwiązania w zakresie modernizacji floty, infrastruktury i gospodarki odpadami [8].

Przykłady działań portów bałtyckich dowodzą, że sektor portowy aktywnie adaptuje się do zmieniających się uwarunkowań klimatycznych i regulacyjnych, stanowiąc istotny element międzynarodowych wysiłków na rzecz zrównoważonego rozwoju transportu morskiego i ochrony ekosystemów morskich.

4. ANALIZA PORÓWNAWCZA

Działania ekologiczne podejmowane przez porty mają kluczowe znaczenie dla zrównoważonego rozwoju i ochrony środowiska naturalnego. Wiele portów na całym świecie wdrożyło już ekologiczne rozwiązania mające na celu redukcję emisji gazów cieplarnianych (GHG). Te działania obejmują:

- zasilanie z lądu (preferowane ze źródeł odnawialnych);
- automatyczne systemy cumowania;
- technologie redukujące emisje, takie jak wykorzystanie elektrycznych urządzeń przeładunkowych;
- bezpieczną i efektywną infrastrukturę do tankowania paliw alternatywnych.

Tabela 1 przedstawia zestawienie wyników analizowanych portów w zakresie wybranych kryteriów.

Tabela 1

Zestawienie wyników analizowanych portów w zakresie wybranych kryteriów

Port	OPS	LNG bunkrowanie	Odbiór odpadów	Elektryfikacja urządzeń	AMS
Trelleborg	+	+	+	+	
Rostock		+	+	+	
Kłajpeda	+	+	+	+	
Helsinki	+	+	+	+	+
Tallin	+	+	+	+	+
Travemünde	+	+	+	+	

Źródło: opracowanie własne.

Porty morskie odgrywają istotną rolę w realizacji globalnych celów zrównoważonego rozwoju, wdrażając liczne inicjatywy na rzecz ograniczenia negatywnego wpływu działalności portowej na środowisko. Do kluczowych działań należą m.in. zastosowanie zasilania z lądu (OPS), wdrożenie automatycznych systemów cumowania (AMS), elektryfikacja sprzętu przeładunkowego oraz rozwój infrastruktury dla paliw alternatywnych, w tym LNG i biopaliw.

W analizowanych portach (Lubeka-Travemünde, Rostock, Trelleborg, Kłajpeda, Helsinki i Tallin) realizowane są różnorodne strategie ekologiczne, dostosowane do lokalnych uwarunkowań i priorytetów. Porty te koncentrują się na ograniczeniu emisji gazów cieplarnianych, efektywnym zarządzaniu odpadami, elektryfikacji urządzeń oraz rozbudowie odnawialnych źródeł energii. Wdrożenie takich technologii jak OPS i AMS często wymaga ścisłej współpracy z operatorami promowymi. Przykładowo porty Helsinki i Tallin wdrożyły AMS, osiągając dodatkowe redukcje emisji, natomiast Rostock aktywnie inwestuje w projekty rekompensacyjne oraz inicjatywy międzynarodowe, takie jak Blue Supply Chains.

Port Trelleborg, dążąc do neutralności węglowej, rozwija infrastrukturę dla pojazdów elektrycznych i produkcji energii odnawialnej. Kłajpeda realizuje kompleksowe projekty ograniczające emisję CO₂ i zanieczyszczenia wód, uczestnicząc m.in. w programach Green Port Initiative i Clean Baltic Sea. Pomimo znacznych postępów porty nadal napotykają wyzwania związane z wysokimi kosztami inwestycji, koniecznością dostosowania logistyki oraz potrzebą współpracy międzynarodowej i wsparcia instytucjonalnego.

Porównanie działań proekologicznych wskazuje na rosnącą rolę portów w globalnej transformacji energetycznej i ochronie środowiska. Inicjatywy te nie tylko wspierają realizację celów klimatycznych, lecz także budują przewagę konkurencyjną portów poprzez wzrost efektywności operacyjnej, poprawę wizerunku i umacnianie pozycji na rynku międzynarodowym. Jednocześnie podkreślają potrzebę dalszych badań naukowych, współpracy technologicznej i ciągłej adaptacji do zmieniających się warunków klimatycznych i regulacyjnych.

PODSUMOWANIE

W obliczu narastających wyzwań środowiskowych i gospodarczych porty ro-ro Morza Bałtyckiego odgrywają istotną rolę w realizacji założeń zrównoważonego rozwoju. Przeprowadzona analiza wykazała, że pomimo różnic w zasobach i podejściach porty te systematycznie wdrażają rozwiązania proekologiczne, obejmujące m.in. redukcję emisji, zaawansowane systemy gospodarki odpadami oraz inicjatywy ochrony bioróżnorodności morskiej. Działania te nie tylko ograniczają negatywny wpływ na środowisko, lecz również wzmacniają pozycję konkurencyjną portów i ich relacje z otoczeniem społecznym.

Szczególne znaczenie przypisuje się innowacjom technologicznym, inwestycjom w odnawialne źródła energii oraz współpracy międzynarodowej w ramach sieci portowych i organizacji branżowych, które sprzyjają wymianie doświadczeń oraz wspólnym projektom badawczo-rozwojowym. Efektem tych działań jest nie tylko poprawa efektywności operacyjnej i wizerunkowej portów, lecz także umacnianie ich roli jako odpowiedzialnych i nowoczesnych ośrodków logistycznych, aktywnie zaangażowanych w edukację ekologiczną oraz współpracę z lokalnymi społecznościami na rzecz ich trwałego rozwoju.

LITERATURA

1. Eyres D., Bruce G., *Ship construction*, Butterworth-Heinemann, Oxford 2012.
2. Grzelakowski A.S., Matczak M., *Współczesne porty morskie, funkcjonowanie i rozwój*, Akademia Morska w Gdyni, Gdynia 2012.
3. Kizielewicz J., Urbanyi-Popiołek I., *Rynek usług morskiej żeglugi wycieczkowej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2015.
4. Misztal K. (red.), *Organizacja i funkcjonowanie portów*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2010.
5. Skiba S., *Analiza procesu obsługi intermodalnych jednostek kontenerowych w Bałtyckim Terminalu Kontenerowym*, *Gospodarka Materiałowa i Logistyka* 2017, nr 12 (CD), s. 1008–1024.
6. Skiba S., *The impact of non-competition agreements on the career path of employees of TSL enterprises in Poland*, [w:] *Economic and Social Development: Book of Proceedings* 2019, s. 250–256.
7. Urbanyi-Popiołek I., *Development of the ferry and ro-ro industry in an uncertain environment*, *European Research Studies Journal* 2023, XXVI, 4, s. 855–864.
8. Urbanyi-Popiołek I., *Management of the ferry shipping and ferry ports in regional transport systems between continental Europe and the Nordic Countries*, *European Research Studies Journal* 2021, XXIV, 4, s. 524–534.
9. Urbanyi-Popiołek I., Klopott M., *The cost of hosting a ferry port: assessing Baltic ferry port's negative impact on urban areas and their strategies to mitigate it*, *European Research Studies Journal* 2021, XXIV, 2, s. 1070–1080.
10. Wiśnicki B., *Funkcjonowanie i rozwój żeglugi liniowej w regionie Morza Bałtyckiego*, [w:] *Rozwój morsko-lądowych przewozów ładunków zjednostkowanych*, red. E. Czernański, Texter, Warszawa 2014.

Źródła internetowe

11. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/mar_sg_am_cwk__custom_8908290/default/table?lang=en (dostęp 12.06.2025).
12. <https://www.klasco.lt/en/terminals/> (dostęp 13.06.2025).
13. <https://www.portofhelsinki.fi/en/about-us/responsibility/environmental-responsibility/a-carbon-neutral-port/> (dostęp 16.06.2025).
14. <https://www.portofhelsinki.fi/en/professionals/cargo-and-passenger-harbours/vuosaari-harbour/> (dostęp 13.06.2025).
15. <https://www.portofluebeck.com/de/search?q=travemude>, (dostęp 12.06.2025).

16. <https://www.rostock-port.de/en/> (dostęp 12.06.2025).

17. <https://www.trelleborgshamn.se/> (dostęp 13.06.2025).

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF RO-RO PORTS – A COMPARATIVE ANALYSIS OF SELECTED BALTIC SEA PORTS

The objective of this study is to evaluate the scope and effectiveness of pro-environmental measures implemented by ro-ro ports in the Baltic Sea region within the framework of sustainable development principles. The study focuses on identifying specific environmental strategies adopted in selected ports, comparing the level of environmental advancement of individual facilities, identifying best practices, and outlining directions for further development of environmental initiatives.

Keywords: *ro-ro ports, Baltic Sea, sustainable development.*

OBRÓT ŁADUNKÓW NIEBEZPIECZNYCH W TERMINALACH KONTENEROWYCH NA PRZYKŁADZIE BALTIC HUB

Cele artykułu obejmują przedstawienie i analizę specyfiki procesów przewozu skonteneryzowanych ładunków niebezpiecznych oraz ich składowania w terminalach kontenerowych. Omówiono charakterystykę i klasyfikację ładunków niebezpiecznych, jak również dodatkowe zagrożenia stwarzane przez każdą z grup tych towarów. Poruszono zagadnienia rozmiarów oraz typów kontenerów wykorzystywanych do przewozów, niezbędnych oznakowań kontenerów, bez których transport nie mógłby zostać zrealizowany, oraz sposoby składowania kontenerów zawierających towary, które podlegają obostrzeniom podczas przewozów. Zaprezentowano sposoby składowania oraz niwelowania wycieków czy też wysypów ładunków niebezpiecznych.

Słowa kluczowe: ładunki niebezpieczne, IMDG, Baltic Hub, terminal kontenerowy, bezpieczeństwo, logistyka morska.

WSTĘP

Rozwój globalnego handlu i intensyfikacja międzynarodowej wymiany towarowej powodują, że coraz większą rolę w transporcie morskim odgrywają ładunki specjalistyczne, w tym szczególnie ładunki niebezpieczne. Towary te – z uwagi na swoje właściwości fizykochemiczne – mogą stwarzać realne zagrożenie dla życia i zdrowia ludzi, środowiska naturalnego, a także infrastruktury transportowej. Z tego względu ich obsługa wymaga szczególnego nadzoru, specjalistycznych procedur, przeszkolonego personelu oraz zgodności z międzynarodowymi przepisami, takimi jak IMDG Code, ADR czy RID [4, 10, 14].

Ładunki niebezpieczne, obejmujące m.in. materiały wybuchowe, łatwopalne, trujące, żrące czy promieniotwórcze, stanowią integralny element globalnych łańcuchów dostaw w przemyśle chemicznym, energetycznym, farmaceutycznym i petrochemicznym. Ich przewóz drogą morską w kontenerach standaryzowanych znacząco zwiększył bezpieczeństwo oraz efektywność operacyjną, jednocześnie jednak postawił przed operatorami terminali nowe wyzwania związane z logistyką, magazynowaniem i kontrolą ryzyka. Terminale kontenerowe jako kluczowe ogniwa w obsłudze takich ładunków, muszą nie tylko spełniać szereg wymogów technicznych i proceduralnych, lecz również wdrażać nowoczesne systemy zarządzania, umożliwiające bieżące monitorowanie i szybką reakcję w razie zagrożenia [16].

Niniejszy artykuł ma na celu przybliżenie zagadnienia gospodarki ładunkami niebezpiecznymi w terminalach kontenerowych na przykładzie Baltic Hub – największego terminala głębokowodnego w Polsce i jednego z najważniejszych punktów przeładunkowych na Morzu Bałtyckim. Zawarto tu podstawowe informacje dotyczące charakterystyki ładunków niebezpiecznych, wymogów ich obsługi, wyzwań stojących przed terminalami portowymi oraz zastosowanych praktyk w zakresie bezpieczeństwa i zarządzania ryzykiem. Studium przypadku Baltic Hub ukazuje, w jaki sposób nowoczesny terminal portowy może skutecznie realizować obrót materiałami niebezpiecznymi, zapewniając zgodność z międzynarodowymi standardami oraz wysokie bezpieczeństwo operacyjne [7, 8, 15].

Opracowanie stanowi również próbę oceny efektywności i jakości wdrożonych rozwiązań w warunkach rzeczywistych, w kontekście dynamicznie rozwijającego się rynku transportu kontenerowego.

1. ISTOTA ŁADUNKÓW NIEBEZPIECZNYCH W TRANSPORCIE

Ładunki niebezpieczne stanowią szczególną kategorię towarów, których właściwości fizykochemiczne powodują, że są one potencjalnym źródłem zagrożenia dla życia i zdrowia ludzi, środowiska naturalnego oraz infrastruktury technicznej i mienia. Mogą się przyczyniać do powstawania poważnych incydentów, takich jak pożary, eksplozje, skażenia chemiczne, zatrucia, a w skrajnych przypadkach – do katastrof ekologicznych o rozległych skutkach społecznych i ekonomicznych. Z tego względu obrót tymi materiałami wymaga zastosowania specjalnych procedur bezpieczeństwa, właściwego przygotowania infrastruktury logistycznej i zaawansowanego systemu zarządzania ryzykiem [4, 8].

Ładunki niebezpieczne mogą występować w różnych stanach skupienia – jako substancje stałe, ciecze lub gazy – i często są podatne na reakcje chemiczne z innymi materiałami lub czynnikami środowiskowymi, takimi jak temperatura, ciśnienie, wilgotność czy obecność tlenu. Ich niewłaściwe przechowywanie lub transport może skutkować niekontrolowanymi reakcjami egzotermicznymi, rozszczelnieniami zbiorników, emisją toksycznych oparów, a także prowadzić do zapłonu bądź wybuchu. Kluczowym wyzwaniem jest więc zapewnienie odpowiednich warunków przewozu, magazynowania i przeładunku, dostosowanych do specyfiki danego ładunku [1, 8].

Typowe przykłady substancji niebezpiecznych to paliwa ciekłe (benzyna, olej napędowy), gazy techniczne (propan, butan, acetylen), rozpuszczalniki, kwasy (np. siarkowy, azotowy), zasady, nawozy sztuczne, materiały wybuchowe, środki trujące, utleniacze czy substancje promieniotwórcze. Ładunki te są nieodzownym elementem funkcjonowania wielu gałęzi przemysłu, takich jak przemysł chemiczny, energetyczny, farmaceutyczny, petrochemiczny, metalurgiczny czy rolniczy. Ich

bezpieczny transport i obsługa mają zatem strategiczne znaczenie dla zachowania ciągłości procesów produkcyjnych oraz ochrony łańcuchów dostaw [7, 8].

Z uwagi na złożony charakter tych materiałów ich przewóz regulowany jest przez szczegółowe normy międzynarodowe oraz krajowe akty prawne.

Do najważniejszych dokumentów należą:

- ADR (*European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road*) – obejmuje przewozy drogowe [14, 15];
- RID (*Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail*) – dotyczy transportu kolejowego [10, 15];
- IMDG (*International Maritime Dangerous Goods*) Code – określa zasady transportu morskiego [4, 13];
- ICAO-TI i IATA-DGR – odnoszą się do transportu lotniczego [2, 3].

Wszystkie powyższe regulacje zawierają szczegółowe wytyczne dotyczące klasyfikacji, pakowania, oznakowania, etykietowania, dokumentacji przewozowej oraz środków bezpieczeństwa technicznego [2–4, 10, 14].

Na ich podstawie wyróżnia się dziewięć głównych klas ładunków niebezpiecznych:

- materiały wybuchowe;
- gazy (palne, niepalne, toksyczne);
- ciecze łatwopalne;
- ciała stałe łatwopalne i materiały samozapalne;
- substancje utleniające i nadtlutki organiczne;
- substancje toksyczne i zakaźne;
- materiały promieniotwórcze;
- substancje żrące;
- różne inne substancje i artykuły stwarzające zagrożenie [4, 13].

Każda klasa obejmuje szereg podklas, które precyzują poziom zagrożenia i sposób postępowania z materiałem w ramach określonych środków transportu. Kluczową rolę odgrywa również właściwe opakowanie – odporne na uszkodzenia mechaniczne, szczelne i odpowiednio oznakowane. Opakowania muszą być dopuszczone do użytku na podstawie testów wytrzymałości i certyfikatów zgodności z wymogami UN [4, 13].

Transport ładunków niebezpiecznych wymaga zaangażowania wykwalifikowanego personelu – po stronie zarówno nadawcy, jak i przewoźnika czy operatora terminalowego. Pracownicy muszą odbywać obowiązkowe szkolenia z zakresu postępowania z materiałami niebezpiecznymi, identyfikacji zagrożeń, stosowania środków ochrony osobistej oraz reagowania w sytuacjach awaryjnych [5, 6, 9]. Szczególne znaczenie mają kontrole stanu technicznego środków transportu, odpowiednie planowanie tras przejazdu (uwzględniające np. przejazdy przez tereny zaludnione, mosty, tunele), a także ściśle przestrzeganie procedur przekazywania informacji między uczestnikami łańcucha logistycznego [8, 15].

Dodatkowo coraz większą rolę odgrywa zastosowanie nowoczesnych technologii w zarządzaniu bezpieczeństwem transportu ładunków niebezpiecznych. Należą do nich m.in. systemy śledzenia GPS, czujniki wykrywające wycieki lub wahania temperatury, cyfrowe rejestry przewozowe oraz narzędzia do automatycznej klasyfikacji i planowania trasy z uwzględnieniem przepisów lokalnych i międzynarodowych [5, 16]. Bezpieczny transport materiałów niebezpiecznych to nie tylko wymóg prawny, ale również kluczowy element odpowiedzialności społecznej przedsiębiorstw oraz zrównoważonego rozwoju. Właściwa organizacja tego procesu pozwala nie tylko zminimalizować ryzyko wypadków i strat, ale także zwiększyć efektywność operacyjną i zaufanie partnerów handlowych i społeczności lokalnych [7, 8].

2. ŁADUNKI NIEBEZPIECZNE W TERMINALACH KONTENEROWYCH

Transport ładunków niebezpiecznych wymaga spełnienia specjalnych warunków z punktu widzenia zarówno bezpieczeństwa, jak i obowiązujących regulacji w transporcie morskim. Powszechnie wykorzystuje się zunifikowane jednostki ładunkowe, kontenery wielokrotnego użytku publicznego dostosowane do rodzaju i właściwości przewożonego towaru. Standaryzacja jednostek kontenerowych, rozpoczęta w Europie w 1966 roku, umożliwiła przewóz różnorodnych ładunków bez konieczności ich przeładunku, a także znacznie poprawiła bezpieczeństwo operacji logistycznych [4, 13]. Najczęściej wykorzystywanym typem kontenera jest kontener uniwersalny, dostosowany do przewozu ładunków zarówno luzem, jak i na paletach, w skrzyniach lub beczkach [13]. Transport ładunków klasyfikowanych jako niebezpieczne zgodnie z kodeksem IMDG wiąże się z koniecznością dodatkowego zabezpieczenia ładunku, np. poprzez zastosowanie belek rozporowych lub worków sztauerskich. W transporcie ładunków niebezpiecznych kluczowe znaczenie ma odpowiednie oznakowanie kontenerów, które powinno się znajdować w widocznych miejscach (na drzwiach i ścianach bocznych). Informacje te dzielą się na dwie grupy: ogólne dane o kontenerze (masa własna, pojemność itp.) oraz szczegółowe oznaczenia dotyczące ładunków niebezpiecznych – przy użyciu odpowiednich piktogramów i klas zagrożenia. Oznaczenia te pozwalają na szybką identyfikację i reakcję w przypadku zagrożenia, a także zwiększają efektywność działań portów i terminali. System identyfikacji kontenerów, oparty m.in. na nadawaniu indywidualnych numerów (prefiksów), pozwala monitorować przesyłki i minimalizować ryzyko pomyłek. Dzięki temu możliwe jest także uporządkowanie operacji terminalowych oraz skuteczne zarządzanie przestrzenią placów składowych [4, 13].

W terminalach kontenerowych stosuje się różne strategie składowania ładunków niebezpiecznych – jedną z nich jest rozmieszczenie ładunków niebezpiecznych wśród ładunków podstawowych, co pozwala efektywnie wykorzystywać

przestrzeń, choć utrudnia identyfikację zagrożenia [4, 13]. Alternatywnie stosuje się systemy z góry wykluczające pewne kombinacje umieszczania ładunków w pobliżu siebie, eliminując możliwość reakcji łańcuchowej w razie awarii. Przykładem dobrych praktyk może być terminal Baltic Hub w Gdańsku, który wdrożył strategię rozdzielającą ładunki niebezpieczne od podstawowych. Terminal ten, działając zgodnie z kodeksem IMDG, zidentyfikował to rozwiązanie jako najskuteczniejsze pod względem bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników oraz środowiska przyrodniczego [4, 16].

Warto również zauważyć, że do wzrostu poziomu bezpieczeństwa i kontroli nad przewozem ładunków niebezpiecznych przyczynia się rozwój technologii cyfrowych. Nowoczesne systemy zarządzania terminalowego (TOS – *Terminal Operating Systems*) umożliwiają bieżące monitorowanie rozmieszczenia kontenerów oraz analizę ryzyka, a nawet generowanie automatycznych alertów w przypadku niewłaściwego składowania w połączeniu z elektroniczną dokumentacją ładunków i zintegrowanymi bazami danych. W ten sposób porty mogą skutecznie nadzorować operacje oraz zapobiegać potencjalnym zagrożeniom [5, 16]. Zwiększone wymogi w zakresie bezpieczeństwa w zestawieniu z rosnącą skalą globalnych przewozów kontenerowych powodują, że zagadnienia związane z obsługą ładunków niebezpiecznych nabierają coraz większego znaczenia. Tylko odpowiednie połączenie norm technicznych, procedur operacyjnych i zaangażowania wyszkolonego personelu może zagwarantować, że transport tego typu towarów nie będzie realnym zagrożeniem dla ludzi i środowiska [4, 7, 8, 15].

3. GOSPODARKA ŁADUNKAMI NIEBEZPIECZNYMI W BALTIC HUB

Baltic Hub (dawniej DCT Gdańsk), jako największy terminal kontenerowy na Morzu Bałtyckim i kluczowy punkt przeładunkowy w regionie Europy Środkowo-Wschodniej, odgrywa istotną rolę w obsłudze ładunków niebezpiecznych [13, 16]. Obsługa tego rodzaju ładunków wymaga szczególnych środków ostrożności, ścisłego przestrzegania przepisów międzynarodowych oraz stosowania specjalistycznych procedur operacyjnych [4, 5, 15]. W terminalu obowiązują zasady wynikające z międzynarodowego kodeksu IMDG, który klasyfikuje materiały niebezpieczne w dziewięciu głównych klasach, w zależności od rodzaju zagrożenia [4, 5, 15]. Gospodarka ładunkami niebezpiecznymi w Baltic Hub opiera się na dokładnie zaplanowanym i kontrolowanym procesie logistycznym [5, 16].

Każda jednostka kontenerowa zawierająca towary niebezpieczne musi być zgłoszona z wyprzedzeniem, wraz z kompletem wymaganej dokumentacji. Wymaga się m.in. deklaracji ładunku DG (*Dangerous Goods Declaration*), karty charakterystyki substancji (MSDS – *Material Safety Data Sheet*), a także oznakowania kontenera właściwymi etykietami i kodami zgodnymi z klasą zagrożenia [4, 5, 15]. Na etapie przyjęcia kontenera do terminala personel

operacyjny dokonuje weryfikacji zgodności danych w dokumentach z rzeczywistym oznakowaniem jednostki oraz stanem technicznym kontenera [5, 16]. Ładunki niebezpieczne mogą być składowane jedynie w specjalnie wyznaczonych i zabezpieczonych strefach terminalowych, które spełniają wymagania w zakresie bezpieczeństwa, ochrony środowiska oraz dostępu służb ratowniczych [4, 13, 16]. Strefy te są oznaczone zgodnie z obowiązującymi przepisami i wyposażone w niezbędną infrastrukturę: systemy monitoringu, środki gaśnicze oraz instrukcje postępowania w razie wypadku [5, 16].

Zarządzanie ryzykiem związanym z materiałami niebezpiecznymi obejmuje także segregację ładunków według klas zagrożeń oraz określonych relacji niekompatybilności między substancjami [4, 15]. W praktyce oznacza to konieczność zapewnienia odpowiednich odległości pomiędzy kontenerami różnych klas, unikania kontaktu materiałów, które w połączeniu ze sobą mogą wywołać reakcję chemiczną, oraz ograniczenia maksymalnej ilości składowanych ładunków niebezpiecznych na danym obszarze terminala [4, 16]. W Baltic Hub funkcjonuje specjalistyczny zespół odpowiedzialny za nadzór nad gospodarką ładunkami niebezpiecznymi [5, 16]. Pracownicy są przeszkoleni zgodnie z wymaganiami IMDG oraz ADR, a ich wiedza jest regularnie aktualizowana poprzez cykliczne kursy i szkolenia wewnętrzne [4, 5, 14, 16]. Oprócz szkoleń terminal prowadzi działania w zakresie podnoszenia świadomości bezpieczeństwa wśród załogi oraz kontrahentów operujących na jego terenie [5, 6, 16].

Baltic Hub wykorzystuje nowoczesne systemy IT wspomagające zarządzanie obrotem ładunkami niebezpiecznymi i kontrolę nad nim. Systemy te umożliwiają identyfikację lokalizacji kontenerów w czasie rzeczywistym, monitorowanie stanu składowania, a także szybkie reagowanie w przypadku wykrycia nieprawidłowości [5, 6, 16]. W sytuacjach awaryjnych uruchamiane są procedury zgodne z wewnętrznym planem operacyjnym oraz obowiązującymi regulacjami międzynarodowymi i krajowymi [12, 15, 16]. W kontekście bezpieczeństwa Baltic Hub kładzie szczególny nacisk na ciągłość działań prewencyjnych. Regularnie przeprowadzane są ćwiczenia ewakuacyjne, testy systemów bezpieczeństwa oraz kontrole zgodności operacji z procedurami [5, 11, 16]. Dzięki wysokim standardom operacyjnym i zaawansowanej infrastrukturze terminal ten jest uznawany za jeden z najbezpieczniejszych w regionie pod względem obsługi materiałów niebezpiecznych [5, 13, 16]. Zgodność z wymogami IMDG oraz aktywne zarządzanie ryzykiem sprawiają, że Baltic Hub stanowi przykład terminala w pełni przystosowanego do gospodarki ładunkami niebezpiecznymi, zapewniającego bezpieczny i efektywny obrót towarami o podwyższonym ryzyku [4, 16].

PODSUMOWANIE

Baltic Hub, jako największy terminal kontenerowy w Polsce i jeden z kluczowych w rejonie Morza Bałtyckiego, odgrywa istotną rolę w regionalnym i międzynarodowym obrocie kontenerowym. W związku z rosnącym wolumenem przeładunków – liczonym w milionach TEU rocznie – zapewnienie bezpiecznego i zgodnego z przepisami obrotu ładunkami niebezpiecznymi staje się jednym z priorytetów działalności operacyjnej terminala. Przeprowadzona analiza potwierdza, że Baltic Hub skutecznie zarządza materiałami niebezpiecznymi, przestrzegając restrykcyjnych norm międzynarodowych, takich jak *IMDG Code*, oraz krajowych przepisów bezpieczeństwa. Terminal dysponuje wydzielonymi strefami składowania, nowoczesnym systemem zarządzania ryzykiem, a także infrastrukturą techniczną umożliwiającą szybką identyfikację, monitoring i kontrolę kontenerów z ładunkami klasyfikowanymi jako niebezpieczne. Na uwagę zasługuje również wysoki poziom przygotowania personelu, który regularnie uczestniczy w szkoleniach i ćwiczeniach awaryjnych. Wdrożone procedury i środki prewencyjne – zarówno organizacyjne, jak i techniczne – skutecznie minimalizują ryzyko wystąpienia zdarzeń niebezpiecznych.

Co istotne, od początku działalności Baltic Hub nie odnotowano żadnego incydentu o charakterze poważnym z udziałem ładunków niebezpiecznych – nie miały miejsca pożary, wybuchy ani przypadki skażenia środowiska. Wyniki analizy pozwalają zatem przyjąć następującą hipotezę: Baltic Hub efektywnie zarządza gospodarką ładunkami niebezpiecznymi, spełniając najwyższe standardy bezpieczeństwa i stanowiąc przykład dobrych praktyk w branży logistycznej i portowej. Dalsze inwestycje w rozwój technologiczny, automatyzację procesów oraz cyfrowe systemy zarządzania mogą dodatkowo umocnić pozycję terminala jako lidera w bezpiecznym obrocie materiałami niebezpiecznymi na skalę europejską i globalną.

LITERATURA

1. Güner-Özbek M.D., *The carriage of dangerous goods by sea*, Springer, Berlin–Heidelberg 2007.
2. IATA, *Dangerous Goods Regulations (DGR)*, <https://www.iata.org/en/publications/dgr/>.
3. ICAO, *Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air (Doc 9284)*, <https://www.icao.int/Dangerous-Goods/Technical-Instructions>.
4. International Maritime Organization, *International Maritime Dangerous Goods (IMDG) Code*, <https://www.imo.org/en/ourwork/safety/pages/dangerousgoods-default.aspx>.
5. Materiały szkoleniowe Baltic Hub dot. ładunków DG (2023–2024).
6. Materiały wewnętrzne Baltic Hub.
7. Neider J., Marciniak-Neider D., *Transport intermodalny*, PWE, Warszawa 1997.

8. Nowacki G., Krysiuk C., Olejnik K., *Zagrożenia i ratownictwo związane z przewozem towarów niebezpiecznych w Polsce*, Logistyka 2015, 4, CD 2, s. 8053–8062.
 9. Podręcznik Kontrolera Baltic Hub.
 10. RID, *Konwencja o międzynarodowym przewozie kolejami (COTIF), Załącznik C – Regulamin międzynarodowego przewozu kolejami towarów niebezpiecznych*, <https://sip.lex.pl/akty-prawne/dzu-dziennik-ustaw/konwencja-o-miedzynarodowym-przewozie-kolejami-cotif-berno-1980-05-09-16791932>.
 11. Skiba S., *Analiza procesu obsługi intermodalnych jednostek kontenerowych w Bałtyckim Terminalu Kontenerowym*, Gospodarka Materiałowa i Logistyka 2017, nr 12 (CD), s. 1008–1024.
 12. Skiba S., *The impact of non-competition agreements on the career path of employees of TSL enterprises in Poland*, Economic and Social Development: Book of Proceedings 2019, s. 250–256.
 13. Szwanowski S.A., *Funkcjonowanie i rozwój portów morskich*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2000.
 14. Umowa europejska dotycząca międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych (ADR), sporządzona w Genewie dnia 30 września 1957 r., Dz.U. 1975, nr 35, poz. 189 z późn. zm.
 15. Ustawa z dnia 19 sierpnia 2011 r. o przewozie towarów niebezpiecznych, Dz.U. 2011, nr 227, poz. 1367 z późn. zm.
- Źródła internetowe
16. <https://baltichub.com/> (dostęp 01.06.2024).
 17. <https://www.portgdansk.pl/> (dostęp 04.06.2024).

DANGEROUS GOODS HANDLING IN CONTAINER TERMINALS: THE CASE OF BALTIC HUB

The subject of this article is the analysis of the transport and storage of containerized dangerous goods in container terminals. It presents the characteristics and classification of dangerous goods, along with the additional hazards posed by each group of these substances. The article discusses the sizes and types of containers used for transport, the essential markings required for the containers without which transport would not be possible, and the methods of storing containers that carry goods subject to special transport restrictions. It also outlines procedures for storage, as well as ways to neutralize leaks or spills of hazardous materials.

Keywords: dangerous goods, IMDG, Baltic Hub, container terminal, safety, maritime logistics.