

Ekonomia

Infrastruktura magazynowa i transportowa w dobie zrównoważonego rozwoju gospodarki

Urszula Motowidlak
Daniel Tokarski



Infrastruktura magazynowa i transportowa w dobie zrównoważonego rozwoju gospodarki



WYDAWNICTWO
UNIWERSYTETU
ŁÓDZKIEGO

Ekonomia

Infrastruktura magazynowa i transportowa w dobie zrównoważonego rozwoju gospodarki

Urszula Motowidlak
Daniel Tokarski



**WYDAWNICTWO
UNIwersytetu
ŁÓDZKIEGO**

Łódź 2022

Urszula Motowidlak (ORCID: 0000-0002-2777-9451)
Daniel Tokarski (ORCID: 0000-0002-3475-1115)
– Uniwersytet Łódzki, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny
Instytut Logistyki i Informatyki, Katedra Logistyki i Innowacji
90-214 Łódź, ul. Rewolucji 1905 r. nr 37

RECENZENCI

Elżbieta Broniewicz

Dariusz Tłoczyński

REDAKTOR INICJUJĄCY

Beata Koźniewska

OPRACOWANIE REDAKCYJNE

Krzysztof Lindstedt

SKŁAD I ŁAMANIE

AGENT PR

KOREKTA TECHNICZNA

Elżbieta Pich

PROJEKT OKŁADKI

Agencja Reklamowa efectoro.pl

Zdjęcie wykorzystane na okładce: © depositphotos/sittinan.family@gmail.com

© Copyright by Urszula Motowidlak, Daniel Tokarski, Łódź 2022

© Copyright for this edition by Uniwersytet Łódzki, Łódź 2022

Publikacja jest udostępniona na licencji Creative Commons
Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 4.0 (CC BY-NC-ND)

<https://doi.org/10.18778/8220-895-5>

Wydane przez Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego

Wydanie I. W.10479.21.0.K

Ark. wyd. 13,0; ark. druk. 12,25

ISBN 978-83-8220-895-5

e-ISBN 978-83-8220-944-0

Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego

90-237 Łódź, ul. Jana Matejki 34A

www.wydawnictwo.uni.lodz.pl

e-mail: ksiegarnia@uni.lodz.pl

tel. 42 635 55 77

Spis treści

Wstęp	7
Rozdział 1	
Infrastruktura logistyczna współczesnych systemów społeczno-gospodarczych	11
1.1. Istota i cechy infrastruktury logistycznej	11
1.1.1. Pojęcie infrastruktury logistycznej	11
1.1.2. Funkcje i podział infrastruktury logistycznej	21
1.2. Idea zrównoważonego rozwoju infrastruktury logistycznej	26
1.2.1. Ewolucja koncepcji zrównoważonego rozwoju	26
1.2.2. Implikacje zrównoważonego rozwoju dla kształtowania infrastruktury logistycznej	31
1.2.3. Główne założenia i cele zrównoważonego rozwoju infrastruktury logistycznej	40
Rozdział 2	
Uwarunkowania kształtowania infrastruktury logistycznej współczesnych przedsiębiorstw branży TSL	49
2.1. Znaczenie gospodarki magazynowej w skutecznym zarządzaniu magazynem	49
2.1.1. Magazyn ogniwnem łańcucha logistycznego – cele i zadania logistyki magazynowej	49
2.1.2. Klasyfikacja procesów logistycznych zachodzących w magazynach	58
2.1.3. Najczęstsze problemy dotyczące magazynowania	69
2.2. Infrastruktura magazynowa i transportowa jako niezbędny komponent systemu logistycznego	83
2.2.1. Podział budowli magazynowych	83
2.2.2. Wyposażenie magazynu – urządzenia, środki manipulacji i transportu wewnętrznego	88
2.3. Rola ośrodków logistycznych w procesie zrównoważonego rozwoju gospodarki	102
2.3.1. Funkcjonalność centrów logistycznych	102
2.3.2. Rozwój wybranych centrów logistycznych w Polsce	111
2.3.3. Koncepcja lokalizacji nowego centrum logistycznego w Polsce	120

Rozdział 3

Infrastruktura transportu jako czynnik warunkujący rozwój zrównoważonych, innowacyjnych i odpornych systemów mobilności 121

3.1. Założenia i kierunki rozwoju zrównoważonej, innowacyjnej oraz odpornej infrastruktury transportu	121
3.1.1. Współczesne wyzwania dla rozwoju infrastruktury transportu z perspektywy założeń zrównoważonej gospodarki	121
3.1.2. Strategie rozwoju infrastruktury transportu w ramach Europejskiego Zielonego Ładu i pakietu „Gotowi na 55”	129
3.1.3. Programy i inicjatywy finansowania inwestycji w infrastrukturę transportu	138
3.2. Zrównoważony rozwój infrastruktury transportu. Wymiar międzynarodowy i regionalny	144
3.2.1. Rozwój infrastruktury z perspektywy zintegrowanych systemów transportowych UE	144
3.2.2. Implementacja wybranych rozwiązań cyfrowych w zakresie synchronodalności sieci transportowych	152
3.3. Zrównoważony rozwój infrastruktury transportu. Wymiar lokalny i miejski	157
3.3.1. Kierunki rozwoju sieci transportowej z perspektywy zrównoważonej mobilności miejskiej	157
3.3.2. Wybrane inicjatywy i projekty w zakresie rozwoju zrównoważonego i innowacyjnego systemu transportu w miastach	163
Zakończenie	171
Bibliografia	175
Spis tabel	191
Spis ilustracji	193
Spis wykresów i map	195

Wstęp

Podstawowym celem rozwoju społeczno-gospodarczego każdego obszaru jest zagwarantowanie jego mieszkańcom dobrobytu. Przejawia się on dążeniem do ochrony i trwałej poprawy jakości życia współczesnych oraz przyszłych pokoleń poprzez kształtowanie właściwych proporcji między kapitałem ekonomicznym, społecznym i środowiskowym¹. Skupia się więc nie tylko na dostarczaniu dóbr i usług zaspokajających potrzeby ludności oraz działaniach związanych z typowymi wskaźnikami gospodarczymi, lecz także na zachowaniu wysokiej jakości środowiska przyrodniczego i kulturowego. Tak rozumiany rozwój zapewnia implementacja zasad zrównoważonego rozwoju.

Zagadnienia dotyczące zrównoważonego rozwoju mają charakter interdyscyplinarny. Wdrażanie założeń koncepcji tego rozwoju wymaga podejmowania skoordynowanych działań między różnymi sektorami gospodarki i grupami interesariuszy, na różnych poziomach zarządzania. Proces ten jest więc realizowany w ramach polityk zrównoważonego rozwoju i polityk sektorowych o zasięgu: międzynarodowym, regionalnym, krajowym, lokalnym i miejskim. Coraz większe zainteresowanie implementacją zasad zrównoważonego rozwoju w odniesieniu do logistyki i transportu pozostaje w ścisłym związku z przemianami społeczno-gospodarczymi. Istotne funkcje realizowane przez usługi logistyczne, zarówno w skali makro-, jak i mikroekonomicznej, stanowią podstawową przyczynę wysokiego tempa ich rozwoju. Znajduje to wyraz w rosnącym udziale działalności logistycznej i transportowej w generowaniu produktu krajowego brutto (PKB) oraz miejsc pracy, powodując jednocześnie wiele negatywnych efektów środowiskowych i klimatycznych. Pierwsze skutki zmiany klimatu już są odczuwalne. W perspektywie 20–30 lat najprawdopodobniej będą silniej oddziaływać na otoczenie, nie tylko w aspekcie środowiskowym, lecz także gospodarczym i społecznym².

1 B. Piontek, *Koncepcja rozwoju zrównoważonego i trwałego Polski*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002, s. 63.

2 M. Burchard-Dziubińska, K. Prandecki, *Zmiana klimatu. Skutki dla polskiego społeczeństwa i gospodarki*, Komitet Prognoz „Polska 2000 Plus” PAN, Warszawa 2020, s. 7.

Niewątpliwie jednym z zasadniczych czynników determinujących rozwój innowacyjnej i neutralnej dla klimatu gospodarki jest infrastruktura. Szczególne znaczenie przypisuje się korzystnym efektom wynikającym z rozwoju i modernizacji infrastruktury logistycznej, zarówno liniowej, jak i punktowej, która przyczynia się do rozwoju społeczno-gospodarczego. Wielkie znaczenie infrastruktury w procesach rozwoju wynika przede wszystkim z jej specyficznych cech, pełnionych przez nią funkcji oraz służebnego charakteru odnośnie do procesów gospodarczych i społecznych. Stan infrastruktury logistycznej jest coraz częściej traktowany jako strategiczne narzędzie kreowania konkurencyjności gospodarki, przy jednoczesnej tendencji do coraz szerszego wdrażania zasad zrównoważonego rozwoju w logistyce i transporcie. Wiąże się to z postępem technicznym i technologicznym, w tym cyfryzacją i automatyzacją procesów, jak również innowacjami produktowymi i organizacyjnymi.

Głównym celem monografii jest ocena stanu rozwoju infrastruktury logistycznej oraz określenie czynników/kierunków transformacji kształtujących poziom innowacyjności i zrównoważenia systemów logistycznych i transportowych. Cele szczegółowe to:

- umieszczenie infrastruktury logistycznej w kontekście rozwoju współczesnych systemów społeczno-gospodarczych;
- konceptualizacja idei zrównoważonego rozwoju w odniesieniu do infrastruktury logistycznej oraz zaprezentowanie jej wdrażania w praktyce;
- identyfikacja obszarów problemowych w zakresie rozwoju innowacyjnej i zrównoważonej infrastruktury logistycznej.

Przedmiotem szczegółowej analizy są dwa elementy składowe infrastruktury logistycznej, tj. infrastruktura magazynowa i transportowa, kluczowe dla funkcjonowania współczesnych systemów społeczno-gospodarczych.

Dążąc do realizacji przyjętego celu, wykorzystano wybrane metody i techniki badawcze. Analiza opisowa posłużyła do określenia przedmiotu badania oraz identyfikacji w jego obrębie podstawowych zależności. Przy pomocy analizy przyczynowo-skutkowej zdefiniowano relacje występujące między założeniami koncepcji zrównoważonego rozwoju a strategiami rozwoju infrastruktury magazynowej i transportowej. Do usystematyzowania dotychczasowego dorobku naukowego i stanu wiedzy na temat istoty i uwarunkowań zrównoważonego rozwoju infrastruktury logistycznej niezbędna okazała się metoda analizy i krytyki piśmiennictwa. Systematyzacja tego dorobku i wiedzy stworzyła podstawę do zastosowania metody analizy porównawczej. Dzięki tej metodzie możliwe było określenie priorytetowych kierunków dalszych badań, istotnych dla kształtowania innowacyjnej, zrównoważonej oraz odpornej na zakłócenia infrastruktury magazynowej i transportowej. Ponadto wykorzystano metody analizy i konstrukcji logicznej oraz wybrane metody analizy jakościowej i ilościowej.

Monografia została poprzedzona wstępem i podzielona na trzy rozdziały. Dyskusję i podsumowanie ujęto w zakończeniu. Opracowanie odnosi się do aspektów gospodarczych, społecznych i środowiskowych kształtowania infrastruktury,

z perspektywy których jest postrzegany zrównoważony rozwój systemów logistycznych i transportowych. Prezentując wymienione zagadnienia, położono akcent na przykłady wdrażania idei zrównoważonego rozwoju, poparte licznymi inicjatywami i projektami w zakresie kształtowania zrównoważonej infrastruktury magazynowej i transportowej.

W rozdziale pierwszym przeanalizowano zagadnienia odnoszące się do zrównoważonego rozwoju infrastruktury logistycznej, omawiając uwarunkowania mające wpływ na kształtowanie infrastruktury współczesnych przedsiębiorstw branży transportowo-spedycyjno-logistycznej. Skoncentrowano się na prezentacji problematyki ewolucji idei zrównoważonego rozwoju infrastruktury logistycznej i kierunków implementowania jej zasad do polityk instytucji i organizacji.

Rozdział drugi stanowi nawiązanie do istoty gospodarki magazynowej w kontekście skutecznego zarządzania magazynem. Zaprezentowano w nim klasyfikację procesów magazynowych oraz zidentyfikowano najczęstsze problemy dotyczące magazynowania. Przedstawiono ponadto infrastrukturę magazynową i transportową w kontekście jej elementarności w systemie logistycznym. Następnie dokonano podziału budowli magazynowych, urządzeń, środków manipulacji i transportu wewnętrznego, zgodnie z literaturą przedmiotu.

W rozdziale trzecim przeprowadzono rozważania mające na celu zaadaptowanie założeń koncepcji zrównoważonego rozwoju w kontekście kształtowania infrastruktury transportu i niezbędnych w tym zakresie inwestycji. Postawiono tezę, zgodnie z którą infrastruktura transportu jest jednym z głównych czynników warunkujących funkcjonowanie zrównoważonych, innowacyjnych i odpornych systemów mobilności. Przeanalizowano relacje infrastruktury transportu z rozwojem współczesnych systemów społeczno-gospodarczych. Na tym tle omówiono założenia i kierunki rozwoju elementów tej infrastruktury w ramach Europejskiego Zielonego Ładu i pakietu inicjatyw „Gotowi na 55”. Wskazano na istotne cechy, zasady i kierunki inwestycji z perspektywy funkcjonowania zintegrowanych systemów transportu i mobilności Unii Europejskiej [dalej: UE] w wymiarze międzynarodowym, regionalnym, lokalnym i miejskim.

Przeprowadzone badania zmierzają do ustalenia istotnych prawidłowości w zakresie współzależności realizacji celów na rzecz osiągnięcia zrównoważonej, innowacyjnej i odpornej na zakłócenia infrastruktury magazynowej i transportowej. Zaprezentowane wyniki analiz pozostają w bezpośrednim związku z kluczowymi wyzwaniem rozwoju współczesnych systemów logistycznych i transportowych w kontekście przeciwdziałania zmieniającym się uwarunkowaniom środowiskowym i zmianom klimatycznym. Monografia jest osadzona w problematyce zagadnień z zakresu logistyki, transportu, ekonomii środowiska i zasobów naturalnych oraz zielonej gospodarki.

Rozdział 1

Infrastruktura logistyczna współczesnych systemów społeczno-gospodarczych

1.1. Istota i cechy infrastruktury logistycznej

1.1.1. Pojęcie infrastruktury logistycznej

Pojęcie infrastruktury na stałe weszło do języka codziennego. Jest ono stosowane w ekonomii, wielu dyscyplinach naukowych, a także poza obszarem nauki. Według *Słownika języka polskiego PWN* oznacza ono: „urządzenia i instytucje usługowe niezbędne do należytego funkcjonowania społeczeństwa i produkcyjnych działów gospodarki”¹. Samo słowo „infrastruktura” funkcjonuje w języku polskim od dawna (pojawiało się najprawdopodobniej w literaturze ekonomicznej już pod koniec lat czterdziestych XX w. – zostało zapożyczzone z dziedziny wojskowości² – istnieją jednak teorie, że wyrazu infrastruktura używano już w czasach wojen napoleońskich)³; pochodzi od angielskiego *infrastructure* oznaczającego ‘konieczną podstawę gospodarki, podbudowę bazy’. Etymologicznie „infrastruktura” wywodzi się z języka łacińskiego i oznacza: infra – pod i struktura – budowa. Warto dodać, że w języku francuskim *infrastructure* to powszechnie używany synonim urządzeń użyteczności publicznej⁴. Pojęcie, o którym mowa, wiąże się z różnymi sferami życia człowieka.

Pierwsze dokładniejsze analizy infrastruktury pochodzą z opracowania niemieckiego ekonomisty i polityka Reimuta Jochimsena z 1966 r.⁵, który – bazując na badaniach z wcześniejszych lat – próbował zdefiniować infrastrukturę jako

1 *Słownik języka polskiego PWN*, hasło: *Infrastruktura*, <https://sjp.pwn.pl/sjp/infrastruktura;2466219> (dostęp: 20.04.2022).

2 P. Karpuś, M. Zieliński, *Pojęcie i funkcje infrastruktury w gospodarce socjalistycznej*, „Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sectio H. Oeconomia” 1978, nr 11–12, s. 197.

3 A. Csernok, E. Ehrlich, G. Szilagyi, *A hundred years of infrastructural development: an international comparison*, „Acta Oeconomica” 1972, nr 9, s. 4.

4 Z. Dziembowski, *Pojęcie infrastruktury i jej charakterystyka*, „Miasto” 1966, nr 2.

5 R. Jochimsen, *Theorie der Infrastruktur. Grundlagen der marktwirtschaftlichen Entwicklung*, Publisher Mohr, Tübingen 1966.

czynnik mający szczególną rolę w kształtowaniu gospodarki. Określał infrastrukturę jako zbiór ludzi, instytucji oraz wyposażenia materialnego i wszelkich danych, jakie umożliwiały prowadzenie aktywności gospodarczej. Badacz ten postrzegał więc elementy infrastruktury w kategoriach niematerialnych i materialnych⁶.

Również na gruncie polskich badań niedługo później powstały pierwsze próby przybliżenia omawianego pojęcia. Dziś za jedną z najbardziej wartościowych, oddających istotę infrastruktury, uważa się definicję sformułowaną przez Waldemara Grzywacza, w której podkreślono, że infrastruktura to: „podstawowe urządzenia i instytucje wraz z niezbędnym wyposażeniem rzeczowym i osobowym, służące do zapewnienia materialnych i społecznych warunków jakiejkolwiek działalności w znaczeniu prakseologicznym”⁷. Definicja ta jest bliska ujęciu Jochimsena i podkreśla swoistą dualność infrastruktury, czyli jej podział na sferę materialną i niematerialną.

Wiek XXI przyniósł jednak ogromne zmiany w sposobie funkcjonowania całej gospodarki, a rozumienie infrastruktury w pewnym stopniu zostało zmodyfikowane. Autorzy najnowszych opracowań, m.in. badacze z Vrije University w Amsterdamie, Peter Nijkamp i Barry Ubbels, proponują, by analizować infrastrukturę w następujących kategoriach⁸:

- fizycznej – umożliwiającej działanie formy sieciowej, np. infrastruktura transportowa;
- niematerialnej – w skład której wchodzi wszelkie badania prowadzone nad infrastrukturą;
- środowiskowej – którą stanowi infrastruktura naturalna.

Podsumowując ujęcia przedstawione powyżej, można przyjąć następującą definicję: infrastruktura to wszelkie urządzenia i systemy służące danym obszarom (miastom, państwom itp.) do ich poprawnego funkcjonowania. Poprzez urządzenia należy rozumieć wszelkie, stworzone przez człowieka, liniowe i punktowe obiekty, które służą ludziom ze względu na swoje funkcje (przemieszczanie ładunków, wiadomości, energii i wody).

W literaturze z ekonomiki transportu oraz z logistyki można odnaleźć liczne kryteria podziału infrastruktury na poszczególne kategorie. W piśmiennictwie naukowym od początku wyróżniano infrastrukturę ekonomiczną (często nazywaną również gospodarczą) i społeczną. Infrastruktura ekonomiczna obejmuje wszelkie urządzenia i instytucje świadczące usługi w zakresie transportu, komunikacji, energetyki, irygacji bądź melioracji. Są to np. porty, sieć drogowa czy kolejowa lub

6 I. Dembińska, *Infrastruktura logistyczna gospodarki w ujęciu środowiskowych uwarunkowań zrównoważonego rozwoju*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2018, s. 29–30.

7 K. Wojewódzka-Król, R. Rolbiecki, *Infrastruktura transportu. Europa, Polska – teoria i praktyka*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2018, s. 27.

8 P. Nijkamp, B. Ubbels, *Infrastructure, Suprastructure and Ecostructure. A portfolio of Sustainable Growth Potentials*, „Faculteit der Economische Wetenschappen en Econometrics Research Memorands Series” no. 51, Amsterdam 1999, s. 9.

elektrownie. Infrastruktura społeczna to z kolei urządzenia i instytucje świadczące usługi w dziedzinach prawa, kształcenia, bezpieczeństwa, oświaty, służby zdrowia. Do tej kategorii należy zaliczyć szkoły, szpitale oraz aparat administracji państwowej. Taką klasyfikację proponował także wspomniany wyżej Grzywacz, który wyróżnił infrastrukturę społeczną i ekonomiczną, oraz dokonał jej podziału ze względu na zakres (ogólna, branżowa) i obszar działalności (międzykontynentalna, kontynentalna, międzypaństwowa, państwowa i regionalna).

Dziś bardzo rzadko można spotkać się tylko z pojęciem infrastruktury ekonomicznej; obok niej pojawia się sformułowanie „infrastruktura techniczna”. Jest to pojęcie węższe i odnosi się głównie do zaopatrzenia instytucji i jednostek w prąd, gaz, ogrzewanie i wodę, usuwania śmieci, ścieków, kanalizacji oraz komunikacji różnego typu (telefonicznej, radiowej, telewizyjnej, internetowej itp.).

Inny podział prezentuje Jochimsen, który wyodrębnił infrastrukturę⁹:

- instytucjonalną – tworzącą ramy, wewnątrz których jednostki gospodarcze układają plany gospodarcze i realizują je, współdziałając z innymi;
- materialną – stanowiącą część ogólnospołecznego stanu rzeczywistości;
- personalną – obejmującą liczbę i właściwości ludzi pracujących w gospodarce pod względem ich umiejętności i zdolności do podwyższenia poziomu gospodarczego.

Odminną próbę klasyfikacji podjął Zvi Yehuda Herslag, który podzielił infrastrukturę na¹⁰:

- gospodarczą:
 - urządzenia transportowe (koleje, drogi bite, drogi wodne),
 - porty,
 - energetyka,
 - urządzenia wielocelowe (elektryczność, nawadnianie, osuszanie);
- organizacyjną:
 - organizacja gospodarcza (kierownictwo, służba statystyczna, dzienniki handlowe);
- społeczną:
 - szkolenie i oświata (podnoszenie umiejętności),
 - warunki zdrowotne.

Z kolei Marek Ratajczak, wykorzystując trzy grupy czynników, wyróżnił¹¹:

- infrastrukturę naturalną;
- infrastrukturę osobową;
- infrastrukturę tworzoną przez człowieka – dzielącą się na gospodarczą i społeczną. W skład infrastruktury wchodzi według tego badacza kapitał materialny i intelektualny. Kapitał materialny można podzielić na obiekty trwałe i nietrwałe związane z terenem. Te, które są trwale związane, mogą być

9 R. Jochimsen, *Theorie der Infrastruktur...*

10 P. Karpuś, M. Zieliński, *Pojęcie i funkcje infrastruktury...*, s. 13–14.

11 M. Ratajczak, *Infrastruktura w gospodarce rynkowej*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 1999, s. 22.

punktowe bądź liniowe. Ratajczak do infrastruktury tworzonej przez człowieka dopisał także kategorię instytucjonalną. Infrastruktura instytucjonalna może być albo materialna, albo niematerialna.

Jeszcze bardziej rozbudowany podział przedstawiają Stanisław Czaja i Agnieszka Becla. Wyróżniają oni infrastrukturę¹²:

- funkcjonalną i konstrukcyjną;
- intra- i interpersonalną;
- krótko- i długookresową;
- makro- i mikroekonomiczną;
- materialną i symboliczną;
- stabilną i labilną;
- techniczną i społeczną;
- wewnętrzną i zewnętrzną.

Analizując przedstawione kryteria, można dojść do wniosku, że trudno jednoznacznie dokonać kategoryzacji tak pojemnego pojęcia, jakim jest infrastruktura. Na początku XXI w. uważano, że odpowiedni jest ogólny podział na infrastrukturę gospodarczą (ekonomiczną) i społeczną. Bardzo trudno podważyć to stanowisko, zważywszy np. różnicę w sposobie oddziaływania na rozwój społeczno-gospodarczy¹³. Jednakże, jak już zostało wspomniane, na skutek zachodzących zmian gospodarki, szczególnie przenikania się stref gospodarczej i społecznej, nie można przyjąć takiego podziału. Konieczne jest więc pójście na swego rodzaju kompromis. Wydaje się, że do tej pory najtrafniejszej klasyfikacji dokonał Ratajczak. Wyniki pracy tego badacza nie mogą jednak zostać uznane za jedyne poprawne z uwagi na heterogeniczność infrastruktury. Łącząc różne stanowiska, by lepiej zrozumieć pojęcie infrastruktury logistycznej i jej roli w systemie gospodarczym, proponuje się przyjęcie podziału na infrastrukturę: społeczną, techniczną, transportową oraz magazynową.

Pojęcie infrastruktury społecznej pojawiło się w Polsce już w latach pięćdziesiątych XX w. Za najtrafniejszą jej definicję uważa się dziś tę sformułowaną przez Kazimierza Secomskiego¹⁴, według którego infrastruktura społeczna to: „[...] działalność państwa (i określonych organizacji) mająca na celu najbardziej efektywne użycie środków materialnych dla podniesienia poziomu życia ludności i rozbudowy urządzeń socjalnych, z finalnym założeniem stałego polepszenia i korzystnych przemian w zakresie wszechstronnego zaspokojenia potrzeb indywidualnych i społecznych”¹⁵.

Najnowsze opracowania zwracają jednak szczególną uwagę na materialny i niematerialny charakter infrastruktury społecznej. Najdokładniejsze badania w tej dziedzinie przeprowadził Bartosz Pilecki, który – analizując dotychczasową pracę

12 S. Czaja, A. Becla, *Ekologiczne podstawy procesów gospodarowania*, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 2007, s. 349.

13 G. Rutkowska, *Analiza porównawcza infrastruktury technicznej w wybranej gminie z wymogami UE*, „Przegląd Naukowy. Inżynieria i Kształtowanie Środowiska” 2007, nr 16, s. 64–72.

14 L. Kupiec, A. Gołębiowska, D. Wyszkowska, *Gospodarka przestrzenna. Infrastruktura społeczna*, t. 6, Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok 2004, s. 103–108.

15 K. Secomski, *Rozwój gospodarczy a postęp społeczny*, „Nowe Drogi” 1967, nr 10, s. 67.

badaczy – przedstawił następującą definicję: „[...] za infrastrukturę społeczną należy uznać obiekty i urządzenia stanowiące podstawy materialne do świadczenia usług publicznych dla bezpośredniego zaspokojenia potrzeb ludności w sferze społecznej w celu polepszenia warunków rozwoju społeczno-gospodarczego danego układu przestrzennego przez oddziaływanie na kapitał ludzki”¹⁶.

Przez wiele lat starano się wciąż na nowo definiować pojęcie infrastruktury społecznej. Różne próby doprowadziły do powstania swoistej typologii tego pojęcia. Pilecki wyróżnia sześć rodzajów działalności wewnątrz infrastruktury społecznej: oświatę i wychowanie, kulturę, ochronę zdrowia, opiekę społeczną, kulturę fizyczną, turystykę i rekreację. Infrastrukturę społeczną można także podzielić ze względu na:

- zasięg oddziaływania (międzynarodowa, krajowa, regionalna, lokalna);
- sposób finansowania
 - ze środków publicznych,
 - komercyjny (finansowanie z określonych składek),
 - samopomocowy (finansowanie z dobrowolnych składek obywateli),
 - mieszany (kompilacja wcześniej wymienionych);
- charakter jednostek dostarczających usługi publiczne (publiczne, prywatne – podlegające jednak pewnej kontroli władz);
- odpłatność usług (bezpłatne, częściowo odpłatne, całkowicie odpłatne),
- dostępność (ogólnodostępne i o ograniczonej dostępności)¹⁷.

Nie ulega wątpliwości, że infrastruktura społeczna ma ogromny wpływ na warunki i jakość życia społeczeństwa. Sprawnie działająca stymuluje zmiany gospodarcze, przyczyniając się do stworzenia miejsc pracy dla mieszkańców¹⁸. W niektórych wypadkach może jednak mieć negatywny wpływ na życie społeczno-gospodarcze regionu, czego przykładem jest wzrost bezrobocia po napływie ludności ze względu na atrakcyjność osiedleńczą¹⁹.

Infrastruktura transportu oddziałuje na gospodarkę i społeczeństwo poprzez stwarzanie warunków do przemieszczania osób i ładunków. Należy wyróżnić dwie jej formy: pośrednią – tworzenie wspomnianych warunków poprzez usługi transportowe, i bezpośrednią – każdemu dysponentowi środka transportu. W skład infrastruktury transportowej wchodzi trzy grupy elementów²⁰:

- drogi wszystkich gałęzi transportu;
- punkty transportowe (dworce, lotniska, porty morskie itd.);
- urządzenia pomocnicze służące do obsługi dróg i punktów transportowych.

16 B. Pilecki, *Infrastruktura społeczna i jej znaczenie w rozwoju regionalnym*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2019, s. 62.

17 L. Kupiec, A. Gołębiowska, D. Wyszowska, *Gospodarka przestrzenna...*, s. 22–24.

18 D. Kołodziejczyk, *Infrastruktura w rozwoju społeczno-gospodarczym gmin w Polsce*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2014, nr 36, s. 66.

19 M. Burchard-Dziubińska, A. Rzeńca, D. Drzazga, *Zrównoważony rozwój – naturalny wybór*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2014, s. 169.

20 E. Gołębska (red.), *Kompendium wiedzy o logistyce*, wyd. 4 zmienione, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013, s. 107–108.

Infrastruktura transportu obejmuje więc stworzone przez człowieka, trwale zlokalizowane, podstawowe urządzenia dróg (infrastruktura liniowa) i punktów transportowych (infrastruktura punktowa)²¹.

Wyznaczenie zbioru cech infrastruktury również nie jest zadaniem łatwym (z uwagi na heterogeniczność pojęcia). Na podstawie literatury przedmiotu należy wyróżnić trzy główne grupy:

- 1) cechy inwestycji infrastrukturalnych i powstających w ich wyniku obiektów – tu należy wymienić m.in. często występującą wysoką kapitałochłonność i zwykle długi czas realizacji danych przedsięwzięć. W związku z tym środki, które są potrzebne do ukończenia danej inwestycji, najczęściej są dużo większe niż te potrzebne na rozwój odbiorców usług. Bardzo ciekawy przykład niezwykle długiej realizacji podaje Ratajczak, a mianowicie historię budowy tunelu pod kanałem La Manche, którego pierwsze projekty powstały w XVIII w.²² Jednakże długotrwałość realizacji w przypadku inwestycji infrastrukturalnych wynagradza najczęściej długi czas ich użytkowania. Powstała infrastruktura jest przy tym niezwykle „stała” i bardzo trudno naprawić błędy popełnione podczas jej tworzenia. Wiele inwestycji infrastrukturalnych, z racji czasu swojego powstania, jest także niedostosowanych do nowoczesnych potrzeb. Niedostosowanie to najczęściej wynika z czterech przyczyn:

- zmian ekonomicznych,
- zmian technologicznych,
- zmian w sferze regulacyjnej,
- zmian w sferze zachowań użytkowników infrastruktury.

Nie sposób nie wspomnieć także o bardzo długim okresie zwrotów kosztów poniesionych podczas tworzenia inwestycji infrastrukturalnej oraz o wysokich kosztach utrzymania funkcjonowania infrastruktury. Duża część ponoszonych nakładów ma także charakter nieodwracalny i nierelokatywny; infrastruktura jest trwale związana z określonym terenem. Na tym terenie ma jednak możliwość zdobywania coraz to większych obszarów, zwiększając tym samym liczbę potencjalnych odbiorców usług. Wszystkie przytoczone cechy wskazują jedną charakterystyczną dla inwestycji infrastrukturalnych przypadłość – duże ryzyko inwestycyjne;

- 2) cechy efektów, których źródłem jest infrastruktura – wśród efektów na pierwszym miejscu należy wymienić różnego rodzaju usługi. Bardzo często dotyczą one rynku tzw. usług uniwersalnych lub usług o znaczeniu ogólnym. Wiąże się to zwłaszcza z infrastrukturą społeczną (np. powszechnym dostępem do nauki). Usługi świadczone w ramach infrastruktury mają więc często publiczny charakter. Dobra świadczone w ramach takich usług zwykle nie są regulowane za pomocą rozwiązań rynkowych, co niekiedy utrudnia proces

21 W. Rydzkowski (red.), *Usługi logistyczne. Teoria i praktyka*, Biblioteka Logistyka. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2011, s. 120.

22 M. Ratajczak, *Infrastruktura w gospodarce...*, s. 23.

konkurencji²³. Ważną cechą efektów infrastruktury jest także niemożność ich magazynowania, muszą więc być dostosowane do ciągle zmieniającego się popytu, nie można ich wytworzyć na zapas. Nie da się także zastąpić większości usług infrastruktury, ponieważ brak im substytutów. Niezwykle też trudno dokonać oceny efektów rozwoju infrastruktury; jest to możliwe tylko w dłuższym okresie. Kolejną cechą jest niezwykle duża rola obiektów liniowych i punktowych tworzących sieci. O tym, jak ważny jest rozwój sieci infrastrukturalnych i możliwość dostępu do niej innych użytkowników, świadczą informacje zawarte w następnych rozdziałach;

- 3) cechy rynku infrastruktury i jej usług – istotną rolę w funkcjonowaniu infrastruktury odgrywa państwo, w związku z czym popyt na świadczenia infrastrukturalne jest często kształtowany nie pod wpływem czynników ekonomicznych, a przez naciski polityczne. Popyt ten jest także ściśle powiązany ze zmiennością czasową i przestrzenną infrastruktury. Ważną cechą rynku infrastruktury jest także wysoki próg wejścia, związany z cechami wymienianymi w punkcie pierwszym (wysoką kapitałochłonnością, dużymi nakładami progowymi itp.), oraz równie wysoki próg wyjścia (nierelokatywność inwestycji)²⁴.

Tabela 1. Zestawienie cech infrastruktury

Rodzaj cechy	Charakterystyka cechy
Cechy inwestycji i obiektów infrastrukturalnych	▪ długi okres dojrzewania ▪ długi okres realizacji ▪ długi okres użytkowania ▪ długi okres zwrotu ▪ duży udział kosztów stałych i ogólnych ▪ duży udział kosztów utopionych (nieodwracalnych) ▪ immobilność przestrzenna ▪ korzyści skali ▪ niemożność importowania infrastruktury ▪ ograniczone możliwości dzielenia inwestycji na etapy ▪ ograniczone możliwości przekształceń ▪ skokowe narastanie kosztów ▪ wolny przebieg procesu starzenia moralnego ▪ wysoka kapitałochłonność ▪ wysoka niepodzielność nakładów ▪ wysoka specyficzność nakładów ▪ wysokie nakłady progowe ▪ znaczna współzależność części składowych (znaczna komplementarność) ▪ wysokie ryzyko inwestycyjne

23 B. Kożuch, A. Kożuch, *Istota współczesnych usług publicznych*, [w:] B. Kożuch, A. Kożuch (red.), *Usługi publiczne. Organizacja i zarządzanie*, Instytut Spraw Publicznych Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2011, s. 32–33.

24 M. Ratajczak, *Infrastruktura w gospodarce...*, s. 22–33.

Tabela 1 (cd.)

Rodzaj cechy	Charakterystyka cechy
Cechy efektów infrastruktury	▪ brak substytutów ▪ efekty o charakterze usługowym ▪ efekty długookresowe o niekiedy odroczonym charakterze ▪ efekty makro- i mikroekonomiczne (niekiedy częściowo spreczne) ▪ efekty o charakterze dóbr publicznych bądź zbliżonych do publicznych ▪ efekty o charakterze dóbr szczególnie cennych ▪ efekty o charakterze usługowym ▪ efekty sieciowe ▪ efekty zewnętrzne (w tym przestrzenne efekty zewnętrzne) ▪ niemożność magazynowania efektów ▪ nieostrość granic wzrostu świadczenia usług ▪ ogólnogospodarcze i ogólnospołeczne znaczenie efektów ▪ wielogłęziowe znaczenie
Cechy rynku infrastrukturalnego	▪ nierównomierność i zmienność – czasowa oraz przestrzenna – popytu ▪ duży wpływ czynników pozaekonomicznych na popyt konkurencji ▪ istotna rola państwa i/lub instytucji regulujących działanie rynku ▪ niemożność odraczania popytu ▪ ograniczona rola regulacji cenowej ▪ ograniczona suwerenność konsumenta ▪ ograniczone możliwości lub brak możliwości wykluczenia z dostępu do infrastruktury ▪ ograniczone możliwości, a w pewnych przypadkach brak możliwości zastosowania regulacji rynkowej ▪ rynek niekwestionowalny (bezsportny) lub o ograniczonej kwestionowalności ▪ subaddytywność i rosnące przychody (monopol naturalny) ▪ wysokie bariery wejścia i wyjścia z rynku

Źródło: opracowanie własne na podstawie M. Ratajczak, M. Ratajczak, *Infrastruktura w gospodarce rynkowej*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 1999, s. 23; B. Kożuch, A. Kożuch, *Istota współczesnych usług publicznych*, [w:] B. Kożuch, A. Kożuch (red.), *Usługi publiczne. Organizacja i zarządzanie*, Instytut Spraw Publicznych Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2011, s. 32–33.

Zbiór charakterystycznych cech infrastruktury przedstawiono w tabeli 1. Przytoczenie i analiza dotychczasowych badań nad infrastrukturą były konieczne, żeby zrozumieć pojęcie infrastruktury logistycznej. Nie ulega wątpliwości, że infrastruktura jest pojęciem heterogenicznym. Drugi człon „infrastruktury logistycznej”, czyli „logistyka”, jest jednak łatwiej definiowalny. By przybliżyć najszersze ujęcie logistyki, znowu należy odnieść się do *Słownika języka polskiego*. Definicja w nim zawarta mówi, że logistyka to: „planowanie i organizacja skomplikowanego przedsięwzięcia”²⁵. W obszarze badawczym precyzyjniejszą definicją

25 *Słownik języka polskiego*, hasło: *Logistyka*, <https://sjp.pl/logistyka> (dostęp: 20.04.2022).

będzie jednak ta przedstawiona przez Johna Coyle'a i Edwarda Bardiego, którzy twierdzą, że logistyka to proces planowania, realizowania oraz kontrolowania sprawnego i efektywnego ekonomicznie przepływu surowców, materiałów, wyrobów gotowych oraz odpowiedniej informacji (z punktu pochodzenia do punktu konsumpcji)²⁶.

Infrastruktura logistyczna jest pojęciem relatywnie nowym i zdecydowanie szerszym niż infrastruktura magazynowa czy transportowa. Wiedza i dokonania badawcze, które poczyniono na obszarach tych dziedzin, są jednak aktualnym kontekstem dla prac dotyczących – wywodzącej się z nich w pewnym stopniu – infrastruktury logistycznej.

W zrozumieniu pojęcia infrastruktury logistycznej nie pomaga też fakt niezwyklej pojemności znaczeniowej i ogólności pojęcia infrastruktury. Problemów nie rozwiązuje *Słownik terminologii logistycznej*, który w podstawowej definicji infrastruktury logistycznej podaje, że jest ona systemem „dróg lądowych, wodnych, portów lotniczych, portów itp.”²⁷ Definicja podana w słowniku ogranicza się więc tylko do elementów liniowych, zupełnie ignorując infrastrukturę punktową. Wprawdzie autorzy w rozwinięciu hasła piszą, że na infrastrukturę logistyczną składają się: logistyka liniowa, punktowa i komunikacyjna, jednak ogólna definicja jest konfundująca.

W Polsce pierwsza próba uporządkowania zagadnień infrastruktury logistycznej została podjęta przez Stefana Abta, który z perspektywy mikroekonomicznej podzielił infrastrukturę na: magazynową, transportu wewnętrznego, zewnętrznego, opakowań i informatyczną²⁸. Istotne jest, że Abt nie uwzględnił w swoim opracowaniu dróg, czyli elementu, który ewidentnie powinien znaleźć się wśród zasobów infrastruktury logistycznej.

Bardzo podobne ujęcie prezentuje Krzysztof Ficoń. Badacz ten pisze o „tzw. infrastrukturze logistycznej”, niejako nie uznając jej naukowego statusu. Jednocześnie Ficoń twierdzi jednak, że infrastruktura logistyczna, zarówno w skali mikro, jak i makro, warunkuje funkcjonowanie wszystkich systemów logistycznych, ponieważ to ona umożliwia przepływ strumieni materiałowych w gospodarce dzięki²⁹:

- magazynowaniu, przechowywaniu i składowaniu materiałów oraz informacji;
- ochronie produktów podczas transportu i składowania;
- przemieszczaniu surowców, usług, towarów i informacji;
- wykonywaniu czynności manipulacyjnych i konserwatorskich.

26 J.J. Coyle, E.J. Bardi, C.J. Langley Jr., *Zarządzanie logistyczne*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2010, s. 51–52.

27 M. Kaczmarek (red.), *Słownik terminologii logistycznej*, Biblioteka Logistyka. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2016, s. 60.

28 S. Abt, *Logistyka w teorii i praktyce*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 2001, s. 129–131.

29 K. Ficoń, *Zarys mikrologistyki*, Wydawnictwo BEL Studio, Warszawa 2004, s. 48–49.

Infrastrukturę logistyczną opisali również Czesław Skowronek i Zdzisław Sarjusz-Wolski. Według nich na infrastrukturę procesów logistycznych składają się wszelkie środki techniczne wymagane do fizycznego przepływu produktów, utrzymania zapasów, a także procesy informacyjne. Powinny one umożliwiać sprawny i ekonomicznie efektywny przebieg wszystkich podstawowych funkcji logistyki: transportowych, manipulacyjnych i ochrony zapasów³⁰.

Bardziej zwięzłą definicję prezentuje Ewa Kowalska-Napora, która twierdzi, że infrastruktura to przepływ strumienia materii i informacji³¹. Najobszerniejszą pracę, jak do tej pory, poświęconą zagadnieniom infrastruktury logistycznej napisała Izabela Dembińska. Badaczka ta, po przeanalizowaniu dotychczasowego dorobku naukowego dotyczącego omawianego pojęcia, stwierdziła, że³²:

- 1) infrastruktura logistyczna warunkuje realizację procesów logistycznych – jej istota i tworzące ją elementy są determinowane przez charakter i rodzaje procesów logistycznych;
- 2) niesłusznie pomija się w zbiorze terminów logistycznych pojęcie suprastruktury (środków mobilnych). Podział transportu na infrastrukturę i suprastrukturę jest powszechnie przyjęty;
- 3) w literaturze naukowej pojęcie infrastruktury logistycznej często jest nieakceptowane – zastępuje się je pojęciami infrastruktury transportowej i magazynowej;
- 4) infrastruktura logistyczna jest integralnym elementem każdego procesu logistycznego. Są cztery płaszczyzny, na których może się odbywać realizacja procesów logistycznych:
 - mikroekonomiczna – infrastruktura logistyczna przedsiębiorstwa,
 - makroekonomiczna – podstawa techniczna gospodarki,
 - mezoekonomiczna – w odniesieniu do regionu lub sektora,
 - metaekonomiczna – infrastruktura logistyczna łańcucha dostaw.

W literaturze przedmiotu brakuje jednak rozważań teoretycznych na temat jej cech immanentnych; próby takiej jako pierwsza dokonała również Dembińska, która wyróżniła³³:

- 1) cechy organizacyjne – dominujące zaangażowanie kapitału państwowego w inwestycjach infrastruktury transportowej, dominujące zaangażowanie kapitału prywatnego w inwestycjach infrastruktury magazynowej;
- 2) cechy techniczne – niepodzielność techniczna, długi okres powstawania, długi okres użytkowania, powolność zmian jakościowych, immobilność przestrzenna, immobilność funkcjonalna, zależność od środowiska naturalnego, sieciowość;

30 C. Skowronek, Z. Sarjusz-Wolski, *Logistyka w przedsiębiorstwie*, wyd. 5 zmienione, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2012, s. 87–88.

31 E. Kowalska-Napora, *Infrastruktura logistyczna*, Wydawnictwo Economicus, Szczecin 2011, s. 12.

32 I. Dembińska, *Infrastruktura logistyczna...*, s. 37–39.

33 *Ibidem*.

- 3) cechy ekonomiczne – niepodzielność ekonomiczna, majątkochłonność, kapitałochłonność, korzyści skali.

Wspomniana autorka uznaje, że do każdej z tych płaszczyzn instytucjonalnych można przypisać trwale zlokalizowane obiekty statyczne, które stanowią niezbędną podstawę do realizacji procesów logistycznych. Rozważania te skłaniają badaczkę do stwierdzenia, że infrastruktura logistyczna to: „rzeczowe wyposażenie transportowo-magazynowe danego kraju, stanowiące produktywną część infrastruktury, które warunkuje aktywność logistyczną w ramach całej gospodarki bądź jej poszczególnych działów czy gałęzi”³⁴. Ze względu na niepełne opracowanie naukowe omawianego pojęcia najlepszym rozwiązaniem będzie przyjęcie (w drodze konsensusu) dla potrzeb pracy właśnie tej definicji infrastruktury logistycznej.

1.1.2. Funkcje i podział infrastruktury logistycznej

Prób podziału infrastruktury logistycznej było do tej pory kilka; pionierem w tej dziedzinie w Polsce był Abt. Poznański badacz dokonał następującej klasyfikacji infrastruktury logistycznej³⁵:

- 1) magazynowa:
 - budynki i budowle – budynki, wiaty, zbiorniki i silosy, bunkry,
 - place składowe,
 - urządzenia magazynowe – do składowania (podkłady, regały), klimatyzacyjno-wentylacyjne, przeciwpożarowe;
- 2) transportu wewnętrznego:
 - urządzenia transportu technologicznego – dźwignice, wózki jezdniowe, przenośniki, ładowarki,
 - urządzenia transportu usługowego – specjalizowane,
 - urządzenia manipulacyjne – kontenery, palety ładunkowe, skrzynki transportowo-magazynowe, mostki ładunkowe, drabiny;
- 3) transportu zewnętrznego:
 - środki transportu drogowego – samochody, ciągniki, przyczepy i naczepy,
 - środki transportu kolejowego – lokomotywy, wagony,
 - środki transportu lotniczego – samoloty, sterowce,
 - środki transportu wodnego – statki morskie, statki rzeczne, barki,
 - rurociągi;
- 4) w zakresie opakowań transportowych:
 - jednostkowe – znakowane kodami/nieznakowane kodami,
 - zbiorcze – zwrotne, bezzwrotne, znakowane i nieznakowane kodami,
 - środki do formowania jednostek ładunkowych;
- 5) informatyczna:

³⁴ *Ibidem*, s. 50.

³⁵ S. Abt, *Logistyka w teorii...*, s. 131.

- sprzęt informatyczny – komputery, mikrokomputery, sieci komputerowe, terminale przenośne,
- techniki informatyczne – oprogramowanie, kody kreskowe,
- środki komunikacji – telefony, telefaksy, teleksy,
- środki orgatechniczne – środki pomocnicze.

Podobne ujęcie przedstawili Skowronek i Sarjusz-Wolski. Według tych badaczy infrastrukturę logistyczną można podzielić na: transportową, magazynową, opakowań i informatyczną³⁶. Podział taki – ze względu na sposób użycia i systemy wykorzystania obiektów technicznych – jest zwykle przyjmowany w literaturze przedmiotu. Jego podstawowymi ogniwami są najczęściej³⁷:

- jednostki ładunkowe i opakowania;
- budynki magazynowe i produkcyjne;
- urządzenia do składowania i transportu produktów;
- środki transportu zewnętrznego i wewnętrznego;
- środki manipulacji ładunkami.

Warto przyjrzeć się poszczególnym elementom infrastruktury logistycznej, często wymienianym przez badaczy.

- 1) infrastruktura transportu – w jej skład wchodzi trzy podstawowe grupy elementów: drogi wszystkich gałęzi transportu, punkty transportowe (porty, lotniska, dworce) oraz urządzenia pomocnicze służące do obsługi dróg i punktów transportowych³⁸. Infrastruktura ta od wielu stuleci ma charakter publiczny, musi więc być w pewnym stopniu finansowana przez państwo. Ze względu na duże znaczenie dla zwiększania atrakcyjności danych regionów i ich rozwoju nowoczesna infrastruktura transportowa musi być wielogałęziowa. Istotny jest więc rozwój krajowych i ponadkrajowych sieci transportowych³⁹. Kluczowe okazuje się przy tym odpowiednie planowanie oraz wykorzystywanie sieci: dróg samochodowych, czyli autostrad, dróg ekspresowych i dróg ogólnodostępnych, dróg kolejowych, dróg lotniczych, naturalnych dróg wodnych (poprzez budowę kanałów i portów);
- 2) infrastruktura magazynowa – magazynem jest jednostka organizacyjno-funkcjonalna przeznaczona do składowania dowolnych dóbr materialnych. Mówiąc o infrastrukturze magazynowej, należy jednak zwrócić uwagę na całokształt sposobów i metod postępowania oraz przedsięwzięć podejmowanych przy zarządzaniu magazynami. Na ten całokształt składają się takie elementy, jak: organizacja pracy magazynu, sterowanie zapasami, planowanie zapasów za pomocą różnych metod (np. ABC czy XYZ), cała techniczna infrastruktura logistyczna magazynów, budowle magazynowe i ich

36 C. Skowronek, Z. Sarjusz-Wolski, *Logistyka w przedsiębiorstwie...*, s. 89.

37 A. Jońca, *Logistyka produkcyjna. Wybór rozwiązań transportowych*, Instytut Organizacji Przemysłu Maszynowego, Warszawa 1992, s. 19.

38 E. Gołemska (red.), *Kompendium wiedzy...*, wyd. 4, s. 107.

39 M. Musiał-Malago, *Infrastruktura transportowa w Polsce*, „Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Krakowie” 2007, nr 746, s. 39–41.

wyposażenie, różnego rodzaju technologie i personel ludzki⁴⁰. Obecnie infrastruktura magazynowa jest w fazie szybkiego rozwoju, co jest związane m.in. z dynamicznym rozwojem rynku e-commerce. W Polsce w 2011 r.⁴¹ całkowita powierzchnia magazynowa wynosiła 6,7 mln m², a już w roku 2021⁴² zasoby powierzchni magazynowych sięgnęły prawie 22 mln m²;

- 3) infrastruktura opakowań – opakowania to „jedna z form ochrony i zabezpieczenia ładunku przed wpływami otoczenia oraz oddziaływania energii mechanicznej w czasie procesu transportu”⁴³. Dzieli się je m.in. ze względu na rodzaj tworzywa, z jakiego są wykonane, formę konstrukcyjną czy trwałość. Pełnią kilka funkcji logistycznych: ochronną, transportową, magazynową, manipulacyjną, utylizacyjną i informacyjną⁴⁴;
- 4) infrastruktura informatyczna – XXI w. włączył do globalnej sieci większość gałęzi gospodarki, nie ominęło to również infrastruktury logistycznej. Dynamiczny rozwój informatyki (oraz sztucznej inteligencji) sprawił, że logistyczne systemy informatyczne obsługują dziś wiele sfer logistyki przedsiębiorstw. Komputery przy pomocy odpowiedniego oprogramowania pomagają w: prowadzeniu analiz i prognozowaniu rynkowym, dystrybucji i planowaniu sprzedaży, planowaniu i organizacji produkcji oraz zaopatrzenia materiałowego, sterowaniu zapasami, optymalizacji transportu i obsłudze gospodarki magazynowej⁴⁵. Systemy informacji logistycznej opierają się głównie na następujących technologiach: SRM (zarządzanie relacjami z dostawcą), ERP (zarządzanie przedsiębiorstwem, logistyką, magazynem), CRM (automatyzacja i wspomaganie procesów między klientem a przedsiębiorstwem) oraz DSS (system wspomagania decyzji)⁴⁶.

Wspomniany podział – ze względu na sposób użycia i systemy wykorzystania obiektów technicznych – jest pierwszym, w jaki sklasyfikowano infrastrukturę logistyczną w literaturze przedmiotu. Wyniki najnowszych badań zachęcają jednak do tego, by omawiane pojęcie dzielić ze względu na organizację przepływu towarów i usług w łańcuchu logistycznym. W takim ujęciu na pierwszy plan wychodzą zasadniczo dwa podziały: na infrastrukturę punktową i liniową oraz na infrastrukturę liniową, punktową i komunikacyjną.

40 S. Markusik, *Infrastruktura logistyczna w transporcie*, t. 2: *Infrastruktura punktowa – magazyny, centra logistyczne i dystrybucji, terminale kontenerowe*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2013, s. 125–242.

41 A. Józwiak, *Powierzchnie magazynowe w Polsce w latach 2008–2014*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 2015, nr 5, s. 291.

42 JLL, *Rynek magazynowy. Raport*, https://magazyny.pl/media/plugins/report_file/Industrial_Pulse_H1_2021_PL.pdf (dostęp: 20.04.2022).

43 E. Golemska (red.), *Kompendium wiedzy...*, wyd. 4, s. 93.

44 K. Ficoń, *Zarys mikrologistyki...*, s. 66.

45 A. Grabińska, I. Pewełoszek, L. Ziora, *Informatyczne wspomaganie procesów logistycznych*, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2020, s. 54–76.

46 R. Kozłowski, *Wykorzystanie usług telekomunikacyjnych w logistyce*, [w:] J. Długosz (red.), *Nowoczesne technologie w logistyce*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2009, s. 24–26.

Na infrastrukturę liniową składają się wszystkie drogi transportowe, po których są przemieszczane ładunki. Wydaje się, że z racji dużej przewagi transportu samochodowego w obsłudze systemów logistycznych można dokonać hierarchizacji, na gruncie której wskaże się na drogi samochodowe i pozostałe. W ramach infrastruktury liniowej można umieścić drogi: samochodowe, kolejowe, wodne (morskie i śródlądowe) oraz powietrzne⁴⁷. Pojęcie infrastruktury liniowej można także rozważać w odniesieniu do przedsiębiorstw, a jej elementami mogą być np. drogi komunikacyjne pomiędzy budynkami, drogi wewnętrzne w magazynie, szyny kolejowe czy kanały w portach morskich i śródlądowych.

Dużo trudniejszym zadaniem jest klasyfikacja infrastruktury punktowej. W literaturze przedmiotu jest ona często utożsamiana z infrastrukturą magazynową. Do infrastruktury punktowej należy jednak zaliczyć wszelkie:

- centra logistyczne (często nazywane parkami logistycznymi, strefami logistycznymi, a nawet wioskami logistycznymi)⁴⁸;
- centra magazynowo-dystrybucyjne;
- magazyny spedycyjne⁴⁹;
- porty morskie, śródlądowe i lotnicze;
- terminale transportu kombinowanego (łączenie kilku rodzajów transportu).

Można uznać, że infrastruktura punktowa służy stacjonarnej obsłudze ładunków. Jak zauważa Dembińska, w rzeczywistości obserwuje się jednak dużą wariantowość form i typów punktowych obiektów logistycznych. Zbierając dotychczasowe dokonania w sferze badań nad tym rodzajem infrastruktury, można przedstawić podział punktowych obiektów logistycznych m.in. ze względu na własność, liczbę użytkowników, zakres świadczonych usług i ich rodzaj, formę użytkowania czy położenie. Wydaje się, że to stąd, czyli z dynamicznego rozwoju, wzięła się potrzeba zmiany paradygmatu klasyfikującego infrastrukturę logistyczną. Elżbieta Gołębska przedstawia także ciekawy podział infrastruktury logistycznej gospodarki. Dzieli ją oczywiście na liniową (tu umieszcza drogi samochodowe, kolejowe, wodne i powietrzne) oraz punktową. W przypadku infrastruktury punktowej wspomniana badaczka oferuje przy tym nowatorski podział na obsługę kompleksową, czyli centra usług logistycznych i parki przemysłowo-logistyczne, oraz obsługę profilowaną, w ramach której wymienia centra magazynowe (parki logistyczne i magazyny), centra dystrybucyjne (gdzie umieszcza huby cross-docking, czyli system zarządzania asortymentem w dużych, jednolitych partiach towarów, dostosowanych do aktualnych potrzeb klienta) oraz centra transportowe, czyli porty lotnicze, kolejowe, śródlądowe i terminale przeładunkowe⁵⁰.

47 I. Dembińska, *Infrastruktura logistyczna...*, s. 41.

48 I. Fechner, *Miejsce centrum logistycznego w nazewnictwie infrastruktury logistycznej*, „Logistyka” 2008, nr 3, s. 33.

49 K. Kowalski, G. Stankiewicz, *Infrastruktura logistyczna*, Wyższa Szkoła Oficerska Wojsk Lądowych im. gen. Tadeusza Kościuszki, Wrocław 2012, s. 20–21.

50 I. Dembińska, *Infrastruktura logistyczna...*, s. 45–46.

W najnowszej literaturze przedmiotu niekiedy wymienia się⁵¹, obok infrastruktury liniowej i punktowej, infrastrukturę komunikacyjną. Wydaje się to słuszną tendencją, gdyż infrastruktura służąca do przesyłania informacji zaczęła odgrywać ogromną rolę w procesach logistycznych. Bez jej udziału nie jest już możliwe wydajne konkurowanie w łańcuchach dostaw, a przez to efektywne uczestnictwo w gospodarce globalnej⁵².

Nie ulega wątpliwości, że infrastruktura logistyczna jest kluczowym elementem w kształtowaniu gospodarki państw. Pokazuje to m.in. przykład Polski, w której to w roku 1990 infrastruktura drogowa była słabo rozwinięta i w tragicznym stanie technicznym. Proces odbudowy państwa, a tym samym jego gospodarki, na zupełnie innych warunkach niż w realiach komunizmu, wymusił bardzo szybki rozwój budowy dróg i punktów logistycznych. Bez nich nie byłoby możliwe wejście do kapitalistycznego świata.

W oparciu o powyższy przykład można stwierdzić, że naczelną funkcją infrastruktury logistycznej, obok transportu towarów, jest poprawa sytuacji gospodarczej danego regionu. Jest to jednak stwierdzenie bardzo ogólne. W literaturze przedmiotu brakuje opracowań na temat funkcji infrastruktury logistycznej, poniżej zaproponowano więc ich następujący podział⁵³:

- 1) przemieszczanie produktów między przedsiębiorstwami, a także wewnątrz przedsiębiorstw;
- 2) składowanie i ochrona przedmiotów dzięki budynkom i budowlom magazynowym;
- 3) przetwarzanie informacji;
- 4) zarządzanie zapasami.

Sprawnie funkcjonująca infrastruktura logistyczna przynosi wiele korzyści. Są to⁵⁴:

- zapewnienie jak największej sprawności przepływu, czyli gwarantowanie dostarczenia produktów we właściwym czasie do odpowiedniego miejsca;
- zminimalizowanie kosztów transportu produktów dzięki synergicznej współpracy wszystkich elementów infrastruktury logistycznej;
- rozwój społeczno-gospodarczy obszaru, na którym jest obecna infrastruktura logistyczna, dzięki modernizacji i budowie dróg, powstawaniu magazynów, centrów przeładunkowych;
- wzrost aktywności inwestycyjnej regionów;

51 K. Kowalski, G. Stankiewicz, *Infrastruktura logistyczna...*, s. 21–22.

52 K. Stanisławski, *Infrastruktura informatyczna wspierająca logistykę przedsiębiorstw*, [w:] R. Kozłowski, A. Sikorski (red.), *Nowoczesne rozwiązania w logistyce*, Oficyna a Wolters Kluwer business, Warszawa 2013, s. 29.

53 K. Wojewódzka-Król, R. Rolbiecki, *Infrastruktura transportu...*, s. 30–40; C. Skowronek, Z. Sarjusz-Wolski, *Logistyka w przedsiębiorstwie...*, s. 87–103; M. Ratajczak, *Infrastruktura w gospodarce...*, s. 33–39; E. Kowalska-Napora, *Infrastruktura logistyczna...*, s. 11–40.

54 M. Ratajczak, *Infrastruktura a wzrost i rozwój gospodarczy*, „Ruch Prawniczy, Ekonomiczny i Socjologiczny” 2000, nr 4, s. 86–87.

- stymulowanie przygranicznej współpracy regionalnej;
- tworzenie warunków dla międzynarodowej współpracy.

Warto dodać, że obecność dobrze funkcjonującej infrastruktury logistycznej ma pozytywny wpływ na wielkość produkcji, wydajność i rytmiczność.

Pewne jest, że wraz ze wzrostem gospodarczym następuje wzrost zapotrzebowania na infrastrukturę. Zjawisko to jest różnie tłumaczone przez ekonomistów, którzy odwołują się często do prawa Wagnera, na gruncie którego rozwój warunkuje dostęp do dóbr publicznych, jakich źródłem jest infrastruktura. Istnieją także koncepcje dotyczące głównie rozwoju infrastruktury poprzez generowanie zwiększonego popytu na jej własne usługi. Ostatnie lata tylko utwierdziły społeczeństwo w tym, że do rozwoju gospodarki potrzebne są inwestycje w infrastrukturę logistyczną. Inwestycje nie tylko w drogi czy magazyny, lecz także w cały sektor informatyczno-komunikacyjny, dzięki którym będzie można uzyskać najwyższą sprawność funkcjonowania infrastruktury logistycznej jako całości.

1.2. Idea zrównoważonego rozwoju infrastruktury logistycznej

1.2.1. Ewolucja koncepcji zrównoważonego rozwoju

Problematyka infrastruktury logistycznej i jej roli w procesach społeczno-gospodarczych zajmuje istotne miejsce w koncepcji zrównoważonego rozwoju (*sustainable development*). Tadeusz Borys⁵⁵ uznaje zrównoważony rozwój za nowy paradygmat rozwoju, który realizuje cele, takie jak: zrównoważenie, trwałość i samopodtrzymywanie, jednocześnie respektując zasady: integralności łańdów, subsydiarności oraz zrównoważonej partycypacji, w tym partnerstwa międzysektorowego⁵⁶. Rozwój ten zakłada wprowadzenie równowagi w poszanowaniu środowiska przyrodniczego, antropocentrycznego (w tym ekonomicznego) i ludzkiego. Efektem dążenia do równowagi w procesach rozwoju społeczno-ekonomicznego ma być poprawa jakości życia oraz wzrost efektywności

55 T. Borys, *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju*, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Warszawa-Białystok 2005, s. 46–78.

56 Zrównoważoność rozwoju jest interpretowana przez cechy trwałości i samopodtrzymywanie się. Zrównoważoność odnosi się do łańdów: ekonomicznego, społecznego, środowiskowego, przestrzennego, instytucjonalnego i psychologicznego, ich opisu ilościowego oraz jakościowego. Trwałość ma wymiar zasobowo-kapitałowy. Samopodtrzymywanie się łączy się ze zjawiskiem odtwarzalności różnych form kapitałów. Zob. więcej: S. Czaja, A. Becla, *Rozumienie rozwoju zrównoważonego i trwałego (rozwoju zintegrowanego) a sposoby jego pomiaru – wybrane problemy metodologiczno-metodyczne*, „Optimum. Studia Ekonomiczne” 2017, nr 4(88), s. 15.

wykorzystania zasobów i potencjałów, przy jednoczesnym urzeczywistnianiu sprawiedliwości międzypokoleniowej⁵⁷.

Koncepcja zrównoważonego rozwoju stała się przedmiotem stosunkowo szerokiego zainteresowania w latach siedemdziesiątych XX w. w kontekście zjawiska antropopresji i potrzeby ekologizacji działalności człowieka. Odnosiła się do ujawnionych w tym okresie problemów środowiskowych. Ich powszechna świadomość stała się możliwa dzięki kolejnym publikacjom Organizacji Narodów Zjednoczonych (ONZ) i raportom Klubu Rzymskiego, opisującym stan środowiska przyrodniczego i przestrzegającym przed jego kryzysem (tabela 2). W raporcie z 1987 r. „Nasza wspólna przyszłość”, nazywanym często Raportem Brundtland, po raz pierwszy zdefiniowano pojęcie zrównoważonego rozwoju, czyli takiego, który zapewni zaspokajanie potrzeb współczesnej generacji bez ryzyka ograniczania możliwości realizacji celów przyszłych pokoleń⁵⁸. W raporcie wskazano na podstawowe kategorie czynników (ładów) zrównoważenia, tj. ekonomicznego, społecznego, środowiskowego, przestrzennego i prawno-instytucjonalnego. Koncepcja zrównoważonego rozwoju otrzymała oficjalny status ONZ jako strategia rozwoju światowego. Stwierdzono bowiem, że zasady zrównoważonego rozwoju powinny być realizowane przez wszystkie państwa, gdyż dopiero wówczas będzie można mówić o gwarancji zaspokajania potrzeb obecnych i przyszłych pokoleń.

Tabela 2. Kluczowe działania ONZ w zakresie kształtowania zrównoważonego rozwoju

Rok	Wydarzenie	Dokument
1969	XXIII sesja Zgromadzenia Ogólnego ONZ	Raport „Człowiek i jego środowisko”
1972	I światowa konferencja ONZ „Środowisko człowieka” w Sztokholmie	Deklaracja Sztokholmska
1987	Debata ONZ na forum Światowej Komisji ds. Środowiska i Rozwoju	„Nasza wspólna przyszłość” (Raport Brundtland)
1992	II światowa konferencja ONZ w Rio de Janeiro „Środowisko i rozwój”	Deklaracji z Rio de Janeiro w sprawie środowiska i rozwoju Agenda 21 – globalny program działań dla zrównoważonego rozwoju na wiek XXI
2002	Światowy Szczyt ws. Zrównoważonego Rozwoju w Johannesburgu (Rio+10)	Deklaracja z Johannesburga
2012	III światowa konferencja w Rio de Janeiro (Rio+20)	Dokument „Przyszłość jaką chcemy mieć”
2015	Światowy Szczyt ws. Zrównoważonego Rozwoju w Nowym Jorku	Agenda na rzecz zrównoważonego rozwoju 2030

Źródło: opracowanie własne na podstawie literatury przedmiotu.

57 M. Bąk-Sokołowska, *Znaczenie zrównoważonej logistyki w redukcji kosztów i poprawie jakości obsługi na przykładzie wybranych firm*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2015, nr 383, s. 219.

58 A. Becla, S. Czaja, *Upadek idei rozwoju zrównoważonego i trwałego?!*, „Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania Uniwersytetu Szczecińskiego” 2017, nr 47(2), s. 31.

Koncepcja zrównoważonego rozwoju została ostatecznie potwierdzona w 1992 r. w dwóch dokumentach końcowych przyjętych podczas konferencji ONZ „Środowisko i rozwój” w Rio de Janeiro. Pierwszym z nich była Deklaracja w sprawie środowiska i rozwoju. Zawierała ona 27 głównych zasad zrównoważonego rozwoju w wymiarze globalnym. Drugi dokument przyjęty wówczas stanowiła Agenda 21, nazywana również „globalnym programem działań”. Dokument ten nadawał kształt i wytyczał kierunki tworzenia strategii zrównoważonego rozwoju w wymiarze regionalnym, narodowym i lokalnym.

Ewolucja nowego paradygmatu rozwoju, którego celem jest poprawa jakości życia ludzi z zachowaniem zasady sprawiedliwości międzypokoleniowej, została uznana za właściwą drogę rozwoju społeczno-gospodarczego współczesnego świata podczas Światowego Szczytu ws. Zrównoważonego Rozwoju w Johannesburgu w 2002 r., nazywanego często Rio+10⁵⁹. Celem tego wydarzenia było m.in. przedyskutowanie stopnia aktualności obowiązujących założeń odnośnie do wdrażania zrównoważonego rozwoju. Wśród osiągnięć należy wymienić przyjęcie deklaracji politycznej (Deklaracja z Johannesburga), w której przedstawiono konkretne działania na rzecz wdrożenia Agendy 21. Ogłoszono potrzebę większego zaangażowania społecznego w realizację celów zrównoważonego rozwoju. Dotychczas bowiem polegano przede wszystkim na rozwiązaniach instytucjonalnych (głównie państwowych), co okazało się nieskuteczne w kontekście zakładanego tempa zmian, które miało odpowiadać wdrożeniu jego zasad.

Kolejnym ważnym wydarzeniem, mającym wpływ na kształtowanie koncepcji zrównoważonego rozwoju, była III konferencja ONZ poświęcona środowisku i rozwojowi, która odbyła się w Rio de Janeiro w 2012 r. W czasie tzw. szczytu Rio+20 dokonano przeglądu i oceny dotychczasowych osiągnięć w zakresie implementacji koncepcji zrównoważonego rozwoju. Podjęto postanowienia w sprawie dalszej popularyzacji wcześniejszych założeń oraz nowych wyzwań. Ich przejawem było jednogłośnie przyjęcie przez Zgromadzenie Ogólne ONZ w 2015 r. Agendy na rzecz zrównoważonego rozwoju 2030, obejmującej 17 celów zrównoważonego rozwoju i 169 powiązanych z nimi zadań do realizacji w następnych 15 latach⁶⁰.

Wielkie znaczenie koncepcji zrównoważonego rozwoju i konieczność podejmowania działań w zakresie jej wdrażania dostrzegły, poza ONZ, także inne organizacje, w tym Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (Organisation for Economic Cooperation and Development, OECD) oraz UE. Poznawcze i aplikacyjne zainteresowanie koncepcją zrównoważonego rozwoju było ściśle związane z ewolucją świadomości ekologicznej społeczeństw. Według OECD zrównoważony rozwój oznacza wspieranie wzrostu gospodarczego i rozwoju społeczno-ekonomicznego przy jednoczesnym zagwarantowaniu trwałości aktywów naturalnych, które będą dostarczać zasobów i usług środowiskowych warunkujących

59 A. Przybyłowski, *Inwestycje transportowe jako czynnik zrównoważonego rozwoju regionów w Polsce*, Wydawnictwo Akademii Morskiej w Gdyni, Gdynia 2013, s. 14.

60 U. Motowidlak, *Kierunki rozwoju mobilności niskoemisyjnej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2020, s. 40.

dobrobyt społeczny⁶¹. Bazując na istniejących w poszczególnych krajach inicjatywach promujących zrównoważony rozwój, organizacja ta zainicjowała debatę publiczną na temat gospodarki zielonej oraz zielonego wzrostu. Wzrost ten jest utożsamiany z takim sposobem rozwoju gospodarczego, który jednocześnie zapobiega degradacji środowiska i zmniejszaniu bioróżnorodności, dzięki zarządzaniu zasobami naturalnymi z zachowaniem równowagi środowiskowej⁶². Zielony wzrost, umieszczając dobrostan w centrum rozwoju, przy jednoczesnym zapewnieniu, że zasoby naturalne nadal dostarczają usług środowiskowych, wspiera zrównoważony rozwój. Z raportu *Green Growth Strategy. 10 Years* wynika, że większość gospodarek państw członkowskich UE odnotowała w ostatniej dekadzie bezprecedensowy wzrost wartości dodanej brutto i zwiększenie zatrudnienia w gospodarce zielonej w porównaniu z gospodarką ogółem⁶³.

Za główne filary kształtowania strategii UE w zakresie zrównoważonego rozwoju uznaje się programy działań w ramach polityki ochrony środowiska, Strategię lizbońską oraz Strategię goeteborską (tabela 3). Podczas Szczytu UE w Dublinie w 1990 r. podkreślono potrzebę ekologizacji gospodarki, przyjmując zrównoważony rozwój jako zasadę ustrojową. Konieczność odniesienia się do problemów związanych z postępującym procesem antropopresji jednoznacznie podkreślono w Traktacie z Maastricht. Przyjmując V Program Działań na lata 1993–2006, UE potwierdziła wejście na drogę zrównoważonego rozwoju. Przejawem kolejnych, konkretnych działań było uznanie w 1997 r. zrównoważonego rozwoju za główny cel UE (Traktat Amsterdamski) oraz ratyfikowanie w 2001 r. I Strategii Zrównoważonego Rozwoju UE. Przyjęty w Goeteborgu VI Program „Nasza przyszłość, nasz wybór” uzupełniał strategię rozwoju UE na lata 2000–2010 (z Lizbony)⁶⁴. Ewolucja nowego paradygmatu rozwoju uwiaryściła potrzebę aktualizacji dotychczas obowiązujących założeń i przyjęcie w 2006 r. odnowionej Strategii Zrównoważonego Rozwoju UE. Kolejne badania w zakresie możliwości przyspieszenia przejścia na ścieżkę zrównoważonego rozwoju UE ujawniły korzyści z zastosowania podejścia zintegrowanego. W ogłoszonej w 2010 r. nowej Strategii Zrównoważonego Rozwoju UE Europa 2020 wskazano na trzy wzajemnie ze sobą powiązane priorytety działań, tj. rozwój inteligentny, rozwój zrównoważony i rozwój sprzyjający włączeniu społecznemu⁶⁵.

61 *Towards Green Growth. Monitoring Progress OECD Indicators*, OECD Green Growth Studies, Paris 2011, s. 4.

62 *Green Finance and Investment*, OECD, <https://www.oecd.org/greengrowth/ggsd2021/> (dostęp: 15.02.2022).

63 *Green Growth Strategy. 10 Years*, OECD, Paris 2021.

64 K. Piechota, *Inwestycje w odnawialne źródła energii a polityka zrównoważonego rozwoju*, [w:] K. Szczepaniak, A. Wojewnik-Filipowska (red.), *Inwestycje i nieruchomości w warunkach zrównoważonego rozwoju. Wybrane zagadnienia*, Wydział Zarządzania Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2014, s. 55.

65 *Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu*, Komunikat Komisji, COM(2010) 2020, Bruksela 2010, s. 11–38.

Tabela 3. Kluczowe działania UE w kształtowaniu zrównoważonego rozwoju

Rok	Wydarzenie/dokument	Znaczenie
1990	Szczyt UE w Dublinie	Uznanie zrównoważonego rozwoju za zasadę ustrojową i jedno z kluczowych zadań UE
1991	Maastricht, Traktat o Unii Europejskiej	Traktat z Maastricht – umowa międzynarodowa podkreślająca wejście państw członkowskich UE na ścieżkę zrównoważonego rozwoju
1993	V Program Działań UE na lata 1993–2006	Zaprezentowanie zależności między działaniami na rzecz ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju
1997	Traktat Amsterdamski	Przyjęcie zrównoważonego rozwoju zamiast zrównoważonego wzrostu Uznanie trwałego rozwoju za główny cel działań UE
2000	Spotkanie Rady Europejskiej w Lizbonie, Strategia lizbońska	Przyjęcie strategii rozwoju UE na lata 2000–2010 wraz z planem działań mającym na celu rozwój gospodarki konkurencyjnej, opartej na wiedzy
2001	Spotkanie Rady Europejskiej w Goeteborgu, VI Program „Nasza przyszłość, nasz wybór”	Przyjęcie I Strategii Zrównoważonego Rozwoju UE, która uzupełniła działania zawarte w Strategii lizbońskiej
2006	Rada Europejska, aktualizacja I Strategii Zrównoważonego Rozwoju UE	Przegląd i ocena dotychczasowych osiągnięć realizacji strategii z Goeteborgu, przyjęcie odnowionej Strategii Zrównoważonego Rozwoju UE
2010	Strategia Europa 2020	Przyjęcie nowej Strategii Zrównoważonego Rozwoju UE, uwzględniającej trzy wzajemnie ze sobą powiązane priorytety działań, tj.: ▪ rozwój inteligentny ▪ rozwój zrównoważony ▪ rozwój sprzyjający włączeniu społecznemu
2016	Komisja Europejska	Przedstawienie strategicznego podejścia do wdrażania celów Agendy 2030, zainicjowanie prac nad włączeniem zrównoważonego rozwoju do polityk sektorowych
2018	Komunikat „Czysta planeta dla wszystkich”	Ogłoszenie długoterminowej strategii rozwoju nowoczesnej, konkurencyjnej i neutralnej dla klimatu gospodarki UE
2019	Europejski Zielony Ład	Przedstawienie pakietu działań warunkujących transformację gospodarki UE w kierunku innowacyjnej i zrównoważonej przyszłości
2021	Komisja Europejska, Nowa strategia finansowania transformacji w kierunku zrównoważonej gospodarki	Przyjęcie pakietu działań mających na celu wspieranie finansowania zrównoważonego rozwoju gospodarki w obszarach: finansowanie w okresie przejściowym, włączenie społeczne, odporność

Źródło: opracowanie własne na podstawie I. Kapera, *Rozwój zrównoważony turystyki. Problemy przyrodnicze, społeczne i gospodarcze na przykładzie Polski*, Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków 2018, s. 16–17; K. Piechota, *Inwestycje w odnawialne źródła energii a polityka zrównoważonego rozwoju*, [w:] K. Szczepaniak, A. Wojewnik-Filipowska (red.), *Inwestycje i nieruchomości w warunkach zrównoważonego rozwoju. Wybrane zagadnienia*, Wydział Zarządzania Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2014, s. 54–56; *Europejski Zielony Ład*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady, Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, COM(2019) 640, Bruksela 2019; *Nowa strategia finansowania Komisji Europejskiej*, „Sustainability Insights” 2021, no. 1.

Koncepcja zrównoważonego rozwoju wciąż stanowi przedmiot zainteresowania w debatach politycznych i naukowych jako strategia długofalowych zmian cywilizacyjnych, która ma umożliwić rozwiązanie nasilających się w XXI w. globalnych następstw działalności człowieka. Ogłoszony przez KE 11 grudnia 2019 r. plan działań ma zapewnić mieszkańcom Europy i przedsiębiorstwom osiągnięcie korzyści ze zrównoważonej, zielonej transformacji⁶⁶. Europejski Zielony Ład (European Green Deal) ma się stać nową strategią wzrostu gospodarczego dla rozwoju UE dzięki inwestycjom w technologie ekologiczne, zrównoważone rozwiązania i nowe modele biznesowe. Jednym z istotnych kierunków działań, zaplanowanych w ramach pakietu „Fit for 55”⁶⁷, są inwestycje na rzecz rozwoju innowacyjnej, zrównoważonej i odpornej infrastruktury, realizowane w sposób oszczędzający zasoby i energię. Bardziej zielona, sprawiedliwa, cyfrowa i odporna (*resilient*) Europa to jeden z kluczowych priorytetów UE, wyznaczający kierunek rozwoju społeczno-gospodarczego po pandemii COVID-19⁶⁸. W nadchodzących latach zielona oraz cyfrowa transformacja gospodarki mają przekierować odbudowę gospodarek państw członkowskich UE na ścieżkę trwałego i odpornego na zakłócenia wzrostu gospodarczego. Jednym z obszarów, który zasługuje na większą uwagę, jest infrastruktura (ze względu na jej długofalowy wpływ na zrównoważony rozwój).

1.2.2. Implikacje zrównoważonego rozwoju dla kształtowania infrastruktury logistycznej

Problematyka zrównoważonego rozwoju stanowi obecnie integralny element nie tylko polityki ekologicznej, lecz także gospodarczej i społecznej. Wraz z umacnianiem się w działalności gospodarczej koncepcji zrównoważonego rozwoju szczególne znaczenie przypisuje się infrastrukturze, co znajduje odzwierciedlenie zarówno w literaturze przedmiotu, jak i w dokumentach strategicznych oraz sektorowych poszczególnych gospodarek. Infrastruktura warunkuje bowiem prawidłowe funkcjonowanie gospodarki i społeczeństwa, a jednocześnie może stanowić źródło niezamierzonych negatywnych efektów o charakterze długofalowym, w otoczeniu bliższym i dalszym. Z perspektywy zrównoważonego rozwoju jest zarówno przejawem, jak i determinantem tego rozwoju⁶⁹. Kluczowe jest więc

66 *Europejski Zielony Ład*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady, Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, COM(2019) 640, Bruksela 2019, s. 24.

67 „Fit for 55” to pakiet zmian legislacyjnych, który KE ogłosiła 14 lipca 2021 r., w ramach Europejskiego Zielonego Ładu. Mają one doprowadzić do ograniczenia emisyjności gospodarki europejskiej o co najmniej 55% do 2030 r. Odnośnikiem jest poziom emisji w 1990 r.

68 *Commission Work Programme 2022. Making Europe Stronger Together*, Communication from the Commission to the European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee and The Committee of The Regions, COM(2021) 645, Strasburg 2021, s. 4.

69 T. Kudłacz, *Rodzaje i cechy infrastruktury oraz jej funkcje w rozwoju regionalnym i lokalnym – zarys problemu*, [w:] S. Kudłacz, A. Hołuj, *Infrastruktura w rozwoju regionalnym i lokalnym. Wybrane problemy*, CeDeWu, Warszawa 2015, s. 23.

to, aby procesy projektowania, rozwoju i eksploatacji infrastruktury logistycznej były zarazem uwarunkowaniami i czynnikami wzmacniającymi realizację koncepcji zrównoważonego rozwoju. Należy jednocześnie zauważyć, że mimo powszechnej akceptacji koncepcja ta bywa krytykowana, głównie w kontekście problemów we wdrażaniu zasad zrównoważonego rozwoju oraz braku wymiernych efektów w praktyce. Andrzej Czyżewski i Jakub Staniszewski argumentują, że głosy krytyczne wynikają najczęściej z ogólnego definiowania pojęcia „zrównoważony rozwój”, co czyni je często abstrakcyjnym i niejednoznacznym⁷⁰.

Analizując rolę infrastruktury logistycznej jako jednego z zasadniczych czynników warunkujących zrównoważony rozwój, należy podkreślić brak bezpośrednich zależności między inwestycjami infrastrukturalnymi a rozwojem. Szczególnie problematyczne są przypadki, kiedy w efekcie różnic w interpretowaniu zrównoważenia działania podejmowane w celu jego osiągnięcia są sprzeczne. Infrastruktura logistyczna stanowi istotny czynnik konkurencyjności regionów i państw, ale po osiągnięciu pewnego poziomu nasycenia infrastrukturą w obszarach geograficznych i sieciach dostaw dalszy wzrost nakładów na inwestycje infrastrukturalne może być ekonomicznie nieuzasadniony, a nawet stać się barierą rozwoju. Za przykłady takich inwestycji można uznać rozbudowę sieci drogowej i kolejowej w Hiszpanii oraz inwestycje drogowe towarzyszące organizacji Euro 2008 w Portugalii oraz Euro 2012 w Polsce i na Ukrainie. Jak podkreśla Tomasz Zaremba, bezkrytyczne lokowanie kapitału, niepoparte planami wykorzystania infrastruktury, prowadzi niekiedy do zahamowania tempa wzrostu gospodarczego, czemu towarzyszą niższy poziom rozwoju społecznego i wzrost kosztów środowiskowych⁷¹. Z kolei Zhenhua Chen, analizując modele inwestycyjne, dowodzi, iż wpływ inwestycji infrastrukturalnych na rozwój różni się znacznie w poszczególnych regionach. Wskazuje ponadto na potrzebę uwzględnienia efektów zewnętrznych dla regionów sąsiednich⁷². Istotne jest więc unikanie w rozwoju infrastruktury np. przedsięwzięć inwestycyjnych zwiększających przede wszystkim tranzytowe znaczenie danego terenu (tzw. efekt tunelu)⁷³. Efekt ten wywołuje określone korzyści w wymiarze gospodarczym, stanowiąc jednocześnie dość często źródło lokalnych kosztów zewnętrznych, takich jak wzrost emisji CO₂ czy migracja siły roboczej do bardziej atrakcyjnego regionu.

70 A. Czyżewski, J. Staniszewski, *Dylematy operacjonalizacji paradygmatu zrównoważonego rozwoju rolnictwa z wykorzystaniem pojęcia ekoefektywności*, „Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Problemy Rolnictwa Światowego” 2018, t. 18(33), z. 2, s. 48–49.

71 T. Zaremba, *Inwestycje infrastrukturalne w teorii makroekonomii i badaniach ekonometrycznych*, [w:] J. Gajewski, W. Paprocki (red.), *Dylematy rozwoju infrastruktury*, Instytut Badań nad Gospodarką – Gdańska Akademia Bankowa, Gdańsk 2014, s. 29.

72 Z. Chen, *Spatial Impact of Transportation Infrastructure. A Spatial Econometric CGE Approach*, European Regional Science Association, Working Paper, 2013.

73 M. Dolata, *Znaczenie infrastruktury w koncepcji trwałego i zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich*, „Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania” 2015, nr 40, t. 2, s. 50.

Zgodności poglądów dotyczących istotnej roli infrastruktury w procesach wzrostu gospodarczego i rozwoju towarzyszy zmiana postrzegania infrastruktury logistycznej jako efekt oddziaływania głównych trendów rozwoju społeczno-gospodarczego. Za zasadnicze kryteria oceny uznaje się nie tylko ilość, lecz przede wszystkim jakość infrastruktury, jej zdolność do zachowania odporności, dostępność i wpływ na środowisko. Kryteria te pozwalają dokonać oceny zarówno bezpośrednich, jak i pośrednich efektów rozwoju infrastruktury, w tym społecznych i środowiskowych. Kształtowanie infrastruktury logistycznej zgodnie z nowym paradygmatem wymaga więc zrozumienia charakteru zrównoważonego rozwoju infrastruktury oraz systematycznych badań w zakresie możliwości jego skutecznej implementacji.

Koncepcja zrównoważonego rozwoju infrastruktury logistycznej wiąże się z uwarunkowaniami stabilnego rozwoju społeczno-gospodarczego, w którym działalność przedsiębiorstw sektora transport – spedycja – logistyka (TSL) w sposób istotny przyczynia się do poprawy dobrobytu, przy zachowaniu konieczności respektowania zasad racjonalnego gospodarowania zasobami. Wspólną płaszczyzną nowego paradygmatu rozwoju i infrastruktury logistycznej są więc działania na styku wymiarów: gospodarczego, społecznego, środowiskowego, przestrzennego oraz prawnoinstytucjonalnego. U podstaw analizowanych koncepcji leży systemowe podejście do badania poszczególnych wymiarów oraz zachodzących między nimi relacji. Jednocześnie Holger Rogall podkreśla, że każdy z systemów rozwija się w różnym tempie, stąd zachowanie odpowiednich relacji pomiędzy rozwojami: gospodarczym, społecznym, środowiskowym, a także przestrzennym i prawnoinstytucjonalnym stanowi duże wyzwanie w kształtowaniu spójnej infrastruktury logistycznej⁷⁴. Złożoność tego problemu zwiększa się wobec wielowymiarowego pojmowania infrastruktury, co przejawia się m.in. wielością jej podziałów (zaprezentowanych w podrozdziale 1.1).

Autorzy publikacji *Wybrane problemy kształtowania infrastruktury rozwoju zrównoważonego* wydają się akceptować tezę, że kształtowanie spójnej infrastruktury jest jedną z istotnych cech nowego paradygmatu rozwoju⁷⁵. Argumentują, że współcześnie domeną niemal wszystkich dziedzin życia gospodarczego i społecznego jest dążenie do zapewnienia zrównoważonego rozwoju społeczno-gospodarczego, który niewątpliwie jest uzależniony od spójnej, kompletnej i dojrzałej infrastruktury, ściśle powiązanej z wykorzystaniem poszczególnych kapitałów: naturalnego, rzeczowego, ludzkiego, społecznego i politycznego. Dzięki niej może dochodzić do efektywnego zaspokajania potrzeb poszczególnych grup interesariuszy oraz realizacji celów krótko- i długookresowych, czyli osiągnięcia stanu zrównoważenia. Analizując rolę infrastruktury logistycznej w procesie zrównoważonego rozwoju, nie można jednak pominąć środowiska naturalnego jako

74 H. Rogall, *Ekonomia zrównoważonego rozwoju. Teoria i praktyka*, Wydawnictwo Zys i S-ka, Poznań 2010, s. 39.

75 A. Chmielak (red.), *Wybrane problemy kształtowania infrastruktury rozwoju zrównoważonego*, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok 2001, s. 8–9.

„interesariusza” infrastruktury⁷⁶. W tym aspekcie rozwój infrastruktury powinien umożliwić godzenie interesów: ekonomicznych, społecznych i ekologicznych.

W podobnym kontekście można opisać rolę infrastruktury logistycznej w kształtowaniu współczesnej koncepcji zrównoważonej logistyki i zrównoważonych łańcuchów dostaw. Bez wątpienia elementy infrastruktury stanowią czynniki egzogeniczne dla procesów rozwoju zrównoważonej logistyki oraz zrównoważonych łańcuchów dostaw, które w określony sposób mogą wpływać na kształtowanie tych procesów, tzn. stymulować lub ograniczać ich rozwój. Charakter tych zależności oddają np. przeciążone miejskie systemy transportowe. Stanowią one efekty nowych inwestycji infrastrukturalnych, które zgodnie ze strategią realizowaną do końca lat dziewięćdziesiątych XX w. miały złagodzić negatywne konsekwencje wzrostu popytu na transport samochodowy. Takie podejście nie przyniosło oczekiwanych skutków, a wręcz przeciwnie, systematyczny wzrost popytu na podróże samochodem owocował nasilającym się zjawiskiem kongestii transportowej i potrzebą budowania kolejnych połączeń⁷⁷. Nieustającym więc wyzwaniem pozostaje dążenie do poszukiwania takich ścieżek zrównoważonego rozwoju infrastruktury logistycznej, które w obrębie danego pokolenia i w skali międzypokoleniowej zapewnią poprawę jakości świadczonych usług i zwiększą trwałość infrastruktury, bez uszczerbku dla szybkości realizacji inwestycji oraz z uwzględnieniem potrzeb wszystkich interesariuszy, ze środowiskiem włącznie.

Zrównoważony rozwój infrastruktury logistycznej to ewoluująca koncepcja, która różni się od konwencjonalnego podejścia do rozwoju i zarządzania infrastrukturą. Koncepcje tradycyjnego zarządzania inwestycjami w infrastrukturę koncentrowały się na identyfikacji i kwantyfikacji ich wartości dla gospodarki. Znaczenie infrastruktury jako czynnika warunkującego wzrost i rozwój gospodarczy, czy też czynnika zwiększającego efektywność gospodarowania, znalazło potwierdzenie m.in. w egzogenicznych modelach wzrostu, z których najbardziej znany jest ten autorstwa Roberta M. Solowa, oraz w endogenicznych modelach wzrostu Roberta Barro, Etsuro Shiojiego, a także Ingrida Otta i Stephena Turnowsky'ego czy Vijaya Duggala i in⁷⁸.

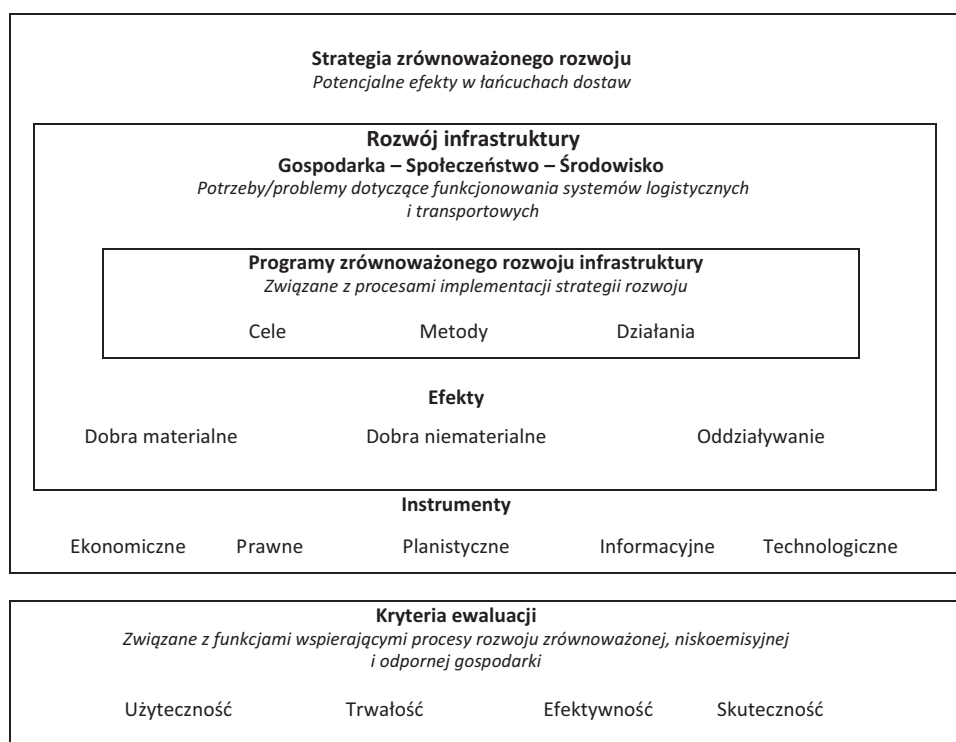
Siłą napędową transformacji infrastruktury w gospodarce był i nadal jest zwiększający się zakres zagadnień wiążących się z postępującym procesem usieciowienia inwestycji infrastrukturalnych. Od czasu wypracowania na forum ONZ koncepcji zrównoważonego rozwoju w 1997 r. i nadania jej oficjalnego statusu strategii rozwoju światowego infrastruktura przestała być bezpośrednio powiązana ze

76 D. Kołodziejczyk (red.), *Instytucjonalne uwarunkowania rozwoju infrastruktury jako głównego czynnika zrównoważonego rozwoju rolnictwa i obszarów wiejskich*, cz. 1, Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2013, s. 32–33.

77 A. Przybyłowski, M. Podbielska, *Publiczny transport zbiorowy w Gdańsku w kontekście równoważenia rozwoju miast*, „Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania Uniwersytetu Szczecińskiego” 2017, nr 47(2), s. 256.

78 T. Zaremba, *Inwestycje infrastrukturalne...*, s. 28–30.

wzrostem gospodarczym. W badaniach naukowych nastąpiło zwiększenie zainteresowania problematyką pomiaru wielkości infrastruktury w kontekście jej wartości dla gospodarki, społeczeństwa i środowiska. W ostatnich 25 latach badacze byli coraz bardziej zgodni co do konieczności wyceny dóbr stanowiących efekty użytkowania infrastruktury⁷⁹. Pomiar infrastruktury, szczególnie transportowej i telekomunikacyjnej, powinien odzwierciedlać takie rezultaty, jak: wzrost innowacyjności, oszczędność czasu czy wzrost poziomu bezpieczeństwa (informacji, w ruchu drogowym). Jednocześnie podkreślono, że realne odzwierciedlenie wpływu inwestycji infrastrukturalnych na rozwój generuje wiele problemów. Stąd analizy przeprowadzane na potrzeby inwestycji stanowią duże wyzwanie dla inwestorów w odniesieniu do celów nowego paradygmatu rozwoju (ilustracja 1).



Ilustracja 1. Uproszczony model rozwoju infrastruktury logistycznej zgodnego z ideą zrównoważonego rozwoju

Źródło: opracowanie własne.

⁷⁹ Zob.: R. Eadie, M. Browne, H. Odeyinka, C. McKeown, S. McNiff, *BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: an analysis*, „Automation in Construction” 2013, vol. 36, s. 145–151; B.M. Munyasya, N. Chileshe, *Towards sustainable infrastructure development: drivers, barriers, strategies, and coping mechanisms*, „Sustainability” 2018, vol. 10, no. 12(4341), s. 1–18.

Obecnie procesy kształtowania infrastruktury logistycznej zyskują nowy wymiar w kontekście rozwoju zrównoważonej, niskoemisyjnej i odpornej gospodarki. Inwestycje w infrastrukturę mają bowiem kluczowe znaczenie dla rozwoju społeczno-gospodarczego, realizacji celów klimatycznych oraz zapewnienia odporności na wyzwania systemowe, takie jak kryzys związany z pandemią COVID-19 i zmiana klimatu, co potwierdzają wyniki badań naukowych oraz publikacje międzynarodowych organizacji gospodarczych⁸⁰.

Od momentu przyjęcia Agendy ONZ 21 zasady zrównoważonego rozwoju zostały formalnie zaakceptowane i były stopniowo wdrażane we wszystkich dziedzinach życia gospodarczego, społecznego i środowiskowego. Znalazło to odzwierciedlenie w ważnych dokumentach i strategiach kształtujących koncepcje zrównoważonego rozwoju infrastruktury, z uwzględnieniem elementów warunkujących funkcjonowanie systemów logistycznych i transportowych. Obecnie zrównoważony rozwój jest szeroko akceptowanym paradygmatem, znajdującym odzwierciedlenie w przyjętej w 2015 r. Agendzie ONZ 2030. Realizacja celów zrównoważonego rozwoju (Sustainable Development Goals, SDGs) i powiązanych z nimi zadań ma sprzyjać środowiskowemu, gospodarczemu, społecznemu i administracyjnemu wymiarowi tego rozwoju, stymulując „działania w obszarach o kluczowym znaczeniu dla ludzkości i naszej planety”⁸¹. Zrównoważony rozwój infrastruktury logistycznej odnosi się bezpośrednio do realizacji celu 9: „Budować stabilną infrastrukturę, promować zrównoważone uprzemysłowienie oraz wspierać innowacyjność”. Jednocześnie priorytetowe zadania, uwzględnione w pozostałych celach wspomnianej Agendy, sprzyjają mniej lub bardziej bezpośrednio zrównoważeniu infrastruktury (tabela 4).

Tabela 4. Działania na rzecz zrównoważonego rozwoju infrastruktury logistycznej w ramach Agendy ONZ 2030

Cele Agendy ONZ 2030		Wybrane zadania na rzecz zrównoważonego rozwoju infrastruktury	Wpływ
1	Koniec z ubóstwem	Zmniejszyć ekspozycję i wrażliwość osób ubogich na ekstremalne zjawiska klimatyczne	x
2	Zero głodu	Zwiększyć inwestycje w infrastrukturę obszarów wiejskich	xx
3	Dobre zdrowie i jakość życia	Do 2020 r. zmniejszyć o połowę liczbę wszystkich rannych i ofiar śmiertelnych w wypadkach drogowych na świecie	x

80 Zob.: *Urban Transportation Systems of 25 Global Cities. Elements of Success*, McKinsey & Company, New York 2021, s. 1–138; *Green Infrastructure in the Decade for Delivery. Assessing Institutional Investment*, OECD, Paris 2020, s. 1–12; A. Hussain, M.U. Farooq, M.S. Habib, T. Masood, C.I. Pruncu, *COVID-19 challenges: can industry 4.0 technologies help with business continuity?*, „Sustainability” 2021, vol. 13, no. 21(11971), s. 1–25.

81 *Przekształcamy nasz świat. Agenda na rzecz zrównoważonego rozwoju 2030*, Rezolucja przyjęta przez Zgromadzenie Ogólne ONZ w dniu 25 września 2015 r., A/RES/70/1, s. 1.

4	Wysoka jakość edukacji	Zapewnić umiejętności potrzebne do promowania zrównoważonego rozwoju, w tym techniczne i zawodowe	x
5	Równość płci	Upowszechnić korzystanie z technologii, w szczególności technologii informacyjnych i komunikacyjnych	x
6	Czysta woda i warunki sanitarne	Zapewnić wzrost efektywności wykorzystywania wody we wszystkich sektorach	x
7	Czysta i dostępna energia	Rozbudować infrastrukturę i zmodernizować technologie umożliwiające dostęp do nowoczesnych i zrównoważonych usług energetycznych	xx
8	Wzrost gospodarczy i godna praca	Osiągnąć wyższy poziom wydajności gospodarczej poprzez dywersyfikację, modernizację technologiczną i innowacje	x
9	Innowacyjność, przemysł, infrastruktura	Zapewnić rozwój niezawodnej, zrównoważonej i odpornej infrastruktury dobrej jakości	xx
10	Mniej nierówności	Zapewnić oficjalną pomoc rozwojową	xx
11	Zrównoważone miasta i społeczności	Do 2030 r. zapewnić wszystkim ludziom dostęp do bezpiecznych i trwałych systemów transportu, podnieść poziom bezpieczeństwa na drogach	xx
12	Odpowiedzialna konsumpcja i produkcja	Do 2030 r. zapewnić zrównoważone zarządzanie i efektywne zużycie zasobów naturalnych	x
13	Działania w dziedzinie klimatu	Wzmocnić zdolności adaptacyjne i odporność na zagrożenia klimatyczne i katastrofy naturalne	xx
14	Życie pod wodą	Poszerzać wiedzę naukową, rozwijać potencjał badawczy i przekazywać technologie morskie	x
15	Życie na lądzie	Podjąć pilne działania zmniejszające degradację naturalnych siedlisk i powstrzymać utratę bioróżnorodności	x
16	Pokój, sprawiedliwość i silne instytucje	Promować i egzekwować polityki na rzecz zrównoważonego rozwoju	x
17	Partnerstwa na rzecz celów	Promować rozwój, transfer i rozprzestrzenianie technologii przyjaznych środowisku w państwach rozwijających się	x

x – pozytywny wpływ; xx – wzmocnienie wpływu

Źródło: opracowanie własne na podstawie opisu celów zrównoważonego rozwoju, <http://www.un.org.pl/> (dostęp: 28.02.2022).

Wraz z upowszechnianiem się koncepcji zrównoważonego rozwoju zmieniało się podejście do planowania i oceny inwestycji infrastrukturalnych (tabela 5). W 1998 r. Międzynarodowa Korporacja Finansowa (International Finance Corporation, IFC) opublikowała *Procedury dotyczące środowiskowego i społecznego przeglądu projektów*. Odnosiły się one w szczególności do zaangażowania IFC w projekty przyjazne środowisku i odpowiedzialne społecznie, nawiązując do zasad zrównoważenia środowiskowego przyjętych przez Bank Światowy w 1984 r. W kolejnych latach wzrost zainteresowania problematyką zrównoważonego

rozwoju doprowadził do przyjęcia kilku kluczowych dokumentów, ujednolicających podejście do zrównoważenia projektów infrastrukturalnych. W 2003 r. Instytut Inżynierów Budownictwa w Wielkiej Brytanii opublikował pierwsze kryteria oceny zrównoważonego rozwoju projektów infrastrukturalnych, obecnie znane jako system oceny CEEQUAL⁸². Jednocześnie Banki Rozwoju Wielostronnego (Multilateral Development Banks, MDBs) opublikowały pierwsze normy środowiskowe, społeczne i dotyczące zarządzania (Environmental, Social and Governance, ESG), które zostały następnie przyjęte przez sektor prywatny i instytucje finansowe⁸².

Rozważania na temat zrównoważonego rozwoju infrastruktury weszły na nową drogę wraz z ogłoszeniem strategii Zielonego Wzrostu i pojawieniem się koncepcji „zielonej” infrastruktury. W 2006 r. IFC opracowała szczegółowy zestaw standardów wydajności w zakresie zrównoważonego rozwoju infrastruktury w wymiarze środowiskowym i społecznym, który zrewidowała w 2012 r., uruchamiając systemy oceny Envision (USA) i IS-Scheme (Australia), oraz w 2015 r., wprowadzając system oceny SuRe[®] (Szwajcaria). Jak jednak podkreślają Brita Rendlen i Barbara Weber, bariery dla integracji SDGs, takie jak brak danych oraz brak koordynacji między standardami, nadal istnieją⁸³.

Tabela 5. Ewolucja atrybutów zrównoważonego rozwoju infrastruktury

Rok	Podmiot	Opis
1998	Międzynarodowa Korporacja Finansowa, Bank Światowy	Opracowanie pierwszych procedur środowiskowego i społecznego przeglądu projektów infrastrukturalnych
2003	Instytut Inżynierów Budownictwa w Wielkiej Brytanii	Uruchomienie pierwszego systemu oceny zrównoważonego rozwoju projektów infrastrukturalnych (CEEQUAL)
2003	Banki Rozwoju Wielostronnego (MDBs)	Opublikowanie pierwszych norm środowiskowych, społecznych i dotyczących zarządzania projektami infrastrukturalnymi
2006	Międzynarodowa Korporacja Finansowa/Bank Światowy	Opracowanie standardów wydajności w zakresie zrównoważonego rozwoju w wymiarze środowiskowym i społecznym
2006	Komisja Gospodarcza i Społeczna ONZ ds. Azji i Pacyfiku	Pierwsze forum polityczne Inicjatywy Seulskiej na rzecz Zielonego Wzrostu i propozycja koncepcji „zielonej” infrastruktury
2009–2011	Grupa Banku Światowego	Opracowanie Planu Działań na rzecz Zrównoważonej Infrastruktury Grupy Banku Światowego
2012	Międzynarodowa Korporacja Finansowa	Uruchomienie systemów oceny infrastruktury Envision (USA) i IS-Scheme (Australia)

82 *Attributes and Framework for Sustainable Infrastructure. Consultation Report*, Inter-American Development Bank and Brookings Institution, Washington D.C. 2019, s. 15.

83 B. Rendlen, B. Weber, *Guidance Note. Integrating ESG Factors into Financial Models for Infrastructure Investments*, WWF and B Capital Partners, Zürich 2019, s. 4.

2014	Banki Rozwoju Wielostronne-go, Międzynarodowy Fundusz Walutowy	Wydanie oficjalnych oświadczeń wskazujących na potrzebę inwestowania w infrastrukturę wysokiej jakości
2015	Międzynarodowa Korporacja Finansowa	Wprowadzenie systemu oceny infrastruktury SuRe® (Szwajcaria)
2016	Szczyt G7 w Ise-Shima Japonia	Wprowadzenie Zasad Jakości Infrastruktury w odniesieniu do inwestycji infrastrukturalnych
2016	I Globalne Forum Infrastruktury	Łączenie ONZ, MDBs i innych zainteresowanych stron w ramach globalnej agendy infrastruktury
2018	III Globalne Forum Infrastruktury	Zaangażowanie MDBs w zrównoważony rozwój infrastruktury (Bali)
2021	Światowe Forum Ekonomiczne wspierane przez Global Infrastructure Hub (GI Hub) i organizację G20	Promowanie inicjatywy Infrastruktura 4.0, skupiającej się na realizacji planu dotyczącego zrównoważonej, odpornej i sprzyjającej włączeniu społecznemu infrastruktury

Źródło: opracowano na podstawie *Attributes and Framework for Sustainable Infrastructure. Consultation Report*, Inter-American Development Bank and Brookings Institution, Washington D.C. 2019, s. 15–16; *G7 Ise-Shima Principles for Promoting Quality Infrastructure Investment*, G7 Ise-Shima Leaders' Declaration 2016, s. 1–2, <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2016/05/27/g7-japan-leaders-declaration/> (dostęp: 2.03.2022), *Infrastruktura 4.0 – nowa inicjatywa Światowego Forum Ekonomicznego*, <https://www.polskieradio24.pl/42/273/Artykul/2762138,Infrastruktura-40-nowa-inicjatywa-Swiatowego-Forum-Ekonomicznego> (dostęp: 1.03.2022).

Kolejnym przejawem niesłabnącego zainteresowania nowym paradygmatem rozwoju było opracowanie ogólnych zasad, dobrych praktyk i standardów odnoszących się do zrównoważonej, odpornej i wysokiej jakości infrastruktury. Stały się one przedmiotem dyskusji m.in. w czasie Szczytu G7 w Ise-Shima w Japonii w 2016 r.⁸⁴ Przedstawiony zestaw narzędzi potwierdził znaczenie trzech tradycyjnych wymiarów zrównoważonego rozwoju: ekonomicznego, społecznego i środowiskowego. Jednocześnie wskazano na potrzebę większego skupienia się na problematyce odporności i innowacjach technologicznych.

Obecnie globalne dyskusje przedstawicieli nauki i organizacji ponadnarodowych, dotyczące problematyki zrównoważonej infrastruktury, uwypukliły potrzebę zintegrowanego podejścia do inwestycji infrastrukturalnych oraz uwzględnienia aspektów długoterminowych, w tym efektów zewnętrznych w całym cyklu życia projektu. Biorąc pod uwagę rosnącą wrażliwość przestrzenną i już widoczne skutki zmiany klimatu oraz potrzebę zachowania i przywrócenia kapitału naturalnego, zaproponowano wiele innowacyjnych rozwiązań w ramach inicjatywy Infrastruktura 4.0, której założenia przedstawiono podczas obrad Światowego Forum Ekonomicznego w 2021 r.⁸⁵

84 *G7 Ise-Shima Principles for Promoting Quality Infrastructure Investment*, G7 Ise-Shima Leaders' Declaration 2016, s. 1–2, <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2016/05/27/g7-japan-leaders-declaration/> (dostęp: 2.03.2022).

85 K. Nübel, M.M. Bühler, T. Jelinek, *Federated digital platforms: value chain integration for sustainable infrastructure planning and delivery*, „Sustainability” 2021, vol. 13, no. 16(8996), s. 1–17.

1.2.3. Główne założenia i cele zrównoważonego rozwoju infrastruktury logistycznej

W literaturze przedmiotu zrównoważony rozwój infrastruktury logistycznej najczęściej jest rozważany jako koncepcja rozwoju społeczno-ekonomicznego, która musi spełniać cztery wspólne kryteria nowego paradygmatu rozwoju: gospodarcze, społeczne, środowiskowe i instytucjonalne⁸⁶. Inspirację do szerszego ujęcia zrównoważonego rozwoju infrastruktury logistycznej stanowią prace m.in. Ananaya Bhattacharya i in. oraz Barbary Weber, Hansa Alfena i Mirjam Staub-Bisang⁸⁷. W nauce polskiej istotne zasługi w tym obszarze badawczym mają publikacje takich autorów, jak: Krystyna Wojewódzka-Król, Elżbieta Załoga, Włodzimierz Rydzkowski oraz Andrzej S. Grzelakowski i Wojciech Paprocki. Realizowane od ponad dwóch dekad badania koncentrowały się przede wszystkim na udoskonaleniu koncepcji zrównoważonego rozwoju infrastruktury logistycznej i idei zrównoważonej infrastruktury logistycznej. Badania te różnią się w zależności od przyjętego kryterium i kategoryzacji jego wpływu na nowy paradygmat rozwoju, jednocześnie pogłębiając rozumienie idei zrównoważonego rozwoju infrastruktury logistycznej (tabela 6).

Tabela 6. Ramy koncepcyjne zrównoważonego rozwoju infrastruktury logistycznej

Kryterium	Wymiar	Opis
Cele	Środowiskowy	Zwiększenie odporności na zmianę klimatu Ograniczanie negatywnego wpływu na klimat Ochrona bioróżnorodności Minimalizowanie zanieczyszczeń Efektywne gospodarowanie przestrzenią
	Społeczny	Poprawa jakości życia, zarówno od strony kapitału ludzkiego, jak i społecznego Ochrona dziedzictwa kulturowego Ochrona praw człowieka Wzrost dostępności do infrastruktury i świadczonych przy jej wykorzystaniu usług Ograniczanie kosztów społecznych w procesach rozwoju infrastruktury i jej eksploatacji Poprawa bezpieczeństwa pracowników i użytkowników

86 J. Ahern, *From fail-safe to safe-to-fail: sustainability and resilience in the new urban world*, „Landscape and Urban Planning” 2011, vol. 100(4), s. 341–343.

87 A. Bhattacharya, J.P. Meltzer, J. Oppenheim, Z. Qureshi, N. Stern, *Delivering Sustainable Infrastructure for Better Development and Better Climate*, Global Economy and Development at Brookings, The Global Commission on the Economy on Climate, Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, London 2016; B. Weber, H. Alfen, M. Staub-Bisang, *Infrastructure as an Asset Class. Investment Strategy, Sustainability, Project Finance and PPP*, Wiley, Chichester 2016, s. 56–67.

	Gospodarczy	Zapewnienie długoterminowej rentowności infrastruktury Tworzenie miejsc pracy Kreowanie wzrostu gospodarczego Wzrost konkurencyjności gospodarki
	Instytucjonalny	Stworzenie odpowiednich ram instytucjonalnych Opracowanie odpowiednich polityk i strategii rozwoju infrastruktury Zaplanowanie systemu publicznego wsparcia dla inwestycji infrastrukturalnych i innych instrumentów finansowych
Funkcje	Systemowa	Wielostronność (w zakresie form działania i zachowań) Zdolność przystosowania się (umiejętność adaptacji i elastyczność działania pod presją zakłóceń) Spójność (efekty sprzężeń między zmiennymi systemowymi a elementami systemu) Sprawność (dążenie do osiągnięcia wysokiej wydajności przy umiarkowanym zużyciu zasobów)
	Organizacyjna	Przywództwo Ludzie (kierowanie rozwojem pracowników w organizacji, motywowanie do wykonywania zadań) Kultura organizacyjna (budowanie zaufania i zaangażowania, zgodność celów jednostek z celami organizacji) Organizacja stanowiska pracy Systemy (budowanie połączeń między systemami w zakresie operatywności, wykorzystanie w dużym stopniu systemów teleinformatycznych)
Zadania	Infrastruktura zrównoważona	Filar trwałego wzrostu gospodarczego sprzyjającego włączeniu społecznemu Podstawa dobrobytu społecznego i ograniczania ubóstwa Fundament zrównoważonej konsumpcji, produkcji i wykorzystania zasobów
Pomiar	Przykład – wskaźnik wydajności	Wskaźnik emisji CO ₂ Wskaźnik wypadkowości Koszt transportu publicznego Wskaźnik rozwoju regionalnego EBITDA
Cechy	Elementy strategiczne	Odporność na wyzwania systemowe, np. zmiana klimatu Inkluzywność sprzyjająca integracji społecznej i eliminacji przeszkód w czerpaniu korzyści z usług infrastruktury Innowacyjność i nowe technologie sprzyjające zrównoważeniu infrastruktury Produktywność i tworzenie wartości Elastyczność na zakłócenia w dynamicznie zmieniającym się otoczeniu

Źródło: opracowanie własne na podstawie L. Milani, D. Mohr, N. Sandri, *Built to last: making sustainability a priority in transport infrastructure*, McKinsey & Company, 2021, s. 4–6, <https://www.mckinsey.com/industries/travel-logistics-and-infrastructure/our-insights/built-to-last-making-sustainability-a-priority-in-transport-infrastructure> (dostęp: 12.07.2022); K. Marcinek, *Infrastruktura zrównoważona – rozważania o istocie i cechach w kontekście zrównoważonego rozwoju*, „Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” 2018, nr 374, s. 93.

Ustalając hierarchię funkcji i celów, zrównoważony rozwój infrastruktury można osiągnąć poprzez nadanie priorytetu określonym elementom strategicznym. Ponadto, aby osiągnąć lepsze wyniki niż te, które mamy obecnie w ramach realizacji powszechnej praktyki, operatorzy infrastruktury logistycznej powinni mieć jasno określone wskaźniki wydajności i cele – nie tylko w zakresie wyników ekonomicznych, lecz także środowiskowych, społecznych i instytucjonalnych.

Zrównoważony rozwój infrastruktury logistycznej jest procesem bardzo złożonym. Aktualne badania w zakresie kształtowania zrównoważonej infrastruktury potwierdzają, że w dążeniu do zwiększającego się zrównoważenia decyduje właściwie dobrany zestaw cech sprzyjających trajektorii rozwoju, tj.: odporność, włączenie społeczne, innowacyjność oraz produktywność i elastyczność infrastruktury na zakłócenia w dynamicznie zmieniającym się otoczeniu.

Odporność infrastruktury można traktować jako pochodną właściwość systemu, która jest wynikiem nowych inwestycji. Ich realizacje pozwolą przygotować infrastrukturę na wzrost częstotliwości ekstremalnych zjawisk pogodowych spowodowanych zmianą klimatu. Eksperti z McKinsey Global Institute przewidują, że w ciągu najbliższych trzech dekad średnia globalna temperatura ma wzrosnąć o 1,5°–5°C, a prawdopodobieństwo wzrostu ekstremalnych temperatur w miesiącach letnich mieści się w przedziale 15–30%⁸⁸. Infrastruktura transportowa, będąca aktywem długowiecznym, jest szczególnie narażona na skutki zmiany klimatu.

Inkluzywność i niezawodność w wymiarze społecznym to kolejny punkt docelowy procesu zmian stanowiących o charakterze zrównoważonego rozwoju infrastruktury logistycznej. Mogą być określane jako „każdy rozwój infrastruktury, który zwiększa pozytywne wyniki w zakresie włączenia społecznego i zapewnia, że żadna jednostka, społeczność ani grupa społeczna nie zostaną pozbawione korzystania z ulepszonej infrastruktury”⁸⁹. Obiekty i usługi infrastrukturalne muszą więc być: dostępne, inkluzywne i korzystne dla wszystkich. Za przykłady działań sprzyjających włączeniu społecznemu można uznać eliminację przeszkód w czerpaniu korzyści z usług infrastruktury logistycznej czy tworzenie miejsc pracy.

Cechy zwiększającego się zrównoważenia w odniesieniu do infrastruktury logistycznej należy ponadto wiązać z efektami wzajemnych korzyści w zakresie wdrażania nowych technologii, poprawy produktywności i odporności na zakłócenia w turbulentnym otoczeniu. Technologie wspierające rozwój infrastruktury ewoluowały w ostatnich latach w błyskawicznym tempie, od projektowania wspomaganego komputerowo po rozwiązania cyfrowe. Na obecnym poziomie rozwoju technologie cyfrowe mają kluczowe znaczenie w zrównoważonej transformacji infrastruktury logistycznej w jej niezliczonych formach. Platformy cyfrowe mogą być wykorzystywane do poprawy transparentności, usprawnienia procesów oraz

88 *Climate Risk and Response. Physical Hazards and Socioeconomic Impacts*, McKinsey Global Institute, New York 2020, s. 1–164.

89 Jo. Stanley, Ja. Stanley, *Everyone aboard: integrating social inclusion values into planning transport projects*, Global Infrastructure Hub, <https://www.gihub.org/articles/everyone-aboard-integrating-social-inclusion-values-into-planning-transport-projects/> (dostęp: 2.03.2022).

współpracy w poszczególnych fazach cyklu życia infrastruktury, w celu zwiększenia jej produktywności i wartości dodanej. Na terenach zdegradowanych mogą ponadto koncentrować się na tworzeniu wartości poprzez redukcję nadmiarowości i wykorzystanie inteligentnych możliwości infrastruktury oraz analizy danych i łączności w całym łańcuchu⁹⁰. Rozwiązania cyfrowe warunkują też poprawę elastyczności infrastruktury, która powinna być w stanie sprostać nagłym i dużym zmianom popytu, zarówno przewidywalnym, jak i niespodziewanym.

Coraz większe zainteresowanie zrównoważeniem i jego implikacjami dla rozwoju infrastruktury logistycznej utwierdza w przekonaniu, że należy analizować ten proces w ujęciu organizacyjnym i systemowym. Współczesne strategie rozwoju infrastruktury i modele ekonomiczne z nimi związane powinny uwzględniać nie tylko oczekiwania poszczególnych interesariuszy, lecz także różnych uczestników świadczących tego typu usługi. Odwołując się do teorii systemów, za główne filary zrównoważonego rozwoju infrastruktury logistycznej można uznać: wielostronność w zakresie form działania i zachowań, efektywność i elastyczność działania oraz spójność elementów systemu z otoczeniem. Uwzględniając systemowe podejście do logistyki, trzeba powiedzieć, że zrównoważony rozwój dotyczy infrastruktury liniowej, punktowej i komunikacyjnej (informacyjnej)⁹¹. Z kolei w ujęciu organizacyjnym o postępach w rozwoju decydują: przywództwo, kultura organizacyjna, kapitał ludzki i społeczny oraz organizacja stanowisk pracy. Przedsiębiorstwa są bowiem uznawane za głównych adresatów zasad nowego paradygmatu rozwoju, gdyż to one w największym stopniu korzystają z kapitałów: przyrodniczego, ekonomicznego, ludzkiego, społecznego i integrującego (ład instytucjonalny)⁹². Można zatem uznać, że wszelkie formy działalności przedsiębiorstw dotyczące rozwoju i użytkowania infrastruktury, zgodne z kryteriami zrównoważonego rozwoju, sprzyjają kształtowaniu zrównoważonej infrastruktury logistycznej w skali makroekonomicznej.

Na świecie w ostatnich latach obserwuje się coraz większe zainteresowanie procesem kształtowania zrównoważonej infrastruktury i jego implikacjami dla logistyki. Pandemia COVID-19 uwypukliła kluczową rolę infrastruktury logistycznej w zakresie wspierania zdrowia oraz podtrzymywania działalności gospodarczej. W opracowaniach międzynarodowych organizacji gospodarczych zwraca się uwagę na szczególną jej rolę w procesie ożywienia gospodarczego i tworzenia bardziej odpornych na zakłócenia, zrównoważonych gospodarek i społeczeństw. Zgodnie z raportem *Global Infrastructure Outlook* ponad 2 bln USD inwestycji w infrastrukturę transportową będzie potrzebnych każdego roku do 2040 r., aby pobudzić rozwój gospodarczy⁹³.

90 W. Serrano, *Big Data in Smart Infrastructure*, [w:] Y. Bi, S. Kapoor, R. Bhatia (red.), *Intelligent Systems and Applications*, Springer, London 2015, s. 703–732.

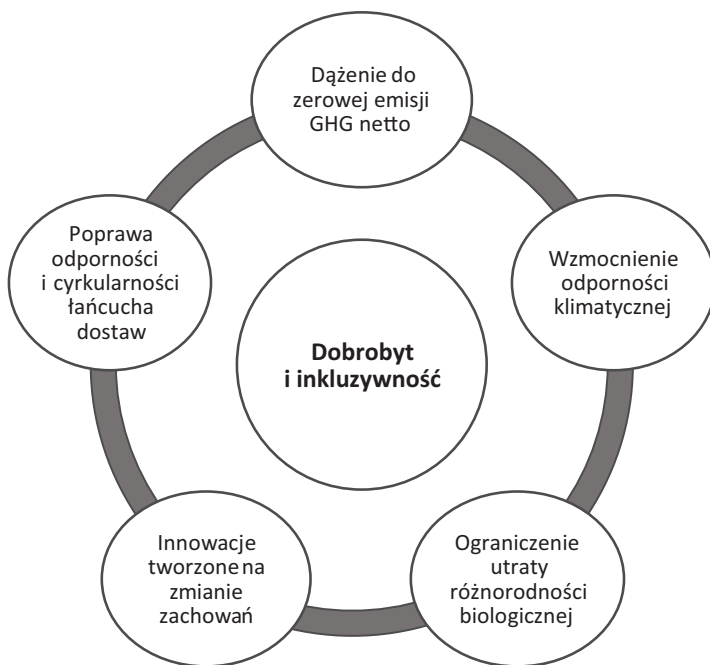
91 A. Lipińska-Słota, A. Mutwil, *Elementy infrastruktury systemów logistycznych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice 2019, s. 29.

92 J. Adamczyk, *Koncepcja zrównoważonego rozwoju w zarządzaniu przedsiębiorstwem*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 2001, s. 31.

93 *Global Infrastructure Outlook*, Oxford Economics, Oxford 2017, s. 25–26.

Szybka urbanizacja, rosnący popyt na usługi przewozowe, a także plany stymulacyjne w zakresie reakcji na COVID-19, w wielu krajach wywierają presję na interesariuszy celem przyspieszenia tempa rozwoju zrównoważonej infrastruktury.

Zrównoważona infrastruktura logistyczna, koordynując rozwój środowiskowy, społeczny i gospodarczy, stała się jedną z ważnych strategii „zrównoważonej i odpornej odbudowy po COVID-19”⁹⁴. Wspólną cechą wszystkich wymiarów tej strategii (ilustracja 2) jest uwzględnienie długotrwałych korzyści z inwestycji infrastrukturalnych. Jednocześnie przedstawiciele Mercer i Międzypamerykańskiego Banku Rozwoju zwracają uwagę, że chociaż wsparcie finansowe dla rozwoju zrównoważonej infrastruktury jest coraz większe, to obecne postępy są niezadowalające⁹⁵. Wśród kluczowych barier zmniejszających prawdopodobieństwo inwestycji prywatnych wskazują m.in. brak spójnej, powszechnie obowiązującej definicji zrównoważonej infrastruktury logistycznej. Stan ten można wiązać z wielowymiarowością problemów odnoszących się do charakteru infrastruktury oraz różnorodnością konotacji ze zrównoważeniem.



Ilustracja 2. Kluczowe wymiary strategii „zrównoważonej i odpornej odbudowy po COVID-19” w kontekście rozwoju zrównoważonej infrastruktury logistycznej

Źródło: opracowano na podstawie *Building Back Better. A Sustainable, Resilient Recovery after COVID-19*, OECD Publishing, Paris 2020, s. 5.

94 *Building Back Better. A Sustainable, Resilient Recovery after COVID-19*, OECD Publishing, Paris 2020, s. 11–12.

95 *Crossing the Bridge to Sustainable Infrastructure Investing. Exploring Ways to Make it Across*, Mercer and Inter-American Development Bank, Washington D.C. 2017, s. 20–22.

Częste i różnorodne zastosowania terminu „zrównoważona infrastruktura” powodują niejednoznaczność interpretacji pojęcia „zrównoważona infrastruktura logistyczna”. Dodatkowo jest ono również często utożsamiane z „zieloną infrastrukturą” czy „inteligentną infrastrukturą”. Najogólniej rzecz ujmując, żadnej z przywołanych kategorii infrastruktury nie powinno się traktować jako synonimu zrównoważonej infrastruktury logistycznej. Zgodnie z wytycznymi KE zielona infrastruktura odnosi się do strategicznie zaplanowanej sieci wysokiej jakości obszarów naturalnych i pół-naturalnych o innych cechach środowiskowych, zaprojektowanych i zarządzanych w celu świadczenia szerokiego zakresu usług ekosystemowych i ochrony bioróżnorodności na obszarach wiejskich i w środowisku miejskim⁹⁶. Natomiast inteligentna infrastruktura wynika z połączenia infrastruktury fizycznej z cyfrowymi technologiami informacyjnymi⁹⁷. Warto jednocześnie podkreślić, że ukierunkowany środowiskowo rozwój infrastruktury logistycznej skłania często do używania terminu „zielona infrastruktura”. Jak pisze Dembińska, używanie tego terminu obliuguje, dla uzyskania większej jednoznaczności, do wskazania, że chodzi o obiekty logistyczne⁹⁸.

Pojęcie „zrównoważona infrastruktura logistyczna” jest używane w różnych zakresach znaczeniowych i nie sposób go jednoznacznie określić. W coraz powszechniej analizowanych i cytowanych w literaturze przedmiotu definicjach można jednak odnaleźć cechy wspólne (tabela 7). W dużej mierze wynikają one ze źródeł powstania oraz powiązań między pojęciami: „infrastruktura logistyczna”, „zrównoważony rozwój” i „zrównoważenie”. W ogólnym rozumieniu zrównoważoną infrastrukturę logistyczną można określić jako zespół budowli, urządzeń i systemów, w tym dróg, mostów, obiektów magazynowych itp., zaprojektowanych w celu zaspokojenia potrzeb społecznych, zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju. Oznacza to, że infrastruktura ta jest od początku do końca przyjazna środowisku, z uwzględnieniem wymiaru ekonomicznego, finansowego, społecznego i instytucjonalnego.

Tabela 7. Zestawienie wybranych definicji zrównoważonej infrastruktury logistycznej

Autor	Definicja
R.H. Brown, 2002	„Zrównoważoną infrastrukturę, w tym logistyczną tworzą fizyczne aktywa zapewniające korzyści netto społeczności, jej sąsiadom i środowisku w perspektywie długoterminowej”.
Bank Światowy, 2008	Przez pojęcie „zrównoważona infrastruktura logistyczna” rozumie się bardziej wydajne, produktywne i przyjazne dla środowiska obiekty infrastruktury technicznej, które zapewniają wyższy poziom niezawodności usług i odporności na ekstremalne zjawiska pogodowe, a także zmniejszają wpływ zagrożeń naturalnych na ludzi i gospodarkę.

96 *Zielona infrastruktura – zwiększanie kapitału naturalnego Europy*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, COM(2013) 249, Bruksela 2013, s. 3.

97 F. Yang, X. Wenb, A. Azizc, A.Kr. Luhachd, *The need for local adaptation of smart infrastructure for sustainable economic management*, „Environmental Impact Assessment Review” 2021, vol. 88, s. 3.

98 I. Dembińska, *Infrastruktura logistyczna...*, s. 249–250.

Tabela 7 (cd.)

Autor	Definicja
J. Scanlon, A. Davis, 2011	„Zrównoważenie infrastruktury polega na minimalizowaniu skutków i maksymalizowaniu możliwości w wymiarze ekonomicznym, społecznym i środowiskowym w trakcie dostarczania usług”.
Globalna Komisja ds. Gospodarki i Klimatu, 2016	Zrównoważona infrastruktura logistyczna jest związana z inwestowaniem w struktury i obiekty techniczne, które stanowią podstawę do ponownego zwiększenia globalnego wzrostu gospodarczego, dalszego rozwoju społeczno-ekonomicznego i przeciwdziałania zmianie klimatu.
Kanadyjska Rada Badawcza Nauk Społecznych i Humanistycznych, 2016	Zrównoważona infrastruktura logistyczna odnosi się do projektowania, budowania i obsługi elementów strukturalnych w sposób, który nie zmniejsza społecznych, ekonomicznych i ekologicznych procesów wymaganych do utrzymania ludzkiej sprawiedliwości, różnorodności i funkcjonalności systemów naturalnych.
B. Weber, H. Alfen, M. Staub-Bisang, 2016	„Zrównoważona infrastruktura, w tym logistyczna ma sprostać aktualnym i długoterminowym potrzebom społeczeństwa. Decyduje o tym to, w jaki sposób będzie wybierana, projektowana i zarządzana”.
H. Egler, R. Frazao, 2016	„Zrównoważona i odporna infrastruktura integruje aspekty ESG w fazie planowania, budowy i eksploatacji projektu, zapewniając odporność na zmianę klimatu i inne zakłócenia”.
D. Wiener, N. Didillon, 2016	„Infrastruktura zrównoważona w porównaniu z konwencjonalną infrastrukturą, minimalizuje niezamierzone ryzyko społeczne, środowiskowe i ekonomiczne oraz oferuje dodatkowe korzyści, które są związane z osiąganiem celów zrównoważonego rozwoju”.
Ch. Behr, E. Sekyere, 2017	„Infrastruktura zrównoważona to taka, która została zaprojektowana tak, aby umożliwić społeczności lub krajowi osiągnięcie bardziej zrównoważonej formy rozwoju gospodarczego”.
OECD, 2017 G20/ OECD, 2020	Zrównoważona infrastruktura logistyczna jest postrzegana w kontekście rozwoju infrastruktury wysokiej jakości, która przyczynia się do maksymalizacji jej pozytywnego wpływu na osiągnięcie zrównoważonego wzrostu i rozwoju, podniesienie efektywności ekonomicznej z punktu widzenia kosztów cyklu życia, budowanie odporności na klęski żywiołowe oraz wzmacnianie zarządzania infrastrukturą. Strategie inwestycyjne muszą cechować się elastycznością, aby uwzględnić różne podejścia do uwarunkowań zrównoważonego rozwoju w różnych krajach.
Grupa IDB, 2018	Zrównoważoną infrastrukturę logistyczną definiuje się jako projekty infrastrukturalne, które są planowane, projektowane, budowane, obsługiwane i wycofywane z eksploatacji w sposób zapewniający zrównoważony rozwój w całym cyklu życia projektu w wymiarze ekonomicznym, finansowym, społecznym oraz środowiskowym (w tym odporność na zmianę klimatu) i instytucjonalnym.
Azjatycki Bank Inwestycji Infrastrukturalnych (AIIB), 2018	Zrównoważoną infrastrukturę logistyczną można traktować jako odrębną klasę aktywów, która mobilizuje środki finansowe na realizację inwestycji infrastrukturalnych, promując jednocześnie standardy Environmental, Social and Governance (ESG).

OECD, 2021	Zrównoważona infrastruktura logistyczna to kluczowy element żywienia działalności gospodarczej, który przyczynia się do tworzenia bardziej odpornych, inkluzywnych, ekologicznych i ostatecznie, bardziej zrównoważonych gospodarek i społeczeństw. Odgrywa kluczową rolę w zakresie wspierania zdrowia oraz podtrzymywania działalności gospodarczej.
------------	--

Źródło: opracowano na podstawie *Sustainable Infrastructure Action Plan (SIAP)*, World Bank Group Sustainable Infrastructure, Washington D.C. 2008, www.crcresearch.org/sustainable-infrastructure/sustainable-infrastructure (dostęp: 25.02.2022); *What is Sustainable Infrastructure? A Framework to Guide Sustainability Across the Project Cycle*, Inter-American Development Bank, IDB Invest 2018, s. 7; P. Bagiński, *Infrastructure as an asset class*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/in-english/business/infrastructure-as-an-asset-class/> (dostęp: 25.02.2022), K. Marciniak, *Infrastruktura zrównoważona – rozważania o istocie i cechach w kontekście zrównoważonego rozwoju*, „Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” 2018, nr 374, s. 92–110.

Zaprezentowane w tabeli 7, kolejno pojawiające się w XXI w., definicje zrównoważonej infrastruktury logistycznej potwierdzają wzrost zainteresowania przedstawicieli organizacji międzynarodowych analizowaną problematyką. Rosnąca złożoność infrastruktury, szczególnie z perspektywy decydentów gospodarczych i sektorowych, w połączeniu z potrzebą mobilizacji nowych źródeł kapitału, zmieniła sposób postrzegania zrównoważonej infrastruktury logistycznej, głównie transportowej i magazynowej. Na przykład Grupa IDB definiuje zrównoważoną infrastrukturę jako projekty infrastrukturalne, które są planowane, projektowane, budowane, obsługiwane i wycofywane z eksploatacji w sposób zapewniający zrównoważony rozwój w całym cyklu życia projektu, w wymiarze ekonomicznym i finansowym oraz społecznym, środowiskowym i instytucjonalnym. Z kolei eksperci OECD i grupy G20 przedstawili zrównoważoną infrastrukturę logistyczną jako „konstrukcję dwuelementową”, uwzględniając infrastrukturę wysokiej jakości. Ponadto rozbudowali pojęcie zrównoważonej infrastruktury o „odporność”, traktując ją jako cechę komplementarną. Zrównoważoną infrastrukturę logistyczną można też traktować jako nową klasę aktywów, która ma pomóc w procesie finansowania inwestycji infrastrukturalnych. W tym kierunku zmierzają działania podejmowane przez liczne instytucje międzynarodowe, takie jak G20 i OECD, a także AIIB.

Na gruncie krajowej literatury przedmiotu przeglądu definicji zrównoważonej infrastruktury i źródeł jej powstania oraz powiązań z innymi pojęciami dokonał m.in. Krzysztof Marciniak. Zawarte w tych definicjach opisy odnoszą się do infrastruktury logistycznej jako jednej ze składowych infrastruktury. Definicje te podkreślają, że celem rozwoju zrównoważonej infrastruktury jest zapewnienie harmonijnych relacji między wszystkimi wymiarami rozwoju (*environmental, social and governance*). Część autorów, m.in. Barbara Weber, Hans Alfen, Mirjam Staub-Bisang i R.H. Brown, opisując pojęcie „zrównoważona infrastruktura”, wskazuje na trwałość i samopodtrzymywanie się. Z kolei Ch. Behr i E. Sekyere, traktują proces projektowania tej infrastruktury jako ścieżkę wiodącą do osiągnięcia bardziej zrównoważonej formy rozwoju gospodarczego. Wraz z umacnianiem się

w praktyce koncepcji zrównoważonego rozwoju szczególne znaczenie przypisuje się korzystnym efektom wynikającym z rozbudowy i modernizacji infrastruktury. Stąd Hans Egler i Raul Frazao, definiując zrównoważoną infrastrukturę, zwracają uwagę na znaczenie zapewnienia odporności na zmianę klimatu i inne zakłócenia. Natomiast Daniel Wiener i Nathanael Didillon odnoszą się zarówno do minimalizacji niezamierzonego ryzyka społecznego, środowiskowego oraz ekonomicznego, jak i zdolności uzyskiwania dodatkowych korzyści, które są związane z osiągnięciem celów zrównoważonego rozwoju. Jednocześnie należy podkreślić, że rozwój zrównoważonej infrastruktury logistycznej wymaga świadomego udziału wszystkich zainteresowanych stron, a także silnego przywództwa politycznego, aby móc zapewnić ich szeroki udział w rozwoju społeczno-gospodarczym⁹⁹.

Podsumowując ten wątek, trzeba powiedzieć, że świadomość istnienia barier rozwoju społeczno-gospodarczego i ich globalnego charakteru wyzwoliła działania zmierzające do wypracowania uniwersalnych zasad korzystania z zasobów środowiska, zgodnie z koncepcją zrównoważonego rozwoju. Powszechna akceptacja zasad tego rozwoju wskazuje na potrzebę zachowania równowagi między realizacją celów gospodarczych, społecznych i środowiskowych. Szczególną aktywność w zakresie działań na rzecz zrównoważonego rozwoju przejawia UE. Działania te dotyczą m.in. logistyki i transportu, które są zarówno wielkimi konsumentami zasobów środowiska, jak również emitentami CO₂ i zanieczyszczeń obciążających to środowisko. W tym kontekście infrastruktura logistyczna ma szczególne znaczenie ze względu na wkład, jaki może wnieść w zrównoważony rozwój. Wynika to zarazem z dynamiki jej wzrostu i ról, jakie odgrywa w gospodarkach poszczególnych państw. Zrównoważony rozwój infrastruktury magazynowej i transportowej wymaga kompleksowego podejścia do problematyki funkcjonowania łańcuchów dostaw i stanowi inspirację do podjęcia dalszych badań, z uwzględnieniem dynamicznych zmian społeczno-gospodarczo-środowiskowych.

99 I. Kapera, *Rozwój zrównoważony turystyki. Problemy przyrodnicze, społeczne i gospodarcze na przykładzie Polski*, Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków 2018, s. 48.

Rozdział 2

Uwarunkowania kształtowania infrastruktury logistycznej współczesnych przedsiębiorstw branży TSL

2.1. Znaczenie gospodarki magazynowej w skutecznym zarządzaniu magazynem

2.1.1. Magazyn ogniwem łańcucha logistycznego – cele i zadania logistyki magazynowej

Magazyn jest takim miejscem w systemie logistycznym, w którym przedsiębiorstwo składa lub utrzymuje półprodukty, surowce lub wyroby gotowe w różnym czasie. Zabezpieczenie towarów w magazynie wstrzymuje lub całkowicie przerywa ich przepływ, w konsekwencji zwiększając koszt produktu. Niektóre przedsiębiorstwa bardzo negatywnie zapatrują się na koszt magazynowania i w miarę możliwości dążą do jego całkowitego wyeliminowania. Takie spojrzenie na tę kwestię zmienia się; z czasem przedsiębiorstwa uświadamiają sobie, że magazynowanie może w większym stopniu zwiększyć wartość produktu niż jego koszt. Magazyn w systemie logistycznym odgrywa rolę zwiększającą wartość produktów poprzez: konsolidację ładunków transportowych, zestawianie produktów, zabezpieczanie ich przed nieprzewidzianymi zdarzeniami i wygładzanie ich przepływów. Przedsiębiorstwa wytwarzają asortyment składający się często z tysięcy produktów, różniących się od siebie kolorem, wielkością, kształtem czy innymi cechami. Przedsiębiorstwa wytwarzają artykuły w różnych zakładach; podmiot niemagazynujący dóbr może realizować zamówienia na dostawy z wielu lokalizacji. Powoduje to różnice w czasie przychodzenia dostaw oraz ewentualne pomyłki lub niedomówienia podczas konfekcjonowania produktów. Dlatego też magazyn, w którym następuje kompletacja zróżnicowanego asortymentu, umożliwia sprawniejszą realizację zamówień. Organizując nowe magazyny przeznaczone do konfekcjonowania czy zestawiania produktów w pobliżu gęsto zaludnionych obszarów miejskich, przedsiębiorstwa mogą odbierać i dostarczać towary z magazynu do

miejsz ich przeznaczenia w mniejszych pojazdach oraz planować te działania w sposób bardziej optymalny i pozwalający uniknąć zatorów¹.

Oprócz zestawienia produktów posortowanych według zamówień klientów często w pełnych wagonach lub ciężarówkach transportuje się z magazynu zaopatrzenia do zakładu produkcyjnego przetwarzane surowce bądź półprodukty. Strategia ta pozwala nie tylko zmniejszyć koszty transportu w wyniku konsolidacji ładunków, lecz także uniknąć sytuacji, w których zakład produkcyjny będzie postrzegany jako magazyn. Strategia ta staje się coraz bardziej popularna, ponieważ rosnące koszty paliwa powodują wzrost kosztów transportu. Dla przedsiębiorstw korzystających ze strategii, takich jak MRP lub JIT, magazyn zaopatrzeniowy ma zasadnicze znaczenie². Cross-docking jest operacją, która ułatwia realizację zestawiania produktów³. W przypadku cross-dockingu produkty od różnych dostawców wchodzi do magazynów w partiach z ciężarówek, przy czym materiały nie są składowane w celu późniejszej kompletacji; towar zostaje przemieszczony przez magazyn i od razu załadowany do kolejnych ciężarówek, dostarczających fabrykaty do poszczególnych klientów⁴.

Dysponowanie towarem na magazynie w momencie składania zamówienia przez interesariuszy, zwłaszcza wtedy, gdy magazyn ten jest zlokalizowany w niedalekiej odległości od klienta, może wpłynąć na jego satysfakcję, a także przyszłą sprzedaż. Obsługa może także dotyczyć magazynów zaopatrzeniowych. Harmonogramy produkcji, które przedsiębiorstwo sporządza z odpowiednim wyprzedzeniem, są łatwiejsze w realizacji niż zamówienia *ad hoc* nabywców⁵. Należy zauważyć, iż popyt jest często trudny do określenia, ale również koszty wyczerpywania się zapasu po stronie zaopatrzenia bywają niepoliczalne.

Kolejnym istotnym aspektem okazuje się zabezpieczenie towarów przed nieprzewidzianymi wydarzeniami, np. opóźnieniem w transporcie lub wyczerpaniem zapasów u dostawców. Ta funkcja jest bardzo ważna dla właścicieli magazynów od strony zaopatrzenia, ponieważ opóźnienia w dostawach mogą spowodować spowolnienia w produkcji. Nieprzewidziane zdarzenia dotyczą jednak w równym stopniu magazynów dystrybucji, np. fakt uszkodzenia towarów w transporcie może wpływać negatywnie na poziom zapasów, a także na realizację zamówień⁶.

Ważne funkcje to także „wygładzanie” przepływu dóbr oraz szczegółowy podział zadań na kolejne etapy w procesie produkcyjnym. Trzeba zapewnić odpowiednią

- 1 C. Gradowicz, K. Pasek, *Nowoczesne technologie i systemy informacyjne w zarządzaniu łańcuchem dostaw w centrach logistycznych*, „Acta Universitatis Lodzianensis. Folia Oeconomica” 2011, nr 251, s. 117–131.
- 2 G. Szyszka, *Sieci logistyczne – nowy wymiar logistyki*, Biblioteka Logistyka. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2004, s. 10–11.
- 3 M. Ciesielski (red.), *Sieci logistyczne*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2002, s. 20.
- 4 S. Kauf, A. Tłuczak, *Optymalizacja decyzji logistycznych*, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2016, s. 181–183.
- 5 H. Brdulak, *Efektywna sieć logistyczna*, „Harvard Business Review – Polska” 2004, nr 2, s. 142.
- 6 S. Kauf, A. Tłuczak, *Optymalizacja decyzji...*, s. 183.

serię produkcyjną i uwzględnić popyt sezonowy, aby zbliżyć się do uzyskania akceptowalnych kosztów i odpowiedniej jakości⁷. W tym przypadku wygładzanie przepływu polega na unikaniu produkowania przy niskim poziomie produkcji. Efektem końcowym takiej strategii równoważenia będzie zmniejszanie inwestycji przedsiębiorstwa w potencjał produkcyjny.

Realizacja funkcji magazynowania może mieć bardzo istotny wpływ na systemy logistyczne i działalność operacyjną przedsiębiorstwa. Należy jednak również patrzeć na magazynowanie z perspektywy logistycznych relacji trade-offs, tzn. wpływ magazynowania na wzrost zysku musi być większy niż jego koszt.

Magazyn jest jednostką funkcjonalno-organizacyjną przeznaczoną do przechowywania dóbr materialnych w wyodrębnionej przestrzeni budowli magazynowej, według ustalonej technologii, wyposażoną w odpowiednie urządzenia i obsługiwaną przez zespół ludzi. Determinanty wpływające na wybór technologii przechowywania i przebieg procesu magazynowania dóbr to⁸:

- cel przechowywania i wynikające z tego konieczne czynności magazynowe;
- długość okresu składowania;
- ilość towarów przeznaczonych do przechowywania;
- koszty inwestycyjne i eksploatacyjne magazynowania;
- lokalizacja magazynów, tj. położenie w stosunku do producenta i odbiorcy, co decyduje o pracy transportu;
- okres przydatności do spożycia;
- przestrzeganie zasad w warunkach przechowywania;
- rodzaj przechowywanych towarów (właściwości fizyko-chemiczne);
- stan i wielkość posiadanego lub przewidywanego zaplecza magazynowego.

Magazyn jako istotny element systemu logistycznego jest budynkiem przeznaczonym najczęściej do przechowywania określonych materiałów lub wyrobów gotowych. Czynności w obiektach magazynowych są zwykle wykonywane przez ludzi (wyjątek stanowią magazyny w pełni zmechanizowane). Pracownicy wykorzystują do realizacji swoich zadań odpowiednie środki technologiczne, a także techniczne wyposażenie magazynu.

W systemie logistycznym można wyróżnić cztery podstawowe funkcje, jakie pełnią magazyny⁹:

- 1) skoordynowanie wielkości podaży i popytu;
- 2) wspomaganie procesów produkcyjnych;
- 3) wspomaganie procesów marketingowych;
- 4) zredukowanie kosztów transportu.

7 J.J. Coyle, E.J. Bardi, C.J. Langley Jr., *Zarządzanie logistyczne*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2010, s. 317.

8 S. Krzyżaniak, A. Niemczyk, J. Majewski, P. Andrzejczyk, *Organizacja i monitorowanie procesów magazynowych*, Biblioteka Logistyka. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2014, s. 13.

9 A. Niemczyk, *Zapasy i magazynowanie*, t. 2: *Magazynowanie*, Biblioteka Logistyka. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2008, s. 10–11.

Z pojęciem magazynu są powiązane następujące elementy¹⁰:

- organizacja (rozumiana jako struktura organizacyjna oraz podział zadań i obowiązków przydzielonych pracownikom);
- system komunikacji (obieg dokumentacji obrotu magazynowego oraz obieg komunikatów kierowanych do pracowników);
- wyodrębniona przestrzeń (w postaci budynków, budowli i hal magazynowych oraz pól odkładczych i placów), która jest przeznaczona do składowania zapasu;
- wyposażenie (niezbędne urządzenia służące do składowania i ewidencjonowania zapasów, środki transportu wewnętrznego oraz urządzenia specjalistyczne);
- zapas (gromadzony często w postaci jednostek ładunkowych towarów).

Magazyny stanowią ważny element branży TSL. Dysponują określonymi zasobami, dzięki którym realizują swoje zadania. Ich podstawowym zadaniem jest racjonalne magazynowanie zapasów. Przez magazynowanie rozumie się zespół działań związanych z przyjmowaniem, przemieszczaniem, składowaniem, przechowywaniem, ochroną, kontrolą, kompletacją, ewidencją i wyładowywaniem z magazynu wyrobów w określonych warunkach¹¹.

Z magazynowaniem są związane pojęcia: „składowania”, „przechowywania” i „czynności manipulacyjnych”. Składowanie to całokształt działalności związanej z przechowywaniem surowców, półproduktów, produktów oraz materiałów odpadowych. Miejsca służące do tego celu noszą nazwę magazynów i składowisk. Przechowywanie to czynności połączone ze składowaniem zapasów oraz czynności prowadzące do zachowania właściwości użytkowych tych wyrobów w określonych warunkach klimatycznych otoczenia i w określonym czasie. Działania manipulacyjne są związane z przyjmowaniem i wydawaniem zapasów. Występują podczas przemieszczania zapasów w strefie składowania lub strefie kompletacji. Należą do nich także czynności, które powodują zmianę postaci ładunku¹².

Zadania realizowane przez magazyny zależą od ich specyfiki oraz pełnionych przez nie funkcji. Można wyróżnić trzy grupy funkcji magazynu w przedsiębiorstwie¹³:

- 1) funkcje magazynu jako elementu gospodarki magazynowej;
- 2) funkcje związane z zarządzaniem magazynem;
- 3) funkcje pomocnicze.

10 K. Grzybowska, *Gospodarka zapasami i magazynem*, cz. 2: *Zarządzanie magazynem*, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2010, s. 9.

11 W. Ładoński, *Podstawy towaroznawstwa ogólnego*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 1994, s. 14.

12 Z. Korzeń, *Logistyczne systemy transportu bliskiego i magazynowania*, t. 1: *Infrastruktura, technika, informacja*, Biblioteka Logistyka. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 1998, s. 26.

13 K. Grzybowska, *Gospodarka zapasami i magazynem*, cz. 2..., s. 14.

Pierwsza grupa funkcji jest związana z realizacją czynności oraz zadań w procesach magazynowania. Jest ona najistotniejsza z punktu widzenia pracownika magazynu. Dotyczy wszystkich działań, które są związane z realizacją prac magazynowych, a więc przyjmowaniem towaru, składowaniem oraz wydawaniem zapasów z magazynu, a także sporządzaniem dokumentacji, rejestrowaniem oraz ewidencjonowaniem przyjmowanych, składowanych oraz wydawanych zapasów. To również ujawnianie strat oraz braków, które powstały podczas procesów magazynowania oraz przekazywanie informacji właściwym działom. W gospodarce magazynowej są realizowane następujące działania¹⁴:

- przyjmowanie, przechowywanie oraz wydawanie zapasów na podstawie dowodów obrotu materiałowego;
- zabezpieczanie zapasów przyjętych do magazynu przed kradzieżą, uszkodzeniem albo zniszczeniem;
- bieżąca konserwacja zapasów ze szczególnym uwzględnieniem tych, które ulegają zepsuciu albo uszkodzeniu;
- bieżąca kontrola stanu zapasów;
- prowadzenie ewidencji materiałowej.

Druga grupa funkcji dotyczy zarządzania magazynem. Funkcje zarządzania to: planowanie, koordynowanie, organizowanie oraz kontrolowanie. W odniesieniu do zarządzania magazynem są to¹⁵:

- planowanie działalności magazynu oraz realizowanych w nim procesów na poziomie krótko-, średnio- i długookresowym (planowanie zagospodarowania przestrzeni magazynów i przebiegu prac magazynowych);
- kontrolowanie działalności magazynu (dyspozycji, instrukcji, dokumentacji) oraz analizowanie wskaźników logistycznych, a na ich podstawie wprowadzanie usprawnień organizacyjnych;
- organizowanie i koordynacja działalności magazynu oraz realizowanych w nim procesów (gospodarowanie określonymi środkami technicznymi i zasobami ludzkimi).

Trzecia grupa funkcji wiąże się z operacjami pomocniczymi. Jest to m.in. stosowanie ewidencji pomocniczych, takich jak: oklejanie zapasów swoimi kodami kreskowymi, lokalizacja produktów, jak również ochrona zapasów, np. minimalizowanie szans na ich zniszczenie, spalenie lub kradzież. Ochrona hal magazynowych ma również duże znaczenie, a funkcję tę można realizować m.in. dzięki stosowaniu się do wymogów BHP oraz przestrzeganiu wszelkich zasad dotyczących zabezpieczenia obiektu. Gospodarka magazynowa ma na celu przechowywanie dóbr materialnych przedsiębiorstwa w celu zabezpieczenia działalności lub

14 N. Stępnicka, P. Bąkowska, *Zarządzanie logistyczne i gospodarka magazynowa w przedsiębiorstwach – wybrane aspekty teoretyczne*, „Studia i Materiały. Miscellanea Oeconomicae” 2013, nr 2, s. 297–309.

15 S. Krzyżaniak, P. Cyplik, *Zapasy i magazynowanie. Podręcznik do kształcenia w zawodzie technik logistyki*, t. 1: *Zapasy*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2008, s. 26.

jednostki organizacyjnej. Zakres gospodarki magazynowej obejmuje trzy obszary działania przedsiębiorstwa produkcyjnego¹⁶:

- 1) zaopatrzenie – przyjmowanie oraz chwilowe przechowywanie surowców i materiałów koniecznych do realizacji procesu produkcyjnego oraz ich wydawania;
- 2) dystrybucja – przyjmowanie i tymczasowe przechowywanie wyrobów gotowych oraz wydawanie ich zgodnie z potrzebami klientów;
- 3) produkcja – magazynowanie zapasów w formie tzw. produkcji w toku, prace rozdzielcze zapasów oraz używanie narzędzi koniecznych do produkcji.

Logistyka XXI w. jest postrzegana jako metoda zarządzania całym łańcuchem dostaw w przedsiębiorstwach i pomiędzy nimi; realizowana jako planowanie przepływu towarów, usług oraz informacji i finansów zmienia się dynamicznie. Integruje tym samym w jedną spójną całość wiele ogniw. Konieczność gromadzenia zapasów, podyktowana rosnącymi potrzebami produkcyjnymi, oraz zapotrzebowanie, jakie generuje klient, determinują budowę coraz bardziej nowoczesnych przestrzeni magazynowych. Szybkość zmian zachodząca na światowych rynkach zmusza operatorów logistycznych do ciągłego rozwoju, szukania możliwości pozwalających zaspokajać diametralnie różne oraz rosnące potrzeby klientów zarówno w odniesieniu do B2B, jak i B2C¹⁷.

Branża jest podatna na modernizację, o czym świadczą coraz bardziej zaawansowane technologicznie rozwiązania. Automatyczny transport przenośnikowy, systemy automatycznego rozładunku oraz załadunku naczep samochodów ciężarowych czy też kontenerów i szeroko rozumiana robotyzacja procesów kompletacji to tylko niektóre z nich. Są to elementy nowoczesnego łańcucha logistycznego, pozwalającego zaoszczędzić wiele roboczogodzin względem tradycyjnie wykonywanych czynności, a także znacznie zwiększyć zakres wykonywanych zadań. Dynamiczny jest także rozwój infrastruktury IT w postaci serwerów baz danych, sieci bezprzewodowych Wi-Fi czy wykorzystywania technologii RFID na skalę masową. Postęp w tworzeniu coraz bardziej wydajnych aplikacji czy też narzędzi systemowych z zakresu ERP oraz WMS mocno wpływa na możliwości, jakie kreuje nowoczesna jednostka magazynowa. Łączy się z dążeniem do oszczędności miejsca w przestrzeni składowania czy kompletacji. Wspiera ponadto działania pozwalające skrócić czas realizacji zleceń, zachować większą przepustowość magazynu oraz umożliwić podgląd realizacji tego procesu w czasie rzeczywistym. Tego rodzaju rozwiązania oferują niezliczone możliwości, pozwalając osiągnąć wiele korzyści operacyjnych przekładających się na ostateczny wynik finansowy przedsiębiorstwa. Wyżej wymienione, nowoczesne rozwiązania w branży funkcjonują pod pojęciem logistyki 4.0. Charakteryzuje się ona coraz większą ilością działań, w których automatyzacja procesów i coraz wyższy poziom informatyzacji

16 A. Szymonik, D. Chudzik, *Logistyka nowoczesnej gospodarki magazynowej*, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2018, s. 20–26.

17 E. Gołemska (red.), *Kompendium wiedzy o logistyce*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007, s. 18.

przedsiębiorstwa odgrywają główne role w kreowaniu obecnych łańcuchów dostaw, mając jednocześnie bezpośredni i pozytywny wpływ na KPI, czyli zbiór mierników tak istotnych przy nadzorowaniu i zarządzaniu przedsiębiorstwem logistycznym¹⁸.

Rozwój branży logistycznej jest ściśle związany z postępowaniem w implementacji logistyki 4.0 i rosnącym poziomem konsumpcji, co jest szczególnie widoczne w krajach wysoko rozwiniętych. Istotny wpływ na ten rozwój mają zmiany zachowań i nawyków, jakie są zauważalne w społeczeństwie XXI w., a także postępująca globalizacja oraz pozycja poszczególnych państw w relacjach międzynarodowych¹⁹. Już dziś można zaobserwować zjawiska, które mają bezpośrednie przełożenie na wysoki poziom przepływu dóbr, szczególnie dzięki rozwojowi rynku e-commerce. Dobrym przykładem jest polska logistyka magazynowa, która na skutek rozkwitu e-handlu oraz swojemu położeniu względem państw Europy zachodniej i wschodniej coraz lepiej się rozwija. Wielkość zainwestowanych funduszy w nowoczesne obiekty oraz rosnący w nich udział kapitału zagranicznego pozwalają optymistycznie patrzeć na rozwój tej branży w aspekcie regionalnym, krajowym i globalnym²⁰.

Obecna logistyka magazynowa, w której jest duża konkurencja, a oczekiwania klientów wzrastają, zmusza przedsiębiorstwa do rozwoju, inwestowania w rozwiązania, jakie w praktyce przynoszą oszczędności czasu oraz środków finansowych przeznaczonych na realizację procesu logistycznego. Rozwiązania te, aby przyniosły oczekiwane efekty, wymagają większych nakładów finansowych na infrastrukturę oraz wdrożenia nowoczesnych technologii w taki sposób, żeby poszerzyć możliwości operacyjne podmiotów odpowiedzialnych za sprawność działu logistycznego w danej organizacji. Wysoka specjalizacja oraz segmentacja na rynku sprawiają, że przedsiębiorstwa, które zlecają usługę logistyczną, są w pewien sposób do tego zmuszone. Bardzo trudne jest wypracowanie działań uniwersalnych, pasujących do każdego środowiska oraz kontrahenta, dla którego pracują (w odniesieniu do działań logistycznych). Tym samym decydują się one na współpracę z operatorami logistycznymi, którzy w oparciu o duże doświadczenie oraz możliwości techniczne pozwalają obsłużyć ich sieć klientów o zróżnicowanych potrzebach, na dużą skalę. W tym wypadku mowa o efekcie związanym ze zwiększającą się specjalizacją przedsiębiorstw, czego naturalnym rezultatem jest coraz częściej funkcjonujący outsourcing usług logistycznych. Podejmowanie się działalności logistycznej, kiedy przedsiębiorstwo o profilu typowo produkcyjnym nie posiada odpowiedniej wiedzy oraz doświadczenia, jest działaniem bardzo ryzykownym z punktu widzenia funkcjonowania organizacji i jej wyniku finansowego. Rosnące koszty pracy, budowy oraz wyposażenia przestrzeni magazynowych, a następnie

18 M. Fertsch, *Słownik terminologii logistycznej*, Biblioteka Logistyka. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2016, s. 71.

19 A. Jeziński, *Konkurencja na rynku usług logistycznych w Polsce*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2019, s. 98.

20 *Logistyka w Polsce – na fali wzrostu*, <https://logistyczny.com/aktualnosci/glos-z-rynku/item/4075-logistyka-w-polsce-na-fali-wzrostu> (dostęp: 20.04.2022).

ich utrzymanie i nadzór nad poprawnością procesów w nich zachodzących, generują duże nakłady, które mogą w tym wypadku okazać się za wysokie w porównaniu do możliwości i korzyści płynących ze zlecenia realizacji usług logistycznych innym podmiotom, wyspecjalizowanym w tego rodzaju działalności²¹.

Współczesna logistyka magazynowa staje przed wieloma wyzwaniami. Z jednej strony ze względu na czynniki zewnętrzne, wynikające z zapotrzebowania klientów na coraz doskonalsze i tańsze usługi. Z drugiej strony z uwagi na problemy wewnętrzne: brak inwestycji infrastrukturalnych oraz technologicznych powoduje zmniejszenie się konkurencyjności małych podmiotów na rynku w stosunku do innych operatorów, szczególnie przedsiębiorstw o zasięgu międzynarodowym, posiadających duże możliwości inwestycyjne oraz marketingowe. Michio Kaku w swojej książce *Visions. How Science Will Revolutionize the 21st Century* pisze: „Przed nami rozciąga się nowy ocean – bezmiar niezwykłych możliwości i zastosowań nauki”. Słowa tego autora precyzyjnie podsumowują tempo oraz dynamikę obecnych i przyszłych zmian technologicznych w świecie logistyki magazynowej²².

Coraz częściej przedsiębiorstwa projektują oraz wykorzystują bardzo dopracowane strategie działania, aby utrzymać oraz zmieniać na korzyść swoją pozycję. Konkurencyjna rzeczywistość rynkowa wymusza analityczne podejście do każdej podejmowanej decyzji, która ma wpływ na funkcjonowanie przedsiębiorstwa. Ta zmieniająca się sytuacja skłania uczestników procesów rynkowych do coraz bardziej elastycznego podejścia do planowania przepływów towarów, wdrażania surowców do produkcji i samego jej przebiegu, a co najważniejsze, do stworzenia takiej infrastruktury, aby wszystkie te procesy mogły być realizowane szybko i bezpiecznie. Jej nieodłączną częścią jest magazyn: jednostka przeznaczona do manipulacji oraz przechowywania zapasów w zaprojektowanej do tego przestrzeni budowlanej, która jest wyposażona w odpowiednią technologię oraz narzędzia umożliwiające obsługę towarową znajdujących się w niej zapasów²³. Jest to miejsce, w którym zachodzi wiele czynności związanych z logistyką magazynową, której celem nadrzędnym jest umożliwienie podmiotom zależnym uzyskania dostępu, zarówno fizycznego, jak i informacyjnego, do zasobów, którymi dysponuje (w czasie najbardziej dla nich korzystnym i optymalnym z punktu widzenia dalszych działań, jakie planują zrealizować). Umiejętność dopasowania się do partnerów, na których rzecz operator logistyczny wykonuje swoje usługi, polega również na uzupełnieniu ich działalności, wsparciu w wymiarze całego łańcucha dostaw²⁴, zarówno pod kątem operacyjnym, jak i informacyjnym oraz marketingowym.

21 A. Jezierski, *Konkurencja na rynku usług...*, s. 60–61.

22 M. Kaku, *Visions. How Science Will Revolutionize the 21st Century*, Anchor Books, New York 1998, s. 19.

23 Z. Dudziński, M. Kizyn, *Vademecum gospodarki magazynowej*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 2002, s. 11.

24 J. Brzeziński, A. Rudnicka, *Nowoczesne trendy w logistyce i zarządzaniu łańcuchem dostaw*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2020, s. 35.

Informacje, których operator jest dysponentem, np. odnoszące się do poziomu zapasów czy ich stanu, pozwolą podjąć szybkie oraz trafne decyzje przy ewentualnych problemach, jakie pojawią się w realizacji zadań przez przedsiębiorstwo współpracujące z nim. Działania tego typu świadczą o dojrzałości strategii logistycznej, która powinna zakładać pełne wsparcie klienta na każdym polu.

Cele i zadania logistyki magazynowej opierają się na kompleksowej obsłudze klienta, efektywnej realizacji zamówień realizowanych dla niego przez zespół pracowników (zarówno administracyjnych, jak i operacyjnych). Począwszy od wygenerowania zlecenia we własnym systemie, przekazania do realizacji, przez obsługę związaną z dokumentacją, przesunięciami magazynowymi, kompletacją, aż po dostarczenie zamówienia czy obsługę logistyki zwrotnej. Jest to szereg następujących po sobie czynności, które muszą zostać wykonane z najwyższą starannością, tak aby było możliwe ograniczenie zbędnych operacji generujących dodatkowe siły operatora oraz klienta. Celem jest ukończenie podjętego wcześniej zlecenia w sposób kompleksowy – zaspokojenie potrzeb wszystkich zainteresowanych stron²⁵.

Logistyka magazynowa odpowiada za zaprojektowanie procesów magazynowych, które pozwolą na: zwiększenie płynności funkcjonowania całego łańcucha dostaw, w tym przepustowości magazynu, minimalizację zbędnych przesunięć oraz strat z nimi związanych, jak również zapewnienie szeroko rozumianego bezpieczeństwa pracowników, zasobów, jakimi dysponuje, oraz narzędzi niezbędnych do realizacji tego procesu.

Wszystkie te czynniki wpływają na końcowy wynik całego łańcucha dostaw, zarówno pod względem finansowym, jak i jakościowym. Osiągnięcie właściwego poziomu obsługi klienta jest procesem długotrwałym, obciążonym dużą zmiennością, a jednak zdecydowanie najważniejszym w odniesieniu do przyjętych założeń funkcjonowania przedsiębiorstwa i standardów panujących obecnie na rynku. Aby wykreować odpowiednie procedury magazynowe oraz politykę zarządzania zapasami, należy zwrócić szczególną uwagę na specyfikę magazynowego towaru, regularność wymaganych dostaw oraz wielkość ustalonego zapasu względem oczekiwań klienta. Ilość, wielkość, waga, możliwości manipulacyjne, możliwości spiętrzania i paletyzacji ładunku – to podstawowe informacje w tym zakresie. Dzięki temu dział logistyki magazynowej jest w stanie zarówno stworzyć odpowiednią przestrzeń do obsługi konkretnego rodzaju towaru, jak i zaplanować podprocesy służące uzyskaniu lepszego przepływu dóbr oraz informacji. W praktyce będzie to oznaczało przygotowanie wielu procesów ukierunkowanych na dostarczenie wymaganych produktów do konsumentów wedle najważniejszej zasady logistyki: 7W (siedem razy „właściwy”, ang. 7R – *7right*), czyli: właściwy produkt, właściwa ilość, właściwy stan, właściwe miejsce, właściwy czas, właściwy klient, właściwa cena²⁶.

25 B. Osicka, M. Zięba, *Innowacje w łańcuchach dostaw źródłem przewagi konkurencyjnej w XXI wieku*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2016, s. 13; J. Baran, M. Maciejczak, M. Pietrzak, T. Rokicki, L. Wicki, *Logistyka. Wybrane zagadnienia*, Wydawnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa 2008, s. 49.

26 J.J. Coyle, E.J. Bardi, C.J. Langley Jr., *Zarządzanie...*, s. 52.

2.1.2. Klasyfikacja procesów logistycznych zachodzących w magazynach

Proces logistyczny to wydawanie dóbr materialnych w odpowiednio przystosowanych do tego miejscach i przy spełnieniu określonych warunków organizacyjnych i technologicznych. Proces magazynowy składa się z przepływu materiałów i informacji²⁷. Gołemska opisuje procesy logistyczne jako czynności związane z przemieszczaniem materiałów w przedsiębiorstwie, które dążą do realizacji założonych celów. Obejmują one etapy od pozyskania surowców, aż do wyrobu gotowego, który trafia do klienta²⁸. Piotr Blaik stwierdził, że proces to zintegrowany łańcuch czynności, który tworzy obiekt zintegrowanego zarządzania. Autor ten kładzie nacisk na aspekt konsolidacyjny procesu. Do elementów procesów zalicza: aktywności, sprecyzowane nakłady i efekty, transformacje, podmioty, przedmioty działania, czyli obiekty, determinacje, klientów oraz dostawców wewnętrznych i zewnętrznych²⁹. Zgodnie z definicją przedstawioną przez Stanisława Krawczyka proces to szereg lub częściowo uporządkowany zbiór działań, które łączy wspólny cel, jaki można osiągnąć za pomocą integracji czynników, takich jak: czas, koszty i jakość wykonania zadania³⁰. John J. Coyle, Edward J. Bardi oraz John C. Langley Jr. starannie wyodrębnili procesy, które są elementem składowym działalności przedsiębiorstwa³¹:

- kontrola nad zapasami;
- magazynowanie i przechowywanie dóbr;
- manipulacja towarami;
- obmyślanie produkcji;
- obsługa klienta na najwyższym poziomie;
- obsługa posprzedażowa;
- pakowanie;
- prognozowanie popytu;
- transportowanie dóbr;
- umiejscowienie magazynów;
- utylizacja odpadów i ich gromadzenie;
- wytworzenie zamówień;
- zakupy;
- zwroty i ich organizacja.

W teorii Hansa Ch. Pfohla spotykamy podział procesów na główne i pomocnicze. Do głównych należą: magazynowanie, transport i przeładunek, a do

27 S. Krzyżaniak, P. Cyplik, *Zapasy i magazynowanie...*, s. 178.

28 E. Gołemska (red.), *Kompendium wiedzy o logistyce*, wyd. 4 zmienione, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013, s. 186.

29 P. Blaik, *Logistyka. Koncepcja zintegrowanego zarządzania*, wyd. 3, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2001, s. 75.

30 S. Krawczyk, *Zarządzanie procesami logistycznymi*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2001, s. 42.

31 J.J. Coyle, E.J. Bardi, J.C. Langley Jr., *Zarządzanie...*, s. 69.

pomocniczych znakowanie wraz z pakowaniem, przy czym cyrkulacja towarów nie odbywa się automatycznie i domaga się wymiany informacji³². Procesy logistyczne Bronisław Słowiński interpretuje jako „wspomagające funkcjonowanie systemu zarządzania i zapewniające jego skuteczność oraz efektywność”³³. Autor ten twierdzi, że kojarzą się one z aktywnościami i działaniami związanymi z opracowaniem infrastruktury procesów podstawowych i kierowaniem nimi, ale również definiowaniem systemów informacyjnych, przewoźnictwa, magazynowania, rachunkowości i finansów, sprawozdawczości i controllingu. Z kolei Krzysztof Ficoń procesy logistyczne określa jako uporządkowany łańcuch operacji związany z przepływem materiałów, który w efekcie daje usługę logistyczną³⁴.

Magazynowe procesy są skuteczne, gdy przebiegają zgodnie z efektywnymi i ustalonymi zasadami. Wszelkie produkty muszą być składowane w odpowiednich miejscach, aby można je było bez problemu odnaleźć w magazynie. Kluczowe jest również wyposażenie magazynu m.in. w technologie, które umożliwiają przepływ zasobów w efekcie procesu magazynowego. Zapewniają one bezpieczeństwo i higienę pracy, a także środki ochrony przeciwpożarowej. Wszystkie wyprodukowane towary należy zmagazynować minimum raz w całym cyklu ich tworzenia i zarządzania nimi; m.in. dlatego procesy magazynowe są istotne w logistyce oraz w samej gospodarce narodowej, jak również w działalności konkretnego przedsiębiorstwa. Magazyn jest nierozłączną strukturą wewnętrznej organizacji. Pracownicy magazynu analizują każdą przestrzeń, tak aby właściwie i zgodnie z zasadami gospodarki magazynowej przechowywać zapasy oraz umiejętnie nimi sterować. Efektywne zarządzanie gospodarką magazynową ma ogromne znaczenie dla procesu produkcji i przekłada się na jakość obsługi klienta, i dlatego jest tak ważne. Swobodne przepływy materiałów w magazynie są rzeczą naturalną, wręcz pożądaną. Im krócej towary znajdują się w magazynie, tym mniejsze koszty generują. Przepływ towarów zaczyna się w chwili ich przyjęcia do magazynu, realizuje dalej poprzez składowanie i kompletację zamówień, a kończy się w momencie wydania. W zależności od funkcji, jaką pełni magazyn, mogą występować trzy rodzaje przepływów towarów. **Przepływ prosty** to podstawowa wersja przepływu towarów w magazynie. Nie występują tu praktycznie żadne operacje dodatkowe. Przyjmuje się głównie całe palety, które są składowane, a następnie wydawane w niezmienionej postaci. **Przepływ średni** to typ przepływu charakterystyczny dla magazynów, w których występuje kompletacja towarów. Na wejściu są przyjmowane całe palety z towarem. W toku dalszych działań następuje składowanie i kompletacja zamówień zgodnie ze specyfikacją. Jednostki ładunkowe opuszczające magazyn stanowią kompilację towarów przyjętych do magazynu. **Przepływ złożony** – ten typ

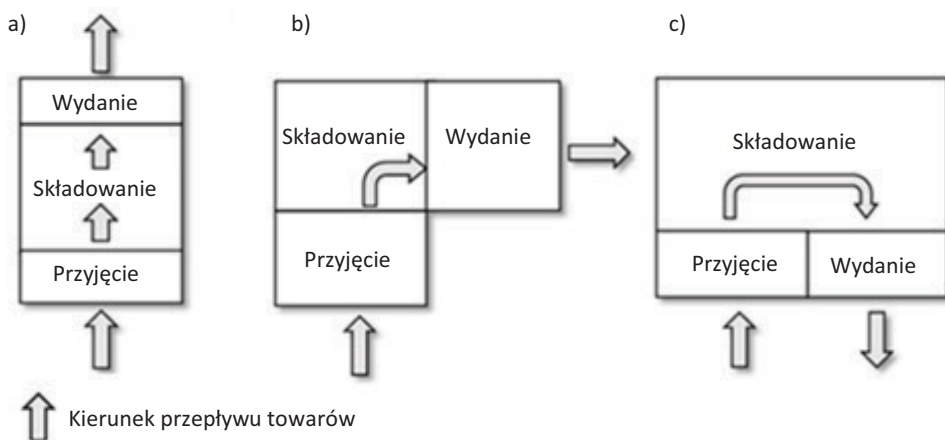
32 H.Ch. Pfohl, *Systemy logistyczne*, Biblioteka Logistyka. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2001, s. 7–8.

33 B. Słowiński, *Wprowadzenie do logistyki*, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2008, s. 24.

34 K. Ficoń, *Logistyka ekonomiczna. Procesy logistyczne*, Wydawnictwo BEL Studio, Warszawa 2008, s. 35–36.

charakteryzują komplikacje zachodzące w procesie magazynowania. W przepływie tego rodzaju ma miejsce wiele czynności dodatkowych, wśród których można wymienić: dekonsolidację, kompletowanie, konsolidację, kontrolę jakości, etykietowanie, co-packing itp. Aleksander Niemczyk dokonał podziału magazynów pod względem rozmieszczenia stref (ilustracja 3). Wyróżnia on trzy typy układów technologicznych magazynu³⁵:

- 1) układ przelotowy – charakterystyczną cechą jest przeciwny układ stref przyjęcia i wydania względem strefy składowania;
- 2) układ kątowy – strefy przyjęcia i wydania są zlokalizowane przy sąsiadujących ze sobą ścianach strefy składowania;
- 3) układ workowy – strefy przyjęcia i wydania są zlokalizowane przy jednej i tej samej ścianie strefy składowania. Strefy przyjęcia i wydania mogą stanowić wspólną integralną strefę bądź dwie odseparowane od siebie strefy.



Ilustracja 3. Układy technologiczne magazynów: a) układ przelotowy, b) układ kątowy, c) układ workowy

Źródło: A. Niemczyk, *Zapasy i magazynowanie*, t. 2: *Magazynowanie*, Biblioteka Logistyka. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2008, s. 37–38.

Wszystkie procesy logistyczne tworzą system logistyczny, czyli zbiór takich podsystemów, jak: zaopatrzenie, produkcja, transport i magazynowanie, zbył, wraz z relacjami pomiędzy podsystemami i między ich własnościami oraz przy stałej dążności do wzrostu stopnia zorganizowania systemu. Procesy logistyczne są wspomagane przez systemy informatyczne (tj. SAP, ERP) i są ściśle związane z dostawcami informacji oraz materiałów. Aby podnieść jakość, ustalić korzystniejszą cenę, a także zachować terminowość często procesy logistyczne zleca się podwykonawcom, w ramach tzw. outsourcingu, ponieważ może się okazać, że przedsiębiorstwa zewnętrzne posiadają lepiej opracowane procesy tego typu i jest

35 A. Niemczyk, *Zapasy i magazynowanie...*, s. 37–38.

wysoce prawdopodobne, że zrealizują je z większą starannością. Na etapie końcowym przedsiębiorstwo organizuje przez podmiot zewnętrzny transport i magazynowanie produktu w terminie, ilości oraz jakości, jakich wymaga ostateczny nabywca, biorąc pod uwagę również obsługę. Podstawowymi składnikami procesów logistycznych są³⁶:

- fizyczny przepływ dóbr rzeczowych;
- infrastruktura procesów logistycznych;
- koszty logistyczne;
- procesy informacyjno-decyzyjne;
- utrzymanie zapasów rzeczowych.

Całokształt procesów logistycznych mających miejsce w przedsiębiorstwie tworzy system logistyczny, który dzieli się na podsystemy, takie jak logistyka: zaopatrzenia, produkcji, dystrybucji, części zamiennych oraz powtórnego zagospodarowania. Logistyka zaopatrzenia zajmuje się działaniami z użyciem surowców, zarówno części, jak i materiałów eksploatacyjnych i pomocniczych. Logistyka produkcji skupia się na czynnościach związanych z zaopatrzeniem procesu produkcji w niezbędne i właściwe towary, jak również z doręczeniem do magazynu zbytu wyrobów gotowych i półproduktów. Logistyka dystrybucji to głównie procesy i działania polegające na zaopatrzeniu konsumenta w wyroby finalne. Logistyka części zamiennych ma za zadanie przetransportować od producenta do odbiorcy części, które w razie problemu mają zastąpić wadliwe elementy wyrobu gotowego. Logistyka powtórnego zagospodarowania pracuje zaś nad tym, aby przepływ odpadów był bardziej ekologiczny i ekonomiczny.

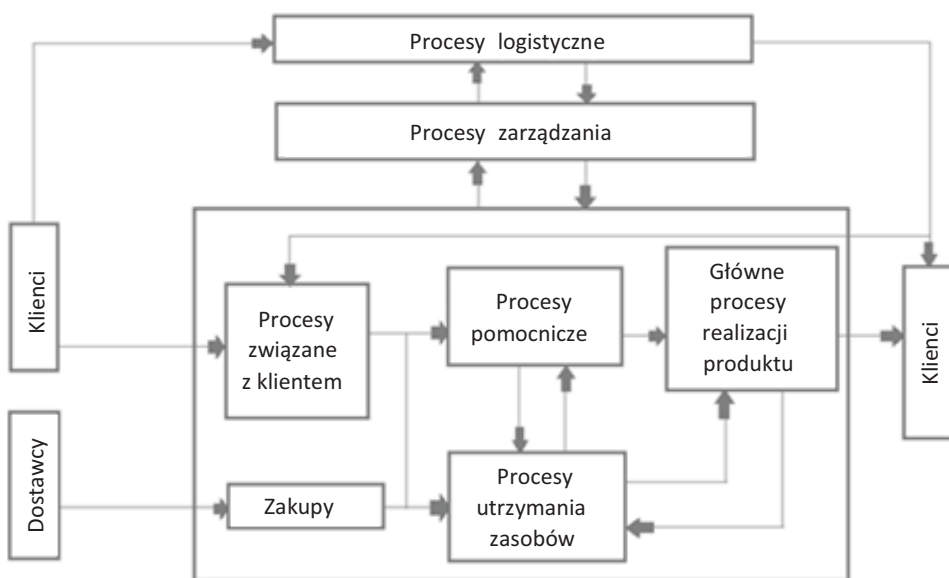
Przy wdrażaniu logistyki do przedsiębiorstwa najważniejszym krokiem jest zidentyfikowanie procesów (ilustracja 4). Ogólny podział obejmuje następujące procesy:

- 1) procesy główne, czyli inaczej podstawowe, kategoryzują działania związane technologicznie z procesem wytwarzania, przez co powstaje produkt. Składają się z³⁷:
 - operacji magazynowych,
 - operacji przeładunkowych,
 - operacji transportowych,
 - gospodarki materiałowej;
- 2) procesy zarządzania – ustalają cele strategiczne i sposób ich wykonania, a także dążą do nieustannego doskonalenia podstawowych procesów realizacji;
- 3) procesy pomocnicze – skupiają się na pomocy w procesie produkcji, np. dostawie surowców i półproduktów. Składają się z:
 - pakowania,
 - metkowania,

36 E. Gołemska (red.), *Kompendium wiedzy...*, wyd. 4, s. 24.

37 B. Słowiński, *Wprowadzenie...*, s. 24–27.

- znakowania,
 - opracowania zamówień,
 - przygotowania dokumentacji dotyczącej przewozu;
- 4) procesy utrzymania zapasów – dbają o to, aby zachować właściwy poziom ich jakości w procesach kontroli;
 - 5) procesy zakupu – ręczą za właściwą jakość i ilość dostarczanych surowców;
 - 6) procesy związane z klientami – wspierają właściwe podejście do klienta, a także szybką wymianę informacji;
 - 7) procesy logistyczne – pomagają w funkcjonowaniu całego systemu zarządzania, zmierzając przy tym do jak najwyższej efektywności i skuteczności. Przygotowują infrastrukturę procesów wymienionych w punkcie 1. i 2. oraz transportu, magazynowania, rachunkowości i finansów, a także controllingu.



Ilustracja 4. Zidentyfikowane procesy przy wdrażaniu logistyki do przedsiębiorstwa

Źródło: opracowanie własne na podstawie B. Słowiński, *Wprowadzenie do logistyki*, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2008, s. 25.

Według Krawczyka proces staje się logistyczny, kiedy pojawia się potrzeba skoordynowania go z innymi procesami. Planowanie procesów logistycznych odbywa się poprzez³⁸:

- dokładne określenie celów;
- identyfikację przedsięwzięć podlegających planowaniu;
- określenie zasobów niezbędnych do wykonania planu;

³⁸ S. Krawczyk, *Zarządzanie procesami...*, s. 26.

- rozpoznanie przyczyn warunkujących działalność;
- specyfikację problemów;
- wyznaczenie terminu realizacji;
- wybór wykonawców;
- ustalenie wartości oczekiwanych wyników.

Myśląc o planie, powinno się ustalić podstawowe cele i niezbędne środki służące jego wykonaniu, a także ukierunkować się na jego zrealizowanie. Zawsze mogą zająć jakieś nieprawidłowości i odchylenia od planów, w związku z czym warto zapewnić sobie rezerwę czasową. Nawet jeśli podczas konstruowania planu bierze się pod uwagę różne scenariusze i nie są podejmowane pochopne decyzje, to dane przedsiębiorstwo powinno być przygotowane na niespodzianki i poniesienie odpowiedzialności za swoje działania (i właśnie w takim przypadku może się przydać rezerwa)³⁹.

Procesy logistyczne można podzielić na poszczególne czynności. Jedną z nich jest transport. Dokonuje się tutaj wyboru rodzaju i sprzętu służącego do przemieszczania towarów, ustala poziom usług transportowych, definiuje się sieci przewozu, opracowuje harmonogram ruchu pojazdów oraz kontroluje stawki transportowe. Kolejną czynnością jest kształtowanie poziomu i struktury zapasów. Należy sformułować politykę zapasów, surowców, materiałów i wyrobów gotowych, opracować prognozy sprzedaży, a także określić struktury magazynowe, takie jak ilość i rozmiar, oraz wyznaczyć lokalizację magazynów. Trzeba także zadbać o logistyczną obsługę klienta, na którą składa się ustalenie zakresu potrzeb klientów i przewidywanie ich reakcji na system obsługi. Ostatnie czynności to magazynowanie (określa się tu zapotrzebowanie na powierzchnię magazynową, projektuje: rozmieszczenie zapasów, przyjmowanie wraz z kompletacją i wydawaniem materiałów), a także gospodarka opakowaniami ułatwiająca załadunek oraz transport dzięki wyborowi odpowiednich kartonów lub skrzyń⁴⁰.

W gospodarce magazynowej są realizowane procedury, które można podzielić na cztery podstawowe etapy⁴¹:

- 1) przyjmowanie towarów do magazynu;
- 2) składowanie towarów w magazynie;
- 3) kompletowanie towarów w magazynie;
- 4) wydawanie towarów z magazynu.

Przyjmowanie towarów do magazynu polega na ich wpływie i jest związane z porównaniem stanu faktycznego z dołączonymi do ładunku dokumentami (zgodnie z określonymi warunkami dostawy). Do tego celu jest przeznaczona odpowiednia strefa. **Przyjmowanie** to operacja związana z potwierdzeniem odbioru

39 S. Krawczyk, *Logistyka, teoria i praktyka*, cz. 2, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2011, s. 146.

40 S. Kauf, *Vademecum logistyki*, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2016, s. 27.

41 Z. Dudziński, M. Kizyn, *Vademecum gospodarki magazynowej*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 2002, s. 19.

towaru i przeniesieniem odpowiedzialności za towar z dostawcy na odbiorcę. Można wyróżnić dwa rodzaje przyjęcia towaru⁴²:

- 1) zewnętrzne – przyjmowane towary pochodzą od dostawcy zewnętrznego;
- 2) wewnętrzne – przyjmowane towary pochodzą od dostawcy wewnętrznego, z tego samego przedsiębiorstwa (np. działu produkcyjnego).

Przyjmowanie towaru wiąże się z takimi czynnościami, jak: wyładunek towaru ze środka transportu, sprawdzenie załączonej dokumentacji, segregacja towarów, kontrola ilościowa i jakościowa (w tym sprawdzanie zgodności ze złożonym zamówieniem), przygotowanie oraz przekazanie tychże towarów do strefy składowania. Przyjęcie towarów od dostawcy wewnętrznego odbywa się z wykorzystaniem środków transportu wewnętrznego i przebiega pomiędzy zaangażowanymi w ten proces, odpowiednimi komórkami. Podstawowe działania wykonywane przez magazyn podczas procedury przyjęcia to⁴³:

- weryfikacja dokumentacji;
- rozładunek przy pomocy dostępnych urządzeń, takich jak wózki widłowe i paleciaki;
- przyjęcie towaru i kontrola stanu fizycznego przesyłek;
- sortowanie towaru;
- przygotowanie towaru do składowania;
- przekazanie dostawy do części składowania.

W procesie przyjęcia towaru bardzo ważną rolę odgrywa kontrola jakości, podczas której sprawdza się ilość zadeklarowanego towaru, a także⁴⁴:

- ewentualne uszkodzenia towarów, kartonów, palet;
- zgodność towarów z wcześniej podanymi specyfikacjami logistycznymi i jakościowymi;
- temperaturę z trasy przewozu (jeśli transportowane towary wymagają takiej kontroli);
- temperaturę towarów (jeśli transportowane towary wymagają takiej kontroli);
- daty przydatności do spożycia.

Do magazynów są przyjmowane tylko dostawy zgodne z zamówieniami oraz z ustalonymi, przesyłanymi do przedsiębiorstwa danymi. W praktyce istnieją trzy warianty dostawy. **Pierwszy** z nich to dostawa zgodna z zamówieniem. W większości przedsiębiorstw odbywa się to na dokumencie WZ dostawcy. Coraz częściej potwierdzenia są wysyłane przez platformy informatyczne, np. EDI, które są połączone z systemami operacyjnymi dostawców. **Drugi** wariant to dostawa niezgodna z zamówieniem, czyli zawierająca wszelkie braki lub nadwyżki produktów, uszkodzenia i pomyłki. Tego typu błędy od razu odnotowuje się na dokumentach dostawy. Najczęściej nadwyżki towarów są zwracane do dostawcy i traktowane

42 S. Krzyżaniak, A. Niemczyk, J. Majewski, P. Andrzejczyk, *Organizacja i monitorowanie...*, s. 179.

43 G. Richards, *Zarządzanie logistyką magazynową*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2021, s. 64.

44 A. Szymonik, D. Chudzik, *Logistyka nowoczesnej gospodarki...*, s. 26.

jako błąd w zamówieniu mający wpływ na jakość obsługi. **Trzeci** wariant to reklamacje dostaw występujące w przypadku różnic ilościowych bądź jakościowych pomiędzy zamawianym a dostarczonym towarem. W każdym magazynie stosuje się wskaźniki do obliczania jakości pracy przy przyjmowaniu materiałów na stan; najczęściej wykorzystywanymi są⁴⁵:

- poziom realizacji zamówień – obliczany jako ilość kartonów dostarczanych w planowanym dniu dostawy do ilości kartonów zamawianych;
- terminowość dostaw – ilość dostaw do magazynu zgodnie z awizacją w stosunku do wszystkich dostaw.

Składowanie towaru w magazynie, czyli proces następujący bezpośrednio po przyjęciu towaru na magazyn, polegający na umieszczeniu towaru na dostępnej powierzchni lub przestrzeni składowej w uporządkowany sposób. **Składowanie** można określić jako zbiór czynności związanych z umieszczeniem zapasów w przestrzeni składowej magazynu (w urządzeniach do składowania, stosach itp.), w sposób usystematyzowany i uwzględniający właściwości fizyko-chemiczne składowanych zapasów oraz istniejące warunki składowania. Miejsce składowania ładunków nazywamy strefą składowania, w której realizowane są takie działania, jak⁴⁶:

- odbiór zapasów ze strefy przyjęć;
- rozmieszczenie towarów w strefie składowania z uwzględnieniem takich parametrów, jak: warunki przechowywania, technologia składowania, wymiary jednostek ładunkowych;
- składowanie zapasów zgodnie z wymogami;
- konserwacja zapasów i ich okresowa kontrola;
- przemieszczanie ładunków do strefy komplementacji lub strefy wydań.

W procesie składowania towarów można wyróżnić dwie metody. Pierwsza to metoda statyczna, nazywana również metodą stałych miejsc. Polega na przyporządkowaniu konkretnych lokacji magazynowych do poszczególnych asortymentów. Zalety takiego systemu to: łatwiejsza kontrola stanu magazynowego, brak konieczności korzystania z zaawansowanych systemów lokalizacji produktów, łatwość znalezienia asortymentu przypisanego tylko i wyłącznie do konkretnej lokalizacji. Druga to metoda dynamiczna, nazywana również metodą wolnych miejsc. Niewątpliwą zaletą tego systemu jest pełniejsze wykorzystanie przestrzeni magazynowej, wymaga jednak wsparcia systemu informatycznego w celu lokalizacji konkretnej jednostki ładunkowej. W magazynach przeładunkowych funkcja składowania lub przechowywania towaru ma charakter tymczasowy lub krótkookresowy; w rzeczywistości niektóre pozycje będą w obrocie od 24 do 48 godz. Przedsiębiorstwa często przetrzymują towary przez dłuższy okres. Dotyczy to zwłaszcza surowców i półfabrykatów, ponieważ mają niższą wartość, wiąże się z nimi mniejsze ryzyko, wymagają mniej zaawansowanych technologicznie

45 A. Niemczyk, *Zapasy i magazynowanie...*, s. 62–64.

46 Encyklopedia Zarządzania, *Fazy procesu magazynowania*, https://mfiles.pl/pl/index.php/Proces_magazynowania (dostęp: 20.04.2022).

obiektów magazynowych. Z praktyki wiadomo jednak, że dłuższe terminy magazynowania generują większe koszty, które można dzięki właściwemu planowaniu ograniczyć do minimum⁴⁷.

Kompletowanie towarów w magazynie to operacja polegająca na pobraniu towarów ze stanów lub urządzeń do składowania w celu utworzenia zbioru towaru zgodnie ze specyfikacją (asortymentową i ilościową) dla określonego odbiorcy, zwaną potocznie zamówieniem, które może być złożone poprzez⁴⁸:

- zintegrowany z klientem system informatyczny;
- wysłanie dokumentów zamówień mailem lub faxem;
- złożenie zamówienia przez Intranet w określonym formacie;
- elektroniczną wymianę danych EDI itp.

Kompletowanie odbywa się w miejscu lub poza miejscem składowania, w tzw. strefie kompletacji. Z pobranych z magazynu jednostek tworzy się odrębne jednostki ładunkowe zgodne ze specyfikacją asortymentu i ilościową dla danego odbiorcy. Faza ta w dużej mierze jest realizowana za pomocą czynności manualnych, a także zautomatyzowanych i zmechanizowanych. Czynności logistyczne wykonywane podczas kompletowania obejmują⁴⁹:

- odbiór ładunków ze strefy składowania;
- przygotowanie ładunków umożliwiające szybki i bezpośredni dostęp do pobieranych towarów;
- kompletowanie zamówień;
- nadzór nad wykonywanym zadaniem, sprawdzanie jego zgodności ze zleceniem;
- spakowanie ładunków w sposób pozwalający na przewóz towarów bez ryzyka ich uszkodzenia.

Poniżej zestawiono charakterystyki wiodących metod kompletacji towaru⁵⁰:

- metoda pierścieniowa – droga, którą przebywa pracownik w celu kompletacji zamówienia, zaczyna się i kończy w tym samym punkcie, ale powinna być wyznaczona z uwzględnieniem właściwości składowanych towarów;
- metoda gwiazdzista – zamówienia są dzielone na strefy gromadzenia. Rozróżnia się tu przygotowanie równoległe (zamówienia są częściowo przygotowywane w różnych strefach) oraz sekwencyjne (po przygotowaniu części zamówienia w jednej strefie, przekazuje się je do dalszej kompletacji w kolejnej strefie);
- metoda przelotowa – połączone jednostki ładunkowe są składowane na regałach przepływowych, a przygotowywanie zamówień odbywa się mechanicznie lub automatycznie;
- metoda kombinowana – wykorzystuje elementy wspomnianych wyżej metod. Polega na ciągłej cyrkulacji jednostek ładunkowych i pustych pojemników w dwóch oddzielnych pierścieniach w przeciwnym kierunku.

47 J.J. Coyle, E.J. Bardi, C.J. Langley Jr., *Zarządzanie...*, s. 332.

48 PN-84/N-01800 Gospodarka magazynowa – Terminologia podstawowa.

49 Encyklopedia Zarządzania, *Fazy procesu magazynowania*, https://mfiles.pl/pl/index.php/Proces_magazynowania (dostęp: 20.04.2022).

50 E. Gołemska (red.), *Kompendium wiedzy...*, wyd. 4, s. 86.

Na funkcjonowanie procesu magazynowania największy wpływ ma faza kompletacji; jej efektywna realizacja zależy od cech fizycznych ładunków (opakowanie, wymiary). Proces ten może się odbywać w strefie składowania lub w innym przeznaczonym do tego miejscu. Dobór towaru może być realizowany na dwa sposoby: zgodnie z zamówieniem lub według asortymentów. Pierwszy polega na przejściu takiej ścieżki kompletacji, która pozwoli na zebranie towaru pokrywającego jedno zamówienie. Drugi, dwustopniowy sposób polega na ustaleniu ścieżki kompletacji, pozwalającej na zebranie towaru ze wszystkich realizowanych przez danego pracownika zleceń, a następnie rozdzielenie ich na poszczególne zamówienia. Oba sposoby są realizowane według zasady „człowiek do towaru” – pracownik przemierza ścieżkę kompletacyjną i pobiera odpowiednie ilości towaru⁵¹.

Towar jest kompletowany na drodze wyznaczonej przez listę, terminal radiowy, technologię świetlną lub głosową oraz etykiety. Lista kompletacyjna to spis asortymentu, wraz z położeniem i ilością do pobrania. Kolejność pobieranych towarów jest ustalana według najkrótszej drogi pomiędzy poszczególnymi miejscami pobrania lub w drodze formowania jednostki ładunkowej (np. towary cięższe na dole). Realizacja zamówień przy pomocy terminala radiowego polega na pobieraniu towaru zgodnie z dyspozycjami pojawiającymi się na wyświetlaczu skanera. Pracownik potwierdza pobranie przez zeskanowanie kodu kreskowego i adresu lokalizacji, a następnie na terminalu wyświetla się kolejne miejsce pobrania towaru. Technologia świetlna wymaga zamontowania przy każdej lokalizacji lampki i wyświetlacza. Po pobraniu towaru i zeskanowaniu kodu kreskowego zamówienia lampka miga w następnej lokalizacji, a wyświetlacz pokazuje ilość towarów do pobrania. Naciskając przycisk przy wyświetlaczu, potwierdzamy pobranie towaru. Technologia głosowa pozwala na kompletację zamówienia poprzez wydawanie poleceń przez magazynowy system informatyczny i przetwarzanie ich na sygnał głosowy. Pracownik otrzymuje polecenia dzięki słuchawce, natomiast pobranie towaru potwierdza słownie za pomocą mikrofonu. Ostatnią opcją wydawania poleceń kompletacyjnych są etykiety. Każda pozycja do pobrania posiada tyle etykiet, ile należy pobrać towaru. Następnie na każdej sztuce jest naklejana odpowiednia etykieta, pozwalająca na identyfikację towaru⁵².

Wydawanie towarów to czynności związane z fizycznym wydaniem towarów z magazynu dla ustalonego odbiorcy wraz z potwierdzeniem ich odbioru⁵³. Podobnie jak w przypadku przyjęcia do magazynu, rozróżnia się wydania zewnętrzne oraz wewnętrzne, a więc występuje tu odbiorca zewnętrzny i wewnętrzny. Jest to ostatnie ogniwo w fazach procesu magazynowania, polegające na wydaniu towaru odbiorcy. Wydany towar może być jednostkami ładunkowymi powstałymi

51 A. Szymonik, D. Chudzik, *Logistyka nowoczesnej gospodarki...*, s. 91.

52 A. Niemczyk, *Zapasy i magazynowanie...*, s. 88–93.

53 PN-84/N-01800 Gospodarka magazynowa – Terminologia podstawowa.

w procesie kompletacji lub ładunkami wydanyymi w takiej formie, w jakiej zostały przyjęte do magazynu. Wydawanie odbywa się w specjalnie do tego przygotowanej strefie i obejmuje takie czynności, jak⁵⁴:

- przygotowanie jednostek transportowych;
- weryfikacja specyfiki wydanego towaru zgodnie z dokumentami wydania;
- załadunek towaru na przeznaczony do tego środek transportu.

Wydajny załadunek kontenerów i przyczep to dziś kwestia o kluczowym znaczeniu, zwłaszcza w warunkach stale rosnących cen paliwa. Niewykorzystana przestrzeń jest niewydajna i generuje koszty, dlatego tak ważna jest dobra organizacja całego procesu wydania i transportu. Wydajne załadowanie pojazdów i przyczep rozpoczyna się od wstępnego pakowania produktu. Przedsiębiorstwa muszą zagwarantować, że zewnętrzne opakowania ich produktów dopasują się rozmiarem do kształtu palet stosowanych w transporcie i składowaniu. Ideałem jest takie zaplanowanie opakowań zewnętrznych, aby nie wystawały poza paletę, jednocześnie redukując do minimum ilość niewykorzystanego miejsca. Muszą też być dostatecznie mocne, aby wytrzymać podróż do miejsca docelowego. Ładunki paletowe powinny zostać skonfigurowane w taki sposób, aby: zminimalizować prawdopodobieństwo uszkodzenia produktów, w pełni wykorzystać przestrzeń ładunkową, zapewnić stabilność ładunku oraz to, że konfiguracja będzie zaakceptowana w miejscu odbioru przesyłki. Dostępne na rynku programy pomagają nie tylko w konfiguracji palet, lecz także kontenera i przyczepy, a nawet pojedynczego kartonu. Te zaawansowane programy biorą pod uwagę jego kubaturę, jak również wagę i lokalizację w kontenerze. To ostatnie zapewnia łatwość rozładunku w punkcie odbioru, grupując wszystkie kartony tej samej linii produktowej obok siebie. Program zapewnia również umieszczenie lżejszych produktów nad cięższymi. Typowe przykłady to Cubemaster i CubeDesigner. Ciekawym rozwiązaniem, które dość często stosuje się w logistyce i pozwala znacznie zaoszczędzić czas, a często też zniwelować błędy, jest cross-docking. System ten zwiększa tempo przepustowości i zmniejsza ilość przechowywanych zapasów. Jest to proces, w którym produkty są przemieszczane bezpośrednio z punktu przyjęcia do punktu wysyłki. Zastępuje to potrzebę magazynowania produktu oraz wszystkie późniejsze operacje pobrania. W cross-dockingu jest niezbędne pełne wsparcie dostawców w zakresie dostarczania produktów. Obejmuje ono precyzyjne oznakowanie oraz przekazanie z wyprzedzeniem powiadomienia o wysyłce z podaniem dokładnego czasu dostawy. Cross-docking wymaga zastosowania systemów identyfikacyjnych produktu oraz wdrożenia procedur rozpoznania towaru i powiadomienia załogi⁵⁵.

Analizując procesy logistyczne zachodzące w przedsiębiorstwach, warto pochylić się nad jeszcze jednym zagadnieniem, a mianowicie ekologią. W dzisiejszych czasach jednym z największych wyzwań stojących przed

54 Encyklopedia Zarządzania, *Fazy procesu magazynowania*, https://mfiles.pl/pl/index.php/Proces_magazynowania (dostęp: 20.04.2022).

55 G. Richards, *Zarządzanie logistyką...*, s. 248–250.

przedsiębiorstwami jest nacisk na wdrażanie koncepcji zrównoważonego rozwoju. Koncepcji, na gruncie której przedsiębiorstwa, mając świadomość oddziaływania na środowisko, skupiają się na ograniczaniu wykorzystywania materiałów i surowców oraz zwiększaniu pozytywnego wkładu w życie społeczne. Zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 1400 organizacja powinna określić możliwości doskonalenia przydatności, adekwatności i skuteczności systemu zarządzania środowiskowego dla zapewnienia ciągłej poprawy środowiskowych efektów prowadzonej działalności⁵⁶.

Marta Starostka-Patyk zwraca uwagę na fakt, iż społeczeństwo, które posiada coraz wyższą świadomość w zakresie ochrony środowiska, wywiera nacisk na przedsiębiorstwa, oczekując od nich większego zaangażowania w tym zakresie. Zauważa również, że same przedsiębiorstwa dostrzegają możliwość zbudowania przewagi konkurencyjnej poprzez działania proekologiczne. Polegają one m.in. na zmniejszeniu zużycia energii, wydłużeniu cyklu życia produktu czy udziale w tworzeniu dobrobytu społecznego. Problemy gospodarowania odpadami znalazły się również w obszarze zainteresowania logistyków. Przestano postrzegać logistykę jedynie w aspekcie jednokierunkowego przepływu strumieni, czyli od pozyskania surowców do klienta końcowego. Oprócz terminu „ekologistyka” funkcjonują inne określenia na ten typ przepływu, a mianowicie: „logistyka odwrotna”, „logistyka odpadów” czy „logistyka powtórnego zagospodarowania”⁵⁷.

Ważnym działaniem w gospodarowaniu odpadami w magazynie, wspomagającym zarazem ekologię, jest przygotowanie odpowiednich warunków do gromadzenia i segregacji odpadów pochodzących ze zwrotów. Chodzi o zorganizowanie procesu zwrotów w taki sposób, aby możliwe było: przetworzenie produktu i jego sprzedaż na rynku wtórnym, przekształcenie zwracanych towarów w części zamienne, poddanie zwrotów recyklingowi lub ponowna sprzedaż zwrotów nieużywanych, selektywna zbiórka odpadów, kumulowanie zebranych odpadów (belowanie, zgniatanie, prasowanie itp.) oraz magazynowanie odpadów w celu ich dalszego zagospodarowania⁵⁸.

2.1.3. Najczęstsze problemy dotyczące magazynowania

Jednym z najczęściej występujących problemów, jakie są związane z procesami magazynowania, jest nieoptymalne (nieracjonalne, niepełne) wykorzystanie przestrzeni magazynowej. Może ono wynikać z wielu różnorodnych czynników.

56 E. Broniewicz, J. Godlewska, A. Lulewicz-Sas, R. Miłaszewski, *Ekonomia i zarządzanie w inżynierii środowiska*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2019, s. 79.

57 M. Starosta-Patyk, *Logistyka zwrotna produktów niepełnowartościowych w zarządzaniu przedsiębiorstwami produkcyjnymi*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2016, s. 14.

58 A. Szymonik, D. Chudzik, *Logistyka nowoczesnej gospodarki...*, s. 137.

W szczególności łączą się one z nieodpowiednim zaplanowaniem przestrzeni magazynowej, co skutkuje tym, że poszczególne palety, regały czy podkłady są rozmieszczone nieprawidłowo. Tego typu sytuacje utrudniają transport wewnątrz magazynu oraz ograniczają możliwość sprawnego i skutecznego rozłokowania poszczególnych towarów, a następnie ich pobierania w celu realizacji zamówień klientów⁵⁹.

Kwestia wymagań przestrzennych ściśle wiąże się z zagadnieniem podstawowych operacji magazynowych. Pierwszy etap przy określaniu zapotrzebowania na przestrzeń magazynową to opracowanie prognozy na produkty przedsiębiorstwa. Oznacza to konieczność oszacowania wolumenu sprzedaży w jednostkach dla danego okresu według kategorii produktów. Następnie przedsiębiorstwo musi określić wielkość zamówienia dla każdej pozycji, zwykle z pewnym odchyleniem uwzględniającym zapas bezpieczeństwa. W tym momencie podmiot gospodarczy może już oszacować podstawowe zapotrzebowanie na przestrzeń do składowania. Dodatkowo musi ustalić, jaką przestrzeń magazynową należy przeznaczyć na przejścia i pomieszczenia pomocnicze. Na ogół 1/3 łącznej przestrzeni magazynów przeznaczana jest na realizację funkcji niezwiązanych bezpośrednio ze składowaniem. Wiele przedsiębiorstw podejmuje decyzje związane z rozdysponowaniem przestrzeni magazynowej za pomocą symulacji komputerowej. Przestrzeń magazynowa jest także potrzebna do realizacji operacji związanych z transportem w systemie logistycznym – przyjmowaniem towaru i jego wysyłką. Choćby operacje te można wykonać w jednym miejscu, to najsprawniej będą przebiegały w dwóch odrębnych strefach. Rozpatrując ten rodzaj zapotrzebowania na przestrzeń, przedsiębiorstwo musi zdecydować, czy wydzielić przestrzeń przeładunkową poza budynkiem, czy też wyładowywać towary ze środków transportu bezpośredniego do magazynu. W związku z powyższym przedsiębiorstwo będzie zmuszone uwzględnić przestrzeń potrzebną do zawrócenia pojazdu samochodowego i – być może również – na sprzęt oraz składowanie palet. Ważne jest też wyznaczenie miejsca dla towarów oczekujących na transport i potrzebnego do łączenia przesyłek wiązanych. Rejon ten może w szczególności wymagać wygospodarowania stosownej przestrzeni do sprawdzania, liczenia i kontroli. Decydujące znaczenie w określaniu wielkości przestrzeni magazynowej w strefach przyjmowania i wysyłki będą miały rozmiary oraz liczba obrotów zapasów⁶⁰. Przykład schematu zapotrzebowania na przestrzeń magazynową przedstawiono na ilustracji 5.

59 T. Szczepanik, *Logistyczne aspekty magazynowania w przedsiębiorstwach na terenie województwa śląskiego*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej. Zarządzanie” 2012, nr 7, s. 114.

60 J.J. Coyle, E.J. Bardi, C.J. Langley Jr., *Zarządzanie...*, s. 322–324.



Ilustracja 5. Schemat zapotrzebowania na przestrzeń magazynową

Źródło: opracowanie własne na podstawie J.J. Coyle, E.J. Bardi, C.J. Langley Jr., *Zarządzanie logistyczne*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2010, s. 322–324.

W magazynach dystrybucji powstaje również zapotrzebowanie na przestrzeń do selekcjonowania i kompletowania towarów według zamówień. Wielkość tej przestrzeni zależy od wielkości zamówień i właściwości produktu, a także od sprzętu do manipulacji materiałami. Odpowiednie rozplanowanie tej przestrzeni w decydującym stopniu wpływa na sprawność realizacji operacji magazynowych i obsługi klienta. Przedsiębiorstwo powinno wykorzystywać przestrzeń przeznaczoną do składowania jak najbardziej efektywnie. Przestrzeń ta będzie bez wątpienia zajmowała największą część magazynu. Podobnie jak w przypadku strefy kompletacji, przedsiębiorstwo będzie musiało szczegółowo rozplanować przestrzeń do składowania. Po pierwsze, w wielu magazynach dystrybucji wydziela się przestrzeń do składowania zużytych opakowań. Po drugie, prace administracyjne z reguły wymagają przestrzeni biurowej. Po trzecie, potrzebna jest przestrzeń do różnych celów, np. miejsce do odpoczynku, bufet dla pracowników, pomieszczenia pomocnicze i szatnie. Wielkość przestrzeni do składowania zużytych opakowań będzie zależać od wielu zmiennych, np. przeciętnej ilości uszkodzonego towaru i konieczności przepakowania nieuszkodzonego towaru. Zapotrzebowanie na przestrzeń na bufet i szatnie będzie natomiast zależało od liczby zatrudnionych pracowników.

Dotychczas omówiono potrzeby związane z wykorzystaniem przestrzeni magazynowej, zaś poniżej umieszczono informacje dotyczące problemów rozplanowania tej przestrzeni. Jeśli to możliwe, należy wybierać obiekty jednokondygnacyjne, ponieważ zazwyczaj zapewniają one lepsze wykorzystanie przestrzeni w przeliczeniu na zainwestowany kapitał. Należy uwzględnić bezpośredni przepływ towarów do i z magazynu lub przemieszczanie produktów po linii prostej, celem uniknięcia zawracania i utrudnień w transporcie wewnętrznym. Odpowiedni sprzęt posłuży do podniesienia sprawności wykonywanych operacji związanych z manipulowaniem materiałami. Wdrożenie planu efektywnego składowania w magazynie umożliwi przedsiębiorstwu rozlokowanie towarów, a tym samym wpłynie na zminimalizowanie operacji magazynowych i pozwoli uniknąć błędnych rozwiązań w procesach magazynowych. Prawidłowe rozplanowanie polega także na zminimalizowaniu przestrzeni przeznaczonej na przejścia i ruch maszyn. Zaleca się zmaksymalizowanie wykorzystania wysokości budynku, czyli jego pełnej pojemności. Wymaga to zazwyczaj zintegrowania projektu z manipulacjami materiałami⁶¹.

W odniesieniu do stref przyjmowania i wysyłki ładunków przedsiębiorstwo będzie musiało określić, czy warto składować tam czasowo zapasy i sprzęt. Dodatkowo należy wziąć pod uwagę zapotrzebowanie na przestrzeń do manewrowania sprzętem służącym do manipulacji materiałami. Przedsiębiorstwo musi również rozważyć liczbę pomieszczeń, ich kształt i wielkość. Na tę ostatnią decyzję będą również wpływały zmienne, takie jak typ obsługującego działalność przewoźnika, cechy produktów i rodzaj sprzętu do manipulacji materiałami⁶².

W magazynie dystrybucji, w strefie kompletowania i przygotowywania towarów według zamówień, trwa niemalże ciągły ruch. Efektywne wykorzystanie pojemności obiektu jest trudne ze względu na konieczność umieszczenia poszczególnych pozycji zapasów w zasięgu pracowników kompletujących zamówienie. Chociaż problem ten można częściowo rozwiązać, wykorzystując sprzęt do manipulacji materiałami, nigdy nie da się wyeliminować tej kwestii całkowicie, ponieważ nieustanne prace wymagają zwiększania otwartej przestrzeni. Problem ów dotyczy⁶³:

- nadmiaru wolnego miejsca w magazynie, szczególnie jeśli taki stan utrzymuje się w dłuższym okresie (może to wynikać z nawyku układania towarów tylko do pewnej wysokości, czego skutkiem jest niewykorzystywanie całej objętości gniazda regałowego);
- niemożności przyjęcia nadsyłanych towarów z powodu braku miejsca w magazynie, co powoduje, że są one nierzadko upychane zupełnie przypadkowo, wśród sterty innych grup ładunków – rezultatem jest wymieszanie różnorodnych towarów;

61 A. Szymonik, D. Chudzik, *Logistyka nowoczesnej gospodarki...*, s. 24–32.

62 W. Połoz, R. Kozłowski, *Audyt wewnętrzny wybranych procesów logistyki na przykładzie przedsiębiorstwa produkcyjnego*, „Studia Ekonomiczne Regionu Łódzkiego” 2016, nr 23, s. 183–195.

63 B. Galińska, N. Smyczyńska, *Racjonalizacja przestrzeni magazynowej na przykładzie przedsiębiorstwa*, „Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2016, nr 6, s. 1340.

- rozlokowania towarów na nieodpowiednich regałach i paletach lub umieszczania ich bezpośrednio na podłodze, co może prowadzić do tego, że zajmują zbyt wiele miejsca.

Inny aspekt dotyczy nieodpowiedniego rozmieszczenia poszczególnych towarów, co powoduje, że dostęp do części asortymentu jest znacznie utrudniony. Może to wynikać ze stosowania metody wolnych miejsc składowania, czyli kierowania towarów tam, gdzie aktualnie jest wolne miejsce, zamiast brania pod uwagę racjonalnych przesłanek, w tym kolejności wydawania poszczególnych grup towarów. Nierzadką praktyką jest składowanie zarówno surowców przeznaczonych do produkcji, jak i wyrobów gotowych na tych samych regałach, co generuje problemy związane z tym, że wyroby gotowe mogą być pobierane szybciej niż surowce, tak więc dopiero po odsunięciu tych ostatnich staje się możliwe uzyskanie dostępu do takich wyrobów. Inna kwestia dotyczy starzenia się towarów, co jest widoczne zwłaszcza w odniesieniu do produktów odzieżowych. Jeśli w odpowiednim momencie nie dojdzie do wyprzedaży kolekcji, może ona niepotrzebnie zalegać w magazynie, uniemożliwiając skuteczne składowanie innych grup towarów⁶⁴.

Nieoptymalne wykorzystanie przestrzeni magazynowej można rozpatrywać, biorąc pod uwagę trzy podstawowe wymiary. Chodzi o długość, szerokość oraz wysokość magazynu, które to parametry składają się na tzw. środowisko pracy magazynu. Aby magazyn działał w pełni efektywnie i wypełniał wszelkie cele, jakie są przed nim stawiane, w tym wydatnie przyczyniał się do wzrostu jakości funkcjonowania przedsiębiorstwa poprzez koordynację popytu i podaży czy wspomaganie obszaru produkcji, istotne jest, by jego powierzchnia (w każdym ze wspomnianych wymiarów) była wypełniona zapasami w możliwe największym stopniu. Dlatego tak ważne jest stosowanie m.in. jak najwyższych regałów oraz specjalistycznego sprzętu, umożliwiającego umieszczanie na nich towarów – jeśli się tak nie postępuje, działa się nieracjonalnie w odniesieniu do wykorzystania przestrzeni magazynowej⁶⁵.

Taka nieracjonalność wynika często z tego, że w zasadzie każdy magazyn wymaga zupełnie odmiennych rozwiązań konstrukcyjnych czy technologicznych, które muszą zostać dostosowane do: specyfiki funkcjonowania danego przedsiębiorstwa i branży, w której ono działa, skali i rodzaju prowadzonej działalności, poziomu kooperacji z dostawcami czy detalistami, jak również lokalizacji (siedziby) magazynu. Podczas planowania magazynu nie jest więc możliwe opieranie się na uniwersalnych, z góry określonych standardach, gdyż w zasadzie w każdym przypadku organizacja przestrzeni magazynowej musi bazować na wielkości danego przedsiębiorstwa i jego potrzebach dotyczących przechowywania zapasów czy ich rotacji. Gdy czynniki te nie zostaną w odpowiednim stopniu uwzględnione, może dojść do niewykorzystywania dostępnej powierzchni magazynowej. Występowanie

64 J. Matczak, *Zarządzanie procesem rozlokowywania towarów w kontekście optymalizacji kosztowej przedsiębiorstwa*, „Logistyka” 2014, nr 6, s. 7152.

65 B. Galińska, N. Smyczyńska, *Racjonalizacja przestrzeni magazynowej...*, s. 1338.

problemu nieoptymalnego wykorzystania przestrzeni magazynowej można zidentyfikować za pomocą określonych wskaźników. Pierwszy spośród nich to wskaźnik wykorzystania powierzchni magazynowej, który jest ilorazem powierzchni składowej (jest to powierzchnia zajęta przez zapasy) oraz powierzchni głównej (powierzchnia składowa plus ta służąca do manipulowania towarami). Wskaźnik ten, jeśli zbliża się do 0, świadczy o złym wykorzystaniu powierzchni magazynowej. Należy dodać, że na wartość tego wskaźnika mają wpływ wielkość magazynu, sposób przechowywania zapasów oraz środki transportu wykorzystywane w pracy magazynu. Inne warte uwagi wskaźniki, których nieprawidłowe wartości mogą wskazywać na problemy z wykorzystaniem powierzchni magazynowej, to m.in.⁶⁶:

- wskaźnik wykorzystania powierzchni użytkowej magazynu – to iloraz pojemności składowej magazynu według planu zagospodarowania oraz pojemności użytkowej magazynu (obie wartości są liczone w m³); wskaźnik ten ukazuje efektywne obciążenie magazynu przy uwzględnieniu jego wysokości (jeśli wartość wskaźnika zbliża się do 0, świadczy to o nieoptymalnym wykorzystaniu przestrzeni magazynowej);
- wskaźnik wykorzystania wysokości magazynu – jest ilorazem rzeczywistej wysokości składowania i wysokości użytkowej, przy czym im mniejszą wartość wykazuje ten wskaźnik, tym większe są nieprawidłowości w zakresie wykorzystania powierzchni magazynowej.

Nieoptymalne wykorzystanie przestrzeni magazynowej może więc wynikać z różnorodnych czynników i prowadzić do wielu negatywnych skutków, m.in. trudności w dostępie do zapasów i związanych z tym strat finansowych oraz wizerunkowych przedsiębiorstwa. Dlatego tak ważne staje się szybkie zdiagnozowanie tego problemu, co jest możliwe za pomocą określonych wskaźników.

Kolejnym problemem uwidaczniającym się w trakcie realizacji procesów magazynowych jest nieprawidłowa i nieefektywna kompletacja towarów. Proces kompletacji jest wykonywany z opóźnieniem, co generuje straty czasowe oraz, będące ich bezpośrednią konsekwencją, straty finansowe, które wiążą się zarówno z mniejszą efektywnością działań pracowników, jak i możliwością powstania opóźnień w realizacji zamówień klientów i – tym samym – ich niezadowoleniem. Idealna sytuacja występuje wówczas, gdy w krótkim czasie jest możliwe pobieranie z magazynu stosunkowo dużej liczby towarów. Jeśli jednak tak nie jest, może to świadczyć o braku efektywności procesów kompletacyjnych. Problemy z tym związane mogą być powodowane przez⁶⁷:

- pobieranie towarów z niewłaściwych miejsc, na co wpływ może mieć nieodpowiednia organizacja składowanych towarów (w której nie występuje

66 A. Kiełbowski, T. Rokicki, *Ocena wykorzystania powierzchni magazynowej w przedsiębiorstwie zajmującym się sprzedażą bezpośrednią*, „Gospodarka Materialowa i Logistyka” 2015, nr 5, s. 12–17.

67 M. Odlanicka-Poczobutt, E. Brodnicka, *Symulacja skrócenia procesu kompletacji z wykorzystaniem karty przebiegu czynności na przykładzie wybranego marketu DIY*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Organizacja i Zarządzanie” 2017, nr 101, s. 358.

podział na poszczególne kategorie rodzajowe towarów) czy niedokładnie zrealizowana inwentaryzacja;

- pobieranie nieprawidłowej, czyli niezgodnej z zamówieniem ilości towarów – w tym wypadku przyczyną może być błąd ludzki, polegający na niewłaściwej identyfikacji numerów referencyjnych czy zamianie tych numerów w przypadku realizacji kilku zleceń równocześnie;
- pobieranie niewłaściwych towarów ze strefy składowania – może to być spowodowane brakami w oznaczeniu towarów czy nieodnotowywaniem zmian w systemie magazynowym, które dotyczą składowanych zapasów;
- nieefektywny układ magazynu, który powoduje, że transport towarów przeznaczonych do kompletacji odbywa się zbyt długo i napotyka na różne utrudnienia komunikacyjne.

Okoliczności takie mogą wynikać z braku powiązania pomiędzy dwoma integralnymi procesami, składającymi się na kompletację, czyli przepływem (przemieszczaniem) towarów oraz zarządzaniem i sterowaniem tym przepływem. Brak ten może być w szczególności implikowany niestosowaniem w ogóle lub stosowaniem nieadekwatnego czy przestarzałego systemu informatycznego, który powinien informować użytkowników o miejscach, w których znajdują się dane towary, a także o aktualnych potrzebach wynikających z zamówień klientów⁶⁸.

Przyczyną nieefektywnego procesu kompletacji towarów może być również nieprawidłowe wykorzystywanie sposobów przemieszczania towarów, które są określane jako „człowiek do towaru” (pracownik magazynu realizuje czynności kompletacyjne w miejscu składowania towarów) oraz „towar do człowieka” (poszczególne towary są dostarczane pracownikowi na stanowisko kompletacyjne, znajdujące się w strefie kompletacji). Na przykład system „człowiek do towaru” nie powinien być wykorzystywany w przypadku kompletacji wielostopniowej, w której – ze względu na dużą liczbę towarów składowanych w magazynie i sporą skalę sprzedaży – poszczególne grupy tych towarów powinny być jednocześnie transportowane do stanowisk kompletacyjnych, gdzie dochodzi do ich podziału na konkretne zlecenia i ostatecznego skompletowania. Jeśli więc w ramach kompletacji wielostopniowej zostanie zastosowana zasada „człowiek do towaru”, może to wprowadzić spory chaos organizacyjny i wywołać znaczne opóźnienia w realizacji zleceń⁶⁹.

Warto zaznaczyć, że na kompletację składają się różnorodne czynności. Biorąc pod uwagę czas ich trwania, największe znaczenie mają operacje dotyczące przemieszczania się pracowników czy wózków widłowych w celu wykonania kompletacji w miejscu składowania towarów bądź pobrania określonych towarów i ich dostarczenia do stanowisk kompletacyjnych. Operacje te zajmują bowiem aż 55% czasu trwania kompletacji. W przypadku dokumentowania odsetek ten wynosi 20%, szukania towarów – 15%, a pobierania towarów – 10%⁷⁰.

68 M. Kizyn, *Problemy w kompletacji w procesach magazynowych*, „Logistyka” 2006, nr 2, s. 51.

69 J. Matczak, *Zarządzanie procesem rozłokowywania...*, s. 7153.

70 K. Dmytrów, *Procedura kompletacji zakładająca oczyszczanie lokalizacji*, „Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania Uniwersytetu Szczecińskiego” 2013, nr 2, s. 29.

W zasadzie na każdym etapie kompletacji mogą ujawnić się określone nieprawidłowości i problemy, które w ostateczności będą prowadziły do tego, że kompletacja ta nie zostanie wykonana w pełni efektywnie. W przypadku przemieszczania się chodzi m.in. o wszelkie utrudnienia komunikacyjne, jakie mogą być widoczne w ramach magazynu i wynikać np. z jednoczesnego używania przez pracowników zbyt wielu środków transportowych, co powoduje, że wzajemnie się one blokują, a także nieprawidłowego rozmieszczenia poszczególnych stref magazynowych, skutkującego tym, że ruch pomiędzy nimi nie jest płynny. Jeśli chodzi o dokumentowanie, to błędy mogą dotyczyć wprowadzenia nieprawidłowych danych i konieczności ich skorygowania (ryzyko z tym związane wzrasta, gdy dane są wprowadzane do komputera w sposób ręczny), co wydłuża czas całej kompletacji. Szczególnie negatywne skutki takie błędy mają wówczas, gdy dotyczą nieprawidłowych informacji dotyczących liczby towarów przeznaczonych do kompletacji, czyli np. pobrania zbyt małej ilości tych towarów – w tym wypadku zaistnieje potrzeba dokonania uzupełnienia, czyli powtórzenia procedury kompletacji. Natomiast w odniesieniu do czynności związanych z szukaniem i pobieraniem towarów można wspomnieć o problemach dotyczących utrudnionego dostępu do określonych grup zapasów lub ich wymieszania ze sobą, co uniemożliwia szybkie odnalezienie. Może to być skutkiem stosowania nieprawidłowych metod składowania zapasów. Nierzadko może zaistnieć sytuacja, w której opisane powyżej problemy, dotyczące transportu, dokumentowania, szukania oraz pobierania towarów, kumulują się, co znacznie utrudnia zapewnienie skuteczności w ramach procesów kompletacyjnych.

Podobnie jak w przypadku problemów dotyczących nieoptymalnego wykorzystania powierzchni magazynowej, identyfikacja nieefektywnej kompletacji towarów może dokonać się na podstawie zgromadzenia informacji na temat wartości określonych wskaźników. W tym zakresie największe znaczenie mają wskaźniki dotyczące wydajności i poprawności kompletacji. Wydajność procesów kompletacyjnych jest wyznaczana jako iloraz liczby skompletowanych pozycji (w sztukach) oraz sumy liczby pracowników i nominalnego czasu pracy (w godzinach). Wskaźnik ten, jeśli jest niski, świadczy o tym, że nie jest możliwe skompletowanie zbyt wielu towarów w stosunkowo niewielkim przedziale czasowym. Inny wskaźnik dotyczy poprawności kompletacji – to iloraz liczby pozycji skompletowanych poprawnie oraz liczby ogólnie skompletowanych pozycji. Jeśli jego wartość odbiega znacznie od 100%, to trzeba przyjąć, że w danym magazynie procesy kompletacyjne są nieefektywne, co prowadzi do niemożności realizacji wszystkich zamówień we wskazanym terminie⁷¹.

Nieprawidłowa kompletacja towarów może negatywnie wpływać na funkcjonowanie magazynu. Problemy mogą wynikać ze stosowania nieadekwatnych sposobów przemieszczania towarów czy utrudnień komunikacyjnych występujących

71 A. Lorenc, *Wpływ metody klasyfikacji produktów na efektywność transportu wewnątrzmagazynowego*, praca doktorska, Politechnika Krakowska, Kraków 2016, s. 64.

w przestrzeni magazynowej. Skutkuje to opóźnieniami w realizacji zamówień i niezadowoleniem klientów. Jednym z najczęstszych problemów dotyczących funkcjonowania magazynu są również niedokładne stany magazynowe. Uwidacznia się to wówczas, gdy pracownik, który chce pobrać dany towar, nie jest w stanie tego zrobić, gdyż towaru tego nie ma w danym miejscu, choć system informuje o jego istnieniu. Taka sytuacja może zaistnieć wówczas, gdy towar został już pobrany przez innego pracownika lub przeniesiony w inne miejsce, ale tego faktu nie odnotowano w systemie. Problem niedokładnych stanów magazynowych jest więc zwykle spowodowany przez błąd ludzki, który może wynikać z braku odpowiedniego przeszkolenia pracowników w zakresie obsługi technologii pozwalających na śledzenie i aktualizowanie stanów magazynowych, ze zmęczenia i roztargnienia pracowników lub zbyt szybkiego tempa pracy, które zostało im narzucone. By magazyn mógł działać w pełni efektywnie, niezbędne jest poprawne funkcjonowanie systemu informatycznego, dzięki któremu będą stale gromadzone dane dotyczące stanów magazynowych, czyli ilości zapasów, jakie znajdują się w magazynie, i do których dostęp w czasie rzeczywistym będą mieli poszczególni pracownicy odpowiedzialni za realizację procesów magazynowych. Jeśli w przedsiębiorstwie taki system nie funkcjonuje, mogą pojawić się duże trudności w lokalizowaniu poszczególnych grup towarów, a tym samym w ich kompletowaniu i wysyłaniu do odbiorców. Ponadto zapasy mogą być transportowane do niewłaściwych miejsc.

W wielu przedsiębiorstwach wprowadzie są używane takie systemy, jednak wszelkie dane, jakie są gromadzone w ich ramach, wprowadza się ręcznie, a nie przy wykorzystaniu skanerów; pracownicy magazynu wpisują do komputera za pomocą klawiatury dane, które otrzymali w związku z koniecznością realizacji zamówienia. Podobnie wygląda to w przypadku wydania towaru z magazynu, a w niektórych przedsiębiorstwach nawet inwentaryzacja jest przeprowadzana ręcznie. Problem ten wpływa mocno na poprawne funkcjonowanie gospodarki magazynowej, gdyż implikuje trudności związane z nieterminową obsługą poszczególnych zamówień i utratą czasu przez pracowników magazynowych⁷².

W wielu przedsiębiorstwach częstym problemem jest brak stałej kontroli poziomu zapasów. Ma to szczególnie negatywne konsekwencje, gdy okazuje się, że w magazynie brakuje towarów, które w sposób natychmiastowy należy wysłać do określonych klientów. Sytuacja taka może wynikać z nieweryfikowania czy nawet niewyznaczania poziomu zapasu alarmowego (bezpieczeństwa), czyli takiego, który chroni przedsiębiorstwo przed różnymi zagrożeniami, jakie pojawiają się w jego otoczeniu. Dotyczy to m.in. nagłych wahań popytu czy opóźnień, jakie mogą wynikać z problemów uwidaczniających się u dostawców. Brak kontroli w odniesieniu do poziomu zapasów może być więc jednym z czynników, który wpływa na niemożność dokładnego zweryfikowania stanów magazynowych i tym

72 A. Dybała, *Optymalizacja logistycznych procesów magazynowych na podstawie przedsiębiorstwa XYZ*, [w:] A. Fajczak-Kowalska (red.), *Technologie i nowe trendy w zarządzaniu a rozwój sektora TSL. Wybrane problemy ekonomii, informatyki i zarządzania*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2020, s. 61.

samym realizacji skutecznej strategii odpowiadania na potrzeby klientów. Warto zauważyć, że problem niedokładnych stanów magazynowych można odnieść również do zbyt wysokich stanów. Nierzadko dla przedsiębiorstwa spore trudności mogą generować zbyt duże stany magazynowe, które wynikają z braku kontroli nad nimi czy niewykorzystywania nowoczesnego systemu informatycznego. Identyfikacja i weryfikacja problemu niedokładnych stanów magazynowych nie należy do prostych zadań, gdyż zazwyczaj dochodzi do tego wówczas, gdy dany towar nie znajduje się na przypisanym mu miejscu, czyli kiedy jest już za późno na szybką i skuteczną reakcję. Można jednak podjąć pewne działania zaradcze, mające na celu zneutralizowanie ryzyka pojawienia się takiego problemu (np. bezpośrednia weryfikacja ze strony pracowników). Niedokładne stany magazynowe to dość częsty problem wielu przedsiębiorstw. Problem ten zwykle jest identyfikowany zupełnie przypadkowo, czyli gdy pracownik próbuje pobrać konkretny produkt, ale w miejscu, w którym powinien on się znajdować, nie ma go. Sytuacja ta może wynikać z błędów i niedopatrzeń ze strony pracowników magazynu, choć często również łączy się z brakiem odpowiedniej kontroli poziomu zapasów oraz brakiem nowoczesnych systemów informatycznych (dane są wprowadzane ręcznie do komputera, co wzmacnia ryzyko pomyłek). Omawiany problem może mieć negatywne skutki dla przedsiębiorstwa, włącznie z utratą cennego czasu na poszukiwanie towarów oraz niezadowoleniem klientów w związku z opóźnieniami w realizacji poszczególnych zamówień.

Częstym problem występującym w procesie magazynowania jest również uszkodzenie produktów. Terminem tym obejmuje się każdy przypadek obniżenia walorów jakościowych wyrobów. Uszkodzenia mogą polegać w szczególności na pojawianiu się rys czy przebarwień, utracie jedności produktów lub charakterystycznych dla nich właściwości⁷³. Uszkodzenia towarów, które są składowane w magazynie, mogą wynikać z różnorodnych czynników wpływających na stan zapasów. Czynniki takie obejmują⁷⁴:

- nieprzestrzeganie ustalonych reguł składowania poszczególnych towarów według określonych kryteriów, w tym pod względem ich rodzaju (np. towary spożywcze, chemiczne itd.) oraz wagi czy wymiaru – może to dotyczyć umieszczania towarów na nieodpowiednich regałach i paletach, nieuwzględniania maksymalnych obciążeń tych regałów, jak również nakładania zbyt wielu produktów na inne;
- niezapewnienie właściwych warunków związanych z konserwacją produktów, w tym ich wietrzeniem, czyszczeniem czy dezynfekcją;
- dopuszczenie do możliwości stykania się ze sobą produktów, które – na skutek posiadania określonych właściwości fizyko-chemicznych i w wyniku

73 T. Nowakowski, *Problematyka niezawodności procesów logistycznych. Proces magazynowania*, „Zeszyty Naukowe Międzynarodowej Wyższej Szkoły Logistyki i Transportu we Wrocławiu. Logistyka i Transport” 2007, nr 1, s. 66.

74 E. Kempa, *Ryzyko występujące w funkcjonowaniu magazynu wyrobów gotowych*, „Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2013, nr 3, s. 1041.

wzajemnej reakcji pomiędzy sobą – mogą doprowadzić nawet do wybuchu pożaru;

- nieprzestrzeganie reguł BHP.

Kiedy wystąpią takie czynniki, istnieje duże ryzyko uszkodzenia produktów. Może ono być jeszcze potęgowane poprzez fakt użytkowania nieadekwatnych względem rodzaju składowanych towarów urządzeń i maszyn, które służą do umieszczania produktów na regałach, transportu czy kompletacji. Inny czynnik jest związany z nieostrożnym obchodzeniem się z towarami przez pracowników – w wyniku przypadkowego upuszczenia czy zarysowania jakiegoś towaru może dojść do sytuacji, w której nie będzie on mógł zostać wydany klientowi, co spowoduje konkretne straty finansowe dla przedsiębiorstwa. W tym kontekście warto wspomnieć, że w wielu magazynach problemem może być brak przeszkolenia pracowników w odniesieniu do sposobu postępowania z zapasami. Uszkodzenie może zostać wywołane także przepełnieniem magazynu – zbyt duże nagromadzenie różnorodnych towarów może powodować spadanie niektórych na ziemię czy zgniatanie tych, jakie znajdują się najniżej. Trzeba w tym miejscu powiedzieć o nieadekwatnym zabezpieczeniu magazynu (np. przed możliwością wywołania pożaru czy powodzi) – ogień lub woda mogą doprowadzić do uszkodzenia dużej liczby składowanych towarów i tym samym poniesienia przez przedsiębiorstwo strat finansowych⁷⁵.

Uszkodzenia produktów przechowywanych w magazynie mogą być spowodowane również wszelkimi nieprawidłowościami konstrukcyjnymi. W tym względzie określone zagrożenia dla tych produktów mogą powstawać w wyniku braku ognioodporności magazynów czy niewyposażenia ich w instalację przeciwpożarową, odgromową, klimatyczną czy centralnego ogrzewania, jak również niskiej odporności podłóg na uszkodzenia mechaniczne, co może prowadzić do ich odkształcania się i powstawania nierówności mogących stanowić przyczynę upadku wielu produktów podczas transportu. Inne nieprawidłowości związane z konstrukcją magazynów i ich wyposażeniem, które mogą wpływać na uszkodzenia produktów, to⁷⁶:

- stosowanie regałów niezgodnie z ich przeznaczeniem – m.in. brak stężeń usztywniających czy niewłaściwa nośność gniazd oraz całych segmentów magazynowych;
- niewłaściwy montaż regałów, a więc bez uwzględnienia projektu czy dokumentacji technicznej – nieprawidłowe zakotwienie słupów nośnych czy rozluźnienie połączeń śrubowych i zatraskowych, które może prowadzić do wypadania elementów konstrukcyjnych regałów;
- umiejscowienie regałów na niestabilnym podłożu, co może wpływać na ich przechyłanie się;

75 M. Sikora, W. Bojar, G. Dzieża, K. Radecka, A. Mikołajczyk, *Ewolucyjne podejście w usprawnianiu procesów magazynowych w działalności produkcyjnej Philips Lightning Poland w Pile*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Organizacja i Zarządzanie” 2016, nr 99, s. 445.

76 K. Myrcha, *Problemy bezpieczeństwa i higieny pracy w magazynach*, „Mechanik” 2013, nr 7, s. 498–499.

- osłabianie konstrukcji regałów poprzez uderzanie w nie np. podczas transportu i manewrowania wózkami widłowymi czy układania towarów na regałach;
- brak elementów ochronnych w słupach nośnych regałów;
- umieszczanie na regałach substancji i produktów, które osłabiają konstrukcję i elementy nośne;
- stosowanie regałów zdeformowanych i skorodowanych;
- brak odpowiedniego rozplanowania ruchu w strefach magazynowych, czego skutkiem jest zastawianie ciągów komunikacyjnych czy niezachowanie przejść i dojazdów;
- stosowanie urządzeń transportowych niepoprawnych technicznie;
- wykorzystywanie uszkodzonych, dziurawych palet;
- zawieszanie na regałach dodatkowych, niepotrzebnych obciążeń, takich jak przewody elektryczne;
- brak odpowiedniego zabezpieczenia wszelkich elementów ostrych;
- stosowanie nieodpowiednich środków ochrony indywidualnej;
- wykorzystywanie niewłaściwych opakowań transportowych i zbiorczych, co ma szczególnie znaczenie w przypadku substancji aktywnych chemicznie;
- nieprzeprowadzanie okresowych kontroli poszczególnych elementów konstrukcyjnych magazynów.

Należy podkreślić, że do uszkodzeń produktów może dojść nie tylko na magazynie, podczas realizacji czynności manipulacyjnych czy transportowych. Uszkodzenia mogą bowiem powstać także z winy dostawcy. Nierzadko zdarza się, że tego rodzaju uszkodzenia są wykrywane dopiero przez klientów podczas odbioru towaru (może to wiązać się z niedokładną kontrolą podczas przyjmowania towaru), co ma negatywne konsekwencje dla przedsiębiorstwa, związane z koniecznością wymiany wadliwego produktu lub zwrotu kwoty zapłaconej przez klienta, a także niezadowolaniem nabywcy i utratą zaufania do sprzedawcy⁷⁷.

Wiele towarów przechowywanych w magazynie wymaga szczególnej uwagi. Dotyczy to m.in. produktów spożywczych, którym nierzadko nie zapewnia się wymaganych warunków, związanych z temperaturą czy wilgotnością, co powoduje ich zepsucie i tym samym niemożność sprzedaży klientom. Warto wspomnieć tutaj również o towarach niebezpiecznych, których nieprawidłowe przechowywanie może doprowadzić nawet do pożaru czy zalania magazynu szkodliwymi substancjami. Inny przykład dotyczy produktów elektronicznych – ich poszczególne komponenty mogą zepsuć się w wyniku zalania, zbyt dużych wahań temperatury czy nałożenia na nie nadmiernej ilości innych, znacznie cięższych wyrobów. Warto zauważyć, że wszelkie uszkodzenia produktów, nawet te najdrobniejsze, prowadzą do konkretnych strat finansowych przedsiębiorstwa. Są one związane z utratą wartości przez te produkty czy koniecznością ich wymiany na inne, co wymaga poniesienia kosztów wysyłki do klienta.

77 T. Nowakowski, *Problematyka niezawodności procesów...*, s. 66.

Należy podkreślić, że zapasy uszkodzone, a tym samym nieużyteczne, są zaliczane do kategorii zapasów niepełnowartościowych, określanych również jako „martwe” (*dead stock*), niechodliwe czy trudno zbywalne, które stanowią część zapasu nierotującego (nieobrotowego). Zapas martwy nie wnosi żadnej wartości dla przedsiębiorstwa, a jedynie powoduje zwiększenie kosztów utrzymania zapasów. Dlatego tak ważne jest, aby w każdym magazynie w możliwie najmniejszym stopniu dochodziło do uszkodzeń produktów, gdyż w ich wyniku efektywność pracy magazynu znacznie spada⁷⁸.

Na skuteczność gospodarki magazynowej może wpływać również nieprawidłowe oznakowanie produktów. Wiązą się z tym różnorodne wymogi, których niewypełnienie może skutkować wieloma negatywnymi zdarzeniami. Wymogi te dotyczą przede wszystkim standaryzacji procesu znakowania – wszelkie używane symbole powinny mieć jednolity charakter, a urządzenia służące do znakowania i odczytu danych muszą działać w jednym systemie informatycznym. Co więcej, pożądane jest, aby przedsiębiorstwo nie wykorzystywało wewnętrznych sposobów znakowania, lecz opierało się na rozwiązaniach, które są zintegrowane z systemami użytkowymi przez pozostałych uczestników łańcuchów dostaw, w tym szczególnie dostawców i dystrybutorów. Ważna jest więc standaryzacja znakowania produktów na poziomie wykraczającym poza dane przedsiębiorstwo. Jeśli nie występuje taka standaryzacja, może to prowadzić do wielu nieprawidłowości w zakresie znakowania produktów⁷⁹.

Ponadto warto zauważyć, że względem poszczególnych towarów istnieją określone zasady, dotyczące ich znakowania, które bezwzględnie muszą być przestrzegane przez pracowników magazynu. Odnosi się to m.in. do produktów spożywczych. W ich przypadku prawidłowe oznakowanie jest szczególnie istotne, gdyż wszelkie odstępstwa od zasad z tym związanych mogą powodować straty finansowe, które łączą się z możliwością zepsucia się poszczególnych produktów. Należy zaznaczyć, że wyroby spożywcze mają różnorodne terminy przydatności do spożycia, i jeśli są one nieodpowiednio oznakowane, może to prowadzić do chaosu wynikającego z niemożności utrzymania prawidłowej rotacji magazynowej⁸⁰.

Odnosząc się do problematyki związanej z niewłaściwym oznakowaniem produktów, nie można pominąć również kwestii dotyczących możliwości zamazania czy całkowitego zniszczenia symboli, jakie znajdują się na poszczególnych produktach. Niebezpieczeństwo z tym związane może wynikać z nadmiernych zabrudzeń (braku dbałości o odpowiednią czystość w magazynie), jak również z nieprawidłowej temperatury czy zbyt dużego poziomu wilgotności. Wszelkie tego typu

78 R. Kozłowski, K. Wiśniewska, *Zarządzanie zapasami w małym przedsiębiorstwie handlowym branży odzieżowej*, [w:] S. Lachiewicz, M. Matejun (red.), *Problemy współczesnej praktyki zarządzania*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2007, s. 44.

79 E. Kempa, *Bezpieczeństwo procesów magazynowych z wykorzystaniem metod WMS oraz RFID*, „Logistyka” 2014, nr 5, s. 60.

80 T. Borowy, D. Biskup, *Wymagania techniczne w zakresie magazynowania żywności*, „Nowoczesne Hale” 2014, nr 5, s. 72.

czynniki mogą negatywnie wpływać na widoczność poszczególnych symboli, co może generować trudności z ich właściwym odczytaniem⁸¹.

Niewłaściwe oznakowanie produktów znajdujących się na magazynie prowadzi albo do niemożności ich odnalezienia przez pracowników, albo pomylenia ich z innymi wyrobami, co tym samym wpływa na skuteczność realizowania zamówień klientów. Błędy w znakowaniu produktów powodują również niezgodność pomiędzy zadeklarowanym a rzeczywistym stanem zapasów, co może dodatkowo wpływać na brak terminowości w realizacji zamówień. Warto podkreślić, że opisywane tu problemy, wynikające ze złego oznakowania produktów na magazynie, są uznawane za zagrożenia o charakterze organizacyjnym, czyli takie, które mogą mieć kluczowy wpływ na funkcjonowanie przedsiębiorstwa i jego sytuację rynkową⁸².

Można wskazać na kilka podstawowych przyczyn nieprawidłowego oznakowania produktów. Co istotne, w dużej mierze są one udziałem producentów, a nie pracowników magazynowych – na magazyn są dostarczane produkty i opakowania zbiorcze z błędnymi kodami, co może potęgować trudności w efektywnej realizacji procesów magazynowych. Wśród wspomnianych przyczyn należy wymienić⁸³:

- brak różnic w oznakowaniu pomiędzy produktami przeznaczonymi do sprzedaży oraz dołączanymi do nich gratisami, w tym różnorodnymi próbkami, które znajdują się w opakowaniach zbiorczych;
- dodawanie takich samych symboli dla produktów, w których doszło do zmiany gramatury netto czy określonych składników (np. zmiana smaku konfitury);
- pozostawianie tych samych symboli w przypadku zmiany zadeklarowanej liczby produktów w opakowaniu zbiorczym;
- przypisywanie tych samych symboli do różnych produktów (np. ta sama kategoria słodczy, a trzy różne smaki).

W przypadku magazynu znakowanie produktów nie ogranicza się tylko do tych aspektów, które wiążą się z oznaczeniem samych zapasów, czyli jednostek magazynowych. Dla ich skutecznej identyfikacji, poza symbolami kodów wyrobów, istotne znaczenie mają bowiem również symbole kodów lokalizacyjnych, czyli miejsc, w których są składowane wyroby. Należy tutaj przede wszystkim wspomnieć o oznakowaniu regałów magazynowych i miejsc paletowych. W sytuacji gdy oznakowanie takie jest nieprawidłowe, czyli nie zawiera wszystkich

81 M. Zakrzewski, *Automatyzacja procesów znakowania i identyfikacji produktów a efektywność czasowo-kosztowa przedsiębiorstwa produkcyjnego – studium przypadku*, „Academy of Management” 2019, nr 3, s. 126.

82 J. Rut, T. Wołczański, *Logistyka i bezpieczeństwo w procesie magazynowania*, „Logistyka” 2015, nr 6, s. 884.

83 H. Walczak, *Błędy w kodowaniu produktów z perspektywy sieci handlowych*, <https://logistyka.net.pl/bank-wiedzy/item/89933-bledy-w-kodowaniu-produktow-z-perspektywy-sieci-handlowych> (dostęp: 20.04.2022).

niezbędnych informacji, bądź oznakowania takiego w ogóle nie ma na magazynie, mogą się pojawić istotne trudności w zakresie transportowania produktów do i z miejsc składowania, a tym samym może się zmniejszyć efektywność całego procesu magazynowania. Warto w tym miejscu zwrócić uwagę na fakt, że zastosowane w danym obiekcie magazynowym oznakowanie powinno być zrozumiałe dla wszystkich pracowników. Służyć temu może przeprowadzenie szkoleń, podczas których pracownicy dowiedzą się, w jaki sposób odczytywać poszczególne symbole, jak posługiwać się urządzeniami, które są do tego przeznaczone, i jak wprowadzać dane pozwalające na znakowanie wyrobów. W przypadku braku takich szkoleń pracownicy mogą popełniać liczne błędy w zakresie znakowania produktów, co spowoduje spore utrudnienia dotyczące prawidłowego odczytywania symboli⁸⁴.

2.2. Infrastruktura magazynowa i transportowa jako niezbędny komponent systemu logistycznego

2.2.1. Podział budowli magazynowych

Infrastruktura magazynowa to grupa obiektów i urządzeń umożliwiających prawidłowe funkcjonowanie magazynowania produktów w ramach realizowanych procesów logistycznych. Tworzą ją budowle i urządzenia magazynowe. Budowla magazynowa jest konstrukcją inżynierską, zaprojektowaną i wykonaną w sposób, który spełnia wymogi techniczne, warunki dotyczące sprawnego i bezpiecznego wykonywania czynności procesu magazynowania, a także zabezpiecza przechowywanie towarów⁸⁵.

Powierzchnie magazynowe w zależności od przeznaczenia i funkcji, jakie pełnią, można podzielić na trzy grupy⁸⁶:

- 1) magazyny *sensu stricto* – korzystanie z nich wynika z potrzeby utrzymania zapasów w fazie zaopatrzenia, produkcji lub dystrybucji. Są to magazyny wysokiego i niskiego składowania, w tym także magazyny specjalizowane, takie jak: chłodnie, silosy czy składy celne;
- 2) magazyny spedycyjne, przepływowe, służące głównie do przeładunku i krótkookresowego składowania;

84 I. Kudelska, *Metoda wyboru zmiennych miejsc składowania w magazynie*, praca doktorska, Politechnika Poznańska, Poznań 2016, s. 24.

85 M. Fertsch, *Słownik terminologii...*, s. 25–27.

86 Z. Dudziński, M. Kizyn, *Vademecum gospodarki magazynowej*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 2002, s. 23.

- 3) magazyny jednocześnie realizujące zadania charakterystyczne dla obu wymienionych grup.

Klasyfikację budowli magazynowych określono w normie PN-81/B-01012 Budowle magazynowe. Podział, nazwy i określenia⁸⁷. Obiekty budowlane dzielą się zwyczajowo na cztery zasadnicze grupy ze względu na konstrukcję budynku magazynowego⁸⁸:

- 1) otwarte – to obszary wydzielone na otwartej przestrzeni, place o nawierzchni twardej lub gruntowej. Zazwyczaj są na nich składowane materiały odporne na działanie warunków atmosferycznych. Najtańsze w utrzymaniu (kontenery transportowe, materiały budowlane). Wśród otwartych budowli magazynowych należy wyróżnić place składowe i składowiska o nawierzchni:
 - gruntowej, z gruntu rodzimego, ulepszonego mechanicznie lub chemicznie,
 - twardej, charakteryzującej się grubością ponad 0,12 m i wytrzymałością na ściskanie większą niż 100 MPa, mierzoną dla nowej nawierzchni przy krytycznych warunkach zawilgocenia podłoża;
- 2) półotwarte – to miejsca wydzielone z otwartej przestrzeni za pomocą wybudowanych przegród. Obiekty te posiadają minimum jeden nieosłonięty bok. Składowane w nich towary są odporne na zmianę temperatury i wymagają ciągłego przepływu powietrza (wyroby ceramiczne, worki z cementem). Wśród półotwartych budowli magazynowych należy wymienić: wiaty, zasieki oraz zbiorniki otwarte;
- 3) zamknięte – to obiekty budowlane całkowicie wydzielone z otwartej przestrzeni za pomocą wybudowanych poziomych i pionowych przegród. Składowane w nich towary są nieodporne na warunki atmosferyczne i wymagają spełnienia odpowiednich warunków przechowywania. Wśród obiektów zamkniętych należy wyróżnić:
 - budowle zamknięte naziemne (parterowe, wielokondygnacyjne, niskiego składowania, wysokiego składowania, rampowe, bezrampowe),
 - budowle zamknięte podziemne (piwnice, bunkry, kopce),
 - zasobniki i silosy;
- 4) magazyny specjalne – ten rodzaj magazynów wyróżnia się ze względu na asortyment przechowywanych towarów i warunków, jakie trzeba dla nich spełnić. Magazyny specjalne są przeznaczone do przechowywania określonych towarów w warunkach, które są dla nich najbardziej odpowiednie i optymalne. Przykładem magazynów tego rodzaju są magazyny paliw i chłodnie.

Kryterium podziału budowli magazynowych mogą stanowić także funkcje, jakie pełnią. Z tej perspektywy wyróżnia się następujące rodzaje magazynów⁸⁹:

87 PN-81/B-01012 Budowle magazynowe. Podział, nazwy i określenia.

88 Ł. Wojciechowski, A. Wojciechowski, T. Kosmatka, *Infrastruktura magazynowa i transportowa*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Logistyki w Poznaniu, Poznań 2009, s. 27–29.

89 B. Liwowski, R. Kozłowski, *Podstawowe zagadnienia zarządzania produkcją*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2006, s. 108–112.

- 1) kontenerowe – w których przewoźnik magazynuje, dostarcza, a także odbiera kontenery operatorom oraz nadawcom;
- 2) dostawcze – gdzie następują: gromadzenie, kompletacja oraz wydawanie towarów w określonej kolejności;
- 3) produkcyjne lub przemysłowe – inaczej nazywane magazynami zaopatrzenia, wyrobów gotowych lub półfabrykatów, które obsługują korzystające z nich fabryki;
- 4) rozdzielcze – w których są gromadzone towary od różnych producentów, a następnie kompletuje się w nich asortyment dla handlu detalicznego;
- 5) przeładunkowe – są zlokalizowane w portach i stacjach węzłowych. Stanowią miejsce przechowywania towarów przeznaczonych do przeładowania poszczególnych środków transportu;
- 6) celne – w których towary są magazynowane do czasu zwolnienia przez służbę celną;
- 7) konsygnacyjne – są to magazyny znajdujące się pod opieką służb celnych, a materiały w nich składowane należą do dostawcy do momentu wydania ich z magazynu.

W jednym budynku może znajdować się magazyn pełniący różne funkcje, np. magazyn produkcyjny może mieć wydzieloną część, przeznaczoną dla magazynu konsygnacyjnego. Większe przedsiębiorstwa logistyczne, oferujące usługi magazynowe różnym klientom, mogą posiadać wewnątrz jednego budynku kilka rodzajów magazynów (w zależności od potrzeb konkretnego klienta). Duży wpływ na rodzaj magazynu ma przede wszystkim sposób składowania w nim dóbr i towarów. Ze względu na wysokość składowania należy wyróżnić trzy typy magazynów⁹⁰:

- 1) niskiego składowania – do 4,2 m;
- 2) średniego składowania – od 4,2 do 7,2 m;
- 3) wysokiego składowania – od 7,2 do 25 m.

W tym ujęciu magazyny różnią się wysokością, do jakiej są składowane towary. W magazynach niskiego składowania najczęściej układa się towary w stosach bezpośrednio na posadzce lub w niskich regałach. W magazynach wysokiego składowania znajdują się zwykle wysokie regały, pojawia się więc zapotrzebowanie na specjalistyczny sprzęt do ich obsługi.

Magazyny dzieli się też ze względu na ich przeznaczenie⁹¹:

- 1) magazyny przemysłowe – mają za zadanie zapewnić ciągłość produkcji. Są to przeważnie magazyny surowców i półfabrykatów;
- 2) magazyny dystrybucyjne – nazywane handlowymi, są przeznaczone do rozdziału towarów oraz kompletowania dostaw. Wyróżnić tu można magazyny dostawcze i wysyłkowe;

90 A. Szymonik, D. Chudzik, *Logistyka nowoczesnej gospodarki...*, s. 20.

91 R.P. Murphy Jr., F.D. Wood, *Nowoczesna logistyka*, wyd. 10, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2011, s. 211.

- 3) magazyny rezerwowe – służą do przechowywania zapasów niewykorzystywanych przez dłuższy okres. Długi czas przechowywania może być celowy (przykładem są magazyny Agencji Rezerw Materiałowych), ale również mogą się w nich znaleźć zapasy nierotujące.

Znany jest także podział magazynów ze względu na stopień mechanizacji⁹²:

- 1) magazyny niezmechanizowane – charakteryzuje je brak urządzeń technicznych. Główną rolę odgrywa tu czynnik ludzki;
- 2) magazyny zmechanizowane – wyposażone w urządzenia techniczne wspomagające wykonywanie czynności pracowniczych (środki transportowe, skanery);
- 3) magazyny zautomatyzowane – najbardziej zaawansowane technologicznie. Czynności są w nich wykonywane w sposób zautomatyzowany, a rolą pracownika jest nadzór nad urządzeniami.

Wskazać należy również na podział magazynów ze względu na postać przechowywanych w nich materiałów:

- 1) magazyny materiałów sztukowych – służą do przechowywania i składowania towarów mających formę jednostek ładunkowych (np. pudła, skrzynie, palety);
- 2) magazyny materiałów sypkich – służą do przechowywania takich właśnie materiałów;
- 3) magazyny cieczy/gazów – służą do przechowywania dóbr w specjalnie zaprojektowanych zbiornikach. Mogą występować w formie podziemnej, nadziemnej i nadziemnej.

Istnieje także podział magazynów ze względu na warunki przechowywania:

- 1) magazyny materiałów, które nie wymagają specjalnych warunków i nie stanowią zagrożenia;
- 2) magazyny materiałów wymagających ściśle określonych warunków przechowywania (np. właściwej temperatury, wilgotności);
- 3) magazyny materiałów, które stanowią zagrożenie (np. pożarem, wybuchem).

Kolejny podział dotyczy wykorzystywanych rozwiązań techniczno-organizacyjnych⁹³:

- 1) magazyny selektywne – zapewniające dostęp do każdej składowanej jednostki ładunkowej bez potrzeby przemieszczania innych jednostek;
- 2) magazyny nieselektywne – cechuje je brak bezpośredniego dostępu do każdej jednostki ładunkowej, a jej pobranie wiąże się z przemieszczeniem innej jednostki ładunkowej;
- 3) magazyny mieszane – to kombinacja dwóch powyższych wersji. Jest w nich zapewniony bezpośredni dostęp tylko do części składowanych jednostek.

Oprócz klasyfikacji magazynów, które zostały przedstawione wyżej, istnieje jeszcze jeden ich podział, mianowicie ten dotyczący prawa własności odnoszącego

92 B. Galińska, *Gospodarka magazynowa*, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2016, s. 35.

93 *Ibidem*, s. 35–36.

się do wykorzystywanych magazynów. Jest to kryterium, które pozwala dokonać selekcji na:

- 1) magazyny własne;
- 2) magazyny dzierżawione, nazywane również magazynami obcymi.

Na decyzję, z której formy skorzysta przedsiębiorstwo, ma wpływ wiele czynników. Należą do nich: uwarunkowania finansowe przedsiębiorstwa, warunki terenowe i infrastruktura, w jakiej znajduje się przedsiębiorstwo, oraz decyzje dotyczące realizowanej przez nie strategii. Obecnie coraz częściej można zauważyć tendencję idącą w kierunku zlecania usług magazynowych wyspecjalizowanym przedsiębiorstwom logistycznym, co zauważa Włodzimierz Rydzkowski. Badacz ten definiuje usługę magazynową jako świadczenie na podstawie umowy usługi polegającej na realizacji kompletnego procesu magazynowego lub jego części przez wyspecjalizowanego usługobiorcę na rzecz usługodawcy. Rydzkowski zwraca również uwagę na fakt, iż pod względem wielkości przychodów w sektorze usług logistycznych usługi magazynowe zajmują trzecią pozycję na liście; wyprzedzają je tylko usługi transportowe i spedycyjne⁹⁴.

Konstruując budynek magazynowy, należy skupić szczególną uwagę na warunkach terenowych, ponieważ dogodna lokalizacja może wpłynąć na funkcjonowanie magazynu. Są dwa zasadnicze rodzaje lokalizacji⁹⁵:

- 1) na wolnych gruntach – wówczas inwestor może w dowolny sposób kształtować wygląd centrum logistycznego i rozmieszczenie poszczególnych obiektów;
- 2) w istniejącej zabudowie – wówczas swoboda projektowania jest ograniczona przez określoną infrastrukturę. Część obiektów zmienia funkcję, inne są likwidowane, a kształty centrum logistycznego dostosowuje się do realiów lokalizacji i jej otoczenia.

Czynnikami, które mają bezpośredni wpływ na wielkość magazynu, są: poziom obsługi klienta, wielkość obsługiwanego rynku, liczba sprzedawanych na rynku produktów, wielkość produktów, system transportu i przeładunku, współczynnik przepustowości, czas cyklu produkcji, stopień automatyzacji i cyfryzacji, rozplanowanie magazynu, wymagana liczba przejść, strefa biur w zespole magazynowym, rodzaj stosowanych stojaków i regałów, a także poziom i typ popytu. Obecnie wśród magazynów budowanych przez przedsiębiorstwa deweloperskie, przeznaczonych do obsługi branży logistyki kontraktowej, przeważają nowoczesne magazyny klasy A, które charakteryzują się następującymi parametrami: wysokość składowania min. 9 m, min. 1 brama na 1 tys. m² powierzchni, posadzka bezpylna o wytrzymałości min. 5 t/m², system ppoż. w postaci tryskaczy i kłap dymowych, 5–8% powierzchni biurowej wewnątrz bryły budynku⁹⁶.

94 W. Rydzkowski (red.), *Usługi logistyczne. Teoria i praktyka*, Biblioteka Logistyka. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2011, s. 153.

95 I. Fechner, *Centra logistyczne. Cel, realizacja, przyszłość*, Biblioteka Logistyka. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2004, s. 17.

96 A. Szymonik, D. Chudzik, *Logistyka nowoczesnej gospodarki...*, s. 23–25.

Badania prowadzone w sektorze logistyki magazynowej wskazują na zwiększającą się popularność i zainteresowanie przedsiębiorstw wykorzystywaniem komercyjnej powierzchni magazynowej⁹⁷. Odzwierciedleniem tej tezy jest raport, jaki wydała Biblioteka Logistyka w Poznaniu w 2018 r., z którego wynika, iż według badań Instytutu Logistyki i Magazynowania wielkość komercyjnej powierzchni magazynowej w Polsce na koniec 2017 r. to niespełna 15 mln m². Dla porównania w roku 2016 wielkość ta wynosiła nieco ponad 12 mln m², a rok wcześniej prawie 11 mln m².

2.2.2. Wyposażenie magazynu – urządzenia, środki manipulacji i transportu wewnętrznego

Magazynierzy mogą wykonywać swoją pracę najlepiej, gdy mają przygotowaną do tego odpowiednią infrastrukturę. Właściwa infrastruktura magazynu i odpowiednie środki transportu umożliwiają uzyskanie bardziej efektywnych wyników w gospodarce magazynowej. Większość magazynów posiada konieczne urządzenia służące do prawidłowego i sprawnego wykonywania zadań w obszarze przyjmowania, składowania i wydawania zapasów. Obiekt wyposażony w te technologie poprawia funkcjonowanie całego procesu magazynowania.

Wyposażenie techniczne magazynu może zostać podzielone na cztery główne grupy⁹⁸:

- 1) specjalistyczne urządzenia oraz oprzyrządowanie, które ułatwiają pracę osobom zatrudnionym w magazynie;
- 2) środki transportu wewnątrzmagazynowego;
- 3) urządzenia do składowania;
- 4) urządzenia zabezpieczające.

W zależności od poziomu mechanizacji prac magazynowych można wyodrębnić:

- urządzenia do składowania:
 - w systemie ręcznym,
 - w systemie zmechanizowanym;
- środki transportu:
 - ręczne (nienapędzane),
 - napędzane.

W każdym magazynie powinno znaleźć się urządzenie zabezpieczające przed kradzieżą lub pożarem. Sprzęty zabezpieczające przed pożarem to m.in.⁹⁹:

- sprzęt gaśniczy;
- oświetlone wyjścia ewakuacyjne;
- stałe albo przenośne urządzenia gaśnicze;

97 I. Fechner, G. Szyszka (red.), *Logistyka w Polsce. Raport 2017*, Biblioteka Logistyka. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2018, s. 106.

98 Z. Dudziński, M. Kizyn, *Vademecum gospodarki...*, s. 73.

99 J. Fijałkowski, *Technologia magazynowania. Wybrane zagadnienia*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000, s. 64.

- urządzenia ewakuacyjne;
- wewnętrzna sieć przeciwpożarowa.

Obowiązkiem pracowników magazynowych jest ulokowanie sprzętów przeciwpożarowych w miejscach widocznych oraz ogólnodostępnych, tak aby żadna przeszkoda (typu wózek widłowy lub inny rodzaj ruchomego elementu) nie była w stanie uniemożliwić dostania się do niego. Sprzęt tego typu musi być ulokowany jak najbliżej wyjścia lub wejścia z pomieszczenia oraz na drogach komunikacyjnych. Podręczny sprzęt gaśniczy musi być umieszczony w miejscach, które nie są narażone na działanie źródeł ciepła, a jego główną zaletą jest mały ciężar oraz łatwość użycia. Wszelkie mechanizmy zabezpieczające przed kradzieżą mają za zadanie chronić towar przed złodziejami. Inne zabezpieczenia chronią przed dostaniem się osób niepowołanych do pomieszczeń; te elementy to: bariery konstrukcyjne, ogrodzenia oraz specjalne bramy. Stosowane są również rozwiązania ochrony elektronicznej. Są to systemy sygnalizacyjne mające na celu odstraszyć włamywacza lub zarejestrować jego tożsamość, aby umożliwić jego ujęcie przez organy ścigania¹⁰⁰. Ogólny podział urządzeń wykorzystywanych w procesie składowania przedstawiono na ilustracji 6.

W większości magazynów znajdują się regały paletowe bądź półkowe, będące budowlami o przestrzeni wielopoziomowej. Towary układa się bezpośrednio na nich lub przy pomocy innych urządzeń, takich jak: paleta, skrzynio paleta lub kuweta. Regały te umożliwiają właściwe składowanie produktów według ich typu, gatunku albo wymiarów, przy zagwarantowaniu bezpiecznej oraz sprawnej pracy na magazynie¹⁰¹. Podział regałów stałych przedstawiono na ilustracji 7.

Kolejnym elementem wyposażenia magazynów są stojaki, czyli urządzenia o budowie przestrzennej (stałe) przeznaczone do składowania towarów przez bezpośrednie opieranie ich o elementy konstrukcyjne¹⁰². Wieszaki natomiast to urządzenia o budowie przestrzennej przeznaczone do składowania produktów przez pośrednie albo bezpośrednie zawieszanie ich na elementach konstrukcyjnych do tego zaprojektowanych¹⁰³. Struktury magazynowe mogą być również tworzone z zainstalowaniem podkładów, czyli np. takich konstrukcji, które są wykonane z różnych tworzyw i pozwalają na bezpieczne składowanie towarów wraz z zachowaniem odpowiedniej odległości od ziemi; stosuje się również elementy nośne formowanych jednostek ładunkowych. Zasięki to z kolei urządzenia, które mają strukturę przestrzenną oraz są przymocowane do podłoża w hali magazynowej.

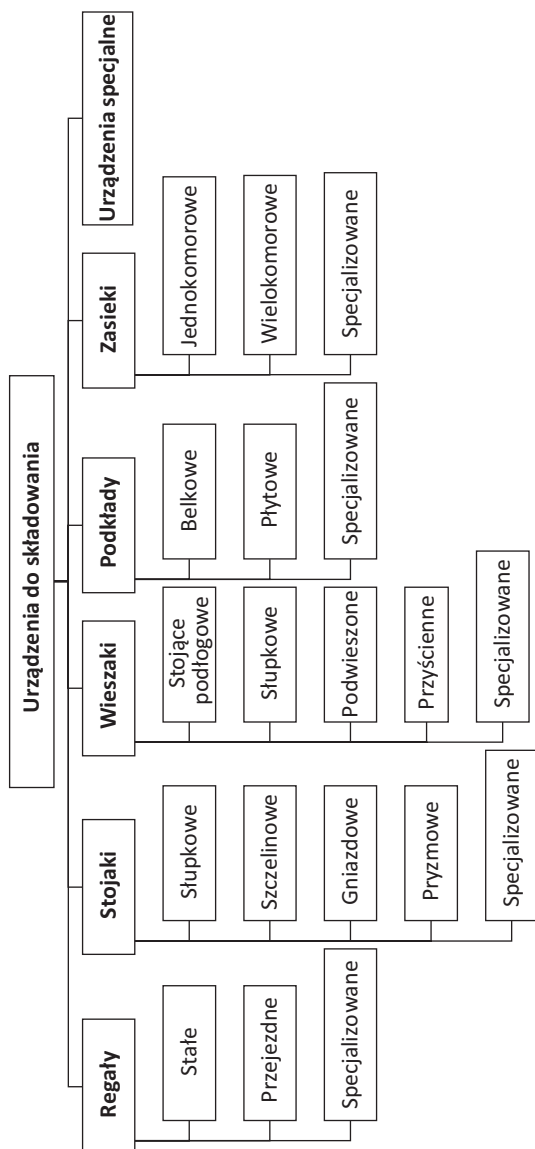
Podsumowując ten wątek, trzeba powiedzieć, że wyposażenie magazynu jest różnorodne i powinno być dobierane bezpośrednio pod rodzaj magazynu, tak aby można było właściwie realizować procesy magazynowe. Niekompletne wyposażenie może skutkować brakiem efektywnych działań pracowników magazynowych.

100 A. Wojciechowski, *Infrastruktura w przechowywaniu towarów*, „Logistyka” 2007, nr 1, s. 37–41.

101 S. Krzyżaniak, A. Niemczyk, J. Majewski, P. Andrzejczyk, *Organizacja i monitorowanie...*, s. 132.

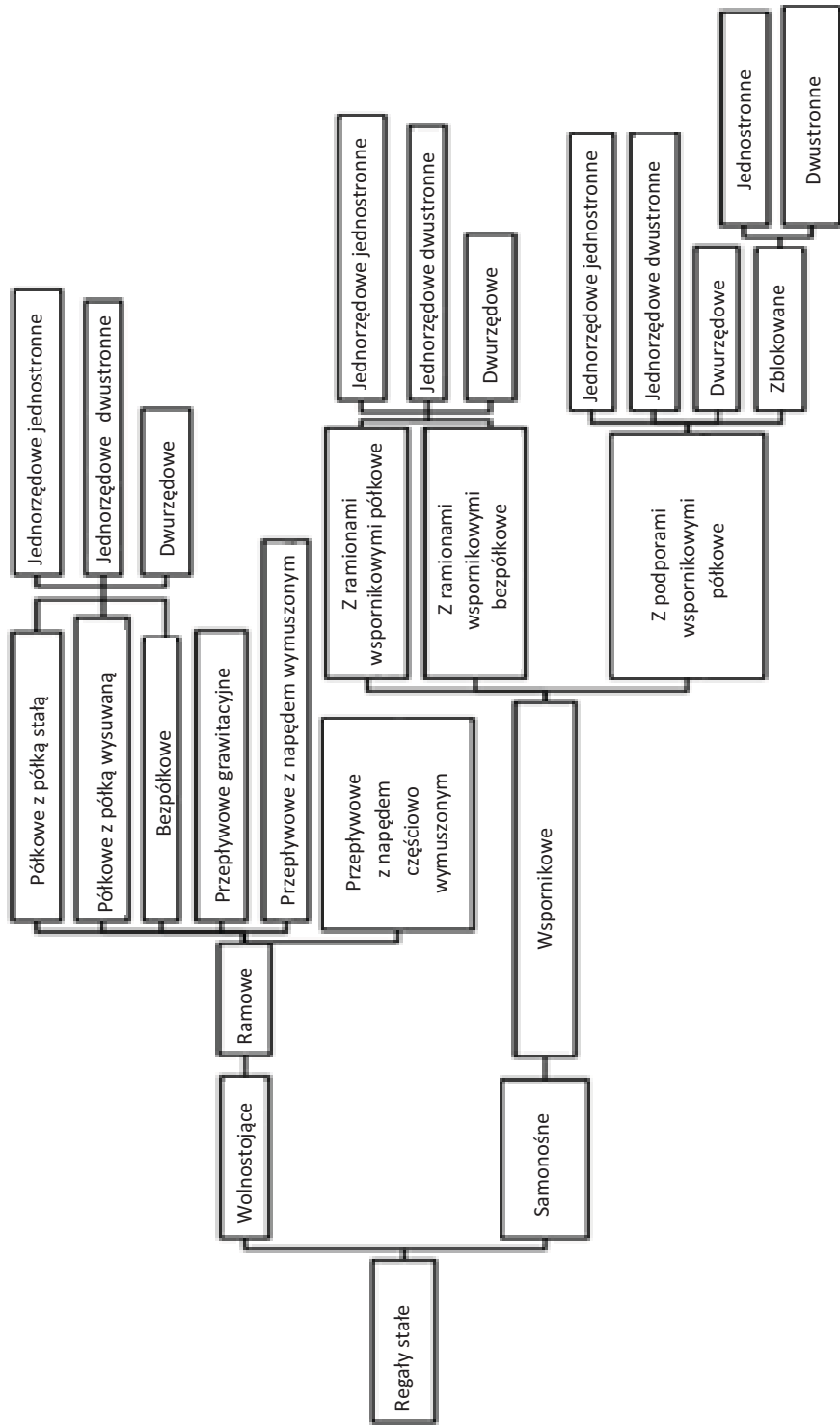
102 M. Matulewski, S. Konecka, P. Fajfer, A. Wojciechowski, *Systemy logistyczne*, Biblioteka Logistyka. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2008, s. 39.

103 A. Niemczyk, *Zapasy i magazynowanie...*, s. 47.



Ilustracja 6. Ogólny podział urządzeń wykorzystywanych w procesie składowania

Źródło: opracowanie własne na podstawie A. Wojciechowski, *Infrastruktura w przechowywaniu towarów*, „Logistyka” 2007, nr 1, s. 37–41.



Ilustracja 7. Podział regatów stałych

Źródło: opracowanie własne na podstawie A. Wojciechowski, *Infrastruktura...*, „Logistyka”, nr 1, s. 37–41.

Przez pojęcie transport wewnętrzny należy rozumieć ogół aktywności oraz działań związanych z transportem ładunków w ramach jednego zakładu. Proces ten obejmuje kilka etapów¹⁰⁴:

- przyjęcie półproduktów, a także surowców z transportu zewnętrznego;
- cykl produkcyjny w ramach zakładu przedsiębiorstwa;
- wydanie gotowego wyrobu oraz ewentualnego odpadu do transportu zewnętrznego.

Transport o charakterze wewnętrznym jest procesem, który w dużej mierze podlega automatyzacji. Wykorzystuje się AGV – automatyczne wózki sterujące, różnego rodzaju dźwigi, wózki szynowe, suwnice, przenośniki oraz układnice regałowe. Celem zastosowania powyższych rozwiązań jest wyeliminowanie pracy ludzkiej, a w konsekwencji zwiększenie rentowności biznesu z uwagi na brak kosztów związanych z wynagrodzeniami oraz różnego rodzaju świadczeniami pracowniczymi. Jak twierdzi Zdzisław Jasiński, system transportu wewnętrznego dzieli się powszechnie na¹⁰⁵:

- system magazynowy;
- system produkcyjny – wewnątrzkomórkowy oraz międzykomórkowy.

W literaturze przedmiotu dotyczącej logistyki produkcji wskazuje się, że transport międzykomórkowy odbywa się pomiędzy magazynami a wydziałami produkcyjnymi lub tylko między tymi wydziałami. Transport o charakterze wewnątrzkomórkowym odnosi się do przemieszczania się surowców oraz materiałów pomiędzy danymi stanowiskami pracy w ramach jednego wydziału lub też wyłącznie w ramach danego stanowiska. Andrzej Szymonik do urządzeń systemów transportu wewnętrznego zalicza¹⁰⁶:

- maszyny i urządzenia transportowe;
- urządzenia pomocnicze;
- urządzenia do skalowania.

Podstawowymi środkami transportu wewnętrznego w obrębie nowoczesnego, zautomatyzowanego oraz innowacyjnego magazynu są:

- dźwignice;
- przenośniki;
- wózki jezdniowe.

Do specjalnej grupy urządzeń należą te, które charakteryzują się zautomatyzowanym cyklem pracy. Wśród nich można wyróżnić:

- manipulatory;
- roboty przemysłowe.

Manipulatorami powszechnie nazywa się maszyny o kilku stopniach swobody. Maszyny te posiadają zdolności lokomocyjne oraz manipulacyjne. Mają charakter stacjonarny lub mobilny. Wyróżniają się cechą automatycznego sterowania i programowania oraz wielozadaniowością. Są przeznaczone do wielu ważnych

104 A. Szymonik, *Logistyka produkcji – procesy, systemy, organizacja*, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2012, s. 211.

105 Z. Jasiński, *Podstawy zarządzania operacyjnego*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2005, s. 167.

106 A. Szymonik, *Logistyka produkcji...*, s. 211–214.

zastosowań o charakterze przemysłowym. Roboty przemysłowe są z kolei urządzeniami dedykowanymi do automatycznej manipulacji. Roboty tego typu cechują się możliwością realizacji programowalnych ruchów w odniesieniu do kilku osi. Roboty przemysłowe są zaopatrzone m.in. w różnego rodzaju chwytaki. Są one urządzeniami specjalnego przeznaczenia w przemyśle. Wśród urządzeń do składowania w ramach systemu transportu wewnętrznego można wyróżnić¹⁰⁷:

- kłamry,
- legary,
- podstawki,
- regały,
- stojaki.

Wskazane powyżej regały charakteryzują się różnym przeznaczeniem. Najczęściej spotykane regały w systemie transportu wewnętrznego to:

- regały przesuwane;
- regały przepływowe;
- rusztowania okrężne.

Cechą charakterystyczną regałów przesuwanych jest możliwość równoległego lub prostopadłego ruchu transportowego względem płaszczyzny załadowania. Rusztowania okrężne charakteryzują się tym, że związany z nimi ruch roboczy polega na przemieszczaniu się jednostek ładunkowych – ruch ten jest efektem energii ładunku, jak również elementu roboczego. Funkcjonalność regałów przepływowych polega na możliwości lepszego wykorzystania magazynu – ograniczeniu ilości przewozów w obrębie jednego magazynu produkcyjnego. Regały przepływowe pozwalają również na właściwy przepływ danych ładunków w tym magazynie. Regały przepływowe, które posiadają funkcję napędu w zwartym ciągu technologicznym, mogą spowodować likwidację dróg komunikacyjnych. Regały tego typu w połączeniu z innymi rodzajami urządzeń przeładunkowych, takimi jak przenośniki, wprowadzają automatyzację do procesu magazynowania. Regały przepływowe mogą być dodatkowo wyposażone w takie urządzenia, jak¹⁰⁸:

- przenośniki rolkowe;
- krany;
- stałe sterownice.

System transportu wewnętrznego jest również wspomagany przez różnego rodzaju urządzenia ułatwiające oraz urządzenia pomocnicze. Do grupy urządzeń ułatwiających można zaliczyć: rampy, rampy ruchome, pomosty wyrównawcze oraz pomosty ładunkowe. Z kolei urządzeniami pomocniczymi, które służą do składowania oraz manipulowania towarami, są¹⁰⁹:

- palety,
- paletyzery,

107 A. Szymonik, I. Nowak, *Współczesna...*, s. 202.

108 A. Szymonik, D. Chudzik, *Logistyka nowoczesnej gospodarki...*, s. 130–133.

109 *Ibidem*, s. 213.

- pojemniki,
- jarzma,
- nadstawki palet.

Biorąc pod uwagę kwestie ekonomiczne dotyczące transportu wewnętrznego, należy stwierdzić, że transport ten powinien charakteryzować się możliwie jak najkrótszą drogą oraz maksymalnie krótkim czasem realizacji. Transport wewnętrzny powinien wykorzystywać wszystkie dostępne środki transportowe, które nie były eksploatowane, aż do ich fizycznego zużycia. Z tego względu konieczny jest wybór takiego systemu transportu wewnętrznego w przedsiębiorstwie, który pozwoli na dobrą organizację oraz zarządzanie. Wybór ten musi zostać oparty nie tylko o parametry techniczne, lecz także kryterium pracy w systemach zintegrowanych. Kluczowe są ponadto wysokość kapitałowych oraz eksploatacyjnych kosztów, a także parametry wydajności, które bezpośrednio wpływają na synchronizację operacji magazynowania oraz przepływu. O sprawności funkcjonowania logistyki danego przedsiębiorstwa świadczą rozwiązania o charakterze technicznym oraz organizacyjnym. Poniżej zestawiono kryteria pomiaru wyników w zakresie systemu transportu wewnętrznego¹¹⁰:

- 1) umiejętność zarządzania procesami związanymi z transportem i osiągnięcia celów;
- 2) umiejętność diagnozowania i rozwiązywania problemów;
- 3) umiejętność opracowania planów i zarządzania projektami usprawniającymi procesy logistyczne;

Głównymi rodzajami systemów transportu wewnętrznego są przewozy:

- promieniowe,
- obwodowe,
- obwodowe złożone,
- wahadłowe.

Przewozy promieniowe cechują się przewożeniem ładunków z jednego punktu nadawczego o charakterze centralnym do różnych miejsc odbioru ładunku. Przewozy obwodowe wyróżniają się tym, że punkt odbioru przewozu jest również punktem nadania – taka konstrukcja jest efektywna ze względu na szybkość przewozu, jego sprawność oraz ekonomikę. Przewóz obwodowy złożony powstaje w chwili podłączenia do głównego obwodu kilku bocznych. Podłączeniu z bocznych przewozów podlegają również punkty odbioru i nadania. Przewozy wahadłowe polegają na transporcie ładunku w taki sposób pomiędzy dwoma punktami, że z punktu nadania przewóz odbywa się z ładunkiem, natomiast z powrotem bez ładunku. Transport wewnętrzny jest powiązany ze zbiorem parametrów o charakterze czasowym, organizacyjnym, przestrzennym oraz ekonomicznym. Wskazane parametry umożliwiają pomiar licznych cech przewozów. Logistyczny system transportu wewnętrznego jest jednak związany również z cechami, których nie można zmierzyć. Parametrom niemierzalnym można przyporządkować

¹¹⁰ *Ibidem*, s. 215.

wskaźniki, które mogą zmierzyć nie tylko wejście, ale również wyjście w ramach danego systemu transportu wewnętrznego. Pomiar wyników w obrębie danego systemu transportu wewnętrznego jest powiązany z trzema kryteriami. W grupie wskaźników, które pomagają ocenić logistyczny system transportu wewnętrznego, znajdują się¹¹¹:

- czas przepływu;
- efektywność;
- odsetek czasu, który jest przeznaczony na zwiększenie wartości dodanej.

Efektywność jest ilorazem wyniku i nakładów $\times 100\%$ – wynik rzeczywisty jest w tym przypadku dzielony przez wynik standardowy i pomnożony przez 100% . Czas przepływu, czyli czas trwania danego cyklu przewozu – oznacza całkowitą ilość czasu, który jest potrzebny do zrealizowania przewozu, począwszy od załadunku, przez transport, a na wyładunku kończąc. Odsetek czasu przeznaczony na zwiększenie wartości dodanej oznacza czas, który w rzeczywistości został zaplanowany na wykonanie różnych czynności, którym celem jest zwiększenie wartości. Dynamiczny rozwój przemysłu w ostatnich latach przyczynia się do licznych zmian w obszarze transportu wewnętrznego. Coraz większe znaczenie przypisuje się nowoczesnym środkom tego rodzaju transportu. Mianem środków transportu wewnętrznego najczęściej określa się w literaturze przedmiotu ogół różnorodnych maszyn oraz urządzeń, które są dedykowane do tzw. transportu bliskiego, zarówno pionowego, jak i poziomego. Środki transportu wewnętrznego są zwykle wykorzystywane w przedsiębiorstwie w obrębie hali magazynowej, zakładu produkcyjnego, jak również placu składowego¹¹². Urządzenia wchodzące w skład transportu wewnętrznego zwykle w zasadniczy sposób wpływają na jakość procesów zachodzących w obszarze produkcyjnym. Środki te zapewniają możliwość sprawnego i wydajnego przeładunku, gwarantują transport oraz pomagają w składowaniu.

Transport poszczególnych materiałów produkcyjnych w obszarze systemu transportu wewnętrznego przyczynia się w dużej mierze do wypracowania przez przedsiębiorstwo finalnej wartości wyniku finansowego. Z tego też względu jest konieczne posiadanie w przedsiębiorstwie odpowiednich środków transportu wewnętrznego. Wybór niewłaściwych urządzeń może przyczynić się do zmniejszenia jakości wyrobu finalnego, obniżenia wydajności procesów, wydłużenia ich czasu, a nawet zmniejszenia bezpieczeństwa pracowników¹¹³. Jako podstawowe narzędzia transportu wewnętrznego wskazuje się: dźwignice, ładowarki, przenośniki i wózki widłowe¹¹⁴. Dźwignice w systemie transportu wewnętrznego poruszają się w ograniczonym zakresie. Ich nadrzędnym zadaniem jest podnoszenie i opuszczanie materiałów w procesie produkcyjnym, a ponadto zapewnienie ich

111 C. Bozarth, R.B. Handfield, *Wprowadzenie do zarządzania operacjami i łańcuchami dostaw*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2007, s. 96.

112 A. Szymonik, *Logistyka produkcji...*, s. 211–219.

113 Z. Jasiński, *Podstawy zarządzania...*, s. 167.

114 K. Szelaąg, *Zarządzanie logistyką przedsiębiorstwa a zarządzanie łańcuchem dostaw*, „Zeszyty Naukowe Akademii Sztuki Wojennej” 2017, nr 3(108), s. 182–205.

płynnego przepływu. Inny rodzaj środków transportu wewnętrznego to ładowarki. Stanowią je przede wszystkim maszyny stacjonarne, choć mogą również występować w postaci maszyn mobilnych. Ich zadaniem jest głównie ładowanie towarów, które są przechowywane luzem (przykładem tego rodzaju produktów są wszelkie materiały sypkie¹¹⁵). Przenośniki to środki służące do przemieszczania produktów w pionie, poziomie, a także pod kątem. Wózki widłowe to zaś maszyny, które zwykle wykorzystuje się przy realizacji wewnętrznych prac transportowych. Istnieje podział wózków tego rodzaju na ręczne oraz napędzane. Trzeba przy tym wspomnieć, że powyższy podział środków transportu wewnętrznego jest szerokim ujęciem narzędzi tego rodzaju. W praktyce występuje oczywiście wiele węższych kategorii i podkategorii¹¹⁶.

Urządzenia magazynowe to wszelkiego rodzaju maszyny, aparaty, instalacje, przyrządy pomiarowe, środki techniczno-organizacyjne itp. Urządzenia te wspomagają proces składowania zapasów, ich ochronę oraz usprawniają procesy manipulacyjne w magazynie. Do urządzeń magazynowych zaliczamy¹¹⁷:

- urządzenia kontrolno-pomiarowe – to różnego rodzaju aparatura służąca do pomiaru i kontroli warunków, w jakich są przechowywane towary (termometry, wagi, przepływomierze, wskaźniki wilgotności itp.);
- urządzenia klimatyzacyjno-wentylacyjne – urządzenia, których zadaniem jest utrzymywanie odpowiedniej temperatury (schładzanie lub ogrzewanie), osuszanie lub nawilżanie powietrza, zapewnienie jego odpowiedniego przepływu i cyrkulacji;
- urządzenia przeciwpożarowe – w skład których wchodzi systemy ostrzegania, systemy przeciwpożarowe (np. systemy tryskaczowe, hydranty gaśnicze), sprzęt gaśniczy (gaśnice, koce gaśnicze);
- urządzenia pomocnicze do składowania i manipulacji – zaliczyć do nich można takie urządzenia, jak: paletyzery, palety, kosze, nadstawki, pojemniki, urządzenia do mocowania jednostek ładunkowych;
- urządzenia do składowania – czyli urządzenia umożliwiające układanie, opieranie, zawieszanie, przechowywanych zapasów.

Najczęściej spotykanymi i wykorzystywanymi urządzeniami do składowania towarów są regały. Spowodowane jest to możliwością układania jednostek ładunkowych na wielu poziomach, co przy zastosowaniu odpowiednich środków transportu wewnętrznego daje możliwość wykorzystania w pełni kubatury magazynu¹¹⁸. Na rynku polskim na szczególną uwagę zasługują dwa przedsiębiorstwa zajmujące się sprzedażą i montażem systemów regałowych: Mecalux i Promag S.A., które oferują pełną gamę rozwiązań regałowych, od zwykłych regałów paletowych czy półkowych, do wysoko zautomatyzowanych systemów. Poniżej opisano kilka

¹¹⁵ *Ibidem*.

¹¹⁶ A. Szymonik, D. Chudzik, *Logistyka nowoczesnej gospodarki...*, s. 140.

¹¹⁷ C. Skowronek, Z. Sarjusz-Wolski, *Logistyka w przedsiębiorstwie...*, s. 99.

¹¹⁸ PN-78/M-78330 Urządzenia do składowania. Nazwy, określenia, podział i symbole.

rodzajów regałów magazynowych oferowanych przez wymienione przedsiębiorstwa¹¹⁹:

- 1) **regały paletowe** – stanowią optymalne rozwiązanie do magazynów, w których składa się różnorodne produkty na paletach. Zapewniają bezpośredni dostęp do produktów, ułatwiają kontrolę stanów magazynowych, dają możliwość dostosowania ich do składowanego towaru zarówno pod względem ciężaru, jak i objętości;
- 2) **regały wjazdne** – pozwalają na maksymalne wykorzystanie przestrzeni (do 85%) poprzez eliminację korytarzy roboczych pomiędzy regałami. Sprawdzają się idealnie do produktów jednorodnych o dużej liczbie palet. Dają możliwość pracy w systemie LIFO (*last in, first out*), lub FIFO (*first in, first out*) przy założeniu, że korytarze robocze znajdują się po obu stronach regału;
- 3) **magazyny samonośne** – to obiekty, w których regały stanowią konstrukcję budynku. W połączeniu z zastosowaniem automatyzacji zapewniają maksymalną wydajność pracy oraz pełne wykorzystanie powierzchni magazynowej. Przykładem może być magazyn samonośny przedsiębiorstwa Amica zlokalizowany we Wronkach;
- 4) **regały półkowe** – stanowią doskonałe rozwiązanie do składowania drobniejszych towarów, pobieranych ręcznie, np. opon, odzieży, części zamiennych, armatury sanitarnej itp.
- 5) **system Pallet Shuttle** – „jest to system magazynowania akumulacyjnego, w którym do obsługi palet w obrębie regałów zamiast wózków widłowych są wykorzystywane wózki pallet shuttle, **co znacznie skraca czas obsługi i umożliwia pogrupowanie artykułów według kanałów zamiast według pełnych korytarzy**”¹²⁰;
- 6) **regały wspornikowe do składowania dłużyć** – przeznaczone do składowania długich towarów, takich jak: pręty, rury, profile, arkusze i blachy. Mają zastosowanie zarówno w budynkach magazynowych, jak i na placach składowych. Występują w formie stacjonarnej i jezdnej;
- 7) **regały półkowe PHS-OUT z wysuwanymi półkami** – to propozycja przedsiębiorstwa Promag dedykowana do składowania ciężkich towarów. Podstawowe parametry regałów PHS-OUT to¹²¹:
 - stabilna i mocna konstrukcja;
 - możliwość montażu regałów w zabudowie szeregowej;
 - dodatkowe zabezpieczenie na półkach, które uniemożliwia zsuwanie się towarów z półek;

119 I. Pisz, T. Sęk, W. Zielecki, *Logistyka w przedsiębiorstwie*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2013, s. 199.

120 Mecalux, *System Pallet Shuttle*, <https://mecalux.pl/skladowanie-palet/system-pallet-shuttle> (dostęp: 20.04.2022).

121 Promag, *Regały półkowe*, https://promag.pl/Regaly_polkowe,8902.html (dostęp: 20.04.2022).

- brak możliwości wysunięcia dwóch półek w jednym czasie dzięki zastosowaniu blokady;
- konstrukcja regału pozwala na montaż ręcznej wyciągarki łańcuchowej, wspomagającej umieszczanie towarów na półkach.

Rafał Rokicki i Zbyszko Krojenka przedstawiają w swojej pracy rozwiązanie polegające na przekształceniu regału wjezdnego w regał wyposażony w wózek *pallet radio shuttle*. Rozwiązanie to polega na przejęciu ruchu jednostek paletowych wewnątrz regału przez półautomatyczne lub automatyczne wózki z napędem akumulatorowym, które poruszają się wraz z ładunkiem po szynach nośnych. Podsumowanie stanowi porównanie tradycyjnego regału wjezdnego z regałem wyposażonym w wyżej wymieniony system wspomagający pracę operatora pod względem czasu potrzebnego do wykonania zadania. Na podstawie osiągniętych wyników stwierdzono, iż przewaga systemowego rozwiązania nad tradycyjnym jest niepodważalna¹²².

Przykład ten ilustruje sytuację, w której nie zawsze koniecznością jest inwestycja w zupełnie nowy, zautomatyzowany system. Producenci tego typu urządzeń są w stanie przekształcić istniejące narzędzia, usprawniając ich działanie, co przynosi wymierne korzyści przedsiębiorstwu. Oczywiście wiąże się to z nakładami finansowymi, ale daje jednocześnie możliwość doinwestowania istniejącego układu rozwiązań, co eliminuje konieczność wymiany całego systemu.

Techniczne środki manipulacji i transportu wewnętrznego – magazynowe środki transportu, nazywane również środkami transportu wewnętrznego, to urządzenia, dzięki którym jest możliwa manipulacja oraz przemieszczanie ładunków, począwszy od ich przyjęcia ze środka transportu zewnętrznego, do momentu ich załadunku na kolejny środek transportu zewnętrznego przy wysyłce towarów. Jak wspomniano, do środków transportu magazynowego (transportu wewnętrznego) można zaliczyć¹²³:

- wózki transportowe (ręczne, napędzane);
- ładowarki;
- dźwignice;
- przenośniki.

Wybór odpowiednich środków transportu wewnętrznego jest uzależniony od specyfiki zarówno przechowywanych dóbr, jak i samego magazynu oraz sposobu organizacji pracy. Najczęściej spotykanymi urządzeniami są dwa rodzaje **wózków transportowych**. Pierwszy stanowią ręczne wózki transportowe. Są to wózki najtańsze w zakupie i eksploatacji, ale wymagają największego zaangażowania siły ludzkiej. Ich obsługa odbywa się na zasadzie pchania bądź przeciągania przez pracownika wzdłuż alejek magazynowych lub regałów i wkładania do nich pobranych artykułów. Mogą być wyposażone w półki, przegrody czy drążki¹²⁴.

122 R. Rokicki, Z. Krojenka, *Baza magazynowa. Stabilny trend zmiany*, „Logistyka” 2019, nr 2, s. 31–33.

123 I. Pisz, T. Sęk, W. Zielecki, *Logistyka w przedsiębiorstwie...*, s. 200.

124 R. Gwynne, *Zarządzanie logistyką magazynową*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2016, s. 117.

Drugi rodzaj wózków transportowych to wózki napędzane. Ten rodzaj środka transportu można zdefiniować następująco: „wózek jezdniowy podnośnikowy nazywany zwyczajowo wózkiem widłowym, kołowy pojazd mechaniczny o napędzie silnikowym, przystosowany do przewozu materiałów o znacznej (do kilkudziesięciu ton, zależnie od typu) masie, stosowany w transporcie bliskim i magazynowaniu”. Ten rodzaj wózka jest wykorzystywany zwyczajowo do rozładunku/załadunku transportu bliskiego i lokowania w gniazdach regałowych spaletyzowanych jednostek ładunkowych, które charakteryzują się dużą wagą i niejednokrotnie sporym rozmiarem. Przeznaczenie wózków napędzanych może różnić się w zależności od typu samego wózka oraz wykorzystanego oprzyrządowania. Poniżej przedstawiono schemat klasyfikacji wózków ze względu na ich specyfikę zgodnie normą PN-77/M-78100 Wózki jezdniowe napędzane. Podział, określenia i symbole¹²⁵:

- cecha eksploatacyjna:
 - naładowne,
 - unoszące,
 - podnośnikowe,
 - ciągnikowe,
 - specjalne;
- napęd:
 - sieciowe,
 - akumulatorowe,
 - benzynowe,
 - diesel;
- sposób kierowania:
 - prowadzone,
 - podestowe,
 - wyposażone w fotel,
 - zdalnie sterowane.

Krótką charakterystyka stosowanych powszechnie wózków jezdniowych napędzanych, które można znaleźć w ofercie producentów funkcjonujących na polskim rynku, przedstawia się następująco¹²⁶:

- 1) wózek czołowy widłowy (z przeciwwagą) – najbardziej popularny i najczęściej wykorzystywany wózek napędzany. Udźwig tego typu wózka sięga kilku ton. Wózek ten daje również możliwość montażu dodatkowego osprzętu, jak: chwytak, obrotnica, żurawik, lemiesz itp.;
- 2) wózek do kompletacji poziomej – umożliwia obsługę regałów do drugiego poziomu. Poruszając się wzdłuż korytarza roboczego, pozwala operatorowi na jednoczesne pobranie towarów;
- 3) wózek do kompletacji pionowej – zasada wykorzystania jest podobna jak w przypadku wózka do kompletacji poziomej, pozwala jednak operatorowi na obsługę wyższych poziomów regału, nawet do 14 m;

125 PN-77/M-78100 Wózki jezdniowe napędzane. Podział, określenia i symbole.

126 C. Skowronek, Z. Sarjusz-Wolski, *Logistyka w przedsiębiorstwie...*, s. 98.

- 4) wózek wysokiego składowania – charakteryzuje go kompaktowa budowa, co umożliwia zwężenie korytarzy roboczych. Wysokość regałów obsługiwanych przez ten wózek sięga 13 m, zaś dopuszczalna waga ładunku to 2,5 t;
- 5) wózek systemowy – pozwala na maksymalne wykorzystanie przestrzeni, umożliwiając zarówno układanie palet na regałach, jak i kompletowanie pojedynczych pozycji, daje szansę na zastosowanie jednego wózka do dwóch rodzajów wykonywanych operacji;
- 6) ciągnik platformowy – jest przeznaczony do transportu ładunków o wadze do 1,5 t. Może być wykorzystywany np. do transportu niedużych ładunków na terenie zakładu lub pomiędzy wydziałami. Opcjonalnie może zostać wyposażony w różne rodzaje naczep i kabin;
- 7) ciągnik akumulatorowy – to wózek, który idealnie nadaje się do zadań intra-logistycznych w halach produkcyjnych i magazynowych. Wózek ten, ciągnąc za sobą kilka doczepionych wagoników, jest w stanie przetransportować ładunek o masie do 28 t;
- 8) akumulatorowy wózek unoszący – to mały wózek paletowy wyposażony w napęd elektryczny. Jest przeznaczony do transportowania palet i skrzyń ładunkowych w magazynach i pomieszczeniach handlowych. Dostępne są modele obsługiwane zarówno przez operatora idącego, jak i stojącego na podeście.

Nieco inny, specyficzny rodzaj wózków transportowych, używanych również w transporcie bliskim, stanowią:

- wózki kontenerowe – służące zarówno do manipulacji kontenerami na placach składowych, jak i do rozładunków oraz załadunków naczep i pociągów, udźwig może dochodzić do 45 t, a wysokość podnoszenia sięga 16 m;
- wózki ze zmiennym wysięgiem (tzw. ładowarki teleskopowe) – znajdują zastosowanie w rolnictwie (np. układanie bel słomy w stosy) czy budownictwie;
- ładowarki – mogą występować zarówno w wersji kołowej, jak i gąsiennicowej, służą do transportowania materiałów sypkich, takich jak żwir, piach, nawozy i cement.

Dźwignice to grupa urządzeń technicznych przeznaczonych do przemieszczania ładunków w pionie i poziomie. Zaliczane są do niej np. suwnice, wciągarki i dźwigienki. **Przenośniki** to zaś środki transportu służące do przemieszczania produktów w pionie, poziomie, a także pod kątem. Charakteryzuje je ograniczony zasięg działania. Rozróżnia się wiele rodzajów przenośników: taśmowe, linowe, łańcuchowe, zgarniakowe i kubelkowe¹²⁷.

Rozwój technologii informacyjnych oraz wielki postęp, jaki dokonał się w świecie szeroko rozumianego Internetu, spowodowały, że systemy logistyczne zaczęły pracować bardziej wydajnie i efektywnie niż jeszcze kilka lat temu. Nowe technologie wpływają również na logistykę magazynową i procesy zachodzące w magazynie. Warto wspomnieć chociażby o automatycznej identyfikacji towarów, jaka

127 *Ibidem*.

może dokonywać się z wykorzystaniem różnego rodzaju technologii, wśród których można wymienić¹²⁸:

- identyfikację towaru przy pomocy kodu kreskowego (*bar code*);
- odczyt z użyciem ścieżki magnetycznej (*magnetic stripe*);
- wykorzystanie systemu zdalnej identyfikacji radiowej RFID (*radio frequency identification*);
- wykorzystanie technologii biometrycznych (identyfikację głosu bądź siatkówki oka);
- zastosowanie optycznego rozpoznawania znaków OCR (*optical character recognition*);
- zastosowanie technologii wykorzystującej rozpoznawanie obrazów (*vision system*).

Najpopularniejszą metodą automatycznej identyfikacji produktów jest ta, która polega na odczycie kodów kreskowych. W Europie obowiązuje jednolity system identyfikacji wyrobów, który nosi nazwę EAN (European Article Numbering). Podstawowy kod identyfikacji towarów w tym systemie to EAN 13, zawierający 13 cyfr i odpowiadającą im sekwencję biało-czarnych pionowych linii, które pozwalają na odczyt informacji zarówno przy użyciu skanera, jak i poprzez ręczne wprowadzenie cyfr z kodu do systemu. Nieco bardziej zaawansowaną technologię znaczenia towarów stanowi technologia RFID, która składa się z trzech podstawowych elementów: tagów radiowych (aktywnych lub pasywnych, zwanych także znacznikami), czytników radiowych oraz infrastruktury, w skład której wchodzi: standard kodu identyfikacyjnego, aplikacje użytkownika, baza danych identyfikowanych obiektów oraz sieć komputerowa¹²⁹.

Zastosowanie tych metod identyfikacji, a także innych, wymienionych powyżej, wiąże się ze zbudowaniem infrastruktury informatycznej (oprócz samego oznakowania towarów są niezbędne chociażby czytniki tych oznaczeń) odpowiedniej do zastosowanej metody. Wykorzystanie nowych technologii w identyfikacji produktów ma korzystny wpływ na pobieranie towarów. Przyspiesza bowiem znacznie proces kompletacji zamówień, a także zmniejsza ilość błędów powstałych w jej trakcie. Systemem informatycznym dedykowanym do obsługi magazynów jest WMS (Warehouse Management System). Jest to program informatyczny służący do zarządzania strumieniem rzeczowym w magazynie. WMS jest narzędziem wspomagającym realizację, kontrolę i sterowanie przepływem przez magazyn. System ten dostarcza również wszelkich informacji o tym przepływie, a także pozwala na tworzenie dokumentacji jemu towarzyszącej. W zarządzaniu magazynem, oprócz systemów dedykowanych, można wykorzystać systemy klasy ERP (Enterprise Resource Planning), które są zbudowane z modułów obsługujących różne jednostki organizacyjne przedsiębiorstwa; wykorzystują one wspólną bazę danych (przykładem może być SAP). Systemy tej klasy pozwalają również na

128 B. Galińska, *Gospodarka magazynowa...*, s. 105.

129 E. Gołomska (red.), *Kompendium wiedzy...*, wyd. 4, s. 178–179.

wykorzystanie technologii wymiany informacji EDI między przedsiębiorstwami, co również ma wpływ na poprawę przepływu danych w łańcuchach dostaw, a co za tym idzie, na sprawność przepływów rzeczowych w tych łańcuchach¹³⁰.

2.3. Rola ośrodków logistycznych w procesie zrównoważonego rozwoju gospodarki

2.3.1. Funkcjonalność centrów logistycznych

W wyniku globalnych procesów gospodarczych powstaje coraz więcej ośrodków logistycznych. Przedsiębiorcy szukają sposobów na obniżenie kosztów związanych z dostawą, magazynowaniem, dystrybucją i przemieszczaniem towarów. Centra dystrybucyjne to najpopularniejszy rodzaj koncentracji funkcjonalno-przestrzennej; ich rolą jest zastąpienie istniejących magazynów detalistów oraz zarządzanie magazynami wyrobów gotowych w imieniu producentów. W efekcie centra dystrybucyjne odgrywają istotną rolę w kanałach dystrybucji, w których pojawia się wielu uczestników. Na początku XXI w. sposób działania w głównych sieciach dystrybucyjnych ponownie ewoluował. Nowe, innowacyjne formy dystrybucji mają na celu obniżenie kosztów funkcjonowania tych sieci oraz przygotowanie konkurencyjnych ofert skierowanych do klienta bezpośredniego¹³¹.

Obecnie centra logistyczne i dystrybucyjne są jednym z głównych narzędzi konkurencji w dużych sieciach handlowych, co jest bardzo ważne dla pracy działów sprzedaży nastawionych na zysk i kreację. Wraz z dużym rozwojem sieci detalicznych w Polsce rozwinęła się również forma dystrybucji produktów do sprzedaży, która jest kojarzona z wieloma placówkami poszczególnych sieci. Bezpośrednia dystrybucja (od producenta do odbiorcy) została całkowicie wyeliminowana i zastąpiona scentralizowaną siecią logistyczną, zarządzaną przez nowoczesne ośrodki logistyczne i dystrybucyjne¹³².

Powstanie centrów logistycznych jest odpowiedzią na zachodzące zmiany w gospodarce krajowej i międzynarodowej. Zidentyfikowanie wyraźnych potrzeb związanych z poprawą standardów realizacji usług logistycznych było podstawą do stworzenia wyspecjalizowanych węzłów w sieci logistycznej, w których towary mogą być rozładowywane, przepakowywane i konsolidowane zgodnie z wymogami rozdrobnionej dystrybucji. Powstawanie centrów logistycznych jest zjawiskiem przestrzennym wynikającym z globalnych procesów gospodarczych.

130 A. Szymonik, I. Nowak, *Współczesna logistyka*, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2018, s. 201.

131 A. Wojciechowski, *Rynek usług logistycznych w Polsce: analiza, perspektywy rozwoju*, „Logistyka” 2012, nr 4, s. 2.

132 B. Skowron-Grabowska, *Centra logistyczne w łańcuchach dostaw*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2010, s. 9.

Rozwój tych centrów jest związany z poszukiwaniem przez przedsiębiorstwa obniżenia kosztów dostaw, magazynowania, dystrybucji i transportu surowców, a także kosztów rozwoju outsourcingu, czyli korzystania przez podmioty z zewnętrznych usług logistycznych świadczonych przez wyspecjalizowane przedsiębiorstwa. Lokalizacja centrum logistycznego najpierw w strukturze biznesowej, a następnie w łańcuchu dostaw pozwala ukazać jego rolę. Każdy użytkownik w tego rodzaju łańcuchu korzysta z innych obiektów logistycznych. Operatorzy logistyczni wykorzystują podstawową infrastrukturę do tworzenia odpowiednich warunków do prowadzenia biznesu. Dostawcy i odbiorcy mogą korzystać z szerokiego wachlarza usług logistycznych, a ceny tych usług wyznaczają zasady wolnorynkowe oraz poziom obsługi¹³³.

Powyższe zależności sprawiają, że centrum logistyczne zaczyna odgrywać główną rolę w łańcuchu dostaw. W centrum tego typu wartość dodana jest tworzona w procesie przepływów handlowych poprzez łagodzenie lub eliminowanie zakłóceń w otoczeniu działalności logistycznej oraz wspieranie korzystnych trendów i kierunków rozwoju biznesu. Centrum logistyczne jako ważna część łańcucha dostaw zapewnia innym podmiotom kompleksowe usługi logistyczne, nawiązując i utrzymując relacje w zależności od kluczowych czynników, tj.:

- otwartych linii komunikacyjnych;
- rentowności innych partnerów;
- wspólnych celów partnerów w łańcuchu dostaw;
- współzależności;
- wspólnego działania zmierzającego do usatysfakcjonowania klienta;
- zaufania¹³⁴.

Dzięki ośrodkom logistycznym ich klienci mogą skupić się na produkcji, nie ponosząc zbędnych kosztów dotyczących budowy nowych obiektów magazynowych, zredukowania zapasów czy zakupu środków transportu. Poprawiają tym samym jakość i terminowość dostaw, obniżają koszt fizycznego przepływu materiałów i – przede wszystkim – zwiększają produktywność. Zadania te wskazują, że centrum logistyczne musi uwzględniać cele podmiotów łańcucha dostaw: maksymalizację przychodów swoich klientów oraz zwiększanie wartości dodanej dla klientów. Złożoność i konieczność integracji procesów logistycznych oraz działania podejmowane w łańcuchu dostaw wskazują na ważną rolę centrum logistycznego w tego typu operacjach. Dzięki profesjonalnym umiejętnościom logistycznym takie centrum ma tę przewagę, że jest konkurencyjne w całym łańcuchu, dostarczając właściwe produkty we właściwym czasie i po najniższych kosztach logistycznych. W łańcuchu dostaw występują m.in. następujące koszty związane z realizacją procesów logistycznych: zakupu, magazynowania, transportu, pakowania czy wysyłki produktów.

133 L. Mindur (red.), *Metodyka lokalizacji i kształtowania centrów logistycznych w Polsce*, Kolejowa Oficyna Wydawnicza, Warszawa 2000, s. 36.

134 T. Markowski, *Rola centrów logistycznych w rozwoju gospodarczym i przestrzennym kraju*, Biuletyn – Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN, Warszawa 2006, s. 15.

O pozycji centrum logistycznego w łańcuchu dostaw decyduje jego potencjał kreowania efektywności operacyjnej realizowanych procesów i działań logistycznych. Centra tego rodzaju są, jak wspomniano, bardzo ważną częścią łańcucha dostaw. Ich rola rośnie i znajduje odzwierciedlenie w tworzeniu wartości dodanej w przepływie towarów dla użytkowników końcowych i innych interesariuszy przedsiębiorstw, towarów i usług. Centra logistyczne mają również istotny wpływ na poprawę efektywności procesów logistycznych; głównie poprzez ciągłe doskonalenie obsługi klienta, obniżanie kosztów procesu logistycznego oraz tworzenie nowej wartości dodanej w łańcuchu dostaw. Centra logistyczne są ponadto ważnym czynnikiem rozwoju gospodarczego miast i regionów. Organizacja, budowa i eksploatacja centrów logistycznych łączą się z inwestycjami infrastrukturalnymi, co zwiększa popyt na materiały budowlane i usługi związane z realizacją tych inwestycji¹³⁵.

Ze względu na rosnącą różnorodność czynników lokalizacyjnych i rozwój gospodarczy w literaturze przedmiotu pojawiają się działy kontraktowe, których celem jest uporządkowanie wiedzy na ten temat. W Polsce, podobnie jak w krajach zachodnich, powstawanie centrów logistycznych i magazynów o dużej pojemności wiąże się z głównymi osiami transportowymi i jednostkami miejskimi. Polska jest krajem tranzytowym pomiędzy dwoma częściami Europy, dlatego projekty rozbudowy centrów logistycznych w kraju powinny uwzględniać nie tylko rozwiniętą część gospodarki naszych zachodnich sąsiadów, lecz także rynki wschodnie w ich bardzo dynamicznym rozwoju. Centra logistyczne powinno się tworzyć przede wszystkim w tych regionach, które mogą generować duży przepływ towarów w ruchu krajowym i międzynarodowym. Budowa centrów tego rodzaju to spore wyzwanie finansowe, które stwarza liczne problemy, podobnie jak większość wielkich inwestycji budowlanych i biznesowych. Opierając się jednak na odpowiednio wykonanych badaniach wstępnych i symulacjach, może być źródłem dodatniego bilansu nie tylko pod względem finansowym, lecz także w zakresie ochrony środowiska¹³⁶.

Role centrów logistycznych to: tworzenie warunków do sprawnego przepływu materiałów, łagodzenie, a także eliminowanie negatywnych wpływów, jakie działalność logistyczna wywiera na swoje otoczenie, jak również wspieranie i inicjowanie pozytywnych trendów oraz tendencji rozwoju działalności gospodarczej, głównie (ale nie tylko) w obszarze logistyki. Obecnie sytuowanie i rozwój inwestycji logistycznych typu City Logistic uznaje się za narzędzie pozwalające wpływać na: wzrost efektywności procesów logistycznych, poziom obsługi kontrahentów, tworzenie jakości w łańcuchach dostaw oraz ograniczanie kosztów logistyki. Centra logistyczne są także uznawane za wysoce efektywną formę restrukturyzacji obszarów znajdujących się w gospodarczym regresie – są w takich przypadkach traktowane jak projekty inwestycyjne ożywiające lokalną gospodarkę, tworzące

135 A. Wojciechowski, *Rynek usług logistycznych...*, s. 6.

136 I. Fechner, *Centra logistyczne...*, s. 15.

gałęzie związane z napływem nowych podmiotów. Jednym z najbardziej wiodących trendów rozwojowych centrów logistycznych jest rozwój logistyki miejskiej. Coraz częściej spotykane skupiska ośrodków dystrybucyjnych mogą wpłynąć na ułatwienie zarządzania dostawami powiązanymi bezpośrednio z zaopatrzeniem mieszkańców, a także przedsiębiorstw, wykorzystując planowanie i optymalizację procesów logistycznych. Nie istnieje jednolita definicja City Logistic, ponieważ termin ten łączy się z kwestiami ekonomicznymi, ekologicznymi lub środowiskowymi. City Logistic jest rozumiane jako zbiorcze pojęcie dla wielu koncepcji miejskiego transportu towarów – opisuje wszystkie czynności związane z tworzeniem, sterowaniem i optymalizacją przepływu towarów oraz informacji w strefach przemysłowych. Cele wszystkich tych koncepcji koncentrują się na odciążeniu wewnętrznej miejskiej infrastruktury oraz wzroście ekonomiczności miejskiego transportu towarów przy zachowaniu jednakowej jakości zaopatrzenia. Wiązanie różnych kanałów towarowych jest jednym z celów, które próbuje się osiągnąć w centrach przewozu towarów¹³⁷.

Położenie geograficzne Polski korzystnie wpływa na rozwój infrastruktury logistycznej, co decyduje o budowie nowych połączeń drogowych (drogi ekspresowe, autostrady), łączących duże ośrodki produkcyjno-przemysłowe. Ze względu na swoją lokalizację w środkowo-wschodniej części Europy odgrywa ona istotną rolę w transporcie międzynarodowym, jednak nie dysponuje konkurencyjnym zapleczem tranzytowym¹³⁸. Dynamiczny rozwój nowoczesnej infrastruktury transportowej, a także zaostrzająca się konkurencja na rynku europejskim stały się podstawą wyboru kraju tranzytowego przez kontrahentów. Czynniki decyzyjnymi okazują się, oprócz dogodnego położenia geograficznego, jakość świadczonych usług tranzytowych oraz ich warunki ekonomiczne. Budowa i modernizacja dróg nie jest działalnością tak swobodną jak ta, która łączy się z innymi gałęziami gospodarki. Obszar ten jest determinowany szeroko pojętym stanem transportu drogowego (jego rozwojem oraz stopniem zaawansowania), a także polityką kraju, co w konsekwencji może wpływać na wybór zaplecza tranzytowego. Polska dzięki swojej lokalizacji pośredniczy w przepływie towarów, a za sprawą stałego rozwoju gospodarczego zaczyna być traktowana po partnersku przez zagranicznych inwestorów. Przedsiębiorcy z krajów wysoko rozwiniętych gospodarczo szukają dogodnych lokalizacji, aby usprawnić dystrybucję poprzez optymalizację procesów i kosztów. Jednym z pionierskich miast wybieranych przez inwestorów na lokalizację budowy nowych ośrodków logistycznych jest Łódź, położona w centralnej Polsce. To właśnie tu krzyżują się dwie główne autostrady: A1 (północ-południe) i A2 (zachód-wschód). Łódź została wybrana przez chińskich inwestorów do budowy międzynarodowego centrum logistycznego na terenie byłej jednostki wojskowej

137 I. Jędra, J. Borowiak, *Uwarunkowania lokalizacji centrów logistycznych w Polsce*, „Logistyka” 2010, nr 6, s. 1211–1218.

138 H. Klimek, *Nowa koncepcja transeuropejskiej sieci transportowej*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Gdańskiego. Studia i Materiały Instytutu Transportu i Handlu Morskiego” 2013, nr 10, s. 11–34.

w ramach planu Nowego Jedwabnego Szlaku, który znacznie usprawniłby przepływ towarów wyprodukowanych w Chinach¹³⁹.

Jednakże o wyborze lokalizacji decyduje nie tylko dogodne położenie geograficzne. Dla inwestorów istotne są także względy ekonomiczne. Na podstawie ustawy z dnia 20 października 1994 r. w Polsce zostały utworzone specjalne strefy ekonomiczne, w których działalność gospodarcza może być prowadzona na korzystniejszych warunkach. Przedsiębiorstwa deklarujące stworzenie oddziału w tych strefach są zwolnione z podatku dochodowego CIT lub PIT. Na terenie Polski jest czternaście stref tego rodzaju; są zlokalizowane w następujących miastach: Kamienna Góra, Katowice, Kostrzyn nad Odrą, Kraków, Legnica, Łódź, Mielec, Sopot, Słupsk, Starachowice, Suwałki, Tarnobrzeg, Wałbrzych, Olsztyn. Regiony lokalizacji centrów logistycznych w Polsce przedstawiono na ilustracji 8.



Ilustracja 8. Regiony lokalizacji centrów logistycznych w Polsce

Źródło: D. Tokarski, *Location determinants of city logistics centres in the concept of sustainable development*, „Ekonomia i Środowisko” 2021, nr 4(79), s. 58–69.

139 T. Kudłacz, A. Hołuj, *Infrastruktura w rozwoju regionalnym i lokalnym*, Wydawnictwo CeDeWu, Warszawa 2015, s. 34–35.

Przy wyborze odpowiedniej lokalizacji inwestorzy uwzględniają ponadto wielkość oraz częstotliwość załadunków i rozładunków. W tej roli liderem są porty morskie, które jednorazowo są w stanie obsłużyć największą ilość dostarczanych lub wysyłanych ładunków. Porty morskie obsługują duże statki kontenerowe m.in. z Chin, przez co wielu inwestorów decyduje się na ulokowanie centrum logistycznego na wybrzeżu. Multimodalne możliwości portów przekładają się na usługi, takie jak: przeładunek towarów na ciężarówki lub pociągi w określonych relacjach, kontrola jakości przyjmowanych towarów, magazynowanie, spedycja, obsługa statków – cumowanie, tankowanie. Porty dzięki swojej przepustowości oferują szeroki zakres usług logistyczno-dystrybucyjnych¹⁴⁰.

Inwestycja związana z budową centrum logistycznego wiąże się także z analizą rynku pracy. Przedsiębiorstwa decydujące się na budowę centrum muszą przeanalizować sytuację na rynku pracy, tak aby zapewnić optymalną ilość pracowników. Ważnym czynnikiem jest struktura ludności. Dokładniej rzecz ujmując, chodzi o takie cechy, jak: wykształcenie, wiek i poziom cywilizacyjny. Centra logistyczne mają wysokie oczekiwania względem pracowników, a tych, którzy je spełniają, łatwiej znaleźć w miastach. Miasta są więc bardziej atrakcyjne jako miejsca lokalizacji centrów logistycznych. Inwestorów przyciąga rozbudowana i różnorodna technicznie infrastruktura, która znacznie ułatwia przepływ informacji, finansów, energii oraz dóbr. W sytuacji gdy centrum będzie oddalone od obszarów zamieszkałych, konieczna okaże się organizacja transportu dla pracowników, co wygeneruje dodatkowe koszty stałe¹⁴¹.

Kolejna kwestia, którą przedsiębiorstwa muszą przeanalizować, to ceny gruntów. W zależności od położenia i stanu infrastruktury ceny działek znacznie się różnią. Najdroższe grunty to te zlokalizowane przy głównych szlakach komunikacyjnych oraz działki o strategicznym znaczeniu w przepływie dóbr i usług, np. w pobliżu portów lub terenów przemysłowych. Dogodna lokalizacja jest także czynnikiem warunkującym czas realizacji zamówień, który z kolei wpływa na poziom obsługi klienta i korzyści finansowe dla przedsiębiorstwa. Lokalizacja w całym przedsiębiorstwie odgrywa kluczową rolę, a jej wybór decyduje o dobrym prosperowaniu centrum logistycznego¹⁴².

Centra logistyczne przyczyniają się do osiągania korzyści majątkowych i jakościowych przez przedsiębiorstwa. Ich funkcje podstawowe to, jak wspomniano, umożliwienie sprawnego przepływu dóbr oraz niwelowanie dodatkowych procesów i kosztów, jakie tworzy logistyka wewnątrz organizacji. Podstawowe obszary działań centrów logistycznych to transport i magazynowanie, ponieważ są one najczęściej zlecane na zewnątrz organizacji. Jednakże podział ich funkcji dokonuje się

140 C. Christowa, *Port morski jako centrum logistyczne w międzynarodowych łańcuchach dostaw*, <https://logistyka.net.pl/bank-wiedzy/transport-i-spedycja/item/85768-port-morski-jako-centrum-logistyczne-w-miedzynarodowych-lancuchach-dostaw> (dostęp: 20.04.2022).

141 G. Chaberek-Karwacka, *Logistyka w regionalnej polityce lokalizacyjnej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2013, s. 81.

142 A. Szymonik, *Wykład: Centra Logistyczne*, http://gen-prof.pl/eur_3.pdf (dostęp: 20.04.2022).

także w obszarze zarządzania oraz przepływu informacji. Przedsiębiorstwa dzięki zastosowaniu outsourcingu mogą skupić się na kluczowych obszarach działalności, takich jak produkcja lub obsługa klienta. Centra logistyczne dzięki posiadaniu własnej floty pojazdowej lub współpracy z operatorem logistycznym oferują swoim klientom zoptymalizowane usługi transportowe w bardzo korzystnej cenie. Jest to spowodowane maksymalną redukcją pustych przebiegów oraz zastosowaniem koncepcji doładunków i planowanych tras. Centra logistyczne poprzez tworzenie stałych tras przewozów umożliwiają optymalizację pustych przestrzeni ładunkowych (wypełnianych ładunkami od przedsiębiorstw zlecających transport). Spedytorzy stale analizują generowane koszty i planują trasy, tak aby były jak najbardziej optymalne. Konsolidacja tego rodzaju przyczynia się do osiągnięcia korzyści majątkowych oraz powoduje wzrost efektywności procesów logistycznych. Magazynowanie w centrach logistycznych jest realizowane na dwa sposoby. Pierwszy polega na tym, że centrum udostępnia swoją infrastrukturę zewnętrznemu podmiotowi, np. operatorowi logistycznemu, który w celach zarobkowych świadczy usługi magazynowe na terenie centrum logistycznego. Drugi sposób charakteryzuje się tym, iż centrum świadczy usługi magazynowe i manipulacyjne, zlecane przez zewnętrzne podmioty, we własnym zakresie. Usługi te są bardzo zróżnicowane z powodu specjalistycznej infrastruktury magazynowej i transportowej. Do dyspozycji przedsiębiorstw są specjalistyczne magazyny oferujące przechowywanie różnego rodzaju towarów. Zgodnie z potrzebami klientów centra logistyczne umożliwiają np. dekonsolidację kontenerów i utworzenie paletowych jednostek ładunkowych z towarów znajdujących się w środku. Inną opcją jest przeładowanie przy użyciu suwnicy kontenera z bocznic kolejowej bezpośrednio na samochód. Powodem tego typu rozwiązań jest ciągła optymalizacja kosztów związanych z procesami transportowymi. Optymalizacja ta nie byłaby możliwa, gdyby nie efektywne zarządzanie informacjami, na które składają się następujące działania: pozyskiwanie, przechowywanie, przetwarzanie, udostępnianie i odpowiednie wykorzystywanie danych¹⁴³.

Analizując podstawowe funkcje centrum logistycznego, wskazuje się także na obsługę klienta. Czynniki ludzkie odgrywa kluczową rolę w powodzeniu wszystkich wspomnianych procesów. Spedytorzy, przewoźnicy oraz agenci stale pozostają w kontakcie z przedsiębiorstwami korzystającymi z usług centrum logistycznego. Oferują wsparcie merytoryczne dla swoich klientów. Dzięki wymianie doświadczeń oraz wiedzy z zakresu logistyki pogłębiają relację biznesową i przyczyniają się do budowania długoletniej i owocnej współpracy. Ta współpraca może się opierać na długoterminowych umowach lub kontraktach na realizację danej usługi. Odpowiednia obsługa klienta jest możliwa dzięki posiadaniu przez centra logistyczne wykwalifikowanych pracowników, zasobów informacji oraz zasobów materialnych, w skład których wchodzi m.in. specjalistyczna infrastruktura¹⁴⁴.

143 A. Szymonik, *Technologie informatyczne w logistyce*, Wydawnictwo Placet, Warszawa 2010, s. 11.

144 G. Richards, *Zarządzanie logistyką...*, s. 189.

Centra logistyczne to zaawansowane i doskonale zorganizowane podmioty będące formą węzła sieci logistycznych. Jednostki te są wyposażone w bogatą infrastrukturę, oferującą elastyczne konfigurowanie łańcuchów dostaw. Często okazuje się, że kluczowym elementem w podstawowych funkcjach centrów logistycznych jest obsługa klienta. Związana z nią praca spedytora istotnie wspomaga funkcjonowanie całej organizacji centrum. Na rynku usług logistycznych stale obserwuje się wzrost outsourcingu. Spedycje działające na terenie centrum logistycznego mogą być podmiotem wewnętrznym lub zewnętrznym, świadczącym usługi w ramach outsourcingu. Przyjmując wariant zewnętrznego podmiotu, spedycja odgrywa rolę organizatora transportu i zajmuje się czynnościami związanymi m.in. z¹⁴⁵:

- dystrybucją towarów zgodnie z dyspozycją ich właścicieli;
- monitorowaniem procesu transportowego;
- przygotowaniem dokumentacji na potrzeby transportu;
- przyjęciem i wydaniem odpowiedniego towaru;
- współpracą z podwykonawcami.

W niektórych centrach logistycznych rolę agentów celnych odgrywają także agencje oferujące usługi celno-spedycyjne. Agenci zajmujący się sprawami celnymi są odpowiedzialni za świadczenie usług na najwyższym poziomie. Ponieważ centrum logistyczne wysyła towary za granicę, istnienie obsługi celnej na jego terenie jest niezbędne do zoptymalizowania realizacji przepływu towarów. Agencje te dostosowują swoje usługi do potrzeb rynku, tak aby jak najlepiej spełnić oczekiwania swoich klientów. Przykładem takiego zjawiska może być to, iż agencje oferują usługi związane z odroczeniem należności celno-skarbowych, co w wielu przypadkach umożliwia zachowanie płynności finansowej przez klientów agencji. Głównym zadaniem tego rodzaju agencji jest gromadzenie odpowiedniej dokumentacji handlowej na potrzeby organizacji odprawy celnej. Agenci reprezentują swoich klientów przed odpowiednim Urzędem Celnym, który dokonuje kontroli i zatwierdza odprawę celną¹⁴⁶.

Do funkcji pomocniczych centrów logistycznych należą także usługi związane z ubezpieczeniami. Przedsiębiorstwa tej branży swoje siedziby mają zlokalizowane na terenie centrum logistycznego, tak aby oferować zewnętrznym podmiotom działającym na jego terenie pełen pakiet usług z zakresu ubezpieczeń. Oferty ubezpieczeń dotyczą zarówno przewozów, jak i ubezpieczeń cywilnych od następstw nieszczęśliwych wypadków. Przewoźnicy, którym kończą się umowy ubezpieczeniowe OCP (odpowiedzialność cywilna przewoźnika), mogą w konkurencyjnych cenach nabyć ubezpieczenie w agencji działającej na terenie centrum. Agencja ta ma sprecyzowane oferty, dostosowane do potrzeb transportu, dzięki czemu jest w stanie zaoferować korzystniejsze stawki od konkurentów niedziałających wewnątrz organizacji centrum. Funkcje dodatkowe, jakie pełnią centra logistyczne,

145 C. Grawowicz, K. Pasek, *Nowoczesne technologie i systemy informacyjne w zarządzaniu łańcuchem dostaw w centrach logistycznych*, „Acta Universitatis Lodziensis. Folia Oeconomica” 2011, nr 251, s. 117–131.

146 B. Skowron-Grabowska, *Centra logistyczne w łańcuchach...*, s. 20–24.

przyczyniają się do wzrostu zysków i satysfakcji klientów mogących zrealizować wszystkie procesy na terenie jednego obiektu. Przedsiębiorcy produkcyjni wykorzystujący centra tego typu do przepływu swoich towarów bardzo często posiadają własną flotę pojazdów, które wymagają okresowych kontroli, usunięcia awarii bądź innych czynności z zakresu napraw technicznych. Jedną z funkcji dodatkowych centrum logistycznego jest obsługa techniczna ciężarówek, które na terenie centrum mogą skorzystać z usług warsztatów. Punkty te są spersonalizowane pod kątem naprawy ciężarówek i często oferują także części wymienne, naprawę plandek, sprzedaż filtrów i olejów. Jest to duże ułatwienie dla kierowcy, który np. transportuje towar do kraju spoza granic UE¹⁴⁷.

Centra logistyczne oferują również usługi transportu i magazynowania odpadów niebezpiecznych zgodnie z przepisami konwencji ADR. Klienci posiadający towary niebezpieczne, np. niektóre rodzaje nawozów, mogą skorzystać z usług centrum, jakie zapewnia fachową obsługę w zakresie¹⁴⁸:

- magazynowania i transportu towarów ADR;
- rejestrowania i dokumentowania;
- współpracy z odpowiednim urzędem.

Rynek usług logistycznych stale się rozwija i przechodzi transformację. Od usług masowych przechodzi się do bardziej spersonalizowanych. Jest to proces indywidualizacji, który w przyszłości będzie coraz częściej wykorzystywany w celu polepszenia relacji i większego zrozumienia potrzeb klientów. Centrum logistyczne ma dostosowaną infrastrukturę pod usługi socjalno-bytowe dla kierowców, dzięki którym mogą skorzystać z bezpłatnych parkingów i zrealizować obowiązkową przerwę w trakcie pracy. W przypadku dalszej trasy kierowcy mają zapewnione usługi hotelarskie na terenie centrum, gdzie mogą wynająć pokój z łazienką i przenocować w komfortowych warunkach. Centrum i jego obiekty oferują także punkty gastronomiczne, w których kierowcy mogą zjeść posiłek przed dalszą trasą¹⁴⁹.

Głównym obiektem dodatkowym, który wspomaga pracę centrum, jest stacja paliw zlokalizowana na terenie obiektu. Jest to punkt, z którego kierowcy stale korzystają. Stacja ta może należeć do dużego przedsiębiorstwa paliwowego lub być własnością centrum, które z kolei zakupuje paliwo od tych przedsiębiorstw. Klienci, którzy często tankują na tej stacji paliw, mogą negocjować ich cenę np. poprzez podpisanie umowy na karty paliwowe. Jest to obopólna korzyść, ponieważ klient uzyska niższą cenę za litr, natomiast stacja – stały dochód dzięki podpisanej umowie.

Podsumowując ten wątek, trzeba powiedzieć, że budowa centrum logistycznego to inwestycja pochłaniająca ogromne środki finansowe, sięgające często

147 I. Fechner, *Centra logistyczne...*, s. 30–34.

148 R. Kucharczyk, *Centra logistyczne – istota, zadania, funkcje*, „Logistyka” 2014, nr 3, s. 3490–3495.

149 E. Gołemska, M. Gołembski, Z. Bentyn, *Logistyka usług*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2017, s. 66.

kilkuset milionów złotych. Odpowiednia lokalizacja obiektów przyczynia się do zwrotu inwestycji i osiągnięcia wielu korzyści z nią związanych. Duże przedsiębiorstwa decydujące się na utworzenie centrum logistycznego rozbudowują swoją infrastrukturę, oferując nowe miejsca pracy, co przy odpowiedniej analizie rynku jest pozytywnym wkładem w funkcjonowanie społeczeństwa. Mniejsze przedsiębiorstwa korzystające z usług logistycznych także tworzą wartość dodaną dla gospodarki, ponieważ napędzają rynek tych usług i przyczyniają się do stworzenia koniunktury dla przepływu dóbr i usług. Zarówno duże, jak i małe przedsiębiorstwa stają się bardziej konkurencyjne, ponieważ poprzez optymalizację procesów logistycznych są bardziej wydajne, co wpływa na wzrost poziomu obsługi klienta (szybszy czas reakcji oraz skrócenie czasu dostawy). Dzięki mniejszej ilości procesów logistycznych przedsiębiorcy są w stanie zaoferować korzystniejszą cenę od konkurencji niekorzystającej z usług centrum logistycznego. Niższa cena i krótki czas realizacji zamówień przekładają się na pozyskiwanie nowych klientów przez przedsiębiorstwa. Przeprowadzanie szybkich operacji transportowych (zwłaszcza związanych z transportem intermodalnym), a także oferowanie usług celnych umożliwiają przedsiębiorcom ekspansję na rynki europejski oraz azjatycki¹⁵⁰.

2.3.2. Rozwój wybranych centrów logistycznych w Polsce

Polska ze względu na swoje położenie w Europie Środkowo-Wschodniej jest znakomitym punktem przepływu towarów. Przez ostatnie lata obserwuje się znaczny wzrost zapotrzebowania na budowę o charakterze logistycznym. Tworzy się coraz większa infrastruktura transportowo-magazynowa o zasięgu regionalnym, lokalnym oraz międzynarodowym. Ma to związek z rosnącym udziałem e-commerce w handlu i obsługującą go branżą KEP (przesyłek kurierskich, ekspresowych i paczkowych).

W Polsce istnieje wiele budowli magazynowych z rozbudowaną infrastrukturą, które bardzo często są nazywane centrami logistycznymi, ale tak naprawdę nimi nie są. Wiele tych budowli nie spełnia standardów europejskich, a zatem błędnie określa się je mianem centrów logistycznych. W Polsce obecnie istnieje tylko kilka centrów tego rodzaju, które spełniają wspomniane standardy.

Śląskie Centrum Logistyki S.A. to obiekt dysponujący 47,6 ha, umiejscowiony w Gliwicach przy Kanale Gliwickim. Posiada port śródlądowy oraz stację kolejową. Place składowe umożliwiają przechowywanie 70 tys. t towarów. Centrum to jest wyposażone w najnowsze systemy informatyczne klasy MRP II oraz ERP. Magazyn obsługuje system klasy WMS¹⁵¹. Wspomniane centrum logistyczne przedstawiono na ilustracji 9.

150 B. Skowron-Grabowska, *Centra logistyczne w łańcuchach...*, s. 20–24.

151 Śląskie Centrum Logistyki, <https://scl.com.pl/> (dostęp: 27.04.2022).



Ilustracja 9. Śląskie Centrum Logistyki S.A.

Źródło: Śląskie Centrum Logistyki S.A., <https://gliwice.eu/wizytowka/centra-logistyczne/slaskie-centrum-logistyki-sa> (dostęp: 27.04.2022).

Centrum Logistyczno-Inwestycyjne Clip Poznań to obiekt dysponujący powierzchnią magazynową łącznej wielkości 80 tys. m². Budowla mieści się w Jasinie w bliskim sąsiedztwie autostrady A2. Budynek jest wyposażony w dwa magazyny wysokiego składowania klasy A; strefy przyjęć i wydań towaru są zautomatyzowane. To centrum logistyczne jest także wyposażone w terminal kontenerowy i pełną infrastrukturę kolejową. Obiekt w Poznaniu (ilustracja 10) oferuje także własny transport drogowy, skład celny oraz usługi konfekcjonowania¹⁵².



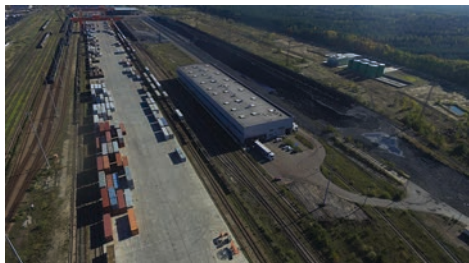
Ilustracja 10. Centrum Logistyczno-Inwestycyjne Clip Poznań

Źródło: Powierzchnie magazynowe do wynajęcia w Clip Poznań, <https://www.axiimmo.com/park-magazynowy-clip-do-wynajecia> (dostęp: 27.04.2022).

Centrum Logistyczne Sławków to obiekt zlokalizowany w Sławkowie o powierzchni składowej do przechowywania kontenerów 23,6 tys. m², powierzchni składowej w magazynach zamkniętych 8,5 tys. m² oraz neutralnej powierzchni składowania 110 tys. m². Centrum to oferuje także usługi pomocnicze, w tym handel i naprawę opakowań, organizację przewozów kombinowanych, odprawy celne, napełnianie opakowań towarami sypkimi oraz opróżnianie ich¹⁵³. Centrum logistyczne Sławków przedstawiono na ilustracji 11.

152 Centrum Logistyczno-inwestycyjne Poznań II Sp. z o.o., <https://clip-group.com/clip-2/> (dostęp: 27.04.2022).

153 S. Bartosiewicz, *Funkcjonowanie międzynarodowego centrum logistycznego Euroterminal w Sławkowie*, „Przedsiębiorczość i Zarządzanie” 2010, nr 11(6), s. 209–225.



Ilustracja 11. Centrum Logistyczne Sławków

Źródło: Budowa Międzynarodowego Centrum Logistycznego Euroterminal w Sławkowie – zadanie 3, <https://mapadotacji.gov.pl/projekty/721225/#gallery-1> (dostęp: 27.04.2022).

Wielkopolskie Centrum Logistyczne Konin – Stare Miasto S.A. to obiekt zlokalizowany w bliskim otoczeniu autostrady A2 niedaleko Konina (ilustracja 12). Jest to rodzaj publiczno-prywatnego centrum logistycznego, którego głównym celem jest zainteresowanie nim regionalnych przedsiębiorców, tak aby stworzyć wspólne centrum dostosowane do indywidualnych potrzeb inwestorów. Oferuje pełen zakres obsługi w procesie realizacji inwestycji (od uzyskania zezwoleń po budowę obiektów magazynowych) i pełen zakres usług logistycznych; posiada również infrastrukturę dodatkową, w tym: serwis pojazdów, usługi finansowe, obsługę celną i usługi gastronomiczne¹⁵⁴.



Ilustracja 12. Wielkopolskie Centrum Logistyczne Konin – Stare Miasto S.A.

Źródło: *Inwestuj w Powiecie konińskim*, https://powiat.konin.pl/media_pliki/foto/12727-tereny-inwestycyjne-w-gminie-stare-miasto.jpg (dostęp: 27.04.2022).

¹⁵⁴ Wielkopolskie Centrum Logistyczne, *O firmie*, <https://wcl.pl/o-firmie/> (dostęp: 27.04.2022).

Centrum Dystrybucyjne ID Logistics to obiekt zlokalizowany w Mszczonowie. Specjalizuje się w przyjmowaniu towarów spożywczych oraz przemysłowych. Dysponuje powierzchnią magazynową wielkości 47 tys. m². Posiada magazyny wysokiego składowania, które są podzielone na kilka stref: wysokiego składu, cross-dockingu, towarów łatwopalnych i przyjęcia. W obiekcie tym istnieje także strefa akcyzowa, w której przechowuje się towary oczekujące na oznakowanie odpowiednią banderolą. Magazyn dysponuje 54 tys. miejsc paletowych oraz nowoczesną infrastrukturą w postaci transportu wewnętrznego. Posiada także inteligentny system przeciwpożarowy. Jest zarządzany przy pomocy WMS. Centrum to oferuje ponadto handel opakowaniami oraz usługi pomocnicze, w tym spedycję¹⁵⁵. Centrum logistyczne zlokalizowane w Mszczonowie przedstawiono na ilustracji 13.



Ilustracja 13. Centrum Dystrybucyjne ID Logistics

Źródło: AXI IMMO doradcą ID Logistics przy wyborze magazynu w Mszczonowie, <https://www.axiimmo.com/informacje-prasowe/axi-immo-doradca-ID-logistics-przy-wyborze-magazynu-w-mszczonowie> (dostęp: 27.04.2022).

Central European Logistics Hub budowany przez dewelopera powierzchni przemysłowych i magazynowych Panattoni to największy w Europie kompleks logistyczny o planowanej powierzchni ponad 600 tys. m², który jest załącznikiem powstającej w Łodzi nowej dzielnicy przemysłowej. Będzie się tam znajdować m.in. kilka magazynów firmy Inpost o łącznej powierzchni 8,7 tys. m². Inwestycja jest zlokalizowana przy ul. Jędrzejowskiej, tuż przy autostradzie A1, 30 km od węzła Łódź Północ, czyli skrzyżowania autostrad A1 i A2. W ramach Central European

¹⁵⁵ ID Logistics zostaje w P3 Mszczonów, <https://magazyny.pl/blog/aktualnosci/id-logistics-zostaje-w-p3-mszczonow/> (dostęp: 27.04.2022).

Logistics Hub, oprócz wspomianej firmy kurierskiej Inpost (która dzięki realizacji tego projektu będzie mogła sprawniej obsługiwać klientów w aglomeracji łódzkiej), swoje magazyny będą mieć m.in. BSH Sprzęt Gospodarstwa Domowego, Media Expert czy Smyk. Nie jest to zresztą jedyna interesująca informacja z łódzkiego rynku logistyczno-magazynowego. Do centrum 7R Park Łódź East I na łódzkim Widzewie, tuż przy zjeździe na autostradę A1, wprowadza się przedsiębiorstwo Castorama, które wynajęło tam 35,3 tys. m² przestrzeni magazynowej oraz ok. 770 m² biurowej. Z kolei w Panattoni Łódź Park West jesienią 2021 r. magazyn o powierzchni 10 tys. m² otworzył chiński potentat handlu internetowego AliExpress¹⁵⁶. Central European Logistics Hub przedstawiono na ilustracji 14.



Ilustracja 14. Central European Logistics Hub

Źródło: Central European Logistics Hub, <https://industrial.pl/magazyny-do-wynajecia/polska-centralna/12-central-european-logistics-hub#pid=1> (dostęp: 27.04.2022).

Panattoni Europe jest kompleksowym deweloperem logistycznym i komercyjnym; to europejski oddział jednego z największych na świecie deweloperów przemysłowych Panattoni Development Company, firmy założonej w 1986 r. w USA przez Carla Panattoniego. Od momentu powstania w 2005 r. przedsiębiorstwo to wybudowało w Europie obiekty o łącznej powierzchni ponad 15 mln m². Panattoni Europe posiada biura w Polsce, Wielkiej Brytanii, Czechach, Luksemburgu i Niemczech¹⁵⁷.

¹⁵⁶ Inpost otwiera nowe centrum logistyczne w Łodzi. Powstaje największy w Europie hub!, <https://uml.lodz.pl/aktualnosci-lodzpl/artukul-lodzpl/47710/2022/2/18/?L=44> (dostęp: 27.04.2022).

¹⁵⁷ Panattoni, *O nas*, <http://www.panattonieurope.com/pl/o-nas/> (dostęp: 27.04.2022).

Od początku swojej działalności w Polsce oddział Panattoni Europe zbudował obiekty o łącznej powierzchni ok. 10 mln m². Na początku 2006 r., niespełna pół roku po otwarciu biura, podpisano umowę najmu 52 tys. m² powierzchni magazynowej dla H&M w obiekcie Panattoni Park Poznań I. Kolejne lata przyniosły nowe umowy i budowę własnych parków w okolicach Bielsko-Białej, Teresina, Poznania, a także Wrocławia. W 2008 r. podpisano – jak na tamten czas największą – umowę dotyczącą budowy obiektów pod najem dla Leroy Merlin w Panattoni Park Stryków (56 tys. m²), przebijając dokonanie sprzed dwóch lat. Przedsiębiorstwo Panattoni utrzymało pozycję lidera pomimo ogólnoświatowego kryzysu; w 2008 powołało nową strukturę BTS Group, aby w 2010 r. rozpocząć budowę 57 tys. m² powierzchni magazynowej dla Tesco. Panattoni wdrożyło również trend realizacji obiektów produkcyjnych w Specjalnych Strefach Ekonomicznych; przykładem może być budowa fabryki dla przedsiębiorstwa BSH. Kilka lat później, w 2014 r., Panattoni Europe podpisało istotną umowę dotyczącą budowy obiektów pod najem o łącznej powierzchni 246 tys. m² dla firmy Amazon w dwóch lokalizacjach, Poznaniu i Wrocławiu, przypieczętowując tym samym swoją dominację na rynku krajowym¹⁵⁸.

Celem Panattoni Europe jest wspieranie lokalnych przedsiębiorców poprzez dostarczanie im dopasowanych do zróżnicowanych potrzeb, wielofunkcyjnych magazynowych obiektów budowlanych. Na potrzeby rozwoju działalności Panattoni Europe zajmuje się zakupem gruntów, zabezpieczając tym samym najbardziej strategiczne lokalizacje w kraju. Firma ta specjalizuje się również w doradztwie na każdym etapie procesu inwestycyjnego. W jej ofercie można znaleźć obiekty magazynowe i przemysłowe wraz z powierzchnią biurową. Domeną marki Panattoni stały się projektowane na miarę inwestycje *build-to-suit*, realizowane na zlecenie indywidualnego klienta. W ramach portfolio ukończonych inwestycji logistycznych firma Panattoni posiada w swej ofercie również powierzchnie magazynowe do natychmiastowego wynajęcia. Jako zarządca swoich obiektów budowlanych świadczy także kompleksową obsługę operacyjną i administracyjną wynajętej powierzchni w zakresie: zapewnienia sprawności urządzeń technicznych, prowadzenia rozliczeń mediów i całodobowej ochrony parków¹⁵⁹.

Do grona klientów dewelopera powierzchni przemysłowych i magazynowych Panattoni należą m.in. takie marki globalne, jak: Amazon, Avon, Bosch, Castorama, CAT Logistics, Coca-Cola, H&M, Intermarché, Lear Corporation, Leroy Merlin, Raben, ND Logistics, Orsay, Pilkington, Polaris, Schenker, Tesco, UPS, Wincanton oraz Zelmer. Panattoni Europe skupia się głównie na działaniach związanych bezpośrednio z udostępnianiem magazynów, powierzchni BTS, a także parków miejskich. Na potrzeby tej pracy przeanalizowano infrastrukturę transportowo-magazynową inwestycji Panattoni City Logistics, w skład której wchodzi obiekty w Katowicach, Krakowie, Warszawie, Wrocławiu i Łodzi. Łódzkie portfolio

158 Panattoni, *Działalność*, <http://www.panattonieurope.com/pl/dzialalnosc/> (dostęp: 27.04.2022).

159 Panattoni, *Portfolio*, <http://www.panattonieurope.com/pl/portfolio/> (dostęp: 27.04.2022).

przedsiębiorstwa Panattoni obejmuje, oprócz City Logistics Łódź I i II, kompleksy Panattoni Park Łódź East, Panattoni Park Łódź South, Panattoni Business Center Łódź I, II, III i IV, Panattoni Park Stryków I i II oraz kompleks logistyczny Central European Logistics Hub w okolicach ul. Tomaszowskiej¹⁶⁰.



Ilustracja 15. Panattoni City Logistics Łódź I

Źródło: Centrum logistyczne Distribution Park Łódź City, <https://magazyny.online/centrum-logistyczne/panattoni-city-logistics-lodz-i-lodz-ul-dostawcza-2302> (dostęp: 27.04.2022).

Panattoni City Logistics Łódź I (ilustracja 15) to obiekt znajdujący się na zbiegu ulic Dostawczej i Lodowej w dzielnicy Widzew, w odległości zaledwie 4 km od centrum, z dostępem do rozwiniętej komunikacji miejskiej, 30 km od autostrady A2 łączącej Berlin, Poznań i Warszawę, i w odległości 6 km od autostrady A1. Lokalizacja ośrodka w centralnej części Polski (ponadto w obrębie dużego miasta) zapewnia dogodną komunikację z istotnymi ośrodkami miejskimi, a także dostęp do wykwalifikowanych pracowników. City Logistics Łódź I to budynek klasy A posiadający powierzchnię do magazynowania i lekkiej produkcji (łącznie ponad 30 tys. m²), przeznaczony dla małych i średnich przedsiębiorców. Część magazynowa to nowoczesna powierzchnia z dostępem do doków i wjazdem z poziomu „0”¹⁶¹.

160 Panattoni, *Dlaczego my*, <http://www.panattonieurope.com/pl/dlaczego-my/> (dostęp: 27.04.2022).

161 Panattoni City Logistics Łódź I, <http://www.panattonieurope.com/pl/kraj/polska/portfolio-projektow/magazyn-do-wynajecia/polska-centralna/city-logistics-lodz-i/> (dostęp: 27.04.2022).

Zwiększające się potrzeby branży lokalnego handlu i drobnej produkcji w ramach logistyki „ostatniej mili” i logistyki wewnątrzmiejskiej – to motywacja dla Panattoni Europe do błyskawicznej budowy.

Panattoni City Logistics Łódź II (ilustracja 16) to obiekt położony w południowo-wschodniej części miasta, na zbiegu ulic Ofiar Terroryzmu 11 Września i Olechowskiej, w odległości zaledwie 8 km od centrum, z dostępem do komunikacji miejskiej, 27 km od autostrady A2 oraz 5 km od autostrady A1. Kolejny w tej lokalizacji kompleks logistyczny będzie miał 38 tys. m² powierzchni. Będzie ponadto przystosowany do szybkiego przeładunku, tzw. *cross-dock*, magazynowania oraz lekkiej produkcji. Minimalny moduł do wykorzystania dla jednego przedsiębiorstwa to 1,8 tys. m² powierzchni. Pomieszczenia biurowe będą spełniać wymogi certyfikatu BREEM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) w nowoczesnych wnętrzach klasy A¹⁶².



Ilustracja 16. Panattoni City Logistics Łódź II

Źródło: *City Logistics Łódź II* był pilotażowym projektem koncepcji stref zielonych Panattoni, <https://eurobuildcee.com/images/77063-large.jpg> (dostęp: 27.04.2022).

Rosnącemu zainteresowaniu tego typu powierzchnią sprzyja dynamiczny rozwój sektora e-commerce. Sprzedaż internetowa sukcesywnie wzrasta, a wraz z nią również zapotrzebowanie na operatorów logistycznych, platformy przeładunkowe oraz punkty sprzedaży zlokalizowane nieopodal nabywców. Pozwala to na

162 Panattoni City Logistics Łódź II, <http://www.panattonieurope.com/pl/kraj/polska/portfolio-projektow/magazyn-do-wynajecia/polska-centralna/city-logistics-lodz-ii/> (dostęp: 27.04.2022).

efektywne zarządzanie zwrotami, ale przede wszystkim umożliwia dostarczenie towaru szybciej, sprawniej, a w konsekwencji również taniej. W związku z tym posiadanie czy wynajmowanie przestrzeni magazynowej w obrębie miast przez przedsiębiorstwa z sektora e-commerce staje się koniecznością. Koncept City Logistics Łódź II to kolejna propozycja Panattoni Europe w ramach tzw. parków miejskich. O lokalizacji takich inwestycji decydują przede wszystkim odległości do centrum miasta i najważniejszych węzłów komunikacyjnych. W Łodzi wzdłuż ulicy Olechowskiej pojawiają się nowe centra logistyczne i projekt Panattoni Europe tylko potwierdza zasadność tej lokalizacji. Bliskość węzłów autostradowych (A1 i A2) oraz niewielka odległość od różnych punktów w mieście czynią tę lokalizację optymalną dla przedsiębiorstw, którym zależy na szybkiej obsłudze procesu „ostatniej mili”¹⁶³.

Centra logistyczne umożliwiają stworzenie optymalnego zaplecza magazynowego w łańcuchu dostaw potencjalnych kontrahentów, nieopodal ośrodków przemysłowych, z dostępem do doświadczonych pracowników, w bezpośrednim sąsiedztwie najważniejszych węzłów komunikacyjnych. Wybór odpowiedniej lokalizacji inwestycji logistycznej powinien być poprzedzony szczegółową analizą potencjału danego regionu, zarówno ekonomiczną, jak i środowiskową. Przedsięwzięcia związane z zabudową magazynową, o powierzchni nie mniejszej niż 0,5 ha (na obszarach objętych ochroną) i 1 ha (na pozostałych obszarach), są zaliczane do przedsięwzięć mogących silnie oddziaływać na środowisko i podlegają procedurze oceny tego oddziaływania¹⁶⁴. Dobrze zaplanowana infrastruktura zrównoważonego rozwoju powinna być kształtowana w zgodzie z naturą, w taki sposób, aby utrzymać środowisko w stanie zapewniającym optymalne warunki bytowania człowieka i zagwarantować ciągłość przebiegu procesów zachodzących w biosferze.

Lokalizacja centrów logistycznych w Polsce jest ściśle związana z istniejącymi oraz przewidzianymi do realizacji korytarzami transportowymi, stanowiącymi połączenie z międzynarodowymi szlakami tranzytowymi mieszczącymi się na terenie naszego kraju, a przebiegającymi w kierunku Europy Wschodniej i Azji. Zbudowanie pasm autostrad bez odpowiednich miejsc dystrybucji dóbr stworzyłoby tylko kanały przerzutu towarów pochodzących z zagranicy, tym samym nie włączając Polski w sieć gospodarczą Europy, z ukierunkowaniem transportu przede wszystkim na jej wschodnich partnerów. Lokalizacja centrów logistycznych zależy również od powierzchni zagospodarowania i promienia zasięgu współpracy¹⁶⁵.

163 Panattoni, *Portfolio*, <http://www.panattonieurope.com/pl/portfolio/> (dostęp: 27.04.2022).

164 Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. z 2019, poz. 1839).

165 I. Jędra, J. Borowiak, *Uwarunkowania lokalizacji...*, s. 1211–1218.

2.3.3. Koncepcja lokalizacji nowego centrum logistycznego w Polsce

Istotne znaczenie w przypadku decyzji dotyczących lokalizacji nowej inwestycji transportowo-magazynowej w Polsce ma zdolność przedsiębiorstw z tej branży do zapewnienia wysokiej jakości usług. Korzyści wynikające z ulokowania nowego centrum logistycznego w miejscowości Terespol, w województwie lubelskim, przejawiają się w możliwości wykorzystania transportu intermodalnego. W okolicach Terespolu (do 20 km od centrum miasta) znajdują się trzy terminalne przeładunkowe. Uwzględniając techniczne aspekty, do roku 2024 ma zostać zakończona budowa autostrady A2, która umożliwi, a przede wszystkim ułatwi krajowe połączenie transportowe. W obrębie lokalizacji planowanej inwestycji znajduje się również rozwinięta trakcja kolejowa, dzięki której ta inwestycja może być istotnym pośrednikiem między producentami ze Wschodu (np. Chin) a odbiorcami z Zachodu, jak również dawać możliwość dystrybuowania towarów do państw Bliskiego i Dalekiego Wschodu¹⁶⁶.

Kluczowe okazują się także ceny gruntów; w okolicach Terespolu jest dużo niewykorzystanych działek. W księgach wieczystych funkcjonują one jako rolno-budowlane, czyli mają bardzo korzystną cenę i są dużo tańsze od działek znajdujących się w centrum bądź na zachodzie Polski. Dodatkowo w Planie Zagospodarowania Przestrzennego Miasta Terespol działki, które planowo mają zostać zakupione pod inwestycję, są oznaczone symbolami Z-2U i Z-4U, co oznacza, że prawnie istnieje możliwość wybudowania na nich budynku do trzech kondygnacji nadziemnych¹⁶⁷.

Gmina Terespol jest niewykorzystanym inwestycyjnie terenem. Powstałe tam centrum logistyczne będzie zatem generowało popyt na pracę wśród mieszkańców zarówno tej gminy, jak i okolicznych gmin. W powiecie bialskim stopa bezrobocia w roku 2020 utrzymuje się średnio na poziomie 10%. Dzięki temu istnieje pewność, że wygenerowany popyt zostanie zaspokojony, a średnia wysokość płac nie będzie musiała być podwyższona, aby przyciągnąć pracowników. Oprócz czynnika bliskości rynku bierze się pod uwagę także zmienne logistyczne oraz te związane z konkurencją. Zmienne logistyczne to m.in. dostępność transportu, jego koszty i geograficzny zasięg rynku, na którym przedsiębiorstwo może dostarczać towar w tym samym bądź kolejnym dniu (rano). Ponadto trzeba pamiętać o tym, że duże skupisko obiektów logistycznych może być nieefektywne ekonomicznie¹⁶⁸.

166 *Nowy Jedwabny Szlak*, <https://www.chinskiraport.pl/blog/nowy-jedwabny-szlak/> (dostęp: 27.04.2022).

167 Oficjalny portal miasta Terespol, *Inwestycje*, <https://terespol.pl/inwestycje> (dostęp: 27.04.2022).

168 Oficjalny portal gminy Terespol, *Statystyki*, https://www.gminaterespol.pl/viewpage.php?page_id=35 (dostęp: 27.04.2022).

Rozdział 3

Infrastruktura transportu jako czynnik warunkujący rozwój zrównoważonych, innowacyjnych i odpornych systemów mobilności

3.1. Założenia i kierunki rozwoju zrównoważonej, innowacyjnej oraz odpornej infrastruktury transportu

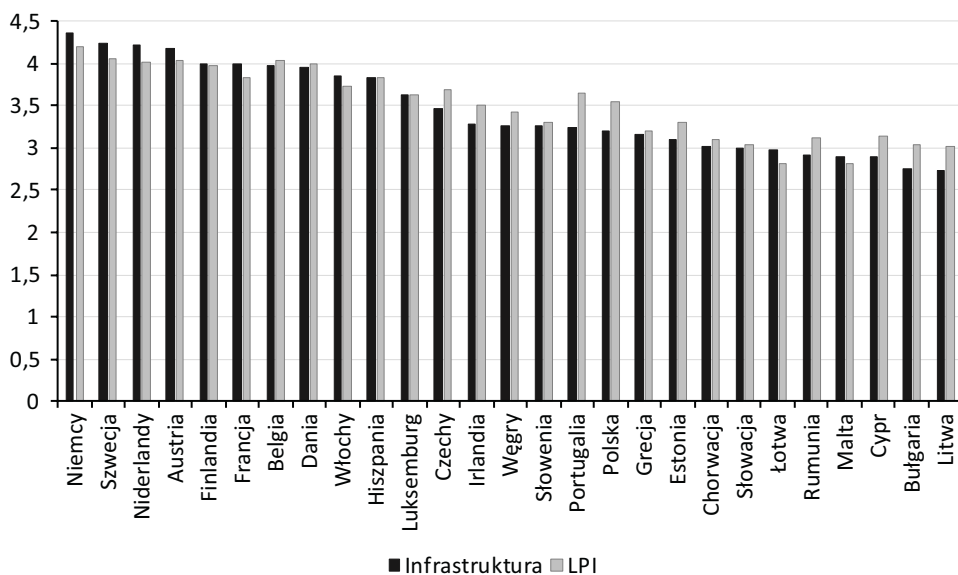
3.1.1. Współczesne wyzwania dla rozwoju infrastruktury transportu z perspektywy założeń zrównoważonej gospodarki

Zrównoważony rozwój transportu i infrastruktury stanowi jeden z najczęściej dyskutowanych tematów w kontekście lokalnych, krajowych i międzynarodowych polityk gospodarczych, ochrony środowiska i klimatu. Infrastruktura, łącząc światowe gospodarki i społeczeństwa, wpływa bezpośrednio i pośrednio na realizację wszystkich celów zrównoważonego rozwoju. Transport jest kluczowym czynnikiem rozwoju gospodarczego i społecznego. Jako drugi co do wielkości obszar wydatków unijnych gospodarstw domowych w 2019 r. odpowiadał za 5% wartości dodanej brutto w cenach bieżących (Gross Value Added, GVA), zapewniając bezpośrednio miejsca pracy dla 10,5 mln pracowników, co stanowiło 5,4% ogółu zatrudnionych¹. Układ sieci infrastruktury transportu, wchodzącej w skład systemów transportowych, zapewnia ciągłość przewozów osób oraz umożliwia przepływy handlowe, wspierając sprawność i efektywność funkcjonowania łańcuchów dostaw. Opublikowany przez Bank Światowy ranking, sporządzony na podstawie indeksu wydajności logistycznej² (Logistics Performance Index, LPI), wskazuje, że

1 *EU Transport in Figures 2021*, European Commission, Luxembourg 2021, s. 19.

2 Indeks wydajności logistycznej jest średnią ważoną wyników danego państwa w odniesieniu do sześciu kluczowych wymiarów: wydajności procesu rozliczania, jakości infrastruktury transportowej, łatwości organizowania wysyłki po cenach konkurencyjnych, świadczenia

w 2018 r. dziesięć państw członkowskich UE znajdowało się w pierwszej 20 wśród 160 badanych państw świata³. Pierwsze cztery miejsca na świecie pod względem sprawności systemów transportowych i obsługi logistycznej zajmowały: Niemcy, Szwecja, Belgia i Austria. Jednym z elementów syntetycznego wskaźnika LPI jest jakość infrastruktury transportu istotna dla obsługi handlu międzynarodowego. Ocena jakości infrastruktury transportu pod względem wydajności logistycznej, zaprezentowana na wykresie 1, wskazuje na wysoką sprawność i efektywność operacyjną systemów transportowych państw członkowskich UE. Od 2012 r. liderami w tym rankingu są Niemcy, Szwecja, Niderlandy i Austria.



1 – poziom najniższy, 5 – poziom najwyższy

Wykres 1. Wskaźnik oceny jakości infrastruktury transportu pod względem wydajności logistycznej i indeks LPI państw członkowskich UE w 2018 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie The World Bank, <https://lpi.worldbank.org/international/aggregated-ranking> (dostęp: 18.03.2022).

Wzrost działalności przewozowej wywiera jednocześnie presję na zrównoważony rozwój systemów transportowych oraz zwiększa ich podatność na globalne zagrożenia i destrukcyjne zakłócenia, które powodują dyslokacje sieci

kompetentnych i wysokiej jakości usług logistycznych, zdolności do identyfikacji i śledzenia przesyłek oraz terminowości wysyłki, zgodnie z zaplanowanym lub oczekiwanym czasem dostawy. Wskaźnik wydajności logistycznej obejmuje zarówno pomiary jakościowe, jak i ilościowe, A.S. Grzelakowski, *Przestrzeń transportowa UE jako komponent europejskiej przestrzeni logistycznej. Wymogi jej rozwoju w aspekcie tworzenia ułatwień handlu i wzrostu konkurencyjności Europy*, „Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów” 2018, z. 166, s. 45.

3 The World Bank, <https://lpi.worldbank.org/international/aggregated-ranking> (dostęp: 18.03.2022).

transportowych i łańcuchów dostaw, takie jak pandemia COVID-19 czy sześciomiesięczna blokada Kanału Sueskiego w marcu 2021 r. spowodowana uziemieniem kontenerowca „Ever Given” o pojemności 20 tys. TEU, na skutek m.in. nagłych zjawisk pogodowych⁴. Nasilające się zakłócenia systemowe pokazują, jak ważną rolę odgrywa transport oraz jakie koszty społeczne, zdrowotne i gospodarcze niesie za sobą znaczne ograniczenie lub całkowite wstrzymanie swobodnego przepływu osób, towarów i usług. Wydajna infrastruktura oraz efektywne usługi transportowe są więc niezbędne dla wzmocnienia strategicznej autonomii i odporności UE w celu szybkiego reagowania na coraz poważniejsze w skutkach zagrożenia i kryzysy. Stąd jedno z najważniejszych wyzwań dotyczą połączenia Europy z nowoczesnymi, multimodalnymi i bezpiecznymi sieciami infrastruktury transportu (dla ruchu pasażerskiego i przewozów ładunków) oraz poprawy jakości połączeń i zwiększenia dostępności transportowej przy jednoczesnym wsparciu zrównoważonego rozwoju gospodarki.

Kolejne kluczowe wyzwanie dla zrównoważonego rozwoju sieci infrastruktury transportu wynika z polityki handlowej i uwarunkowań geopolitycznych. Według ekspertów z Banku Światowego udział światowego handlu towarami, prowadzonego z krajami o malejącej stabilności politycznej, wzrósł z 16% w 2000 do 31% w 2020 r.⁵ Szacuje się, że do roku 2025 od 15 do 25% globalnych przepływów handlowych zostanie bardziej zorientowanych regionalnie, zwiększając ryzyko zakłóceń dla niedoinwestowanej i często przestarzałej infrastruktury, warunkującej funkcjonowanie systemów transportowych⁶. Tymczasem istniejąca infrastruktura drogowa, kolejowa i rzeczna w różnych państwach członkowskich UE nie jest odpowiednio utrzymywana, co negatywnie przekłada się na jej jakość, bezpieczeństwo, wydajność i zgodność z zasadami zrównoważonego rozwoju. Dostępność i jakość infrastruktury transportowej są szczególnie niskie we wschodniej części UE, powodując wyższe ryzyko wypadków i zatorów komunikacyjnych, większą emisję hałasu, a także ograniczenie usług dla społeczeństwa.

Od czasu światowego kryzysu gospodarczego w 2008 r. UE odczuwa skutki niskich poziomów inwestycji w infrastrukturę transportu, szczególnie w państwach o najniższej jakości infrastruktury. Średnia wartość tych inwestycji utrzymuje się na poziomie znacznie poniżej 100 mld EUR rocznie, tj. ok. 20% mniej niż przed kryzysem⁷. Środki przeznaczone na rozbudowę sieci infrastrukturalnej są niewystarczające, a ponadto przy określaniu ich wysokości nie uwzględnia się nakładów na modernizację najważniejszych połączeń, wskutek czego dochodzi do poważnych zaległości w jej utrzymaniu. Prowadzi to do spowolnienia procesu

4 *Awarie w Kanale Sueskim nie są rzadkością*, <https://www.wnp.pl/logistyka/awarie-w-kanale-sueskim-nie-sa-rzadkoscia,458470.html> (dostęp: 7.03.2022).

5 World Bank, *The Worldwide Governance Indicators 2021*, <https://databank.worldbank.org/source/worldwide-governance-indicators> (dostęp: 12.07.2022).

6 *Risk, Resilience, and Rebalancing in Global Value Chains*, McKinsey Global Institute, Washington 2019, s. 7.

7 *Transport in the European Union. Current Trends and Issues*, European Commission, Directorate-General Mobility and Transport, Brussels 2019, s. 11.

wyrównywania dysproporcji rozwojowych. W wielu państwach ograniczenie wydatków inwestycyjnych doprowadziło do obniżenia jakości infrastruktury. Szczególnie stan infrastruktury drogowej i kolejowej w Europie pogarsza się z powodu ograniczonego poziomu nakładów na modernizację infrastruktury liniowej i punktowej (tabela 8). Biorąc pod uwagę specyfikę regionalną oraz różnice w zakresie wzorców transportu, kryterium, które może pozwolić porównać sytuację wśród państw UE, jest wskaźnik zadowolenia z jakości infrastruktury transportowej⁸. Potwierdza on, że ogólny poziom zadowolenia z jakości infrastruktury drogowej i kolejowej w okresie 2009–2019 w większości państw unijnych spadał. W 2019 r. był najniższy w państwach Europy Środkowej i Wschodniej. Z kolei najwyższe wyniki uzyskały Niemcy, zarówno w zakresie jakości infrastruktury drogowej (6,40), jak i kolejowej (5,70).

Leżące u podstaw rekonstrukcji łańcuchów dostaw w kierunku *reshoringu*, dążenie wielu państw do wzmocnienia bezpieczeństwa kraju i konkurencyjności narodowej nabrało innego wymiaru w obliczu inwazji sił rosyjskich na Ukrainę. Wyłączenie eksportu na rynki Ukrainy, Białorusi i Rosji spowodowało załamanie się drogowego łańcucha dostaw na rynku Europy Wschodniej. Jednocześnie przedsiębiorstwa zostały zmuszone do poszukiwania nowych szlaków morskich dla przeszło miliona kontenerów, które w 2021 r. przewiozły dobra o wartości 75 mld USD drogą kolejową, łączącą Zachodnią Europę i Wschodnie Chiny przez Rosję⁹. Doprowadziło to do wzrostu zatorów w największych portach świata, co dodatkowo skomplikowało funkcjonowanie globalnych łańcuchów dostaw, osłabionych już i tak przez braki siły roboczej powstałe na skutek pandemii COVID-19. Ze względu na sankcje nałożone na Rosję UE musi przeorganizować łańcuchy dostaw surowców, takich jak: gaz, ropa i węgiel, które będą dłuższe i droższe niż dotychczas. Będzie to skutkowało dążeniem do poprawy efektywności wykorzystania istniejącej infrastruktury transportu oraz koniecznością dalszej jej rozbudowy. Przyspieszenie procesów dyslokacji sieci transportowych może doprowadzić do głębokich zmian w strukturze kierunkowej i rodzajowej handlu światowego, nie tylko surowcami energetycznymi, powodując daleko idące przekształcenia gospodarek poszczególnych państw UE. Gruntowna transformacja nie może jednak dokonać się bez sprawnych i efektywnych przesunięć modalnych w przestrzeni transportowej, technologii cyfrowych oraz

8 Wskaźnik jakości infrastruktury transportowej jest jednym z elementów Globalnego Indeksu Konkurencyjności publikowanego corocznie przez Światowe Forum Ekonomiczne. Stanowi ocenę jakości infrastruktury systemu transportowego w danym kraju na podstawie danych z WEF Executive Opinion Survey, wieloletniego i obszernego badania, w którym wykorzystano opinie ponad 14 tys. liderów biznesu w 144 krajach. Respondenci są proszeni o ocenę infrastruktury w kraju ich działalności w skali od 1 (słabo rozwinięta) do 7 (rozległa i sprawna według standardów międzynarodowych), Światowe Forum Ekonomiczne, https://www.theglobaleconomy.com/rankings/roads_quality/ (dostęp: 17.03.2022).

9 K. Nowak, *Rosyjska inwazja na Ukrainę uderza w Jedwabny Szlak. Firmy unikają transportu kolejowego przez Rosję*, <https://forsal.pl/transport/aktualnosci/artykuly/8385624,nowy-jedwabny-szlak-wojna-na-ukrainie-uderza-w-jedwabny-szlak.html> (dostęp: 24.03.2022).

automatyzacji. Jednocześnie inwazja Rosji na Ukrainę zwiększyła pilną potrzebę dostosowania europejskiej infrastruktury transportowej do podwójnego użytku – cywilnego i obronnego¹⁰.

Tabela 8. Jakość infrastruktury drogowej i kolejowej w państwach członkowskich UE w okresie 2009–2019

Kraj	Wskaźnik jakości infrastruktury drogowej			Wskaźnik jakości infrastruktury kolejowej		
	2009	2014	2019	2009	2014	2019
Francja	6,63	6,17	5,40	6,53	5,89	5,00
Niemcy	6,49	5,88	5,30	6,35	5,66	4,90
Dania	6,06	5,43	5,60	5,36	4,51	4,50
Austria	6,45	6,27	6,00	5,54	5,29	5,30
Belgia	5,78	5,25	4,40	5,61	4,92	4,10
Luksemburg	5,78	5,71	5,50	5,10	5,03	5,00
Niderlandy	5,35	6,14	6,40	5,64	5,62	5,70
Szwecja	5,69	5,50	5,30	5,42	4,54	4,00
Finlandia	5,89	5,87	5,30	5,86	5,92	5,50
Portugalia	5,98	6,34	6,00	4,41	4,44	4,20
Cypr	5,82	5,31	5,10	-	-	-
Hiszpania	5,17	5,91	5,70	4,77	5,98	5,40
Litwa	4,28	4,94	4,80	4,19	4,50	4,60
Chorwacja	5,06	5,62	5,60	3,45	2,86	2,40
Słowenia	4,94	4,90	4,90	3,48	3,36	3,10
Grecja	4,11	4,32	4,60	2,88	2,87	3,00
Włochy	4,03	4,26	4,40	3,40	4,14	4,10
Estonia	4,22	4,39	4,70	3,56	3,71	3,10
Irlandia	3,94	5,27	4,40	3,22	4,10	4,00
Węgry	3,76	4,25	4,00	3,36	3,78	3,80
Słowacja	3,47	3,69	4,00	4,43	4,40	4,00
Czechy	3,32	3,70	3,90	4,35	4,51	4,50
Malta	2,90	3,65	3,30	-	-	-
Łotwa	3,19	3,09	3,60	3,77	4,10	4,60
Polska	2,06	3,55	4,30	2,89	2,93	3,90
Bułgaria	2,17	3,14	3,40	2,94	3,03	3,10
Rumunia	1,98	2,75	3,00	2,73	2,86	2,80

Punktacja od 1 (bardzo słabo rozwinięta) do 7 (rozległa i sprawna według międzynarodowych norm)

Źródło: opracowanie własne na podstawie Światowe Forum Ekonomiczne, https://www.theglobaleconomy.com/rankings/roads_quality (dostęp: 17.03.2022).

Powołując się na wyniki badań opublikowane w raporcie *Global Risk 2020*, warto przypomnieć, że cyberataki i oszustwa dotyczące danych zostały tam uznane za dwa z pięciu największych zagrożeń, z którymi trzeba będzie się zmierzyć

¹⁰ *EU transport infrastructure: speeding-up investments in dual civil/defence use and energy efficiency*, Directorate-General for Mobility and Transport, News Article, 8 April 2022, s. 1, https://transport.ec.europa.eu/news/eu-transport-infrastructure-speeding-investments-dual-civildefence-use-and-energy-efficiency-2022-04-08_en (dostęp: 9.04.2022).

w najbliższej dekadzie. Nasilająca się skala zagrożeń cyberatakami to kolejny argument wskazujący na konieczność wkomponowania cech odporności w zrównoważoną sieć infrastruktury transportu. Oczekuje się, że rozpowszechnianie się sztucznej inteligencji, Internetu rzeczy i sieci 5G zwiększy ryzyko systemowe¹¹. Cyberataki, nawet jeśli nie będą wymierzone wprost w przedsiębiorstwa sektora TSL, to pośrednio wpłyną na ich działalność. Tylko w USA w 2020 r. ujawniono blisko czterysta ataków na infrastrukturę krytyczną. Rok wcześniej było ich o połowę mniej, a w latach 2016–2018 po kilkadziesiąt rocznie. Kolej jako jeden z elementów infrastruktury krytycznej o kluczowym znaczeniu dla rozwoju niskoemisyjnych systemów transportu staje się coraz częstszym przedmiotem cyberataków. W Niemczech w ciągu sześciu miesięcy w 2019 r. doszło do 157 ataków hakerskich na infrastrukturę krytyczną, podczas gdy w analogicznym okresie w 2016 r. takich incydentów odnotowano 34¹². W związku z rosyjską inwazją na Ukrainę cyberataki na infrastrukturę krytyczną państw UE i USA uznano za jedno z istotnych zagrożeń dla funkcjonowania sieci transportowej. Ekspertki zwracają uwagę, że w przypadku wielu przedsiębiorstw działających w obszarze infrastruktury krytycznej systemy cyberbezpieczeństwa to rodzaj nakładki na rozwiązania istniejące od lat, tworzonej bez uwzględniania cyberryzyka. Tymczasem powinny być one ich integralną częścią, a to oznacza, że całe systemy powinny zostać przebudowane w celu zwiększenia bezpieczeństwa, co wiąże się często z dodatkowymi (kosztownymi) inwestycjami.

Rekordowe ceny ropy naftowej na świecie, po wybuchu wojny na Ukrainie, w połączeniu z niezrównoważonym zużyciem energii przez transport, degradacją środowiska i zmianą klimatu, to kolejne czynniki potwierdzające konieczność odejścia od strategii „business as usual” w inwestycjach w infrastrukturę transportu. Analitycy z Banku Światowego oceniają, że transport odpowiada za ok. 64% światowego zużycia ropy naftowej, 27% całkowitego zużycia energii i 23% światowej emisji CO₂ związanej z energią. Jednocześnie każdego roku prawie 185 tys. zgonów można bezpośrednio przypisać zanieczyszczeniu pojazdów, zaś na drogach świata ginie ponad 1,35 mln ludzi, a prawie 50 mln zostaje rannych¹³. Proces transformacji systemów transportowych, z uwzględnieniem inwestycji w infrastrukturę nisko- i bezemisyjną, musi ulec przyspieszeniu.

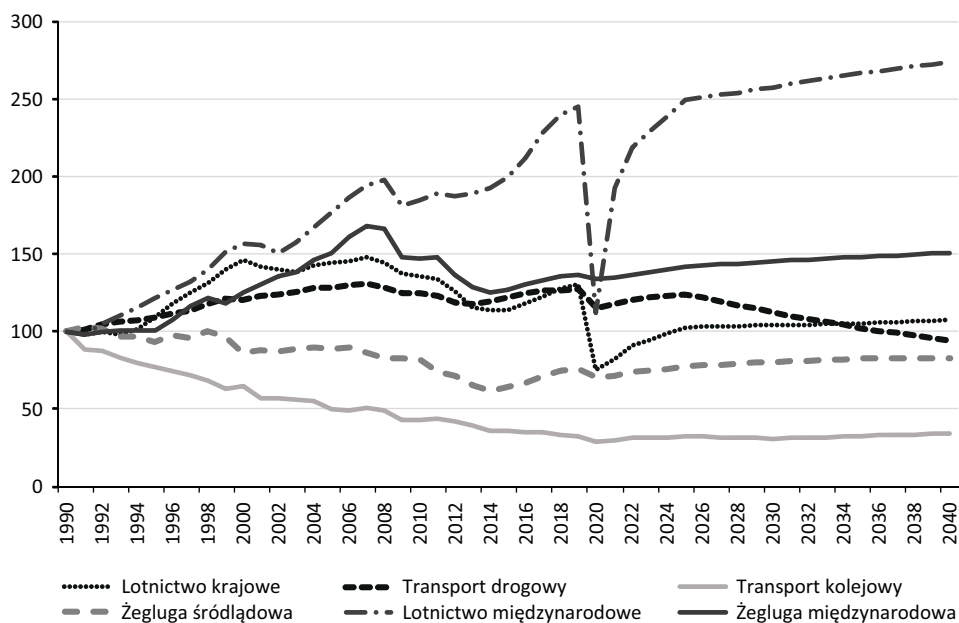
W UE, w kontekście wyjścia z kryzysu związanego z pandemią COVID-19 i odpowiedzi na wiele innych zagrożeń, zarówno środowiskowych, jak i geopolitycznych, warunkiem koniecznym jest realizacja zdecydowanych działań na rzecz większego wykorzystania zrównoważonych rodzajów transportu oraz rozwoju paliw alternatywnych. W okresie 1990–2019, w związku z coraz większym

11 *The Global Risks Report 2020*, World Economic Forum, Geneva 2020, s. 11–12.

12 T. Świderek, *Infrastruktura jest łatwym celem cyberataków*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/infrastruktura-jest-latwym-celem-cyberatakow> (dostęp 16.03.2022).

13 World Bank, *Transport. Overview*, <https://www.worldbank.org/en/topic/transport/overview#1> (dostęp: 7.02.2022).

zapotrzebowaniem na przewozy osób i ładunków, emisje pochodzące z transportu wzrosły o ponad 18%, z uwzględnieniem międzynarodowego transportu lotniczego (wykres 2). W 2019 r. transport odpowiadał za 28% całkowitej emisji CO₂ w UE, z czego 72% pochodziło z transportu drogowego¹⁴. Pandemia COVID-19 spowodowała znaczne zmniejszenie emisji z transportu, szczególnie w lotnictwie. Emisje z lotnictwa międzynarodowego były w 2020 r. o 54% niższe niż w 2019 r. Spadek emisji spowodowany pandemią jest jednak prawdopodobnie tymczasowy. Przewiduje się, że ruch lotniczy i liczba lotów powróci do poziomów z 2019 już w 2024 r. Prognozy wskazują, że państwa członkowskie spodziewają się ponownego wzrostu emisji z transportu po 2020 r. Bez wdrożenia dodatkowych środków na rzecz rozwoju niskoemisyjnego transportu emisje z transportu w 2030 będą prawdopodobnie o ok. 10% wyższe w stosunku do 1990 r. Największy wzrost w prognozowanym okresie przewiduje się w międzynarodowym transporcie lotniczym i morskim, ponieważ nie są one traktowane priorytetowo przez polityki krajowe w procesie dekarbonizacji.



Scenariusze prognoz od 2021 r.

Wykres 2. Zmiana poziomu emisji GHG według rodzaju transportu w UE i scenariusza prognozy (1990=100)

Źródło: opracowano na podstawie *Greenhouse Gas Emissions from Transport in Europe*, <https://www.eea.europa.eu/ims/greenhouse-gas-emissions-from-transport> (dostęp: 9.02.2022).

14 *Greenhouse Gas Emissions from Transport in Europe*, <https://www.eea.europa.eu/ims/greenhouse-gas-emissions-from-transport> (dostęp: 9.02.2022).

Zgodnie z danymi Europejskiej Agencji Środowiska (European Environment Agency, EEA) zużycie energii w transporcie w 2019 było o ponad 29% wyższe niż w 1990 r. Surowce ropopochodne zaspokajały ok. 93% potrzeb energetycznych transportu. Największe zapotrzebowanie na surowce tego rodzaju zgłaszał transport drogowy. W 2019 r. odpowiedzialny był za 72% całkowitych potrzeb paliwowych transportu. Wobec tego strategia „building back better”¹⁵ znalazła poparcie wśród uczestników Światowego Forum Ekonomicznego w 2021 r., w kontekście trwałego i odpornego ożywienia gospodarczego. Za priorytet uznano inwestowanie w innowacyjną i odporną infrastrukturę oraz wprowadzanie ulepszeń w wymiarze społecznym i środowiskowym. Szacunki pokazują bowiem, że ok. 70% przyszłego wzrostu emisji CO₂ będzie pochodziło z infrastruktury, która jeszcze nie została zbudowana¹⁶. Nowe inwestycje związane z infrastrukturą powinny więc koncentrować się na działaniach ograniczających zużycie węgla, przejściu od paliw kopalnych do odnawialnych źródeł energii, zachętach dla czystszych i bardziej ekologicznych metod budowy oraz promowaniu przyjaznych dla środowiska środków transportu. Innymi słowy, wysiłki na rzecz odbudowy mają stworzyć warunki do przyspieszenia dekarbonizacji. Dla systemu transportu oznacza to:

- przystosowanie infrastruktury do nowych wzorców mobilności (czyli zarówno modernizację, jak i budowę nowych elementów);
- uruchomienie nowych inwestycji w rozwój infrastruktury na potrzeby „czystych” paliw alternatywnych;
- wdrożenie nowego podejścia do projektowania sieci i opracowywania modeli biznesowych.

Pomimo przyjęcia w 2015 r. nowych Celów Zrównoważonego Rozwoju i potwierdzonych korzyści związanych z aspektami społecznymi, ekonomicznymi i środowiskowymi proces wdrażania zrównoważonego rozwoju infrastruktury transportowej stoi przed wieloma wyzwaniami. Osiągnięcie zerowej emisji gazów cieplarnianych netto w 2050 r., zgodnie z Europejskim Zielonym Ładem, wymaga doprowadzenia do szerokiej dostępności zrównoważonych alternatywnych rozwiązań wkomponowanych w pełni zintegrowaną, sprawną i odporną, multimodalną sieć infrastruktury transportu UE. Tymczasem większość państw nie jest w stanie zapewnić wymaganej ilości i jakości inwestycji w infrastrukturę. Wskazuje to na dwie podstawowe i trwałe bariery inwestycyjne. Po pierwsze, kraje często nie są w stanie przekształcić ogromnych potrzeb i możliwości w konkretny zbiór projektów, a znaczna część nowych inwestycji infrastrukturalnych nie jest zrównoważona w takim stopniu, jak być powinna. Wynika to z niedającej się zredukować złożoności tego typu inwestycji oraz przeszkód politycznych i instytucjonalnych.

15 Obecnie oznacza plan działań w zakresie wspierania wzrostu poprzez znaczne inwestycje w infrastrukturę, umiejętności i innowacje, *Build Back Better. Our Plan for Growth*, APS Group, London 2021, s. 9.

16 *Global Infrastructure Trends* – PwC, <https://www.pwc.com/gx/en/industries/capital-projects-infrastructure/publications/infrastructure-trends.html> (dostęp: 11.02.2022).

Po drugie, mobilizacja długoterminowego finansowania, z uwzględnieniem ryzyka cyklu projektu infrastrukturalnego i zapewnieniem, że finansowanie jest dostosowane do kryteriów zrównoważonego rozwoju, wciąż pozostaje powszechnym wyzwaniem.

3.1.2. Strategie rozwoju infrastruktury transportu w ramach Europejskiego Zielonego Ładu i pakietu „Gotowi na 55”

Kierunki rozwoju zrównoważonego i innowacyjnego transportu wpisują się w realizację celów zawartych w obecnie obowiązujących dokumentach strategicznych, czyli w Agendzie ONZ 2030 oraz przyjętych porozumieniach paryskich. Nasilające się zmiany klimatyczne i środowiskowe skłoniły UE do podjęcia pilnych i ambitnych działań w ramach Europejskiego Zielonego Ładu. W ogłoszonym w grudniu 2019 r. komunikacie zobowiązano się do osiągnięcia neutralności klimatycznej do 2050 r., włączając „zieloną transformację” do kluczowych programów przekrojowych oraz polityk sektorowych¹⁷. Społeczeństwo i gospodarka o zerowej emisji netto nie będą jednak możliwe bez bardziej zrównoważonego i innowacyjnego oraz odpornego na zakłócenia systemu transportu. Szacuje się, że osiągnięcie neutralności klimatycznej będzie wymagało ograniczenia do 2050 r. o 90% emisji pochodzących z transportu. Za jeden ze strategicznych elementów przejścia do „czystej”, bezpiecznej i inteligentnej sieci transportu uznano rozwój infrastruktury. Podkreślono znaczenie całościowego podejścia do planowania infrastruktury w kontekście rozwoju spójnej multimodalnej sieci, z uwzględnieniem wymiaru lokalnego, a także wskazano na potrzebę odpowiedniego rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych.

Strategia na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności (EU Strategy for Sustainable and Smart Mobility, EUSSSM) z 9 grudnia 2020 r. zawiera konkretne cele pośrednie w dążeniu do inteligentnej i zrównoważonej przyszłości sektora transportu. Dotyczą one trzech głównych obszarów działań, w ramach których rozwój poszczególnych elementów infrastruktury jest traktowany priorytetowo. Aby osiągnąć systemową zmianę w zakresie zerowego poziomu emisji CO₂ z transportu, należy¹⁸:

- uczynić wszystkie rodzaje transportu bardziej zrównoważonymi;
- zadbać o szeroką dostępność zrównoważonych rozwiązań alternatywnych w systemie transportu multimodalnego;
- wdrożyć odpowiednie zachęty wspierające transformację.

17 *Europejski Zielony Ład*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady, Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, COM(2019) 640, Bruksela 2019, s. 4.

18 *Strategia na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności – europejski transport na drodze ku przyszłości*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, COM(2020) 789, Bruksela 2020, s. 3.

W strategii określono łącznie 82 inicjatywy w 10 kluczowych obszarach i konkretne działania służące znacznemu ograniczeniu obecnej zależności od paliw kopalnych, większemu wykorzystaniu zrównoważonych rodzajów transportu oraz internalizacji kosztów zewnętrznych, w szczególności opłat za dostęp do infrastruktury, poprzez mechanizmy ustalania należności za emisję CO₂. Przegląd priorytetowych działań na rzecz rozwoju zrównoważonej, innowacyjnej i odpornej infrastruktury transportu w ramach omawianej strategii przedstawiono w tabeli 9.

Tabela 9. Przegląd priorytetowych działań w zakresie rozwoju zrównoważonej, innowacyjnej i odpornej infrastruktury transportu, sprzyjających „zielonej” transformacji mobilności

Cele	Inicjatywy przewodnie	Zadania szczegółowe
Zrównoważona infrastruktura	Upowszechnienie pojazdów bezemisyjnych, paliw odnawialnych i niskoemisyjnych oraz związanej z nimi infrastruktury	Przegląd norm emisji CO ₂ dla samochodów osobowych i dostawczych oraz pojazdów ciężkich Rozwój rynku pojazdów z silnikami spalinowymi Euro 7 Upowszechnianie pojazdów bezemisyjnych w firmowych i miejskich flotach pojazdów Produkcja zrównoważonych i bezpiecznych baterii, z uwzględnieniem LCA Rozwój pojazdów zasilanych wodorowymi ogniwami paliwowymi Dalsza elektryfikacja transportu kolejowego Rozwój technologii w zakresie bezemisyjnych statków wodnych i powietrznych Utworzenie kompleksowej sieci infrastruktury ładowania i tankowania dla pojazdów nisko- i bezemisyjnych we wszystkich rodzajach transportu
	Tworzenie bezemisyjnych lotnisk i portów	Rozwój zrównoważonych form połączeń Porty i lotniska jako ośrodki multimodalnej mobilności i transportu Odnowienie floty w lotnictwie i transporcie wodnym Rozwój infrastruktury dla paliw nisko- i bezemisyjnych dla lotnictwa i żeglugi
	Bardziej zrównoważona i bezpieczna dla zdrowia mobilność między miastami	Szeroka dostępność infrastruktury transportu w zakresie zrównoważonych rozwiązań alternatywnych Inwestycje w poprawę jakości sieci transportowej z udziałem kolei dużych prędkości Modernizacja niezbędnej infrastruktury TEN-T wzdłuż głównych korytarzy Rozwój infrastruktury kolejowej w celu świadczenia nowych usług kolejowych Rozwój infrastruktury dla alternatywnych form transportu (ruchu pieszego, jazdy na rowerze, zautomatyzowanej multimodalnej mobilności) Rozwój infrastruktury dla potrzeb usług w ramach MaaS oraz mobilności współdzielonej

	Ekologizacja transportu towarowego	Rozwój infrastruktury dla potrzeb transportu intermodalnego Rozwój alternatywnych środków i form transportu do przewozu towarów w miastach (elektryczne rowery towarowe, zautomatyzowane dostawy, drony) Rozwój infrastruktury żeglugi śródlądowej Rozwój infrastruktury do przeladunku, szczególnie śródlądowych multimodalnych terminali Rozwój kolejowych korytarzy towarowych i korytarzy sieci bazowej TEN-T Wsparcie rozwoju autostrad morskich za pomocą TEN-T
	Ustalanie opłat za emisję CO ₂ i zapewnienie zachęt dla użytkowników	Dostęp do infrastruktury poprzez mechanizmy ustalania opłat za emisję CO ₂
Innowacyjna infrastruktura	Zautomatyzowana sieć multimodalnej mobilności	Integracja środków transportu w ramach systemu multimodalnego Transgraniczne korzystanie z pojazdów zautomatyzowanych Rozwiązania dla uprzywilejowanych korytarzy transportowych na wypadek zdarzeń i katastrof Automatyzacja kolei na głównych liniach transgranicznych Ukończenie jednolitej europejskiej przestrzeni powietrznej
	Innowacje i sztuczna inteligencja	Rozwój infrastruktury cyfrowej Upowszechnienie zautomatyzowanej mobilności, tj.: pojazdów autonomicznych, wodorowych statków powietrznych, elektrycznego transportu wodnego, elektrycznych prywatnych samolotów
Odporna infrastruktura	Wzmocnienie jednolitego rynku	Dodatkowe inwestycje w kwocie 130 mld EUR rocznie na rozwój pojazdów i infrastruktury paliw odnawialnych Inwestycje w zieloną transformację cyfrową w zakresie infrastruktury w kwocie 100 mld EUR rocznie Ukończenie sieci bazowej TEN-T w wyniku realizacji inwestycji wymagających 300 mld EUR
	Uczciwa i sprawliwa mobilność dla wszystkich	Poprawa połączeń transportu publicznego na terenach wiejskich Zwiększenie dostępności do infrastruktury dla osób niepełnosprawnych
	Poprawa bezpieczeństwa i ochrony transportu	Modernizacja infrastruktury wysokiego ryzyka Certyfikacja cyberbezpieczeństwa dla pojazdów zautomatyzowanych

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Strategii na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności – europejski transport na drodze ku przyszłości*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, COM(2020) 789, Bruksela 2020, s. 4–27.

Z zaprezentowanych w tabeli 9 inicjatyw i towarzyszących im zadań szczegółowych wynika, że wszystkie rodzaje transportu muszą stać się bardziej zrównoważone, z szeroko dostępnymi ekologicznymi alternatywami i odpowiednimi instrumentami, które będą wspierać przyspieszenie procesu obniżenia emisyjności systemu mobilności. W odniesieniu do infrastruktury transportu za priorytetowe

uznano: rozwój przystępnych cenowo rozwiązań alternatywnych w celu zwiększenia popytu na pojazdy bezemisyjne, wykorzystanie technologii cyfrowych wspierających funkcjonowanie zintegrowanej, multimodalnej sieci transportowej umożliwiającej przewóz osób i transport ładunków oraz „zielone” finansowanie w celu zwiększenia odporności infrastruktury transportu.

W lipcu 2021 r. Komisja Europejska przedstawiła pakiet propozycji dla UE „Gotowi na 55” („Fit for 55”) mających na celu zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych (Greenhouse Gases, GHG) o co najmniej 55% do 2030 r. w porównaniu z poziomami z 1990 oraz osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2050 r. Propozycje Komisji obejmują bardziej rygorystyczne przepisy w celu ograniczenia emisji, ze szczególnym naciskiem na sektor transportu, wskazując na konieczność realizacji niezbędnych inwestycji infrastrukturalnych (tabela 10).

Tabela 10. Przegląd wybranych inicjatyw na rzecz rozwoju zrównoważonego, innowacyjnego i odpornego systemu transportu w ramach pakietu „Gotowi na 55”

Inicjatywy	Cele/Zasady
Nowelizacja dyrektywy w sprawie infrastruktury paliw alternatywnych, COM(2021) 559	Stworzenie ogólnodostępnych punktów ładowania, przeznaczonych dla pojazdów lekkich, rozmieszczonych maksymalnie co 60 km wzdłuż sieci bazowej i kompleksowej TEN-T Stworzenie ogólnodostępnych punktów ładowania, przeznaczonych dla pojazdów ciężkich, rozmieszczonych maksymalnie co 60 km wzdłuż sieci bazowej TEN-T i co 100 km wzdłuż sieci kompleksowej TEN-T Do 31 grudnia 2030 r. zainstalowanie minimalnej liczby ogólnodostępnych stacji tankowania wodoru na terytorium danego kraju (rozmieszczonych maksymalnie co 450 km) Do 31 grudnia 2030 r. w każdym węźle miejskim oddanie do użytku co najmniej jednej ogólnodostępnej stacji tankowania wodoru Do 1 stycznia 2025 r. utworzenie odpowiedniej liczby ogólnodostępnych punktów tankowania LNG, przynajmniej w sieci bazowej TEN-T Do 1 stycznia 2030 r. zasilanie energią elektryczną z lądu w portach morskich sieci bazowej i kompleksowej TEN-T na potrzeby morskich kontenerowców i statków pasażerskich Zasilanie energią elektryczną z lądu w portach śródlądowych sieci bazowej TEN-T (do 1 stycznia 2025 r.) i sieci kompleksowej TEN-T (do 1 stycznia 2030) Do 1 stycznia 2025 r. w portach morskich sieci bazowej TEN-T utworzenie odpowiedniej liczby punktów tankowania LNG Dostarczanie energii elektrycznej do samolotów podczas postoju do dnia 1 stycznia 2025 r. we wszystkich stanowiskach lotu wykorzystywanych w operacjach zarobkowego transportu lotniczego oraz do 1 stycznia 2030 r. we wszystkich stanowiskach (poza portem lotniczym) wykorzystywanych w operacjach

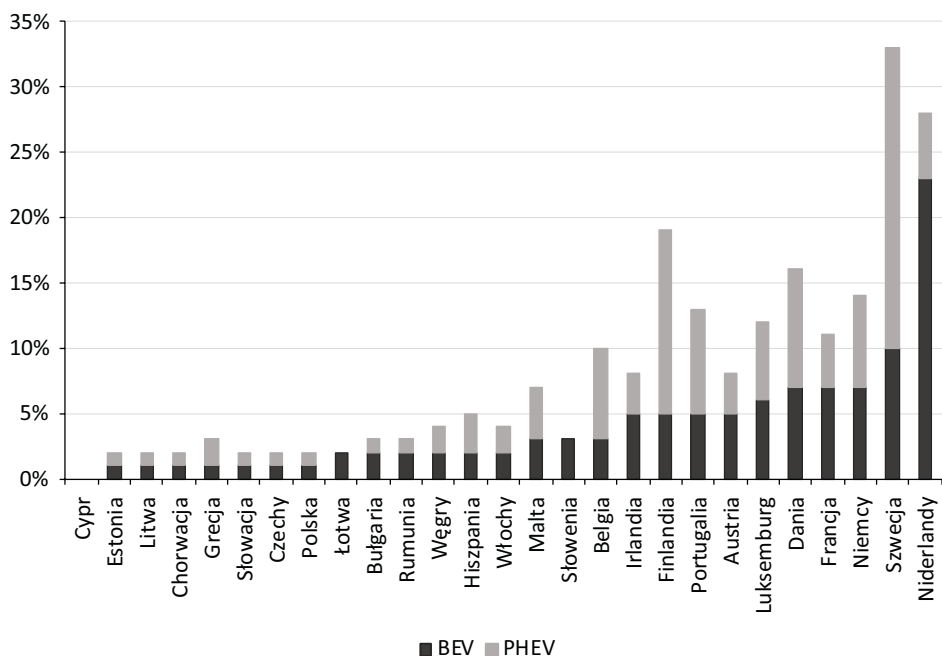
Zaktualizowane rozporządzenie w sprawie wspólnego wysiłku redukcyjnego, COM(2021) 555	Wzmocnienie unijnego systemu handlu uprawnieniami do emisji (ETS) poprzez rozszerzenie jego zakresu o emisje z sektora morskiego Szybsze obniżanie rocznego limitu emisji oraz stopniowe wycofywanie bezpłatnych uprawnień w sektorze lotniczym Rozszerzenie systemu handlu emisjami i objęcie nim emisji z transportu drogowego, które będą wyceniane poprzez stworzenie odrębnego systemu handlu emisjami od 2026 r., opartego na dystrybucji paliw w tych sektorach; limity emisji doprowadzą do 43% redukcji docelowych emisji w 2030 w stosunku do 2005 r.
Wniosek ReFuelEU Aviation, COM(2021) 561	Promowanie zrównoważonych paliw lotniczych Zachęty do stosowania syntetycznych paliw niskoemisyjnych, znanych jako e-paliwa
Wniosek FuelEU Maritime, COM(2021) 562	Promowanie zrównoważonych paliw morskich Stworzenie nowych wymogów dla statków, niezależnie od ich bandery, wpływających do portów UE lub z nich wypływających w zakresie limitów emisji CO ₂ w spalonym paliwie
Zmiana rozporządzenia w sprawie wzmocnienia norm emisji CO ₂ dla samochodów osobowych i dostawczych, COM(2021) 556	Wprowadzenie bardziej restrykcyjnych norm emisji CO ₂ dla samochodów osobowych i dostawczych do 2030 r. Średnie emisje dla nowych samochodów osobowych i vanów powinny być odpowiednio o 55 i 50% mniejsze niż w 2021 r. w porównaniu z poprzednim celem redukcji (37,5 i 31%) Dodatkowo redukcja powinna osiągnąć 100% do 2035 r.
Zaktualizowana dyrektywa w sprawie odnawialnych źródeł energii, COM(2021) 557	Zwiększenie ogólnego wiążącego celu z obecnych 32% do nowego poziomu 40% udziału odnawialnych źródeł energii w konsumpcji energetycznej UE Dla transportu – redukcja emisji CO ₂ o co najmniej 13% do 2030 r. w porównaniu z poziomem bazowym Promowanie wykorzystania paliw odnawialnych pochodzenia niebiologicznego – udział 2,6% w 2030 r. w energii dla potrzeb transportu
Zaktualizowana dyrektywa w sprawie opodatkowania energii, COM(2021) 556	Ustalenie minimalnych stawek podatku od energii, które mają zachęcać do efektywności energetycznej i korzystania ze zrównoważonych paliw Zniesienie zwolnień z podatku akcyzowego w odniesieniu do paliw dla lotnictwa i transportu morskiego Promowanie energii elektrycznej dla transportu (preferencyjne stawki podatkowe)
Zaktualizowana dyrektywa w sprawie efektywności energetycznej, COM(2021) 558	Poprawa efektywności w transporcie zakłada w celu spełnienia zobowiązania dotyczącego oszczędności energii: wprowadzenie bardziej energooszczędnych pojazdów we wszystkich gałęziach transportu, korzystanie z transportu publicznego, promowanie alternatywnych form przemieszczania się (pieszo, rowerem itp.)
Mechanizm Dostosowania do Granic Węglowych	Dostosowanie cen emisji CO ₂ do produkcji krajowej i importu oraz uniknięcie ucieczki emisji za granice kraju Będzie miał zastosowanie do wybranych produktów wysokoemisyjnych (żelazo i stal, cement, nawozy, aluminium i wytwarzanie energii elektrycznej) Importerzy wybranych towarów będą musieli zgłaszać „wbudowane” emisje

Źródło: opracowanie własne.

Kluczowym priorytetem w zakresie ograniczania emisji będzie dalszy rozwój paliw alternatywnych i stosownej infrastruktury. Analiza przepisów dyrektywy przyjętej w 2014 r. wykazała, że rynek infrastruktury paliw alternatywnych w UE nadal znajduje się w dość wczesnej fazie rozwoju. Zwrócono uwagę na:

- brak kompletnej sieci infrastruktury umożliwiającej bezproblemowe podróżowanie po całej UE;
- potrzebę dalszych wspólnych specyfikacji technicznych w celu zapewnienia interoperacyjności w świetle powstających technologii;
- brak wyczerpujących informacji dla użytkowników, jednolitych i łatwych w użyciu metod płatności oraz pełnej przejrzystości cen w całej Unii.

Zasadniczy cel, jakim było zapewnienie spójnego rozwoju rynku w UE, nie został osiągnięty, chociaż np. w Niderlandach, Niemczech, Francji i Szwecji rynki stopniowo dojrzewają, o czym świadczy udział samochodów elektrycznych (BEV i PHEV) w całkowitej liczbie nowo zarejestrowanych aut w 2020 r. (wykres 3).

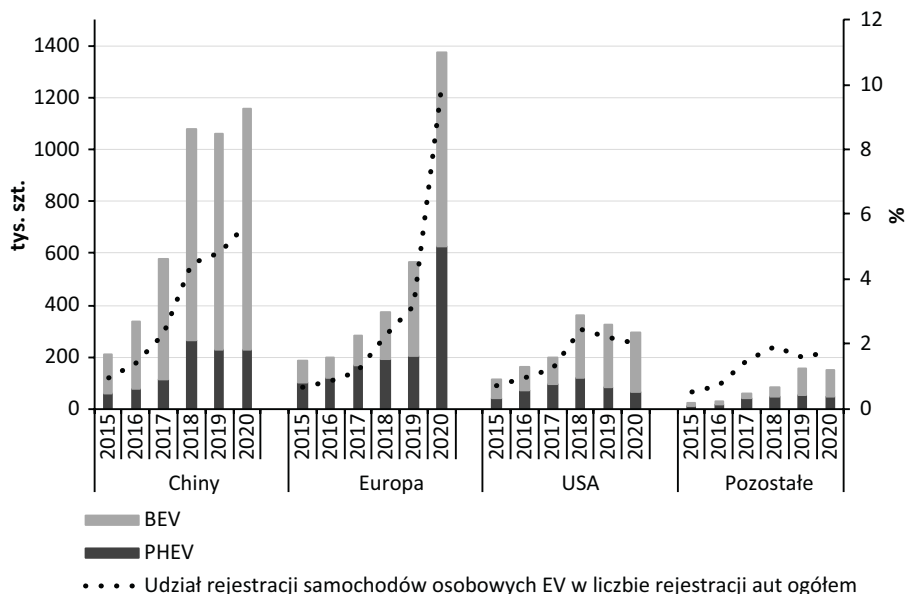


Wykres 3. Udział nowo zarejestrowanych samochodów elektrycznych (BEV) i hybrydowych typu plug-in (PHEV) w UE w 2020 r.

Źródło: opracowano na podstawie *Newly Registered Electric Cars by Country*, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/new-electric-vehicles-by-country> (dostęp: 10.03.2022).

Rozwój elektryfikacji transportu został skoncentrowany na segmencie samochodów osobowych. Zwiększone wsparcie polityczne dla EV w ramach pakietów ożywienia gospodarczego przyczyniło się do wzrostu sprzedaży w Europie, zwłaszcza w drugiej połowie 2020 r. Wzrost ten nastąpił pomimo kryzysu związanego

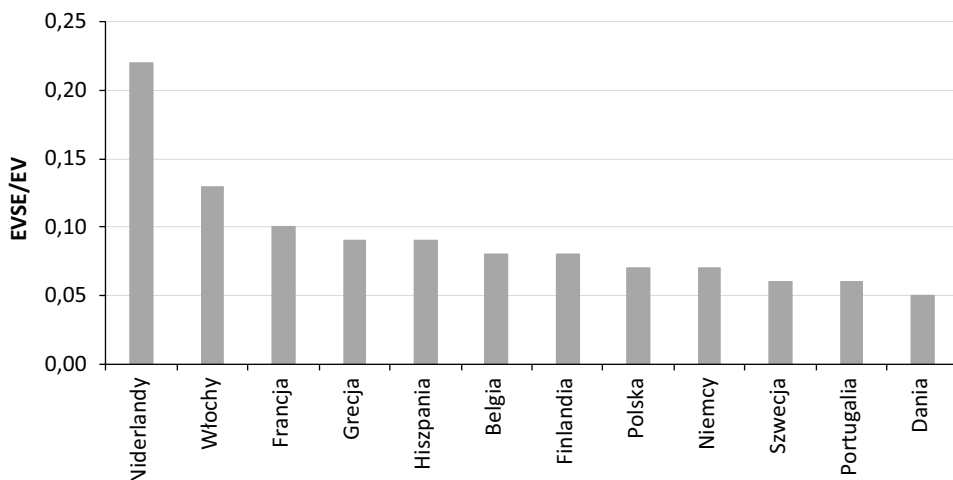
z pandemią COVID-19, który spowodował 22% spadek europejskiego rynku samochodowego w stosunku do 2019 r. W rezultacie rynek EV w Europie odnotował najwyższy wzrost w 2020 r., a sprzedając 1,4 mln sztuk, Europa stała się liderem (wyprzedzając Chiny) (wykres 4).



Wykres 4. Sprzedaż samochodów osobowych EV (BEV i PHEV) w tys. szt. i udział w liczbie rejestracji aut ogółem w wybranych regionach świata w %

Źródło: opracowano na podstawie *Global EV Outlook 2021*, IEA, Paris 2021, s. 18.

Państwa członkowskie UE w większości nie osiągnęły jednak rekomendowanych celów dotyczących wystarczającej liczby publicznie dostępnych punktów ładowania rozmieszczonych w ten sposób, aby osiągnąć odpowiednie pokrycie infrastrukturą w celu umożliwienia użytkowania EV przynajmniej w aglomeracjach miejskich/podmiejskich i innych obszarach gęsto zaludnionych. Zgodnie z dyrektywą z 2014 r. w sprawie infrastruktury paliw alternatywnych średnia liczba publicznie dostępnych punktów ładowania (Electric Vehicle Supply Equipment, EVSE) w 2020 r. powinna odpowiadać co najmniej jednemu punktowi ładowania na 10 pojazdów EV, co stanowi współczynnik 0,1. Wartość tego współczynnika w UE wyniosła na koniec 2020 r. 0,09. Istniały jednocześnie duże rozbieżności między krajami Unii (wykres 5). W Holandii i Włoszech wartości tego współczynnika wynosiły odpowiednio 0,22 i 0,13, przy czym w publicznie dostępnych punktach ładowania dominowały ładowarki powolne. Natomiast w państwach słabo zaludnionych wskaźniki te są najniższe, np. w Danii 0,05, zaś w Szwecji 0,06. Większość właścicieli pojazdów EV może bowiem w dużej mierze korzystać z ładowania w prywatnych domach. Ponadto sieci publiczne w tych państwach cechują się wyższym odsetkiem ładowarek szybkich (17% w Danii i 19% w Szwecji).



Wykres 5. Stosunek publicznie dostępnych punktów ładowania do liczby pojazdów EV w wybranych państwach członkowskich UE w 2020 r. (EVSE/EV)

Źródło: opracowano na podstawie *Global EV Outlook 2021*, IEA, Paris 2021, s. 40.

Opublikowana w 2021 r. nowelizacja dyrektywy w sprawie infrastruktury paliw alternatywnych ma stymulować stosowanie zrównoważonych paliw we wszystkich rodzajach transportu. Zintensyfikowaniu wdrażania i wykorzystania paliw odnawialnych i niskoemisyjnych musi towarzyszyć utworzenie kompleksowej sieci infrastruktury ładowania i tankowania opartej na sprawiedliwym geograficznie rozkładzie, tak aby w pełni umożliwić powszechne wykorzystywanie pojazdów nisko- i bezemisyjnych we wszystkich rodzajach transportu. Użytkownicy pojazdów napędzanych paliwami alternatywnymi (w tym statków i samolotów) muszą mieć możliwość łatwego poruszania się po terytorium UE dzięki kluczowej infrastrukturze, w skład której wchodzi: autostrady, porty i lotniska. Cele szczegółowe rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych obejmują¹⁹:

- zapewnienie minimalnej infrastruktury wspierającej wymagany poziom upowszechnienia pojazdów napędzanych paliwami alternatywnymi we wszystkich rodzajach transportu i we wszystkich państwach członkowskich, aby osiągnąć cele UE w zakresie klimatu;
- zagwarantowanie pełnej interoperacyjności infrastruktury z uwzględnieniem infrastruktury transgranicznej;
- dostarczenie kompletnych informacji dla użytkowników i odpowiednich opcji płatności.

19 Wniosek w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych i uchylające dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady, COM(2021) 559, Bruksela 2021, s. 4.

W pakiecie „Gotowi na 55” Komisja zaproponowała, aby zmienić przepisy dotyczące emisji CO₂ z samochodów osobowych i dostawczych. Normy emisji spalin CO₂ stanowią silny bodziec do rozwoju produkcji nisko- i bezemisyjnych pojazdów, stwarzając tym samym popyt na infrastrukturę paliw alternatywnych. Unijne cele redukcyjne na 2030 r. mają zostać zwiększone do 55% dla samochodów osobowych i do 50% dla lekkich pojazdów dostawczych. Dodatkowo redukcja powinna osiągnąć 100% do 2035 r.

W ogłoszonych inicjatywach legislacyjnych w ramach pakietu „Gotowi na 55” rozwój infrastruktury transportu kolejowego jest szczególnie preferowany. Podczas gdy dyrektywy EU ETS, ReFuelEU Aviation i w sprawie opodatkowania energii wywierają większą presję dotyczącą redukcji CO₂ na sektor lotniczy, a państwa członkowskie, takie jak Austria i Francja, ogłosiły, że rozważają znaczne ograniczenie lotów na krótkich dystansach, następuje stopniowe umacnianie roli przewozów kolejowych. W ramach przyjętych inicjatyw w zakresie promowania rozwoju międzynarodowego rynku usług pasażerskich zaplanowano stworzenie europejskiej sieci kolei dużych prędkości, która będzie interoperacyjna, czyli połączy węzły miejskie i lotniska.

Zestaw priorytetowych działań na rzecz rozwoju zrównoważonej, innowacyjnej i odpornej infrastruktury transportu jest wyrazem spójnego i zintegrowanego podejścia do polityk sektorowych (tabela 11). Strategia EUSSSM funkcjonuje w ramach synergii z dyrektywą w sprawie charakterystyki energetycznej budynków, w której uwzględniono kwestię prywatnej infrastruktury ładowania, określając wymagania dotyczące rozwoju infrastruktury ładowania w obiektach budowlanych. Dzięki zapewnieniu wdrożenia koniecznej infrastruktury dla pojazdów i statków nisko- i bezemisyjnych strategia ta będzie również stanowiła uzupełnienie starań w zakresie polityki w sprawie opłat drogowych, które także mają na celu zwiększanie popytu na takie pojazdy. Kolejnym instrumentem polityki zorientowanym na przyspieszenie rozpowszechnienia pojazdów nisko- i bezemisyjnych jest dyrektywa w sprawie „czystych ekologicznie” pojazdów. Szersza dostępność infrastruktury i szybszy rozwój pojazdów z napędami alternatywnymi pośrednio ułatwią upowszechnianie czystych ekologicznie pojazdów we flotach publicznych. Wykorzystanie większej liczby pojazdów napędzanych wodorem i pojazdów elektrycznych o napędzie akumulatorowym we flocie unijnej jest również ważną częścią strategii Komisji w zakresie wodoru oraz strategii dotyczącej inteligentnej integracji systemu energetycznego.

Dążąc do implementacji Strategii na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności, KE rozpoczęła prace nad włączeniem zrównoważonego rozwoju do kluczowych inicjatyw w ramach pakietu „Gotowi na 55”. W obliczu złożoności relacji w kształtowaniu systemu innowacyjnej i zrównoważonej mobilności zastosowano podejście zintegrowane. Wiąże się ono z realizacją wielu projektów obejmujących różne sektory i działy gospodarki, które wzmacniają rozwój mobilności.

Tabela 11. Spójność inicjatyw w ramach pakietu „Gotowi na 55” i Strategii na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności

Inicjatywy Strategii na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności	Inicjatywy pakietu „Gotowi na 55”								
	Dyrektywa w sprawie infrastruktury paliw alternatywnych	Rozporządzenie w sprawie wspólnego wysiłku redukcyjnego	Wniosek ReFuelEU Aviation	Wniosek FuelEU Maritime	Rozporządzenie w sprawie norm emisji CO ₂ dla samochodów	Dyrektywa w sprawie odnawialnych źródeł energii	Dyrektywa w sprawie opodatkowania energii	Dyrektywa w sprawie efektywności energetycznej	Mechanizm Dostosowania do Granic Węglowych
Upowszechnienie „czystych ekologicznie” pojazdów, paliw i infrastruktury	xx	x	xx	xx	xx	xx	x	x	x
Tworzenie bezemisyjnych lotnisk i portów	xx	x	xx			x	x	x	x
Zrównoważona i bezpieczna dla zdrowia mobilność między miastami	xx	x			xx	x	xx	x	
Ekologizacja transportu towarowego	xx	xx	xx	xx	xx	x	x	x	
Opłaty za emisję CO ₂	x		xx	xx	xx	x	xx	x	xx
Inteligentna sieć multimodalnej mobilności	xx	x			xx	x	xx	x	x
Innowacje i sztuczna inteligencja	x	x	x	x	xx	x	x	x	x
Wzmocnienie jednolitego rynku	xx	x			xx	x		x	x
Uczciwa i sprawiedliwa mobilność dla wszystkich	xx	xx			xx		x		x
Poprawa bezpieczeństwa i ochrony transportu	xx	x	x	x	xx	x		x	

x– spójność, xx – silny efekt synergii

Źródło: opracowanie własne.

3.1.3. Programy i inicjatywy finansowania inwestycji w infrastrukturę transportu

Inicjatywy przyjęte w ramach Strategii na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności oraz pakietu „Gotowi na 55” wyznaczają wiele działań służących rozwojowi zrównoważonej, innowacyjnej i odpornej infrastruktury transportu. Ich realizacja wymaga znacznych nakładów finansowych w krótkim okresie oraz kompleksowej zmiany podejścia do funkcjonowania systemu finansowania inwestycji infrastrukturalnych. Biorąc pod uwagę, że środki publiczne mogą się okazać ograniczone, kluczowe znaczenie będzie miało zwiększenie inwestycji w strategiczną

infrastrukturę transportową ze strony sektora prywatnego. Odpowiedzialność za rozwój, finansowanie i budowę infrastruktury tego rodzaju spoczywa bowiem głównie na państwach członkowskich UE. Środki unijne, które muszą zapewnić wartość dodaną w wymiarze europejskim, mogą jedynie wspierać działalność inwestycyjną. Tymczasem w przeciwieństwie do gospodarek zorientowanych przede wszystkim na efektywność ekonomiczną, np. azjatyckich, w większości państw Europy Zachodniej w ostatnich dwóch dekadach nie obserwuje się znacznego postępu w rozwoju infrastruktury. Od 2008 r. stopniowo spadały nakłady na inwestycje w infrastrukturę, w tym inwestycje Banku Światowego. W związku z koniecznością zainicjowania ożywienia gospodarczego, w następstwie pandemii COVID-19, podczas Światowego Forum Ekonomicznego w 2021 r. zadeklarowano uruchomienie obiecujących programów inwestycyjnych służących rozwojowi infrastruktury transportu.

Programy i inicjatywy finansowania UE udostępniają wsparcie dla projektów infrastrukturalnych w ramach unijnych mechanizmów finansowych. Środki te są wdrażane w trybie zarządzania zarówno bezpośredniego, jak i dzielonego. Według szacunków KE całkowita wartość inwestycji koniecznych dla rozwoju infrastruktury sieci TEN-T i infrastruktury miejskiej wynosi około 130 mld EUR rocznie. Potrzeby w zakresie środków na inwestycje w rozwój sieci bazowej są szacowane na ok. 500 mld EUR w latach 2021–2030. Po uwzględnieniu w obliczeniach potrzeb finansowych sieci kompleksowej i innych inwestycji w infrastrukturę transportu kwota ta wzrasta do ok. 1,5 bln EUR²⁰.

W okresie programowania 2021–2027 wsparcie dla podmiotów zaangażowanych w rozwój zrównoważonej, innowacyjnej i odpornej infrastruktury transportu będzie możliwe do uzyskania głównie w ramach instrumentu „Łącząc Europę”, Europejskiego Funduszu na rzecz Inwestycji Strategicznych (EFIS) oraz europejskich funduszy strukturalnych i inwestycyjnych (EFSI), w tym w szczególności Funduszu Spójności (FS) i Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego (EFRR). Przegląd najważniejszych programów i inicjatyw wspierających inwestycje w infrastrukturę transportu w okresie 2021–2027 przedstawiono w tabeli 12.

„Łącząc Europę” (Connecting Europe Facility, CEF) to unijny instrument finansowania strategicznych inwestycji w infrastrukturę transportową, energetyczną i cyfrową. Stanowi kluczowy instrument finansowania UE, służący realizacji Europejskiego Zielonego Ładu, i ważny czynnik umożliwiający osiąganie celów w zakresie dekarbonizacji na lata 2030 i 2050²¹. Oprócz dotacji CEF oferuje wsparcie finansowe dla projektów poprzez innowacyjne instrumenty finansowe, takie jak gwarancje i obligacje projektowe.

20 *Delivering TEN-T. Facts & Figures*, DG MOVE, September 2017.

21 Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/1153 z dnia 7 lipca 2021 r. ustanawiające instrument „Łącząc Europę” i uchylające rozporządzenia (UE) nr 1316/2013 i 283/2014, Dz.U. UE, L 249 z 14 lipca 2021 r., s. 1–44.

Tabela 12. Programy i inicjatywy finansowania inwestycji UE w zakresie rozwoju zrównoważonej, innowacyjnej i odpornej infrastruktury transportu (2021–2027)

Instrument finansowy	Wsparcie finansowe	Obszar wsparcia
„Łącząc Europę”	42,30 mld EUR – ogółem 25,81 mld EUR – CEF Transport w tym: 242,2 mln EUR – badania w zakresie zrównoważonej infrastruktury transportu	Europejska sieć transportowa TEN-T Europejska sieć infrastruktury ładowania paliw alternatywnych Ekologiczne środki transportu Infrastruktura transportowa dla potrzeb cywilno-wojskowych
Fundusz Spójności EFRR	11,29 mld EUR – ogółem 1,69 mld EUR – inwestycje infrastrukturalne o charakterze cywilno-wojskowym	Finansowanie sieci transeuropejskich w obszarze infrastruktury transportowej TEN-T Wsparcie dla transgranicznej, regionalnej, lokalnej i miejskiej mobilności „Czyste ekologicznie” pojazdy Poprawa bezpieczeństwa mostów i tuneli Pojazdy, statki powietrzne i jednostki pływające zaprojektowane i zbudowane lub przystosowane do użytku przez służby ochrony ludności i straż pożarną
Horyzont Europa	95,5 mld EUR – ogółem w tym 5,4 mld EUR z Europejskiego Instrumentu na rzecz Odbudowy 15,123 mld EUR – Klaster 5: Klimat, energetyka i mobilność	Partnerstwo na rzecz czystego wodoru Partnerstwo na rzecz ekologicznego lotnictwa SESAR 3 Partnerstwo na rzecz kolei europejskiej Oparta na sieci i zautomatyzowana mobilność Baterie Bezemisijny transport drogowy Bezemisijny transport wodny Partnerstwo Built4People Transformacja w kierunku czystej energii Partnerstwo na rzecz transformacji obszarów miejskich
Program LIFE	5,5 mld EUR – ogółem	Projekty wspierające działania w zakresie ochrony środowiska i klimatu Inwestycje na rzecz bezemisijnego transportu
Program „Cyfrowa Europa”	9,2 mld EUR – ogółem	Cyfryzacja mobilności i zastosowanie sztucznej inteligencji
Fundusz Innowacji	10 mld EUR – ogółem	Wysokie innowacyjne technologie związane z transformacją klimatyczną Projekty rozwoju bezemisijnych pojazdów Bezemisijne sieci transportu wraz z innowacyjną infrastrukturą dla potrzeb alternatywnych środków transportu

Źródło: opracowanie własne na podstawie Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/1058 z dnia 24 czerwca 2021 r. w sprawie Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego i Funduszu Spójności, Dz.U. UE, L 231/60, s. 4; *Horyzont Europa. Badania & Innowacje. Program UE na 2021–2027*, Komisja Europejska 2021, s. 23, <http://ec.europa.eu/horizon-europe> (dostęp: 12.03.2022); EU Mobility and Transport, *Infrastructure and Investments*, https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/infrastructure-and-investment/connecting-europe-facility_en (dostęp: 7.03.2022).

W sektorze transportu CEF jest przeznaczony do wspierania inwestycji w budowę nowej infrastruktury transportowej i modernizację istniejącej sieci TEN-T. Koncentruje się na projektach transgranicznych i tych, które mają na celu usuwanie wąskich gardeł lub uzupełnianie brakujących połączeń w różnych odcinkach sieci bazowej i sieci kompleksowej. CEF Transport wspiera również innowacje w systemie transportowym w celach: poprawy wykorzystania infrastruktury, zmniejszenia wpływu transportu na środowisko, zwiększenia efektywności energetycznej i poprawy bezpieczeństwa. Celem tego instrumentu na lata 2021–2027 jest stworzenie zrównoważonej, innowacyjnej i odpornej infrastruktury w sektorach: transportu, energii i cyfrowym. Dofinansowane będą efekty synergii między tymi trzema sektorami, ukierunkowane przede wszystkim na ochronę klimatu. Priorytetowe inwestycje w zakresie infrastruktury transportu obejmują:

- zaawansowane prace nad europejską siecią transportową;
- stworzenie europejskiej sieci infrastruktury ładowania paliw alternatywnych oraz preferencyjne traktowanie środków transportu przyjaznych dla środowiska;
- inwestowanie w projekty transportowe oferujące wysoką wartość dodaną w krajach objętych polityką spójności;
- dostosowanie odcinków sieci transportowej do podwójnego zastosowania cywilno-wojskowego, w kontekście planu działania na rzecz mobilności wojskowej.

Budżet CEF Transport na lata 2021–2027 zaplanowano w wysokości 25,81 mld EUR, z czego co najmniej 60% ma wspierać działania dotyczące wydajnych, wzajemnie połączonych, interoperacyjnych i multimodalnych sieci. Dodatkowo w budżecie zaplanowano kwotę 242,2 mln EUR na realizację 68 wniosków projektowych diagnozujących brakujące połączenia transportowe i „wąskie gardła”²² w infrastrukturze transportu. Łącznie 11,29 mld EUR zostanie przeznaczony dla krajów kwalifikujących się do otrzymania wsparcia z Funduszu Spójności. Jednocześnie 1,69 mld EUR zaplanowano na inwestycje w dostosowanie infrastruktury dla potrzeb cywilno-wojskowych.

W ramach pierwszego naboru wniosków o dofinansowanie z budżetu instrumentu „Łącząc Europę”, ogłoszonego we wrześniu 2021 r., zatwierdzono wsparcie dla 37 projektów, które pomogą stworzyć zrównoważoną środowiskowo sieć transportową, z kluczowymi odcinkami infrastruktury przystosowanymi do podwójnego zastosowania, tj. cywilnego i obronnego. Na ich realizację przeznaczono 425 mln EUR²³. W konkursie Alternative Fuels Infrastructure Facility (AFIF), który zakończył się w styczniu 2022 r., wybrano 15 projektów o łącznym wsparciu

22 „Wąskie gardło” oznacza barierę fizyczną, techniczną, funkcjonalną, operacyjną lub administracyjną, która skutkuje przerwaniem systemu, co wpływa na ciągłość przepływów dalekobieżnych lub transgranicznych.

23 *Transport Infrastructure. Projects Receive EUR 425 million in EU Funding to Boost Green Mobility and to Adapt the Network for Dual Civil/Defence Use*, European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency, <https://cinea.ec.europa.eu/news-events/news/>

UE w wysokości 86 mln EUR. Projekty obejmują instalację elektrycznych stacji ładowania wzdłuż europejskiej sieci drogowej TEN-T, budowę stacji tankowania wodoru dla samochodów osobowych, ciężarowych i autobusów oraz elektryfikację usług obsługi naziemnej na lotniskach. W ramach oceny wniosków dotyczących mobilności wojskowej wybrano 22 projekty, które otrzymają wsparcie o wartości 339 mln EUR, aby przygotować infrastrukturę transportową do podwójnego zastosowania cywilno-obronnego. Projekty obejmują modernizację infrastruktury kolejowej w celu umożliwienia ruchu większych i cięższych pociągów, a także prace mające na celu zwiększenie przepustowości portów i lotnisk oraz wzmocnienie mostów drogowych.

Wsparcie finansowe inwestycji w zakresie infrastruktury transportowej TEN-T i ochrony środowiska jest również realizowane z Funduszu Spójności²⁴. W okresie 2021–2027 dotyczy on Bułgarii, Czech, Estonii, Grecji, Chorwacji, Cypru, Łotwy, Litwy, Węgier, Malty, Polski, Portugalii, Rumunii, Słowacji i Słowenii. Oczekuje się, że 37% całkowitej alokacji finansowej Funduszu Spójności przyczyni się do osiągnięcia celów klimatycznych. Z kolei Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego (EFRR) ma na celu wzmocnienie spójności gospodarczej, społecznej i terytorialnej w UE poprzez korygowanie dysproporcji między jej regionami. EFRR finansuje programy w ramach wspólnej odpowiedzialności KE oraz władz krajowych i regionalnych w państwach członkowskich. Priorytety finansowania inwestycji infrastrukturalnych w latach 2021–2027 dotyczą m.in.:

- poprawy konkurencyjności i innowacyjności infrastruktury transportu w ujęciu regionalnym;
- bardziej ekologicznej, niskoemisyjnej i odpornej sieci infrastruktury transportu;
- lepszych połączeń dzięki zwiększeniu mobilności i dostępności transportowej.

W ramach EFRR 30% ogólnej puli środków finansowych ma wspierać projekty infrastrukturalne sprzyjające ograniczaniu emisji CO₂. EFRR i Fundusz Spójności powinny wspierać rozwój transeuropejskiej sieci transportowej poprzez inwestycje w infrastrukturę dla transportu kolejowego, żeglugi śródlądowej, transportu drogowego i morskiego oraz multimodalnego. Ponadto powinny wspierać krajową, regionalną i lokalną oraz transgraniczną i miejską mobilność, a także zwracać uwagę na poprawę bezpieczeństwa, w szczególności istniejących mostów i tuneli²⁵.

transport-infrastructure-projects-receive-eur-425-million-eu-funding-boost-green-mobility-and-adapt-2022-04-08en (dostęp: 9.04.2022).

24 Fundusz Spójności zapewnia wsparcie państwom członkowskim o dochodzie narodowym brutto (DNB) na mieszkańca poniżej 90% średniej UE27 w celu wzmocnienia spójności gospodarczej, społecznej i terytorialnej Unii.

25 Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/1058 z dnia 24 czerwca 2021 r. w sprawie Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego i Funduszu Spójności, Dz.U. UE, L 231/60, s. 4.

Badania naukowe i innowacje odgrywają istotną rolę w osiągnięciu przez UE ambitnych celów w zakresie rozwoju zrównoważonej i innowacyjnej infrastruktury transportu oraz zapewnieniu bezpieczeństwa, niezawodności i odporności. Odnosząc się do sukcesu programu „Horyzont 2020”, który w latach 2014–2020 sfinansował projekty na kwotę ok. 80 mld EUR, można wnioskować, że „Horyzont Europa”, z budżetem w wysokości 95,5 mld EUR w latach 2021–2027, przyczyni się do ulepszenia i usprawnienia finansowania ze środków unijnych badań naukowych i innowacji. Ich celem jest m.in. uczynienie systemów transportu i mobilności bardziej przyjaznymi dla klimatu i środowiska, a także konkurencyjnymi i innowacyjnymi oraz bezpieczniejszymi i odporniejszymi²⁶. Za priorytetowe obszary wsparcia uznano projekty mające znaczenie w tworzeniu europejskich strategicznych zrównoważonych łańcuchów wartości, np. baterie dla elektromobilności, rozwój ogniw wodorowych, „czyste”, oparte na sieci i autonomiczne pojazdy oraz zintegrowane systemy zarządzania energią. Ich realizację przewidziano w ramach dwunastu partnerstw europejskich tworzących Klaster 5: Klimat, energetyka i mobilność, z budżetem 15,123 mld EUR (w tym 1,35 mld EUR w ramach Europejskiego Instrumentu na rzecz Odbudowy)²⁷. Również Społeczny Fundusz Klimatyczny będzie wspierał mikroprzedsiębiorstwa w przechodzeniu na wyższą efektywność energetyczną i niskoemisyjne systemy mobilności. Finansowany z budżetu UE kwotą odpowiadającą 25% oczekiwanych dochodów nowego systemu handlu uprawnieniami do emisji dla transportu drogowego i budynków, Fundusz ten będzie mógł zapewnić wsparcie w finansowaniu inwestycji w efektywność energetyczną²⁸. Wysoce innowacyjne technologicznie projekty infrastrukturalne o europejskiej wartości dodanej, które są w stanie przyczynić się do znacznych redukcji emisji CO₂, mogą ubiegać się o wsparcie finansowe z budżetu Funduszu Innowacji. Wsparcie ze wspomnianego Funduszu jest dostępne dla projektów zlokalizowanych we wszystkich państwach członkowskich UE, Norwegii i Islandii.

26 UE Research and Innovation, <https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europeen> (dostęp: 12.03.2022).

27 *Horyzont Europa. Badania & Innowacje. Program UE na 2021–2027*, Komisja Europejska, Bruksela 2021, s. 23, <http://ec.europa.eu/horizon-europe> (dostęp: 12.03.2022).

28 *OECD Economic Surveys European Union*, OECD Publishing, Paris 2021, s. 43.

3.2. Zrównoważony rozwój infrastruktury transportu. Wymiar międzynarodowy i regionalny

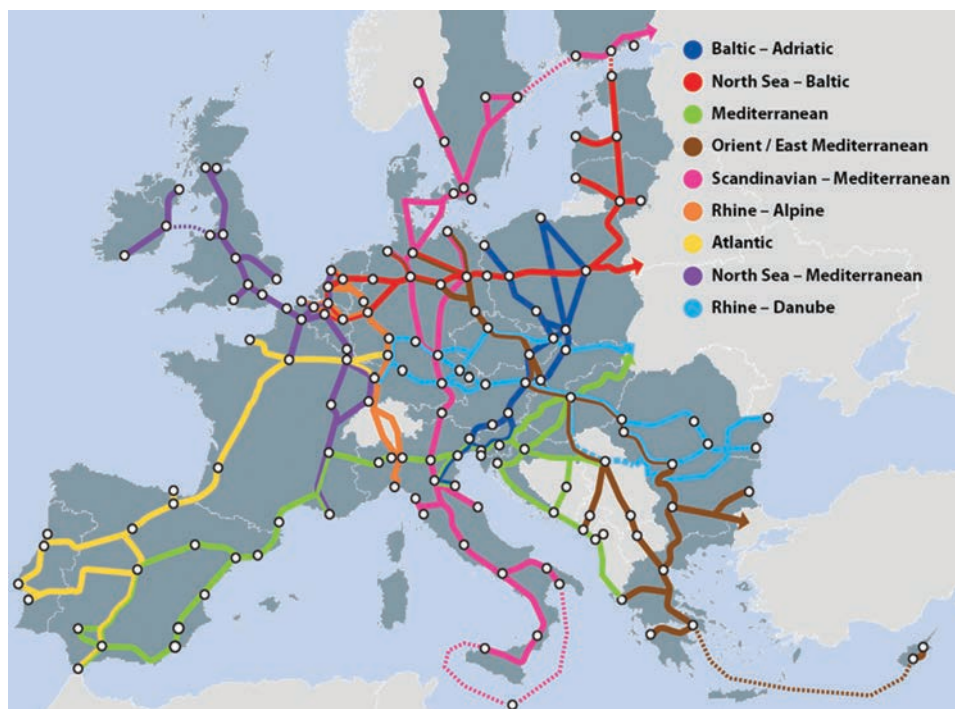
3.2.1. Rozwój infrastruktury z perspektywy zintegrowanych systemów transportowych UE

Zrównoważony rozwój infrastruktury z perspektywy zintegrowanych systemów transportowych można rozumieć jako przejaw opartego na współpracy, twórczego procesu rozwoju społecznego i gospodarczego. Jest podstawą zwiększania łączności społecznej i gospodarczej. Ich efekty to: współpraca międzynarodowa i powiązany z nią proces ujednolicania i upraszczania zasad handlu, wzrost możliwości przemieszczania ludzi, a także integracja wielu procesów kulturowych. W strategiach rozwoju zintegrowanych systemów transportowych transformacja technologiczna (w tym cyfrowa) i transformacja ekologiczna zostały uznane za priorytetowe instrumenty w kontekście tworzenia globalnych i regionalnych łańcuchów wartości. Rozwój i dostarczanie infrastruktury są istotną częścią tego procesu. Proces ten jest bardzo złożony i naznaczony niepewnością, a w trakcie jego realizacji wielu interesariuszy musi prowadzić skoordynowane działania, aby osiągnąć wspólny, zrównoważony cel. Z jednej strony rozwój jest zorientowanym na rozwiązania, dialogowym procesem równoważenia kompromisów. Z drugiej strony to proces włączania rozwiązań w konteksty techniczny, społeczny i kulturowy, wyrażający się w przepisach, normach i systemach technologicznych oraz normach społecznych i kulturowych. W swoich działaniach UE dąży do zbudowania nowoczesnego, zintegrowanego systemu transportowego, który wzmocni globalną konkurencyjność i będzie w stanie sprostać wyzwaniom związanym ze zrównoważonym, inteligentnym i sprzyjającym włączeniu społecznemu wzrostem. Pierwszym krokiem w kierunku osiągnięcia tego celu jest zapewnienie dobrze funkcjonującej infrastruktury, która może pozwolić na przewożenie ludzi i towarów w sposób wydajny, bezpieczny i zrównoważony.

Z myślą o rozwoju zintegrowanej multimodalnej sieci umożliwiającej szybki i łatwy przewóz osób i ładunków w Traktacie o funkcjonowaniu Unii Europejskiej ustanowiono podstawy dla rozwoju transeuropejskiej sieci transportowej (TEN-T). W 1996 r. Komisja opublikowała wytyczne dotyczące tej sieci, stanowiące punkt wyjścia do opracowania strategii w zakresie TEN-T. Poddawano je częstym modyfikacjom, a w 2013 r. uchwalono odnośne rozporządzenie, w którym określono kierunki polityki dotyczącej transeuropejskiej sieci transportowej²⁹. W rozporządzeniu tym wyznaczono terminy ukończenia poszczególnych poziomów sieci. Ponadto dokonano istotnej zmiany w koncepcji rozwoju TEN-T, polegającej na odejściu od pojedynczych projektów priorytetowych na rzecz multimodalnej sieci korytarzy na terenie całej Unii.

29 Rozporządzenie (UE) nr 1315/2013 z dnia 11 grudnia 2013 r. w sprawie unijnych wytycznych dotyczących rozwoju transeuropejskiej sieci transportowej, Dz.U. UE, L 348 z 20 grudnia 2013 r., s. 1.

Transeuropejska sieć transportowa składa się z sieci bazowej i sieci kompleksowej. Rozwój TENT-T zaplanowano w trzech etapach: ukończenie budowy sieci bazowej do dnia 31 grudnia 2030, rozszerzonej sieci bazowej³⁰ do 31 grudnia 2040 r. oraz sieci kompleksowej do 31 grudnia 2050³¹. Sieć kompleksowa ma zapewnić dostępność oraz łączność wszystkim unijnym regionom. Sieć bazowa i rozszerzona sieć bazowa, z węzłami transportowymi i miejskimi jako punktami łączącymi ruch dalekobieżny z regionalnymi i lokalnymi sieciami transportowymi, stanowią najważniejsze pod względem strategicznym połączenia i węzły w sieci kompleksowej. Trzon sieci bazowej to dziewięć korytarzy wyznaczonych w 2013 r., które zastąpiły trzydzieści projektów priorytetowych TEN-T (mapa 1). Uzupełniają je dwa priorytety horyzontalne: Europejski System Zarządzania Ruchem Kolejowym (European Rail Traffic Management System, ERTMS) i autostrady morskie.



Mapa 1. Korytarze sieci bazowej TEN-T

Źródło: Portal TEN-T, <https://ec.europa.eu/transport/infrastructure/tentec/tentec-portal/map/mobile.html> (dostęp: 12.03.2022).

30 Głównie części sieci kompleksowej wraz z siecią bazową są określane jako „rozszerzona sieć bazowa”.

31 Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on Union Guidelines for the Development of the Trans-European Transport Network, Amending Regulation (EU) 2021/1153 and Regulation (EU) no. 913/2010 and repealing Regulation (EU) 1315/2013, COM(2021) 812, s. 41.

Europejskie korytarze transportowe obejmują te części transeuropejskiej sieci transportowej, które mają największe znaczenie strategiczne dla rozwijania przepływów w ramach zrównoważonego i multimodalnego przewozu towarów i osób w Europie oraz dla rozwoju wysokiej jakości infrastruktury interoperacyjnej i wydajności operacyjnej. Ustanowione korytarze, z których dwa przebiegają przez Polskę, obejmują³²:

- Morze Bałtyckie – Morze Adriatyckie (przebiegający przez Polskę);
- Morze Północne – Morze Bałtyckie (przebiegający przez Polskę);
- Morze Śródziemne;
- Wschód/wschodnią część regionu Morza Śródziemnego;
- Skandynawię – Morze Śródziemne;
- Ren – Alpy;
- Atlantyk;
- Morze Północne – Morze Śródziemne;
- Ren – Dunaj.

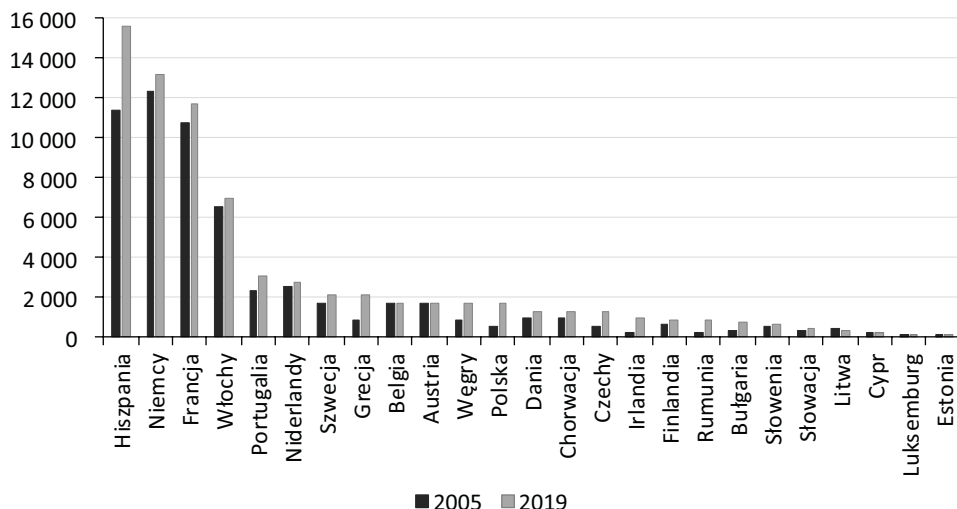
Zgodnie z założeniami UE korytarze sieci bazowej TEN-T powinny się przyczynić do bardziej efektywnego rozwoju sieci i przyspieszenia prac nad projektami infrastrukturalnymi o największej europejskiej wartości dodanej. Mają zapewnić rozwój infrastruktury sieci bazowej poprzez: eliminację wąskich gardeł, intensyfikację połączeń transgranicznych oraz poprawę wydajności i zrównoważony charakter systemu transportowego. Ponadto celem ich rozwoju jest poprawa spójności regionów UE dzięki lepszej współpracy terytorialnej. Nadzór nad rozwojem korytarzy sieci bazowej TEN-T sprawują koordynatorzy europejscy, mianowani przez KE.

Obecnie polityka TEN-T jest realizowana zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 11 grudnia 2013 r. w sprawie unijnych wytycznych dotyczących rozwoju transeuropejskiej sieci transportowej. Dzięki kilku rewizjom polityka rozwoju sieci ewoluowała w związku z rosnącym zapotrzebowaniem na transport i wyzwaniem polityki transportowej. W następstwie powiększenia UE z 15 do 27 państw członkowskich³³ doszło do zmiany łańcuchów logistycznych i geograficznej struktury handlu, a także pojawiło się nowe wyzwanie strukturalne dotyczące konieczności szybkiego rozwinięcia unijnej infrastruktury transportowej, zwłaszcza w nowych państwach członkowskich.

32 Transeuropejska sieć transportowa – TEN-T, <https://www.gov.pl/web/infrastruktura/trans-europejska-siec-transportowa-ten-t> (dostęp: 15.03.2022).

33 W dniu 1 maja 2004 r. do UE przystąpiły kraje nadbałtyckie – Estonia, Łotwa i Litwa, kraje południowo- i wschodnioeuropejskie – Republika Czeska, Węgry, Polska, Słowenia i Słowacja, a także dwa wyspiarskie państwa Morza Śródziemnego – Cypr i Malta. Ten etap rozszerzenia zakończył się 1 stycznia 2007 r. przystąpieniem do UE Bułgarii i Rumunii. Najnowszym członkiem UE jest Chorwacja, która przystąpiła 1 lipca 2013 r. Natomiast 31 stycznia 2020 UE opuściła Wielka Brytania (wraz z Gibraltarem), ABC prawa Unii Europejskiej, <https://op.europa.eu/webpub/com/abc-of-eu-law/pl/> (dostęp: 19.06.2022).

Dzięki inwestycjom w infrastrukturę drogową najszybciej dostosowano do nowych potrzeb transport samochodowy, czyli najbardziej elastyczny rodzaj transportu (wykres 6). Długość sieci autostrad zwiększyła się w analizowanym okresie we wszystkich państwach członkowskich UE. Najszybsze tempo rozwoju odnotowano w Irlandii (wzrost o 302%), Rumunii (280%) i Polsce (204%).



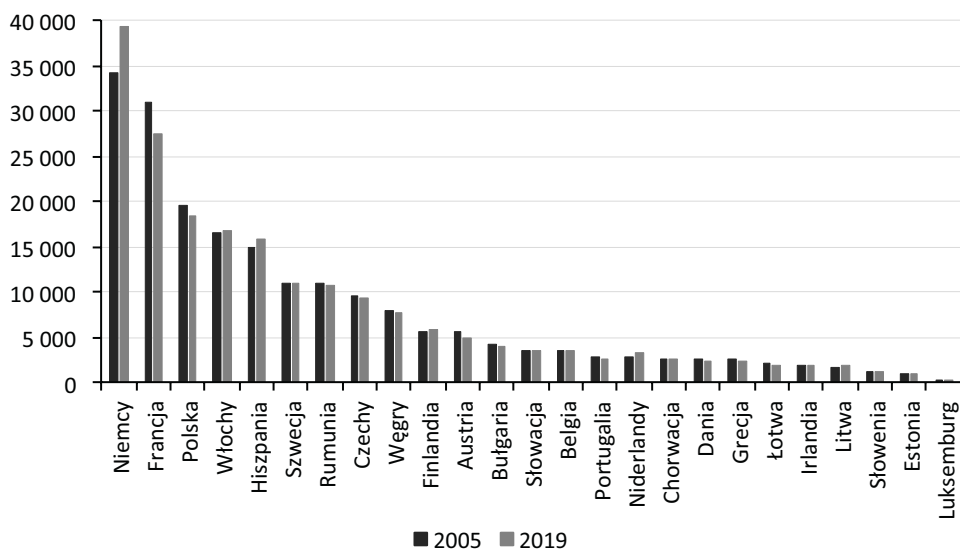
Wykres 6. Długość sieci autostrad w państwach członkowskich UE w 2005 i 2019 r. (km)

Źródło: opracowanie własne na podstawie *EU Transport in Figures. Statistical Pocketbook 2021*, Publications Office of the European Union, Luxembourg 2021, s. 78.

W tym samym okresie postępy w modernizacji oraz rozwoju sieci i połączeń transportu kolejowego były zdecydowanie mniejsze, co można wiązać z większymi potrzebami finansowymi dotyczącymi rozwoju linii kolejowych oraz brakiem koordynacji w zakresie planowania prac infrastrukturalnych (wykres 7). Powodują one spadek jakości i niezawodności infrastruktury kolejowej, co osłabia konkurencyjność usług przewozu towarów kolejną.

Duże inwestycje unijne przyczyniły się do poprawy spójności i dostępności sieci transportowej, jednak w większości przypadków nadal są niezbędne istotne udoskonalenia i nowe projekty, aby osiągnąć cele TEN-T. Stopień rozwoju infrastruktury na terytorium UE jest wciąż zróżnicowany, a jej dostępność pozostaje na niewystarczającym poziomie (tabela 13). Szczególnie we wschodnich regionach Unii jest za mało autostrad i linii kolejowych dużych prędkości, zaś kolej konwencjonalna wymaga unowocześnienia, co wydłuża czas podróży w stosunku do Europy Zachodniej. Ponadto w unijnej sieci transportowej nadal występują poważne zakłócenia płynności ruchu, głównie z powodu braku odpowiedniego stopnia spójności i interoperacyjności infrastruktury. W szczególności transport kolejowy mimo przewagi komparatywnej na średnich i dalekich dystansach ma trudności z wykorzystaniem swojego potencjału, wynikającego z szybkości i wygody dla

pasażerów oraz korzyści skali dotyczących transportu towarowego, a także dużego wpływu, który może wywrzeć zarówno na dekarbonizację transportu, jak i mobilność sprzyjającą włączeniu społecznemu. Transport kolejowy zużywa bowiem znacznie mniej energii niż transport drogowy, głównie dzięki fizycznym zaletom, takim jak mechanizm kołowo-szynowy i cechy związane z oporem powietrza. Wyniki badań dotyczące funkcjonowania rynku transportowego UE i jakości infrastruktury potwierdzają, że stworzenie jednolitego europejskiego obszaru kolejowego będzie wymagać podjęcia znacznych wysiłków w celu osiągnięcia technicznej interoperacyjności i zapewnienia możliwości przejazdu taboru przez granice krajowe³⁴. Z danych KE wynika bowiem, że w 2018 r. ok. 40% transgranicznych połączeń kolejowych było zawieszonych. Ponadto normalizacja szeroko rozumianych systemów i urządzeń będzie miała kluczowe znaczenie dla poprawy efektywności i zmniejszenia kosztów funkcjonowania transportu kolejowego. Stosowne przepisy UE, takie jak filar techniczny czwartego pakietu kolejowego, mają na celu promowanie interoperacyjności. Zasady są wdrażane przy udziale ekspertów Agencji Kolejowej UE (European Railway Agency, ERA).



Wykres 7. Długość eksploatowanych linii kolejowych w państwach członkowskich UE w 2005 i 2019 r. (km)

Źródło: opracowanie własne na podstawie *EU Transport in Figures. Statistical Pocketbook 2021*, Publications Office of the European Union, Luxembourg 2021, s. 80.

34 *Transport in the European Union – Current Trends and Issues*, European Commission, Directorate-General Mobility and Transport, B-1049, Brussels 2019, s. 7–8.

Tabela 13. Stopień rozwoju infrastruktury drogowej i kolejowej w państwach członkowskich UE

Państwo	Gęstość sieci autostrad				Gęstość sieci kolejowych				Liczba km linii kolei dużych prędkości	
	km/1000 km ²		km/1000 mieszkańców		km/1000 km ²		km/1000 mieszkańców		2015	2020
	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2020
Belgia	57,8	58,1	157,4	158,2	118,2	118,4	320,4	320,0	209	209
Bułgaria	6,6	7,1	101,3	109,0	36,2	36,3	558,0	559,5	–	–
Czechy	9,8	16,1	73,8	121,4	120,0	118,2	898,2	891,5	–	–
Dania	28,7	31,2	220,2	223,4	59,2	61,4	450,9	467,5	–	56
Niemcy	36,4	36,9	160,9	163,3	108,7	110,3	478,3	485,4	1381	1571
Estonia	3,3	3,6	111,7	122,3	33,4	33,9	1149,8	1293,8	–	–
Irlandia	13,0	14,1	198,9	216,1	26,9	29,0	409,4	442,0	–	–
Grecja	12,0	15,8	145,5	192,1	17,0	17,3	207,1	210,9	–	–
Hiszpania	30,3	30,8	329,7	335,1	31,7	31,0	345,7	338,4	3002	3487
Francja	18,3	18,4	176,2	177,3	45,4	43,3	433,5	413,6	2058	2734
Chorwacja	23,1	23,2	308,2	308,8	46,0	46,3	616,3	619,4	–	–
Włochy	23,0	23,1	114,2	114,6	56,6	55,7	280,3	276,0	856	921
Cypr	29,4	29,5	317,0	317,3	–	–	–	–	–	–
Łotwa	–	–	–	–	28,8	28,9	936,0	936,1	–	–
Litwa	4,7	6,2	105,0	136,9	28,7	29,3	642,5	654,1	–	–
Luksemburg	62,3	63,8	292,9	300,2	106,3	111,3	488,5	511,6	–	–
Węgry	20,3	21,4	190,7	200,6	84,9	81,6	801,5	770,4	–	–
Malta	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Niderlandy	66,4	66,5	163,8	164,0	73,6	74,2	180,9	182,3	90	90
Austria	20,5	20,8	202,1	205,0	58,9	59,0	575,1	578,7	237	254
Polska	5,0	5,4	41,0	44,1	59,2	59,3	487,0	487,7	224	224
Portugalia	33,3	33,4	293,9	294,0	27,6	27,5	245,3	245,5	–	–
Rumunia	3,1	3,6	37,4	43,4	45,2	45,1	542,3	541,7	–	–
Słowenia	38,1	38,4	375,0	383,0	59,6	59,6	586,1	586,3	–	–
Słowacja	9,4	10,1	85,5	91,4	73,9	74,0	668,8	669,0	–	–
Finlandia	2,6	2,7	161,6	169,9	17,5	17,5	1082,5	1082,8	1120	1120
Szwecja	4,7	4,8	219,7	221,2	24,2	24,1	1119,1	1118,2	860	860

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Europejski semestr – zestawienie informacji tematycznych*. Transport, Komisja Europejska, Bruksela 2017, s. 28; *EU Transport in Figures. Statistical Pocketbook 2021*, Publications Office of the European Union, Luxembourg 2021, s. 78–83.

Od czasu ustanowienia rozporządzenia w sprawie TEN-T w 2013 r. kontekst polityczny uległ znacznej zmianie, w szczególności w wyniku przyjęcia Europejskiego Zielonego Ładu, Strategii na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności, a także pakietu inicjatyw „Gotowi na 55”. Do osiągnięcia celów w zakresie zrównoważonej, inteligentnej i odpornej mobilności ma przyczynić się realizacja transeuropejskiej sieci transportowej, stwarzając sprzyjające warunki w zakresie bazy infrastrukturalnej, co pozwoli uczynić wszystkie rodzaje transportu bardziej zrównoważonymi, ulepszyć multimodalne i interoperacyjne rozwiązania transportowe oraz zwiększyć intermodalną integrację całego łańcucha logistycznego. Planowanie, rozwijanie i użytkowanie sieci TEN-T ma zapewnić zrównoważone połączenia w całej UE bez fizycznych przerw, wąskich gardeł i brakujących

połączeń, co jest kluczowe dla osiągnięcia przyjętych celów pośrednich w zakresie rozwoju zeroemisyjnego systemu transportu do 2050 r.

W Strategii na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności przyjęto, że kolejowy ruch towarowy powinien zwiększyć swój udział w rynku do 2030 r. o 50% w porównaniu z 2015, a do roku 2050 wzrost powinien być dwukrotny. Udział w rynku w przypadku transportu z wykorzystaniem śródlądowych dróg wodnych i żeglugi morskiej bliskiego zasięgu powinien zwiększyć się o 25% do 2030 i o 50% do 2050, w stosunku do 2015 r. Natomiast ruch kolejowy w ramach kolei dużych prędkości powinien wzrosnąć dwukrotnie do 2030, a do roku 2050 trzykrotnie. Do 2030 r. na drogach Unii powinno jeździć co najmniej 30 mln bezemisyjnych samochodów osobowych i 80 tys. bezemisyjnych samochodów ciężarowych, a do 2050 r. prawie wszystkie samochody osobowe, dostawcze, autobusy oraz nowe pojazdy ciężkie powinny być bezemisyjne. Ponadto do 2030 r. regularny transport zbiorowy w UE na dystansie do 500 km powinien być neutralny pod względem emisji CO₂³⁵.

W konsekwencji przyjętych strategii i inicjatyw na rzecz rozwoju zintegrowanego systemu usług w zakresie zrównoważonej, innowacyjnej i odpornej mobilności w kwietniu 2019 r. KE rozpoczęła proces przeglądu polityki dotyczącej sieci TEN-T w zakresie jej obecnego rozwoju i dalszych perspektyw. Obejmował on zarówno (ogólnie) politykę TEN-T, jak i (bardziej szczegółowo) niektóre związane z nią zagadnienia (ilustracja 17). Nowe wydarzenia, których nie przewidziano w 2013 r., wymagają modernizacji niektórych funkcji sieci. Kryzys związany z pandemią COVID-19 uwidocznił pilną potrzebę wykorzystania wszystkich możliwości rozwiązań cyfrowych, w tym ograniczenia procedur i wymiany dokumentów w formie papierowej, oraz potrzebę użycia technologii satelitarnych. Rewizja omawianej polityki stwarza również możliwość zintegrowania infrastruktury paliw alternatywnych (jako obowiązkowy wymóg TEN-T) i uwzględnienia potrzeb w zakresie mobilności wojskowej. Ważną rolę w sieci TEN-T odgrywają także węzły miejskie, będące często punktem początkowym i docelowym podróży, stąd stanowiły jedno z kluczowych zagadnień w ramach procesu przeglądu polityki TEN-T w okresie 2019–2021.

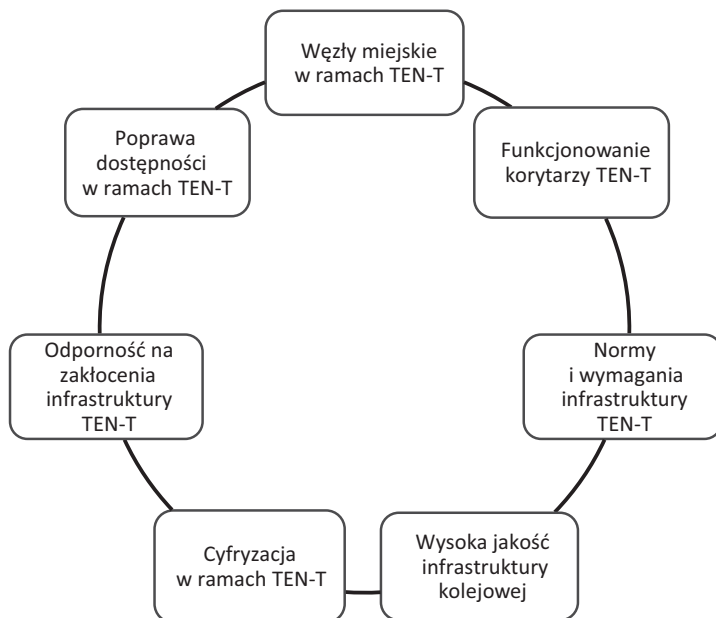
W dniu 14 grudnia 2021 r. KE opublikowała poprawiony projekt rewizji rozporządzenia 1315/2013. Niektóre z kluczowych elementów dotyczą³⁶:

- wprowadzenia nowego, pośredniego terminu do 2040 r. w celu przyspieszenia ukończenia głównych części sieci kompleksowej, takich jak niektóre połączenia kolei dużych prędkości, np. Porto – Vigo i Budapeszt – Bukareszt;
- nowych standardów dla połączeń transportowych, takich jak minimalna prędkość 160 km/h dla kolei pasażerskiej i 100 km/h dla przewozów towarowych;
- skrócenia czasu oczekiwania pociągów na przejściach granicznych, w tym dłuższych pociągów towarowych, przewozu samochodów ciężarowych pociągiem po sieci;

35 *Strategia na rzecz zrównoważonej...*, s. 8–28.

36 *Proposal for a Regulation of the European Parliament...*, s. 46–74.

- zintegrowania korytarzy towarowego transportu kolejowego z korytarzami TEN-T w celu utworzenia dziewięciu europejskich korytarzy transportowych, łączących kolej, drogi i drogi wodne;
- zwiększenia liczby terminali przeładunkowych i ich zdolności przeładunkowych.



Ilustracja 17. Główne kierunki prac w ramach procesu przeglądu polityki TEN-T w okresie 2019–2021

Źródło: opracowano na podstawie *TEN-T Review*, https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/infrastructure-and-investment/trans-european-transport-network-ten-t/ten-t-review_en (dostęp: 18.03.2022).

Istotnym postulatem zawartym w projekcie jest wyłączenie systemów sterowania ruchem kolejowym klasy B do 2040 r. Dotyczy to zarówno rozszerzonej sieci bazowej, jak i sieci kompleksowej. Jednocześnie projekt zmiany rozporządzenia 1315/2013 przewiduje, że sieć bazowa oraz połączenia ostatniej mili do multimodalnych terminali towarowych będą wyposażone w ERTMS. Z oceny skutków regulacji przedstawionej przez KE wynika, że wyłączenie systemów klasy B i wdrożenie ERTMS do 2040 r. na całej sieci TEN-T znaczenie zwiększyłoby bezpieczeństwo i interoperacyjność przewozów oraz byłoby przełomem w rozwiązywaniu problemów kongestii w kolejowym transporcie towarów. Koszt zaplanowanych inwestycji w ERTMS, włączając w to wyposażenie pojazdów w urządzenia pokładowe, jest szacowany na ponad 9 mld EUR dla całej sieci TEN-T³⁷; ma on być pokryty w 85% ze środków UE.

³⁷ Komisja Europejska postuluje wyłączenie systemów sterowania ruchem kolejowym klasy B w 2040 r., <https://utk.gov.pl/pl/aktualnosci/18376,Komisja-Europejska-postuluje-wylaczenie-systemow-sterowania-ruchem-kolejowym-kla.html> (dostęp: 23.03.2022).

Podsumowując ten wątek, trzeba powiedzieć, że rozwój i użytkowanie transeuropejskiej sieci transportowej powinny zapewnić poprawę sprawności funkcjonowania multimodalnych i interoperacyjnych rozwiązań transportowych oraz zwiększyć intermodalną integrację całego łańcucha logistycznego. Integracja infrastruktury paliw alternatywnych, innowacyjne rozwiązania technologiczne oraz transformacja cyfrowa zostały uznane za jedno z priorytetowych kierunków rozwoju zrównoważonej transeuropejskiej sieci transportowej. Biorąc pod uwagę dotychczasowe trendy długoterminowe, powstaje zasadnicze pytanie o sposób osiągnięcia ambitnych celów strategicznych przyjętych przez UE³⁸. Regulacje mogą bowiem wspierać zmiany na rynku usług transportowych, ale nie są jedynym czynnikiem niezbędnym do ich dokonania. Dla zapewnienia większej interoperacyjności, a także rozwoju zrównoważonej multimodalnej sieci transportowej niezbędne są działania podejmowane przez podmioty funkcjonujące na rynku usług TSL w zakresie wdrażania innowacyjnych rozwiązań infrastrukturalnych.

3.2.2. Implementacja wybranych rozwiązań cyfrowych w zakresie synchronodalności sieci transportowych

Infrastruktura transportu w XXI w. musi reagować na zmiany demograficzne, stając się neutralna dla klimatu, odporna i przystępna ekonomicznie, pozostając jednocześnie siłą napędową rozwoju i wspólnego dobrobytu. Tymczasem jest jednym z najmniej innowacyjnych i zdigitalizowanych działów gospodarki. Konrad Nübel i Michael M. Buehler za podstawowe przyczyny tych problemów uznają fragmentację łańcucha wartości infrastruktury oraz brak długoterminowej wizji jej rozwoju³⁹. Rekomendowanym sposobem ich przezwyciężenia jest tworzenie platform cyfrowych stosowanych w projektach infrastrukturalnych, które – kierując się wizją wspólnej infrastruktury – umożliwiają udział w całym cyklu życia i odpowiedzialne zarządzanie, co stanowi podstawę do wdrożenia w praktyce koncepcji synchronodalności.

Synchronodalność jest jednym z przyszłościowych trendów w kontekście kształtowania innowacyjnych i zrównoważonych sieci transportowych oraz logistycznych. Opracowaną w ciągu ostatniej dekady koncepcję synchronodalności można interpretować jako świadczenie wydajnych, niezawodnych, elastycznych i zrównoważonych usług transportowych i logistycznych poprzez koordynację współpracy interesariuszy oraz synchronizację operacji w czasie rzeczywistym w ramach jednego lub więcej łańcuchów dostaw z wykorzystaniem technologii informacyjnych i komunikacyjnych (Information and Communication Technology, ICT) oraz inteligentnych systemów transportowych (Intelligent Transport Systems, ITS)⁴⁰. Cechuje ją duży potencjał w zakresie optymalizacji przewozów

38 W. Nieć, *Innowacje ostatnią szansą?*, „Eurologistics” 2022, nr 1, s. 101.

39 K. Nübel, M.M. Bühler, T. Jelinek, *Federated digital platforms: value chain integration for sustainable infrastructure planning and delivery*, „Sustainability” 2021, vol. 13, no. 16(8996), s. 1.

40 W. Guo, W.B. van Blokland, G. Lodewijks, *Survey on characteristics and challenges of synchronodal transportation in global cold chains*, [w:] T. Bektaş, S. Coniglio, A. Martinez-Sykora,

ładunków z wykorzystaniem różnych gałęzi i środków transportu, w wymiarze ekonomicznym, środowiskowym i społecznym. Jej celem jest zwiększenie efektywności i elastyczności oraz realizacja zasad rozwoju zrównoważonego w zakresie organizacji procesów logistycznych i transportowych dzięki wprowadzeniu dostawcy usług i cyfrowych platform integracyjnych⁴¹.

Utworzenie i eksploatacja wirtualnego systemu komunikacyjno-logistycznego zmienia drogę rozwoju rynku usług transportowych, spedycyjnych i logistycznych. Brak wymiany informacji w czasie rzeczywistym między zainteresowanymi stronami stanowił np. krytyczną barierę dla skutecznej konsolidacji kontenerów w porcie w Pireusie. Rozwiązaniem okazał się portal informacyjny oparty na chmurze, który zbiera dane z różnych źródeł i udostępnia je wszystkim zainteresowanym za pośrednictwem jednej platformy⁴². Dla przedsiębiorstw, które obawiają się współpracy w ramach jednej wspólnej platformy, rozwiązanie alternatywne może stanowić sfederowana infrastruktura, czyli prywatne, połączone systemy umożliwiające interoperacyjność i wymianę informacji⁴³. Natomiast platforma integracyjna dla dostawców usług 4PL, opracowana przez Woutera B. Raapa i in., umożliwia śledzenie kontenerów w czasie rzeczywistym oraz zwiększenie efektywności wykorzystania infrastruktury fizycznej⁴⁴.

W obliczu nieoczekiwanych zakłóceń w globalnym systemie gospodarczym w związku z pandemią COVID-19 platformy integracyjne mogą przyczynić się do gruntownego zrewidowania wielu koncepcji i rozwiązań w działalności operacyjnej przedsiębiorstw transportowych, spedycyjnych i logistycznych. Warto jednocześnie zauważyć, że procesom koncentracji strumieni towarowych towarzyszą ograniczone możliwości rozbudowy zasobów liniowej oraz punktowej infrastruktury transportowej i logistycznej, dlatego wzrasta znaczenie efektywnego wykorzystania istniejących już zasobów infrastruktury. Bardzo ważny jest również kontekst negatywnego oddziaływania na środowisko i klimat współczesnych systemów przewozu ładunków, zdominowanych przez transport ciężarowy⁴⁵. Synchronizacja

S. Voß (eds.), *Computational Logistics. ICCL. Lecture Notes in Computer Science*, „Springer” 2017, vol. 10572, s. 420–434. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68496-3_28

41 B. van Riessen, R.R. Negenborn, R. Dekker, *Synchromodal container transportation: an overview of current topics and research opportunities*, International Conference on Computational Logistics (ICCL) 2015, vol. 9335, s. 386–397. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24264-4_27

42 A. Tsertou, A. Amditis, E. Latsa, I. Kanellopoulos, M. Kotras, *Dynamic and synchromodal container consolidation: the cloud computing enabler*, „Transportation Research Procedia” 2016, no. 14, s. 2805–2813. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.345>

43 W. Hofman, *Towards a federated infrastructure for the global data pipeline*, „Lecture Notes in Computer Science” 2015, vol. 9373, s. 479–490. https://doi.org/10.1007/978-3-319-25013-7_39

44 W.B. Raap, M.E. Iacob, M. van Sinderen, S. Piess, *An architecture and common data model for open data-based cargo-tracking in synchromodal logistics*, „Lecture Notes in Computer Science LNCS” 2016, vol. 10033, s. 327–343. https://doi.org/10.1007/978-3-319-48472-3_19

45 S. Pan, D. Trentesaux, E. Ballot, G.Q. Huang, *Horizontal collaborative transport: survey of solutions and practical implementation issues*, „International Journal of Production Research” 2019, vol. 57(15–16), s. 5340–5361. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1574040>

wielogłęziowej sieci połączeń transportowych, poprzedzona przepływem informacji i preferencji uczestników łańcucha dostaw, pozwala w czasie rzeczywistym dokonać wyboru najbardziej korzystnych propozycji połączeń transportowych, przy uwzględnieniu kryterium ich dostępności. Główne oczekiwania związane z rozwojem synchronodalności w ramach sieci TEN-T dotyczą: poprawy poziomu realizowanych usług transportowych i logistycznych, przesunięć modalnych, wykorzystania przepustowości węzłów transportowych oraz redukcji emisji CO₂.

Cechami logistyki synchronodalnej, które pozwalają w sposób zrównoważony wykorzystywać dostępne zasoby infrastruktury, są: możliwość przekazywania informacji w czasie rzeczywistym, elastyczność, współpraca i koordynacja oraz synchronizacja⁴⁶. Cechy te są kształtowane przez czynniki krytyczne (warunkujące rozwój synchronodalności) oraz technologie wspomagające (tabela 14).

Tabela 14. Krytyczne czynniki sukcesu i technologie wspomagające rozwój synchronodalności

		Krytyczne czynniki sukcesu					
		Współpraca i zaufanie	Planowanie zintegrowane	Infrastruktura techniczna	Ramy prawne i polityczne	Zmiana mentalna	Polityka cenowa
Technologie wspomagające	Identyfikacja i gromadzenie danych	+			+		
	Inteligentne systemy		+	+			
	Analityka danych		+			+	+
	Optymalizacja		+	+			+
	Symulacja	+	+	+		+	
	Platformy integracyjne	+				+	+

Zaznaczone komórki wskazują, które technologie wspomagające wzmacniają czynnik krytyczny synchronodalności

Źródło: opracowano na podstawie R. Giusti, D. Manerba, G. Bruno, R. Tadei, *Synchromodal logistics: an overview of critical success factors, enabling technologies, and open research issues*, „Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review” 2019, vol. 129(97). <https://doi.org/10.1016/j.trre.2019.07.009>

Analiza badań dotyczących synchronodalności pozwoliła uznać, że droga do rozwoju tej przyszłościowej koncepcji prowadzi przez wdrożenie zasadniczych grup działań, powiązanych z krytycznymi czynnikami i technologiami wspomagającymi. Duży potencjał wpływu na rozwój synchronodalności tkwi także w działaniach wynikających ze współpracy i zaufania, zmian mentalnych oraz z polityki

46 S. Pfoser, O. Schauer, *Critical success factors of synchronomodality: results from a case study and literature review*, „Transportation Research Procedia” 2016, vol. 14, s. 1463–1471. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.220>

cenowej. Kolejne grupy działań o dużym potencjale wpływu, cechujące się nowatorskim i innowacyjnym charakterem, są związane z planowaniem zintegrowanym i technologiami informacyjnymi. Istotną grupę tworzą ponadto działania zmierzające do poprawy organizacji procesów przewozowych, związane przede wszystkim z rozwojem infrastruktury technicznej.

Koncepcja synchronodalności oraz środki służące do jej implementacji z perspektywy transeuropejskich korytarzy transportowych są określane na szczeblu ponadnarodowym. Ostateczny zestaw planowanych środków i ich znaczenie są w gestii poszczególnych państw, które opracowują autonomiczne plany rozwoju synchronodalności. Uwzględniają one realizację projektów wdrożeniowych i badawczych (tabela 15).

Tabela 15. Zestawienie wybranych projektów wdrożeniowych (W) i badawczych (B) dotyczących synchronodalności

Nazwa	Tematyka	Technologie wspomagające
Embark (W)	Samojezdne ciężarówki na dalekie podróże	Inteligentne systemy
EGS (W)	Europejski dostawca usług synchro-matycznych	Platformy sfederowane
Port w Rotterdamie (W)	Narzędzia opracowane specjalnie dla największego europejskiego portu morskiego	Inteligentne systemy, analityka danych, platformy integracyjne
Rolls-Royce (W)	Statki samosterujące, zdolne do nawigacji i cumowania	Inteligentne systemy
SYNCHRO-NET (B)	Zintegrowane narzędzia w chmurze do zarządzania logistyką na poziomie strategicznym, taktycznym, operacyjnym i w czasie rzeczywistym	Inteligentne systemy, analityka danych, platformy integracyjne
T-Mining (W)	System Blockchain w zbiorce kontenerów dla Portu w Antwerpii	Platformy integracyjne
Volvo (W)	Pojazdy autonomiczne do transportu w terminalach	Inteligentne systemy
DISpATch (B)	Digital Twin dla transportu synchronodalnego	Platforma cyfrowa
SIMPLE (W)	System Platformy Współpracy w Hiszpanii	Systemy operacyjne terminali, urządzenia IoT, sieci 5G
FEDeRATED (W)	Podstawowa infrastruktura współdzielenia danych	Sfederowane platformy współdzielenia

Źródło: opracowano na podstawie R. Giusti, D. Manerba, G. Bruno, R. Tadei, *Synchromodal logistics: an overview of critical success factors, enabling technologies, and open research issues*, „Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review” 2019, vol. 129(97), s. 103; *DISpATch: Digital Twin for Synchromodal Transport (R-9839)*, <https://researchportal.be/en/project/dispatch-digital-twin-synchromodal-transport> (dostęp: 18.04.2022); *Digital Transport and Logistics Forum (DTLF)*, https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/digital-transport-and-logistics-forum-dtlf_en (dostęp: 18.04.2022).

W Holandii przedsiębiorstwa i władze publiczne coraz częściej chcą wykorzystywać potencjał oraz zalety synchronodalności w sieciach transportowych i logistycznych. Z tego powodu w programie *Wizja portu na 2030 r.* zarządzający portem w Rotterdamie nakreślili plan, aby stać się najważniejszym węzłem synchronodalnym w północno-zachodniej Europie i osiągnąć wiodącą pozycję w procesie przechodzenia na czystsza energię⁴⁷. Działania przewidziane w tym programie koncentrują się na efektywnym wykorzystaniu transportu, ponieważ znaczna rozbudowa infrastruktury jest niepożądana ze względu na jej wysokie koszty oraz negatywny wpływ lokalny i środowiskowy. W tym celu poszczególne elementy międzynarodowych łańcuchów i sieci dostaw, np. terminale lądowe i morskie oraz systemy transportu lądowego, zostaną zintegrowane w jeden spójny, skoordynowany system. Ponadto przepływ informacji między wszystkimi stronami uczestniczącymi w łańcuchu dostaw powinien być zharmonizowany. Niektóre narzędzia i usługi zostały opracowane i są już używane. Należą do nich⁴⁸:

- aplikacja Pronto działająca w czasie rzeczywistym, za pośrednictwem której nadawcy, terminale i dostawcy usług mogą udostępniać informacje o połączeniach portowych;
- narzędzie Navigate przeznaczone do porównywania tras i identyfikacji wszystkich terminali oraz przedsiębiorstw działających w porcie w Rotterdamie;
- narzędzie Shiptracker służące do identyfikacji i śledzenia statków, które pozwala na dokładniejsze obliczanie szacowanego czasu przybycia;
- system zarządzania portami (Portmaster) służący do planowania, monitorowania i administrowania portem z dużą świadomością ogólnej sytuacji i możliwością skupienia się na konkretnych zdarzeniach.

Kolejnym działaniem jest automatyzacja w obsłudze rosnącego przepływu kontenerów. Niektóre terminale już działają automatycznie, a operatorzy zdalnie wykorzystują technologie, kierując pojazdami czy dźwigami.

W ramach projektu FEDeRATED w Holandii działają dwa laboratoria, które przyczyniają się do rozwoju sfederowanych platform współdzielenia informacji. W latach 2021–2025 usługi dla wszystkich rodzajów transportu, a także operacje transportu multimodalnego, będą rozwijane w rzeczywistych zastosowaniach, bezpośrednio angażując społeczność biznesową. Usługi te będą dotyczyły aplikacji systemu śledzenia kontenerów, ładunków i tras przewozów. Celem jest zapoznanie około 2,5 tys. przedsiębiorstw z nowymi aplikacjami, aby stworzyć początkową i zrównoważoną bazę użytkowników pomocną w dążeniu do upowszechnienia praktyk udostępniania danych⁴⁹.

47 Port w Rotterdamie, *Wizja portu na 2030 r.*, <https://www.portofrotterdam.com/sites/default/files/upload/Port-Vision/Port-Vision-2030/files/assets/basic-html/index.html> (dostęp: 18.04.2022).

48 R. Giusti, D. Manerba, G. Bruno, R. Tadei, *Synchromodal logistics: an overview of critical success factors, enabling technologies, and open research issues*, „Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review” 2019, vol. 129(97), s. 103–104. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2019.07.009>

49 Projekt FEDeRATED, <http://www.federatedplatforms.eu/> (dostęp: 20.03.2022).

Projekt DISpATch koncentruje się na organizacyjnych i technicznych możliwościach usług transportu synchronodalnego we Flandrii⁵⁰. Celem projektu jest opracowanie platformy reprezentowanej przez komponent Digital Twin, aby zapewnić pole testowe dla możliwości synchronodalnych w środowisku wolnym od ryzyka i naśladować fizyczną rzeczywistość na platformie cyfrowej. Za pomocą platformy będzie można badać efekty technologii czujników i wymiany informacji w połączeniu z przepływami fizycznymi. Model ma wspomagać decyzje dotyczące przepustowości w planowaniu transportu synchronodalnego przy niepewnym popycie z perspektywy dostawców usług logistycznych.

W ramach unijnego Programu Ramowego Badań i Innowacji Horyzont 2020 twórcy projektu o nazwie SYNCHRO-NET wykazali, że możliwe jest przewyższenie ryzyka zakłóceń wynikającego z rosnących odległości tras przewozu i większej złożoności międzynarodowych łańcuchów dostaw⁵¹. SYNCHRO-NET wykorzystuje możliwe korzyści płynące ze strategii transportu inteligentnego i synchronodalności, a także powiązanych modeli biznesowych, aby wspierać zrównoważony rozwój. To projekt pomyślany jako zintegrowany i oparty na współpracy ekosystem modułów oprogramowania do optymalizacji i symulacji, który wspiera decyzje interesariuszy w transporcie towarowym i zarządzaniu logistyką w strategicznych, taktycznych i operacyjnych działaniach w czasie rzeczywistym. Rozwiązanie SYNCHRO-NET zostało przetestowane na wewnątrz europejskich oraz regionalnych trasach.

Podsumowując ten wątek, trzeba podkreślić, że logistykę synchronodalną należy badać w przyszłości, biorąc pod uwagę wszystkie możliwe technologie wspomagające. W szczególności integracja technologii w ramach wspólnej platformy jest niezbędna do zwiększenia korzyści płynących z przyjęcia synchronodalności i zbudowania silniejszego, niezawodnego i elastycznego systemu transportu.

3.3. Zrównoważony rozwój infrastruktury transportu. Wymiar lokalny i miejski

3.3.1. Kierunki rozwoju sieci transportowej z perspektywy zrównoważonej mobilności miejskiej

Komisja Europejska przewiduje, iż do 2050 r. przewozy na obszarach miejskich zostaną potrojone. W związku z tym zwiększenie korzystania z transportu publicznego, mobilności współdzielonej, e-mobilności i mobilności aktywnej, a także rozwój mobilności cyfrowej staną się koniecznością w dążeniu do zaspokajania

50 *Digital Twin for Synchronodal Transport*, IPIC 2021 – 8th International Physical Internet Conference, <https://www.pi.events/IPIC2021/content/s27-digital-twin-synchronodal-transport> (dostęp: 22.03.2022).

51 R. Giusti, D. Manerba, G. Bruno, R. Tadei, *Synchronodal logistics...*, s. 104–105.

potrzeb przewozowych dotyczących osób i dostaw towarów „ostatniej mili”. Osiągnięcie zrównoważonej mobilności stanowi bardzo trudne wyzwanie, szczególnie w odniesieniu do dostępności innowacyjnej i przyjaznej dla środowiska oraz klimatu infrastruktury transportu, która w pełni zaspokoi potrzeby mieszkańców.

Europa zalicza się do najbardziej zurbanizowanych regionów świata. Jeśli chodzi o miejskie planowanie przestrzenne i jakość życia, reszta świata często postrzega europejskie miasta jako atrakcyjne lokalizacje, które warto odwiedzić, i w których można mieszkać, studiować czy pracować. Ważną rolę w takim postrzeganiu miast europejskich odgrywają systemy transportu, będące strategicznymi czynnikami wspomagającymi ich funkcjonowanie. Jako główne węzły komunikacyjne miasta są ważnymi elementami transeuropejskiej sieci transportowej, która stanowi trzon jednolitego europejskiego obszaru transportu i ma zasadnicze znaczenie dla efektywnego funkcjonowania jednolitego rynku.

Miasta nadal stoją jednak przed poważnymi wyzwaniami związanymi z dalszą poprawą ich systemu transportu. Jednocześnie muszą w pełni zająć się negatywnymi skutkami transportu dla społeczeństwa, środowiska i klimatu. Chcąc przyczynić się do osiągnięcia coraz bardziej ambitnych celów klimatycznych, środowiskowych oraz wzrostu dobrobytu społecznego, UE musi podjąć bardziej zdecydowane działania w zakresie mobilności w miastach, aby przejść od aktualnej koncepcji opartej na strumieniach ruchu drogowego do rozwiązań bazujących na bardziej zrównoważonym przemieszczaniu ludzi i towarów. Niezbędne jest zatem wzmocnienie roli transportu zbiorowego, zapewnienie odpowiedniej infrastruktury dla chodzenia pieszo i jazdy na rowerze oraz skoncentrowanie się na skutecznej, bezemisyjnej logistyce miejskiej i dostawach „ostatniej mili”. Usieciowiona, multimodalna i zautomatyzowana mobilność będzie zasadniczym kierunkiem transformacji w zakresie neutralnej dla klimatu przyszłości miast. W celu zwiększenia wydajności całego systemu transportu i dostępnej infrastruktury konieczna będzie poprawa efektywności zarządzania transportem w miastach, z wykorzystaniem węzłów multimodalnych i rozwiązań cyfrowych.

W związku z problemami oraz brakiem oczekiwanej skuteczności realizowanej polityki zrównoważenia mobilności w 2013 r. KE przyjęła Pakiet Mobilności Miejskiej. Rekomendowane działania obejmowały m.in.⁵²

- przygotowanie wieloletnich planów zrównoważonej mobilności w miastach (Sustainable Urban Mobility Plan, SUMP);
- wdrożenie zasad dotyczących zarządzania przestrzenią miejską, np. systemu opłat drogowych za pomocą ITS;
- współdziałanie sektora publicznego i prywatnego;
- ochronę uczestników ruchu drogowego oraz zwiększenie bezpieczeństwa w miastach.

52 A. Mężyk, S. Zamkowska, *Problemy transportowe miast. Stan i kierunki rozwoju*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2019, s. 47.

Plan Zrównoważonej Mobilności Miejskiej wyznacza nowy standard innowacyjnego planowania transportu (tabela 16). Pomaga miastom i regionom integrować środki transportu i zachęcać do zrównoważonej mobilności. Przyczynia się do realizacji kluczowych celów mobilności, takich jak lepsza jakość powietrza, lepsza dostępność i mobilność, zwiększone bezpieczeństwo na drogach, mniejszy hałas uliczny, wyższa efektywność energetyczna oraz jakość życia⁵³. Ponadto odgrywa ważną rolę w zmniejszeniu negatywnego wpływu transportu na klimat, dążąc do rozwoju zero- i niskoemisyjnego transportu, zmiany zachowań i postaw komunikacyjnych oraz wykorzystywania technologii telematycznych.

Tabela 16. Różnice między tradycyjnym planowaniem transportu i planowaniem zrównoważonej mobilności miejskiej

Tradycyjne planowanie transportu	Planowanie zrównoważonej mobilności miejskiej
Skoncentrowane na ruchu	Skoncentrowane na ludziach
Cele główne: prędkość ruchu i przepustowość	Cele główne: dostępność i jakość życia, równość społeczna, zdrowie, jakość środowiska, efektywność ekonomiczna
Skoncentrowane na środkach transportu	Zintegrowany rozwój wszystkich rodzajów transportu i zmian w kierunku zrównoważonej mobilności
Infrastruktura jako główny temat	Połączenie infrastruktury, rynku, regulacji, informacji i promocji
Dokument dotyczący planowania sektorowego	Dokument planistyczny zgodny z powiązanymi obszarami polityki
Plan dostaw krótko- i średnioterminowych	Krótko- i średnioterminowy plan dostaw osadzony w długoterminowej wizji i strategii
Obejmuje obszar administracyjny	Obejmuje obszar funkcjonalny, oparty na dojazdach do pracy
Domena inżynierów ruchu	Interdyscyplinarne zespoły planistyczne
Planowanie przez ekspertów	Planowanie z udziałem interesariuszy i obywateli, z zastosowaniem przejrzystego i partycypacyjnego podejścia
Ograniczona ocena wpływu	Systematyczna ocena wpływów w celu ułatwienia uczenia i poprawy

Źródło: S. Rupprecht (red.), *Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan*, 2^{ed.}, Rupprecht Consult – Forschung & Beratung GmbH, Cologne 2019, s. 10.

Plan Zrównoważonej Mobilności Miejskiej wspiera podejmowanie decyzji opartych na faktach, kierując się długoterminową wizją. Wymaga to wieloaspektowej oceny przyszłych trendów oraz zintegrowanego zestawu środków z różnych obszarów polityki, w tym regulacji, promocji, finansowania, technologii i infrastruktury. Koncepcja związana z SUMP kładzie szczególny nacisk na zaangażowanie

53 M. Michnej, *Wizja i cele w planowaniu zrównoważonej mobilności miejskiej*, „Logistyka” 2018, nr 6, s. 183.

obywateli i interesariuszy oraz współpracę między podmiotami administracji publicznej i sektorem prywatnym.

Komisja Europejska sporządziła wskazówki dotyczące przygotowywania oraz wprowadzenia planów mobilności w miastach, które bazowały na założeniach zrównoważonego rozwoju, a także stworzyła platformę internetową, która ma na celu wymianę dobrych praktyk oraz promowanie współpracy. Ponadto opracowała kompleksowy zestaw osiemnastu praktycznych i wiarygodnych wskaźników, które wspierają miasta w przeprowadzaniu znormalizowanych ocen ich systemu mobilności, wynikających z nowych praktyk lub polityk w zakresie transportu i mobilności⁵⁴.

W kolejnych latach, od opublikowania w 2013 r. pierwszej edycji Wytycznych SUMP, pojawiły się nowe trendy w wielu obszarach mobilności miejskiej, stąd w 2019 r. dokonano rewizji założeń w zakresie opracowywania SUMP, które obecnie uwzględniają osiem powszechnie akceptowanych zasad przewodnich⁵⁵:

- planowanie zrównoważonej mobilności w „funkcjonalnym obszarze miejskim”;
- współpraca ponad granicami instytucjonalnymi;
- zaangażowanie obywateli i interesariuszy;
- ocena obecnych i przyszłych działań;
- zdefiniowanie długoterminowej wizji i planu wdrożenia;
- zintegrowanie wszystkich rodzajów transportu;
- monitorowanie efektów;
- zapewnienie jakości danych i zarządzanie ryzykiem podczas wdrażania SUMP.

Ewaluacja Pakietu Mobilności Miejskiej przeprowadzona w 2021 r. potwierdziła, że bez podjęcia bardziej zdecydowanych działań celów Europejskiego Zielonego Ładu nie uda się osiągnąć. Przejście na bezpieczną, dostępną, sprzyjającą włączeniu społecznemu, inteligentną, odporną i bezemisyjną mobilność miejską wymaga wyraźnego skupienia się na mobilności aktywnej, zbiorowej i współdzielonej, wykorzystującej rozwiązania nisko- i bezemisyjne (ilustracja 18).

Nowe ramy UE dotyczące mobilności miejskiej, opublikowane w grudniu 2021 r., mają wspierać regiony, miasta i inne zainteresowane podmioty w dokonywaniu niezbędnych transformacji. Za kluczowe uznano takie działania, jak: położenie większego nacisku na węzłach miejskich TEN-T i Planach Zrównoważonej Mobilności Miejskiej, monitorowanie postępów, wspieranie multimodalnego i inteligentnego transportu publicznego, rozwój aktywnej mobilności,

54 Wskaźniki od 1 do 13 definiuje się jako wskaźniki podstawowe, które zostały uznane za szczególnie ważne ze strategicznego punktu widzenia. Natomiast wskaźniki 14–18 uważa się za wskaźniki niepodstawowe. Więcej: Sustainable Urban Mobility Indicators (SUMI), https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/clean-transport-urban-transport/sumi_en (dostęp: 27.04.2022).

55 C. Rupprecht (red.), *Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan*, 2nd ed., Forschung & Beratung GmbH, Cologne 2019, s. 1–168.

wdrażanie cyfrowych narzędzi i nowych usług w zakresie mobilności, a także transformację ekologiczną na rzecz przyjaznej dla środowiska i klimatu mobilności miejskiej (tabela 17)⁵⁶.



Ilustracja 18. Główne kierunki rozwoju zrównoważonej i innowacyjnej mobilności miejskiej

Źródło: opracowano na podstawie M. Dybowski, *Mobilność miejska bardziej dostępna, zrównoważona i bezpieczna*, Dyrekcja Generalna ds. Polityki Regionalnej i Miejskiej, Wydział F.3 – Polska, Warszawa 2022, s. 4.

Tabela 17. Główne działania w zakresie wzmocnienia rozwoju innowacyjnej i zrównoważonej mobilności miejskiej

Obszar	Działania/cele
Węzły miejskie TEN-T	Do końca 2025 r. zwiększenie liczby węzłów miejskich TEN-T do 424 Rozwój multimodalnych pasażerskich węzłów przesiadkowych, w tym obiektów „parkuj i jedź” Zwiększenie zdolności w zakresie połączeń długodystansowych w obrębie węzłów miejskich i pomiędzy nimi Rozwój multimodalnych terminali towarowych w celu zapewnienia zrównoważonej logistyki miejskiej

56 *Nowe unijne ramy mobilności miejskiej*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, COM(2021) 811, Strasburg 2021, s. 4–27.

Tabela 17 (cd.)

Obszar	Działania/cele
SUMP	Do końca 2025 r. obowiązkowe przyjęcie Planów Zrównoważonej Mobilności Miejskiej we wszystkich węzłach miejskich TEN-T Obowiązkowe cele i wskaźniki SUMP dotyczące CO ₂ , kongestii, wypadków drogowych i ich ofiar, podziału modalnego Powiązanie SUMP z planowaniem przestrzennym Pełna integracja zagadnień logistyki miejskiej w SUMP
SUMI	Poprawa i aktualizacja wskaźników SUMI do końca 2022 r. Uruchomienie w 2023 r., w ramach instrumentu CEF, programu wsparcia dla państw członkowskich na potrzeby monitorowania wskaźników
Multimodalny i inteligentny transport publiczny	Do końca 2030 r. zapewnienie w miejskich węzłach TEN-T dostępu do informacji o podróżach, możliwości dokonywania rezerwacji i opłat za podróż oraz pobierania biletów za pośrednictwem usług cyfrowych Do końca 2040 r. budowa przynajmniej jednego towarowego terminalu intermodalnego w każdym z miejskich węzłów TEN-T
Aktywna mobilność	Obowiązek zapewnienia dostępności i ciągłości ciągów pieszych i rowerowych jako połączeń do budowanej lub rozbudowywanej infrastruktury kolejowej i drogowej Obowiązek integracji aktywnych form mobilności w multimodalnych węzłach przesiadkowych Do końca 2022 r. opracowanie wytycznych w zakresie jakości infrastruktury
Innowacyjność i cyfryzacja	Nowe przepisy dotyczące wykorzystywania szczególnie chronionych danych handlowych w celu świadczenia usług cyfrowych w zakresie mobilności multimodalnej Opracowanie działań dla utworzenia wspólnej europejskiej przestrzeni danych dotyczących mobilności, w celu zapewnienia dostępu i wymiany tych danych, w tym na szczeblu miejskim Nowe wytyczne dotyczące lokalnego transportu na życzenie, w tym taksówek, prywatnego przewozu osób itd. Dalszy rozwój inicjatywy CIVITAS
Neutralny dla klimatu transport miejski	Do 2030 r. ogólnodostępne punkty ładowania dla pojazdów ciężkich w każdym węźle miejskim TEN-T Do 2030 r. co najmniej jedna ogólnodostępna stacja tankowania wodoru w każdym węźle miejskim TEN-T Budżet 359,3 mln EUR z programu „Horyzont Europa” na lata 2021–2023 na początkowy etap realizacji misji w zakresie neutralnych dla klimatu i inteligentnych miast
Zwiększenie świadomości i pomoc techniczna	Kontynuacja inicjatywy Europejskiego Tygodnia Mobilności Pomoc techniczna na szczeblu regionalnym i lokalnym oferowana m.in. z funduszy UE oraz Instrumentu Wsparcia Technicznego

Źródło: opracowano na podstawie *Nowe unijne ramy mobilności miejskiej*, s. 4–27; M. Dybowski, *Mobilność miejska bardziej dostępna, zrównoważona i bezpieczna*, Dyrekcja Generalna ds. Polityki Regionalnej i Miejskiej, Wydział F.3 – Polska, Warszawa 2022, s. 6–12.

Wraz z rozwojem nowoczesnych technologii transport i mobilność ulegają znacznym, transformacyjnym zmianom, zmierzając do osiągnięcia opartych na sieci multimodalnych przewozów w mieście⁵⁷. Rozwiązania cyfrowe oraz postępujący proces automatyzacji systemów transportowych stwarzają nowe możliwości współpracy w dążeniu do uczynienia mobilności bardziej inteligentną, zrównoważoną i odporną na zakłócenia. Rosnące zainteresowanie rozwojem inteligentnej i niskoemisyjnej mobilności miejskiej jest widoczne w coraz liczniejszych miastach Europy, zwłaszcza w takich działaniach, jak: wprowadzanie strategii, opracowywanie planów i inwestowanie w rozwiązania transportowe. Obserwowane kierunki działań oraz zaangażowanie poszczególnych państw członkowskich UE w zakresie realizacji celów i finansowania inwestycji na rzecz inteligentnych i zrównoważonych systemów mobilności w miastach wymagają jednak wzmocnienia.

3.3.2. Wybrane inicjatywy i projekty w zakresie rozwoju zrównoważonego i innowacyjnego systemu transportu w miastach

Wzrost zainteresowania władz lokalnych (ze względu na pogłębiający się kryzys klimatyczny) kwestią zrównoważenia mobilności jest zauważalnym trendem. Wraz ze zwiększaniem się zaangażowania, wiedzy oraz możliwości rozwoju w obszarze logistyki miejskiej miasta decydują się na wprowadzanie coraz większej ilości nowych technologii i modeli biznesowych na rzecz wspierania innowacyjnej i zrównoważonej sieci mobilności, której kluczowym elementem jest infrastruktura transportu. Podejmowane działania są zgodne z przyjętym przez KE pakietem wniosków ustawodawczych na rzecz realizacji strategii „Wydajnego, bezpiecznego i przyjaznego dla środowiska transportu” w ramach Europejskiego Zielonego Ładu. Dzięki innowacyjnym środkom, współdziałaniu władz i mieszkańców miast wdraża się wiele inicjatyw i projektów wspierających innowacyjne podejście do rozwoju infrastruktury systemu transportu.

CIVITAS to jedna z inicjatyw KE, funkcjonująca od 2002 r., która ma na celu wspieranie miast europejskich we wprowadzaniu i testowaniu innowacyjnych środków na rzecz poprawy jakości funkcjonowania transportu miejskiego. Działania koncentrują się w tym przypadku na badaniu oraz wdrażaniu koncepcji i technologii wprowadzających bardziej zasobooszczędne i konkurencyjne systemy transportu w Europie. Inicjatywa ta wspiera interesariuszy we wdrażaniu nowych rozwiązań, oferując finansowanie, wymianę wiedzy i informacji w celu tworzenia lepszych, sprawniejszych i bardziej zrównoważonych środków transportu. Z inicjatywą CIVITAS są związane następujące zadania⁵⁸:

57 A. Gozdek, E. Kuciaba, *Transport w dobie sztucznej inteligencji*, [w:] A. Gozdek (red.), *Mobilność i zrównoważony transport. Poszukiwanie rozwiązań*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2021, s. 27.

58 Inicjatywa CIVITAS, *Informacje ogólne*, <http://civitas.eu> (dostęp: 5.04.2022).

- wprowadzenie ambitnej, zrównoważonej polityki w zakresie transportu miejskiego, łączącej innowacyjne środki, technologie i infrastrukturę;
- wymiana doświadczeń mających na celu poznanie osiągnięć i działań podejmowanych przez inne miasta poprzez aktywne uczestnictwo w Forum CIVITAS;
- osiągnięcie istotnych zmian w podziale zadań przewozowych, prowadzących do zrównoważenia wszystkich rodzajów transportu;
- zwiększenie zastosowania przyjaznych środowisku pojazdów i paliw alternatywnych,
- partnerska współpraca z innymi uczestnikami na rzecz opracowania i wdrożenia zrównoważonej polityki transportowej w miastach.

Instrumenty i środki mające na celu stworzenie bardziej zrównoważonego systemu transportu miejskiego obejmują: przyjazne środowisku pojazdy i paliwa alternatywne, organizację i planowanie transportu, systemy inteligentnego zarządzania transportem i informacją, nowe sposoby wykorzystania samochodów, promocję transportu pieszego i rowerowego oraz miejską logistykę dostaw towarów.

W ramach inicjatywy CIVITAS przetestowano i wdrożono ponad 800 rozwiązań transportu miejskiego w całej Europie, będących efektem projektów demonstracyjnych (tabela 18). Tego typu miasta, nazywane „żywymi laboratoriami”, cechuje stosowanie zintegrowanej koncepcji planowania, która obejmuje wszystkie rodzaje i formy transportu w miastach. Takie działania pokazują, że istnieje możliwość zapewnienia wysokiego poziomu mobilności dla wszystkich obywateli, oferowania wysokiej jakości przestrzeni miejskiej oraz ochrony środowiska z wykorzystaniem narzędzi zrównoważonego rozwoju. W Europie jest ponad 80 miast, w których były prowadzone liczne projekty, m.in.: Sztokholm, Madryt, Tel Aviv, Bolonia, Barcelona, Skopje i Zagrzeb. Wśród nich znajdują się również polskie miasta, m.in.: Gdynia, Gdańsk, Kraków i Warszawa⁵⁹. W okresie programowania 2014–2020 projekty CIVITAS były finansowane w ramach unijnego programu badań i innowacji „Horyzont 2020”, a w okresie 2021–2027 będą mogły ubiegać się o wsparcie finansowe w ramach programu „Horyzont Europa”.

Tabela 18. Wybrane projekty w ramach inicjatywy CIVITAS

Projekt	Uczestnicy	Cele główne/obszary działań
CIVITAS MOMENTUM 05.2019 – 04.2022 Projekt badawczy	Leuven (Belgia) Saloniki (Grecja) Madryt (Hiszpania) Ratyzbona (Niemcy)	Nowe rozwiązania w zakresie mobilności: MaaS, CAV (Connected Automated Vehicles), nowe współdzielone usługi mobilności Opracowanie zestawu nowych metod analizy danych, modeli transportu i narzędzi wspomagających planowanie mobilności
CIVITAS MEISTER 09.2018 – 02.2022 Projekt badawczy	Malaga (Hiszpania) Berlin (Niemcy) Sztokholm (Szwecja)	Zapewnienie interoperacyjnych platform i usług dostępu do ładowania EV, rozliczeń i usług inteligentnej sieci, przy jednoczesnym zwiększeniu wykorzystania odnawialnych źródeł energii Projekty pilotażowe: 51,5 tys. użytkowników, 1000 EV i 660 punktów ładowania

59 *Ibidem*.

CIVITAS GreenCharge 09.2018 – 02.2022 Projekt badawczy	Barcelona (Hiszpania) Brema (Niemcy) Oslo (Norwegia)	Wykorzystanie innowacyjnych modeli biznesowych, technologii i wytycznych dotyczących infrastruktury ładowania EV w celu rozwoju zrównoważonej mobilności Testowane innowacje: typ pojazdu (skutery, samochody, rowery elektryczne), modele własności (prywatne, współużytkowanie indywidualne), miejsca ładowania (prywatne rezydencje, miejsca pracy, przestrzeń publiczną), zarządzanie energią (wykorzystywanie energii słonecznej), równoważenie obciążenia na jednej stacji ładowania lub w sąsiedztwie, wymiana akumulatorów oraz wsparcie ładowania (rezerwacja, ładowanie priorytetowe)
CIVITAS DESTINATIONS 09.2016 – 05.2021 „Żywe laboratorium”	Elba (Włochy) Madera (Portugalia) Limassol (Cypr) Rethymno (Kreta) Las Palmas (de Gran Canaria) region Valletta (Malta)	Plany zrównoważonej mobilności miejskiej i logistyki (SUMP i SULPS) Zmiany zachowań w kierunku współdzielonej mobilności i e-mobilności, m.in. poprzez zapewnienie nowej infrastruktury Zarządzanie zapotrzebowaniem na mobilność na rzecz zrównoważonych środków transportu Podniesienie świadomości na temat wartości zrównoważonej mobilności Wydajny i dostępny transport publiczny
CIVITAS ECCENTRIC 09.2016 – 11.2020 „Żywe laboratorium”	Monachium (Niemcy) Madryt (Hiszpania) Ruse (Bułgaria) Sztokholm (Szwecja) Turku (Finlandia)	Nowe zasady parkowania i zarządzanie mobilnością Mobilność jako usługa (MaaS) Poprawa bezpieczeństwa pieszych i rowerzystów Upowszechnianie „ekologicznie czystych” pojazdów Wydajny i czysty transport publiczny oraz nowe rozwiązania w zakresie współdzielonej mobilności Ekologiczne pojazdy towarowe i innowacyjne rozwiązania w zakresie dostaw
CIVITAS DYN(at)MO 12.2012 – 11.2016	Akwizgran (Niemcy) Gdynia (Polska) Palma de Mallorca (Hiszpania) Koprivnica (Chorwacja)	Opracowanie systemów i usług „Mobilność 2.0”, wdrożenie przyjaznych dla miasta i obywatela rozwiązań w zakresie mobilności elektrycznej, wykorzystanie nowych pojazdów elektrycznych i hybrydowych

Źródło: opracowanie własne na podstawie Inicjatywa CIVITAS, *Projekty*, <https://civitas.eu/projects> (dostęp: 10.04.2022).

Zrealizowane projekty, przedstawione w tabeli 18, koncentrowały się przede wszystkim na wypracowaniu bardziej wydajnego i ekologicznego systemu transportu miejskiego oraz na poprawie sytuacji komunikacyjnej miast i bezpieczeństwa ich mieszkańców poprzez zastosowanie nowatorskich rozwiązań technologicznych i narzędzi politycznych. Urzeczywistnienie zrównoważonego i innowacyjnego systemu transportu w miastach obejmuje projekty wdrożeniowe i badawcze w ramach kilku obszarów tematycznych. Za najważniejsze z nich można uznać: aktywną

mobilność, zmiany behawioralne i zarządzanie mobilnością, ekologiczne i energooszczędne pojazdy, zbiorowy transport pasażerski i współdzieloną mobilność, zarządzanie przestrzenią miejską, zintegrowane planowanie oraz inteligentną i połączoną mobilność, a także logistykę miejską. Tworząc infrastrukturę rowerową i pieszą, budując łatwo dostępną infrastrukturę do ładowania i uzupełniania paliw alternatywnych oraz modernizując infrastrukturę dla zintegrowanej i współdzielonej mobilności, systemy transportu w miastach stają się bardziej zrównoważone i przyjazne dla wszystkich mieszkańców. Jednocześnie, kiedy weźmie się pod uwagę długie cykle realizacji inwestycji kapitałowych w transport, oczywiste staje się to, że miasta europejskie będą coraz częściej zmagać się z konkurencyjną siłą rozwoju infrastruktury transportu miejskiego i korzystania z ekonomicznie uzasadnionych, nowych technologii, które stale ewoluują. Pojazdy autonomiczne, inteligentne aplikacje i rozwiązania MaaS już teraz oferują zrównoważone modele realizacji podróży, stanowiąc coraz częściej przedmiot projektów wdrożeniowych.

Porozumienie Burmistrzów na Rzecz Klimatu i Energii, które powstało w Europie w roku 2008, to kolejna inicjatywa w zakresie rozwoju zrównoważonych miast, w tym zrównoważonych systemów transportu. Jego zamierzeniem jest skupienie przedstawicieli władz samorządowych, które chcą podjąć się realizacji celów określonych przez UE w zakresie klimatu i energii oraz dobrowolnie tworzyć własne inicjatywy, niezależne od wskazanych przez Unię. Aktualnie do Porozumienia przystąpiło ponad 7000 jednostek administracji lokalnej i regionalnej z 57 krajów. W 2017 r. inicjatywa ta przyjęła charakter globalny; otwarto biura w Ameryce Północnej, Ameryce Środkowej i regionie Karaibów, Chinach, Azji południowo-wschodniej oraz Japonii⁶⁰.

Porozumienie to współpracuje z sygnatariuszami, którzy dołączyli do projektu i wspierają wspólną wizję zakładającą przyspieszenie dekarbonizacji, wzmocnienie swoich możliwości przystosowania się do zmian klimatycznych i zagwarantowanie obywatelom dostępu do stabilnej, zrównoważonej i efektywnej ekonomicznie energii do 2030 r., z perspektywą osiągnięcia do roku 2050 m.in. zeroemisyjnego systemu transportu⁶¹. Wszyscy sygnatariusze udostępniają informacje dotyczące swoich działań, które stanowią źródło dobrych praktyk. W odniesieniu do transportu w bazie zarejestrowano prawie 1,2 tys. inicjatyw w zakresie dekarbonizacji⁶². Zestawienie wybranych dobrych praktyk w obszarze mobilności i transportu przedstawiono w tabeli 19.

60 Porozumienie Burmistrzów, *Informacje ogólne*, <https://www.porozumienieburmistrzow.eu/about-pl/cov-initiative-pl/origin-dev-pl.html> (dostęp 15.04.2022).

61 *Ibidem*.

62 Porozumienie Burmistrzów, *Dobre praktyki*, <https://www.porozumienieburmistrzow.eu/plans-and-actions-pl/good-practices-pl.html> (dostęp: 15.04.2022).

Tabela 19. Zestawienie wybranych dobrych praktyk w zakresie dekarbonizacji mobilności i transportu w ramach Porozumienia Burmistrzów na Rzecz Klimatu i Energii

Dobre praktyki	Kraj	Opis
Odnowienie floty pojazdów komunalnych poprzez zakup pojazdów elektrycznych i hybrydowych (2021)	Hiszpania	Odnowienie floty pojazdów komunalnych poprzez zastąpienie tych, których okres eksploatacji dobiega końca, nowymi pojazdami elektrycznymi i hybrydowymi. Proponuje się objęcie projektem 25% pojazdów komunalnych we wskazanym okresie realizacji. Wraz z nabyciem nowych pojazdów oczekuje się zmniejszenia zużycia energii o 50%
Optymalizacja sieci transportu publicznego (2021)	Portugalia	Optymalizowanie i tworzenie nowych rozwiązań dla sieci transportowej (stałe i/lub tymczasowe), z większą ilością lepszych połączeń między nimi
MOB.001 Działania na rzecz popularyzacji pojazdów ekologicznych (2021)	Włochy	Odnowienie floty samochodów poruszających się po obszarze miejskim w celu redukcji emisji CO ₂ z transportu
Elektryczne pojazdy komunalne i autobusy elektryczne (2020)	Węgry	Elektryfikacja floty pojazdów komunalnych w Budapeszcie, dzielnicy I. Przechodzi się na napęd elektryczny w transporcie publicznym (autobusy). Równocześnie będzie rozwijana infrastruktura zaplecza (np. stacje ładowania elektrycznego)
Rozwój e-mobilności (2020)	Chorwacja	Docelowo w 2030 r. w mieście EV mają stanowić 16% całej floty pojazdów. Również w związku z rozwojem e-mobilności należy spodziewać się wzrostu liczby turystów przyjeżdżających samochodami elektrycznymi
Przeniesienie 25% pkm z pojazdu napędzanego paliwami kopalnymi na pojazd elektryczny (2019)	Portugalia	Elektryfikacji sektora transportu, któremu towarzyszy szybka ewolucja pojazdów elektrycznych i dekarbonizacja systemu wytwarzania energii
Zrównoważony transport publiczny (2019)	Hiszpania	Wydajny i ekologiczny transport, ze szczególnym uwzględnieniem transportu zbiorowego na żądanie i węzłem transportu metropolitalnego w Culleredo
Przebudowa oraz rozwój infrastruktury tramwajowej (2018)	Polska	Modernizacja i rozwój infrastruktury tramwajowej w Zabrzu
Ulepszenia w zakresie poruszania się pieszo i jazdy na rowerze, w tym nowe drogi/ścieżki (2015)	Polska	Połączenie tras rowerowych Gdańska i Pruszcza Gdańskiego. Stojaki rowerowe w obiektach publicznych. Stworzenie wypożyczalni 100 rowerów przy dworcu kolejowym. Wykonanie prowadnic rowerowych na schodach przy wiadukcie. Wyposażenie ciągów pieszych i ścieżek rowerowych w niezbędną infrastrukturę oraz małą architekturę

Źródło: opracowanie własne na podstawie Porozumienie Burmistrzów, *Dobre praktyki*, <https://www.porozumienieburmistrzow.eu/plans-and-actions-pl/good-practices-pl.html> (dostęp: 15.04.2022).

Współpraca międzynarodowa na rzecz zrównoważonego rozwoju mobilności jest również zapewniona poprzez wdrażanie Nowej Agendy Miejskiej oraz Agendy Miejskiej dla UE. Platforma Nowej Agendy Miejskiej, będąca portalem wiedzy w obszarze zrównoważonego rozwoju, gromadzi dobrowolne raporty, najlepsze praktyki oraz dane jakościowe i ilościowe umożliwiające analizę poczynionych postępów w dążeniu do zrealizowania Celów Zrównoważonego Rozwoju 2030, w tym w obszarze zrównoważonego i innowacyjnego systemu transportu w miastach⁶³. W bazie danych Urban Best Practices znajduje się m.in. opis nagrodzonego projektu „Autostrady rowerowe w regionie stołecznym Danii”. Celem projektu jest zbudowanie ponad 850 km autostrad rowerowych, stanowiących regionalną sieć infrastruktury rowerowej, co pomoże zmniejszyć zagęszczenie ruchu, poprawić stan zdrowia oraz ograniczyć emisje CO₂ i NO_x. W projekt, poza Kopenhagą, jest zaangażowanych trzydzieści sąsiednich gmin w regionie stołecznym Danii. Pierwsze wymierne efekty projektu dotyczą 23% wzrostu liczby rowerzystów na autostradach rowerowych, przy czym 14% nowych użytkowników autostrad podróżowało wcześniej samochodami. Projekt został nagrodzony z uwagi na⁶⁴:

- skalę i strategię;
- łączenie doświadczenia z nowymi celami;
- sukces instytucjonalny, którego przejawem jest współpraca trzydziestu podmiotów instytucjonalnych w regionie;
- wymierne efekty w postaci rzeczywistej zmiany wzorców mobilności;
- bezpośredni wkład w łagodzenie zmiany klimatu;
- inicjatywę stanowiącą „drogowskaz” dla wielu innych miast i regionów na całym świecie.

Odpowiednikiem Nowej Agendy Miejskiej jest Agenda Miejska dla UE. Agenda ta jest inicjatywą współpracy międzyrządowej na poziomie europejskim, gdzie w ramach czternastu tematów funkcjonują sieci współpracy pomiędzy miastami, administracją centralną z krajów UE i instytucjami unijnymi⁶⁵. Projekty w zakresie rozwoju zrównoważonej i innowacyjnej infrastruktury transportu w mieście mogą być wdrażane w 7 z 14 partnerstw tematycznych: Mobilność miejska, Zrównoważone wykorzystanie przestrzeni, Przystosowanie do zmian klimatycznych, Przemiany energetyczne, Jakość powietrza, Bezpieczeństwo oraz Gospodarka o obiegu zamkniętym. Polska jest członkiem każdego z wymienionych partnerstw tematycznych, np. partnerem w ramach grupy Mobilność miejska jest Gdynia.

Kolejne inicjatywy wspierające działania na rzecz rozwoju infrastruktury transportu dla zrównoważonej mobilności stanowią Obserwatorium Mobilności Miejskiej (Eltis) oraz Europejska Platforma Planów Zrównoważonej Mobilności

63 Agenda Miejska dla UE, *Informacje ogólne*, <https://www.urbanagendaplatform.org/about> (dostęp: 18.04.2022).

64 *Cycle Superhighways in Capital Region of Denmark*, <https://www.urbanagendaplatform.org/best-practice/cycle-superhighways-capital-region-denmark> (dostęp: 18.04.2022).

65 *Zrównoważony rozwój miast w Polsce: krajowa polityka miejska w kontekście Celu 11 Agendy 2030 i Nowej Agendy Miejskiej*, Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju, Warszawa 2019, s. 43–44.

Miejskiej. Eltis to europejski portal informacyjny z wiadomościami i wydarzeniami dotyczącymi transportu lokalnego, środków transportu, polityk i praktyk wdrażanych w miastach i regionach w Europie. Ułatwia wymianę informacji, wiedzy i doświadczeń w dziedzinie zrównoważonej mobilności miejskiej⁶⁶. Natomiast Europejska Platforma Planów Zrównoważonej Mobilności Miejskiej wspiera przejście na konkurencyjne i zasobooszczędne systemy mobilności w miastach europejskich poprzez: promowanie rozwoju koncepcji SUMP i narzędzi wymaganych do jej pomyslnego zastosowania oraz udostępnianie portalu informacyjnego w celu rozpowszechniania odpowiednich publikacji, narzędzi oraz dobrych praktyk⁶⁷.

W ramach przedstawionych powyżej inicjatyw są realizowane kolejne działania wspierające proekologiczne podejście do rozwoju transportu w miastach. Podczas odbywającego się co roku Europejskiego Tygodnia Mobilności wręcza się nagrody za zrównoważone planowanie mobilności w miastach (nagrody SUMP) oraz nagrody w zakresie bezpieczeństwa ruchu drogowego w miastach (nagrody Urban Road Safety). Dotychczasowymi zwycięzcami zrównoważonej mobilności w UE w ramach European Mobility Week zostały m.in. takie miasta, jak: Malmö (2015), Murcia (2015), Bruksela (2016), Sztokholm (2016), Wiedeń (2017), Mediolan (2017), Lizbona (2018), Kruševac w Serbii (2019), Mönchengladbach w Niemczech (2020)⁶⁸. Zdobywcą nagrody European Mobility Week Award 2021 dla większych gmin zostało miasto Kassel. Natomiast zwycięzcą w kategorii gmin mniejszych – Valongo. Niemieckie miasto Kassel doceniono za zestaw działań, które zjednoczyły lokalnych i regionalnych partnerów transportowych, aby zachęcić do zmiany zachowań zarówno dzieci, jak i dorosłych. Miasto zaangażowało się w organizację pieszych i rowerowych wycieczek oraz wdrożyło wiele środków, w tym monitorowanie bezpieczeństwa na drogach oraz remont ulic, promujących jazdę na rowerze. Natomiast portugalskie miasto Valongo zostało uhonorowane nagrodą za stworzenie infrastruktury dla szerokiej gamy środków transportu, w tym za rozwiązania skoncentrowane na ruchu pieszym, rowerowym, transporcie publicznym, bezpieczeństwie drogowym, dostępności i ekologicznych pojazdach, które zaprojektowano z zastosowaniem holistycznego, długoterminowego podejścia⁶⁹.

Wiele miast, które uczestniczyło na różnych etapach w przedstawionych projektach, zdecydowało się na wprowadzanie i rozwój narzędzi służących do osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju transportu. W rankingu pięciu najlepszych miast świata w 2021 r., opublikowanym w raporcie *Urban Transportation Systems of 25 Global Cities. Elements of Success*, w pięciu kluczowych kategoriach wyróżniono trzy miasta UE.

66 The Urban Mobility Observatory, <https://www.eltis.org/> (dostęp: 20.04.2022).

67 European Platform, <https://www.eltis.org/mobility-plans/european-platform> (dostęp: 20.04.2022).

68 EU Mobility and Transport, *Sustainable Transport*, https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/sustainable-transport_en (dostęp: 22.04.2022).

69 Kassel, Rethymno, Tampere and Valongo win the European sustainable urban mobility awards, <https://mobilityweek.eu/news/?c=search&uid=drگوU1lt> (dostęp: 22.04.2022).

W kategorii dostępności komunikacyjnej Paryż i Madryt znalazły się w pierwszej trójce najlepszych miast świata, zajmując odpowiednio drugie i trzecie miejsce. Miasta te mają pewne wspólne cechy – są głównymi węzłami kolejowymi i oferują dobrą sieć dróg, ścieżek rowerowych i infrastrukturę dla pieszych. Paryż i Madryt poprawiły również swoją infrastrukturę drogową, zwiększyły liczbę pasów rowerowych i ulic dla pieszych oraz zainwestowały znaczne środki w systemy wspólnego transportu, takie jak wypożyczalnia rowerów i wspólne przejazdy. Ponadto Madryt zyskał w rankingu dostępności transportu w stosunku do 2018 r., rozbudowując swoje linie metra i kolei oraz infrastrukturę rowerową. W 2021 r. system rowerów publicznych w Madrycie składał się z 3 tys. rowerów i 250 wypożyczalni, przy czym w 2020 r. powstało pięćdziesiąt nowych wypożyczalni⁷⁰.

Mediolan został zaś doceniony za rozwiązania transportowe w zakresie zintegrowania poszczególnych rodzajów transportu i łatwości zmiany jednego środka na drugi, zdobywając czwarte miejsce w tej kategorii. Miasto to jest bardzo zaangażowane w przyspieszenie postępu na rzecz zrównoważonego transportu i zielonej transformacji cyfrowej. Wraz z Rzymem i Neapolem Mediolan wygrał w 2022 r. przetarg „Mobilność jako usługa dla Włoch”, finansowany z krajowych programów badawczych i mający na celu zachęcenie do korzystania z transportu publicznego. Projekt ten polega na cyfrowej integracji prywatnych usług na żądanie z transportem publicznym w celu zaspokojenia potrzeb użytkowników; wykorzystuje mobilność multimodalną do zmniejszenia zatorów na drogach i zanieczyszczenia powietrza⁷¹. Planowanie podróży, korzystanie z transportu publicznego, rezerwacja i prowadzenie współdzielonego pojazdu oraz płacenie za te usługi będzie możliwe w ramach tej samej aplikacji. Platforma wyposażona w mapę i system płatności online pozwoli również mieszkańcom dostosować swoją podróż oraz znaleźć odpowiednie rozwiązania i ceny, które lepiej odpowiadają ich potrzebom. Użytkownicy aplikacji MaaS będą mogli skorzystać z publicznych i prywatnych opcji mobilności: od metra, autobusu i tramwaju po wspólne samochody, rowery, skutery itd.

Przedstawione inicjatywy nie są naturalnie jedynymi, które powstały, aby wspierać działania na rzecz zrównoważonego rozwoju infrastruktury w miastach i poza nimi, usprawniania i planowania systemu mobilności oraz korzystnego wpływu na środowisko. Trzeba jednak podkreślić, że zaprezentowane projekty przyczyniają się do zwiększenia świadomości w omawianych obszarach i ułatwiają wprowadzanie zmian poprzez rzetelną informację, raporty i pomoc finansową. Wsparcie w zakresie wdrażania zielonej mobilności i rozwoju zrównoważonej infrastruktury transportu jest kluczowe, zwłaszcza jeśli weźmie się pod uwagę, iż ponad 70% Europejczyków mieszka w miastach, a to właśnie miasta odpowiadają za 75% emisji na świecie.

70 *Urban Transportation Systems of 25 Global Cities. Elements of success*, McKinsey & Company, New York 2021, s. 44.

71 *A Digital Mobility Renaissance in Milan*, <https://eurocities.eu/latest/a-digital-mobility-renaissance-in-milan/> (dostęp: 28.04.2022).

Zakończenie

Obecnie logistka jest jednym z najszybciej rozwijających się działów gospodarki, a zachodzące w niej zmiany powodują metamorfozę działalności biznesowej podmiotów gospodarczych. Przedsiębiorstwa w tak dynamicznie rozwijającym się otoczeniu są zmuszone do ciągłego poszukiwania nowych rozwiązań, które zapewniłyby wzrost konkurencyjności, przynosząc tym samym korzyści finansowe. W ostatnich latach coraz częściej w obszarach zróżnicowanej działalności człowieka zwraca się uwagę na problemy związane z ekologią i ochroną środowiska¹. Analizuje się zagrożenia odnoszące się do procesu degradacji środowiska w wyniku działalności wytwórczej człowieka, której towarzyszy niszczenie zasobów naturalnych. Jest to efekt konfliktu pomiędzy wzrostem (postępem cywilizacyjnym) a rozwojem (technologicznym), przy czym konflikt ten nie jest nowy. W wyniku licznych dyskusji i badań poruszających te kwestie pojawiła się, w drodze kompromisu, dająca nadzieje idea dalszego rozwoju cywilizacyjnego, określana jako „zrównoważony rozwój” (często także jako „trwały rozwój” lub „ekorozwój”). Istotne jest, aby pamiętać, że wymienione pojęcia różnią się od siebie zakresem i przedmiotem opisywanego zjawiska. Niezależnie jednak od tego, jaki termin jest w danym momencie używany, ich cechą wspólną jest to, że główny cel skupia się na wypracowaniu mechanizmów i sposobów działania umożliwiających dalszy rozwój cywilizacyjny z zachowaniem i poszanowaniem środowiska naturalnego oraz społeczno-gospodarczych aspiracji ludzkości². Wdrażanie koncepcji zrównoważonego rozwoju jest związane z jakościowo nową formą świadomego i przede wszystkim odpowiedzialnego życia jednostek oraz wspólnot, które mogą się rozwijać razem z otoczeniem – społecznym i przyrodniczym, z uwzględnieniem oczekiwań społecznych i ograniczeń ekologicznych.

Warto zauważyć, że wraz z rozwojem wyżej opisanego trendu pojęcie zrównoważonej infrastruktury również podlega stałym modyfikacjom. Wprawdzie tradycyjnie była ona kojarzona z infrastrukturą przyjazną dla środowiska lub zieloną

1 A. Skowrońska, *Zrównoważony rozwój perspektywą dalszego postępu cywilizacji*, „Problemy Ekorozwoju” 2016, nr 1–2, s. 47–57.

2 E. Płaczek, *Zrównoważony rozwój – nowym wyzwaniem dla współczesnych operatorów logistycznych*, „Prace naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport” 2012, nr 84, s. 79–92.

infrastrukturą, jednak obecnie staje się coraz bardziej zauważalna w innych, poza-środowiskowych wymiarach. Podsumowując rozważania dotyczące skutecznego tworzenia infrastruktury magazynowej i transportowej w dobie zrównoważonego rozwoju gospodarki, należy stwierdzić, że infrastruktura tego rodzaju powinna być kształtowana w zgodzie z naturą, czyli w taki sposób, aby zagwarantować utrzymanie środowiska w stanie zapewniającym optymalne warunki bytowania człowieka. Ponadto należy podkreślić, iż stopień rozwoju infrastruktury magazynowej decyduje o konkurencyjności gospodarki i możliwościach pozyskiwania kolejnych inwestorów oraz sprzyja rozwojowi kapitału ludzkiego zdolnego do generowania postępu technicznego.

Podstawowym celem rozwoju każdego obszaru jest zapewnienie jego mieszkańcom możliwie wysokiego poziomu życia. Jest to związane z dążeniem do powstawania inwestycji infrastrukturalnych, nowych podmiotów gospodarczych i miejsc pracy oraz dóbr i usług zaspokajających potrzeby członków społeczności lokalnej, przy jednoczesnym zapobieganiu lub przeciwdziałaniu szkodliwym wpływom działalności człowieka na środowisko naturalne³. Działania ochronne skupiają się na: 1) racjonalnym kształtowaniu inwestycji infrastrukturalnych i odpowiednim gospodarowaniu zasobami naturalnymi (zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju), 2) przeciwdziałaniu i zapobieganiu zjawiskom oraz procesom mającym szkodliwy wpływ na środowisko naturalne (przyczyniającym się do jego zanieczyszczenia, jak również powstawania zmian cech fizycznych i charakteru jego elementów składowych), oraz 3) przywracaniu środowiska do stanu równowagi.

Celami głównymi monografii były: ocena stanu rozwoju wybranych elementów składowych infrastruktury logistycznej, tj. infrastruktury magazynowej i transportowej, oraz określenie czynników/kierunków transformacji kształtujących poziom innowacyjności i zrównoważenia systemów logistycznych i transportowych.

W procesie osiągnięcia postawionych celów udało się dokonać: 1) umiejscowienia infrastruktury logistycznej w kontekście rozwoju współczesnych systemów społeczno-gospodarczych, 2) konceptualizacji idei zrównoważonego rozwoju w odniesieniu do infrastruktury logistycznej oraz prezentacji jej wdrażania w praktyce, a także 3) identyfikacji obszarów problemowych w zakresie rozwoju innowacyjnej i zrównoważonej infrastruktury logistycznej.

Infrastruktura jest niezwykle obszerną kategorią ekonomiczną, a jej definicja nie jest do końca sprecyzowana, co ma bezpośredni wpływ na wiele możliwości interpretacji kategorii „zrównoważonej infrastruktury”, tym bardziej że sam „zrównoważony rozwój” nie jest interpretowany jednoznacznie. Należy jednak zwrócić szczególną uwagę na fakt, że infrastruktura wzmacnia funkcjonowanie określonych zasad organizujących zrównoważony rozwój w zakresie: logistyki, transportu, ekonomii środowiska i zasobów naturalnych oraz zielonej gospodarki.

3 M. Burchard-Dziubińska, A. Rzeńca, D. Drzazga, *Zrównoważony rozwój – naturalny wybór*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2014, s. 169–171.

Zaprezentowane wyniki analiz przybliżają do lepszej identyfikacji infrastruktury magazynowej i transportowej w dobie zrównoważonego rozwoju, ale nie wyczerpują problemu i nie rozwiązują ostatecznie istniejących kwestii spornych⁴. Problemy dotyczące koncepcji, założeń, tworzenia i obsługi infrastruktury magazynowej i transportowej w kontekście zrównoważonego rozwoju gospodarki pozostają nadal otwarte i wymagają podjęcia dalszych badań.

4 D. Tokarski, *Jak skutecznie kształtować infrastrukturę zrównoważonego rozwoju?*, [w:] M. Burchard-Dziubińska (red.), *W poszukiwaniu zielonego ładu*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2022, s. 232–246.

Bibliografia

Monografie i prace zbiorowe

- Abt S., *Logistyka w teorii i praktyce*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 2001.
- Adamczyk J., *Koncepcja zrównoważonego rozwoju w zarządzaniu przedsiębiorstwem*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 2001.
- Baran J., Maciejczak M., Pietrzak M., Rokicki T., Wicki L., *Logistyka. Wybrane zagadnienia*, Wydawnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa 2008.
- Blaik P., *Logistyka. Koncepcja zintegrowanego zarządzania*, wyd. 3, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2001.
- Borys T., *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju*, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Warszawa-Białystok 2005.
- Bozarth C., Handfield R.B., *Wprowadzenie do zarządzania operacjami i łańcuchami dostaw*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2007.
- Broniewicz E., Godlewska J., Lulewicz-Sas A., Miłaszewski R., *Ekonomia i zarządzanie w inżynierii środowiska*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2019.
- Brzeziński J., Rudnicka A., *Nowoczesne trendy w logistyce i zarządzaniu łańcuchem dostaw*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2020.
- Burchard-Dziubińska M., Prandecki K., *Zmiana klimatu. Skutki dla polskiego społeczeństwa i gospodarki*, Komitet Prognoz „Polska 2000 Plus” PAN, Warszawa 2020.
- Burchard-Dziubińska M., Rzeńca A., Drzazga D., *Zrównoważony rozwój – naturalny wybór*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2014.
- Chaberek-Karwacka G., *Logistyka w regionalnej polityce lokalizacyjnej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2013.
- Chmielak A. (red.), *Wybrane problemy kształtowania infrastruktury rozwoju zrównoważonego*, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok 2001.
- Ciesielski M. (red.), *Sieci logistyczne*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2002.
- Coyle J.J., Bardi E.J., Langley C.J. Jr., *Zarządzanie logistyczne*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2010.

- Czaja S., Becla A., *Ekologiczne podstawy procesów gospodarowania*, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 2007.
- Dembińska I., *Infrastruktura logistyczna gospodarki w ujęciu środowiskowych uwarunkowań zrównoważonego rozwoju*, Wydawnictwo Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2018.
- Dudziński Z., Kizyn M., *Vademecum gospodarki magazynowej*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 2002.
- Fechner I., *Centra logistyczne. Cel, realizacja, przyszłość*, Biblioteka Logistyka. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2004.
- Fechner I., Szyszka G. (red.), *Logistyka w Polsce. Raport 2017*, Biblioteka Logistyka. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2018.
- Fertsch M., *Słownik terminologii logistycznej*, Biblioteka Logistyka. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2016.
- Ficoń K., *Logistyka ekonomiczna. Procesy logistyczne*, Wydawnictwo BEL Studio, Warszawa 2008.
- Ficoń K., *Zarys mikrologistyki*, Wydawnictwo BEL Studio, Warszawa 2004.
- Fijałkowski J., *Technologia magazynowania. Wybrane zagadnienia*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000.
- Galińska B., *Gospodarka magazynowa*, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2016.
- Gołębska E. (red.), *Kompedium wiedzy o logistyce*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.
- Gołębska E. (red.), *Kompedium wiedzy o logistyce*, wyd. 4 zmienione, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013.
- Gołębska E., Gołębski M., Bentyn Z., *Logistyka usług*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2017.
- Grabińska A., Pewełoszek I., Ziara L., *Informatyczne wspomaganie procesów logistycznych*, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2020.
- Grzybowska K., *Gospodarka zapasami i magazynem, cz. 2: Zarządzanie magazynem*, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2010.
- Gwynne R., *Zarządzanie logistyką magazynową*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2016.
- Honczarenko J., *Roboty przemysłowe. Budowa i zastosowanie*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004.
- Jasiński Z., *Podstawy zarządzania operacyjnego*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2005.
- Jezierski A., *Konkurencja na rynku usług logistycznych w Polsce*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2019.
- Jochimsen R., *Theorie der Infrastruktur. Grundlagen der marktwirtschaftlichen Entwicklung*, Publisher Mohr, Tübingen 1966.
- Jońca A., *Logistyka produkcyjna. Wybór rozwiązań transportowych*, Instytut Organizacji Przemysłu Maszynowego, Warszawa 1992.
- Kaczmarek M. (red.), *Słownik terminologii logistycznej*, Biblioteka Logistyka. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2016.

- Kaku M., *Visions. How Science Will Revolutionize the 21st Century*, Anchor Books, New York 1998.
- Kapera I., *Rozwój zrównoważony turystyki. Problemy przyrodnicze, społeczne i gospodarcze na przykładzie Polski*, Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków 2018.
- Kauf S., *Vademecum logistyki*, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2016.
- Kauf S., Tłuczak A., *Optymalizacja decyzji logistycznych*, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2016.
- Kołodziejczyk D. (red.), *Instytucjonalne uwarunkowania rozwoju infrastruktury jako głównego czynnika zrównoważonego rozwoju rolnictwa i obszarów wiejskich*, cz. 1, Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2013.
- Korzeń Z., *Logistyczne systemy transportu bliskiego i magazynowania*, t. 1: *Infrastruktura, technika, informacja*, Biblioteka Logistyka. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 1998.
- Kowalska-Napora E., *Infrastruktura logistyczna*, Wydawnictwo Economicus, Szczecin 2011.
- Kowalski K., Stankiewicz G., *Infrastruktura logistyczna*, Wyższa Szkoła Oficerska Wojsk Lądowych im. gen. Tadeusza Kościuszki, Wrocław 2012.
- Krawczyk S., *Logistyka, teoria i praktyka*, cz. 2, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2011.
- Krawczyk S., *Zarządzanie procesami logistycznymi*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2001.
- Krzyżaniak S., Cyplik P., *Zapasy i magazynowanie. Podręcznik do kształcenia w zawodzie technik logistyk*, t. 1: *Zapasy*, Biblioteka Logistyka. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2008.
- Krzyżaniak S., Niemczyk A., Majewski J., Andrzejczyk P., *Organizacja i monitorowanie procesów magazynowych*, Biblioteka Logistyka. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2014.
- Kudelska I., *Metoda wyboru zmiennych miejsc składowania w magazynie*, praca doktorska, Politechnika Poznańska, Poznań 2016.
- Kudłacz T., Hołuj A., *Infrastruktura w rozwoju regionalnym i lokalnym*, Wydawnictwo CeDeWu, Warszawa 2015.
- Kupiec L., Gołębiowska A., Wyszowska D., *Gospodarka przestrzenna. Infrastruktura społeczna*, t. 6, Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok 2004.
- Kupiec L., Truskolaski T., Gołębiowska A., *Gospodarka przestrzenna. Infrastruktura techniczna*, t. 7, Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok 2005.
- Lipińska-Słota A., Mutwil A., *Elementy infrastruktury systemów logistycznych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice 2019.
- Liwowski B., Kozłowski R., *Podstawowe zagadnienia zarządzania produkcją*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2006.
- Lorenc A., *Wpływ metody klasyfikacji produktów na efektywność transportu wewnątrzmagazynowego*, praca doktorska, Politechnika Krakowska, Kraków 2016.
- Ładoński W., *Podstawy towaroznawstwa ogólnego*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 1994.

- Markowski T., *Rola centrów logistycznych w rozwoju gospodarczym i przestrzennym kraju*, Biuletyn – Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN, Warszawa 2006.
- Markusik S., *Infrastruktura logistyczna w transporcie*, t. 2: *Infrastruktura punktowa – magazyny, centra logistyczne i dystrybucji, terminale kontenerowe*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2013.
- Matulewski M., Konecka S., Fajfer P., Wojciechowski A., *Systemy logistyczne*, Biblioteka Logistyka. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2008.
- Mężyk A., Zamkowska S., *Problemy transportowe miast. Stan i kierunki rozwoju*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2019.
- Mindura L. (red.), *Metodyka lokalizacji i kształtowania centrów logistycznych w Polsce*, Kolejowa Oficyna Wydawnicza, Warszawa 2000.
- Motowidlak U., *Kierunki rozwoju mobilności niskoemisyjnej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2020.
- Murphy R.P. Jr., Wood F.D., *Nowoczesna logistyka*, wyd. 10, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2011.
- Niemczyk A., *Zapasy i magazynowanie*, t. 2: *Magazynowanie*, Biblioteka Logistyka. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2008.
- Osicka B., Zięba M., *Innowacje w łańcuchach dostaw źródłem przewagi konkurencyjnej w XXI wieku*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2016.
- Pfohl H.Ch., *Systemy logistyczne*, Biblioteka Logistyka. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2001.
- Pilecki B., *Infrastruktura społeczna i jej znaczenie w rozwoju regionalnym*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2019.
- Piontek B., *Koncepcja rozwoju zrównoważonego i trwałego Polski*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002.
- Pisz I., Sęk T., Zielecki W., *Logistyka w przedsiębiorstwie*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2013.
- Przybyłowski A., *Inwestycje transportowe jako czynnik zrównoważonego rozwoju regionów w Polsce*, Wydawnictwo Akademii Morskiej w Gdyni, Gdynia 2013.
- Ratajczak M., *Infrastruktura w gospodarce rynkowej*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 1999.
- Richards G., *Zarządzanie logistyką magazynową*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2021.
- Rogall H., *Ekonomia zrównoważonego rozwoju. Teoria i praktyka*, Wydawnictwo Zysk i S-ka, Poznań 2010.
- Rydzkowski W. (red.), *Usługi logistyczne. Teoria i praktyka*, Biblioteka Logistyka. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2011.
- Skowronek C., Sarjusz-Wolski Z., *Logistyka w przedsiębiorstwie*, wyd. 5 zmienione, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2012.
- Skowron-Grabowska B., *Centra logistyczne w łańcuchach dostaw*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2010.
- Słowiński B., *Wprowadzenie do logistyki*, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2008.

- Starosta-Patyk M., *Logistyka zwrotna produktów niepełnowartościowych w zarządzaniu przedsiębiorstwami produkcyjnymi*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2016.
- Szymonik A., *Logistyka produkcji – procesy, systemy, organizacja*, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2012.
- Szymonik A., *Technologie informatyczne w logistyce*, Wydawnictwo Placet, Warszawa 2010.
- Szymonik A., Chudzik D., *Logistyka nowoczesnej gospodarki magazynowej*, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2018.
- Szymonik A., Nowak I., *Współczesna logistyka*, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2018.
- Szyszką G., *Sieci logistyczne – nowy wymiar logistyki*, Biblioteka Logistyka. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2004.
- Wojciechowski Ł., Wojciechowski A., Kosmatka T., *Infrastruktura magazynowa i transportowa*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Logistyki w Poznaniu, Poznań 2009.
- Wojewódzka-Król K., Rolbiecki R., *Infrastruktura transportu. Europa, Polska – teoria i praktyka*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2018.

Artykuły

- Ahern J., *From fail-safe to safe-to-fail: sustainability and resilience in the new urban world*, „Landscape and Urban Planning” 2011, vol. 100(4).
- Bartosiewicz S., *Funkcjonowanie międzynarodowego centrum logistycznego Euroterminal w Sławkowie*, „Przedsiębiorczość i Zarządzanie” 2010, nr 11(6).
- Bąk-Sokołowska M., *Znaczenie zrównoważonej logistyki w redukcji kosztów i poprawie jakości obsługi na przykładzie wybranych firm*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2015, nr 383.
- Becla A., Czaja S., *Upadek idei rozwoju zrównoważonego i trwałego?!*, „Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania Uniwersytetu Szczecińskiego” 2017, nr 47(2).
- Borowy T., Biskup D., *Wymagania techniczne w zakresie magazynowania żywności*, „Nowoczesne Hale” 2014, nr 5.
- Brdulak H., *Efektywna sieć logistyczna*, „Harvard Business Review – Polska” 2004, nr 2.
- Bril J., Łukasik Z., *Metody zarządzania zapasami*, „Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2013, nr 3.
- Climate risk and response: physical hazards and socioeconomic impacts*, McKinsey Global Institute, New York 2020.
- Csernok A., Ehrlich E., Szilagyi G., *A hundred years of infrastructural development: an international comparison*, „Acta Oeconomica” 1972, no. 9.
- Czaja S., Becla A., *Rozumienie rozwoju zrównoważonego i trwałego (rozwoju zintegrowanego) a sposoby jego pomiaru – wybrane problemy metodologiczno-metodyczne*, „Optimum. Studia Ekonomiczne” 2017, nr 4(88).
- Czyżewski A., Staniszewski J., *Dylematy operacjonalizacji paradygmatu zrównoważonego rozwoju rolnictwa z wykorzystaniem pojęcia ekoefektywności*, „Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Problemy Rolnictwa Światowego” 2018, t. 18(33), z. 2.

- Dmytrów K., *Procedura kompletacji zakładająca oczyszczanie lokalizacji*, „Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania Uniwersytetu Szczecińskiego” 2013, nr 2.
- Dolata M., *Znaczenie infrastruktury w koncepcji trwałego i zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich*, „Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania” 2015, nr 40, t. 2.
- Dybała A., *Optymalizacja logistycznych procesów magazynowych na podstawie przedsiębiorstwa XYZ*, [w:] A. Fajczak-Kowalska (red.), *Technologie i nowe trendy w zarządzaniu a rozwój sektora TSL. Wybrane problemy ekonomii, informatyki i zarządzania*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2020.
- Dziembowski Z., *Pojęcie infrastruktury i jej charakterystyka*, „Miasto” 1966, nr 2.
- Eadie R., Browne M., Odeyinka H., McKeown C., McNiff S., *BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: an analysis*, „Automation in Construction” 2013, vol. 36.
- Fechner I., *Miejsce centrum logistycznego w nazewnictwie infrastruktury logistycznej*, „Logistyka” 2008, nr 3.
- Galińska B., Smyczyńska N., *Racjonalizacja przestrzeni magazynowej na przykładzie przedsiębiorstwa*, „Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2016, nr 6.
- Giusti R., Manerba D., Bruno G., Tadei R., *Synchromodal logistics: an overview of critical success factors, enabling technologies, and open research issues*, „Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review” 2019, vol. 129. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2019.07.009>
- Gozdek A., Kuciaba E., *Transport w dobie sztucznej inteligencji*, [w:] A. Gozdek (red.), *Mobilność i zrównoważony transport. Poszukiwanie rozwiązań*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2021.
- Gradowicz C., Pasek K., *Nowoczesne technologie i systemy informacyjne w zarządzaniu łańcuchem dostaw w centrach logistycznych*, „Acta Universitatis Lodziensis. Folia Oeconomica” 2011, nr 251.
- Grzelakowski A.S., *Przestrzeń transportowa UE jako komponent europejskiej przestrzeni logistycznej. Wymogi jej rozwoju w aspekcie tworzenia ułatwień handlu i wzrostu konkurencyjności Europy*, „Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów” 2018, z. 166.
- Guo W., van Blokland W.B., Lodewijks G., *Survey on characteristics and challenges of synchromodal transportation in global cold chains*, [w:] T. Bektaş, S. Coniglio, A. Martinez-Sykora, S. Voß (red.), *Computational Logistics. ICCL*, „Lecture Notes in Computer Science. Springer” 2017, vol. 10572. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68496-3_28
- Hofman W., *Towards a federated infrastructure for the global data pipeline*, „Lecture Notes in Computer Science” 2015, vol. 9373. https://doi.org/10.1007/978-3-319-25013-7_39
- Hussain A., Farooq M.U., Habib M.S., Masood T., Pruncu C.I., *COVID-19 challenges: can industry 4.0 technologies help with business continuity?*, „Sustainability” 2021, vol. 13, no. 21(11971).
- Jędra I., Borowiak J., *Uwarunkowania lokalizacji centrów logistycznych w Polsce*, „Logistyka” 2010, nr 6.

- Jóźwiak A., *Powierzchnie magazynowe w Polsce w latach 2008–2014*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 2015, nr 5.
- Karpuś P., Zieliński M., *Pojęcie i funkcje infrastruktury w gospodarce socjalistycznej*, „Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sectio H. Oeconomia” 1978, nr 11–12.
- Kempa E., *Bezpieczeństwo procesów magazynowych z wykorzystaniem metod WMS oraz RFID*, „Logistyka” 2014, nr 5.
- Kempa E., *Ryzyko występujące w funkcjonowaniu magazynu wyrobów gotowych*, „Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2013, nr 3.
- Kiełbowski A., Rokicki T., *Ocena wykorzystania powierzchni magazynowej w przedsiębiorstwie zajmującym się sprzedażą bezpośrednią*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 2015, nr 5.
- Kizyn M., *Problemy w kompletacji w procesach magazynowych*, „Logistyka” 2006, nr 2.
- Klimek H., *Nowa koncepcja transeuropejskiej sieci transportowej*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Gdańskiego. Studia i Materiały Instytutu Transportu i Handlu Morskiego” 2013, nr 10.
- Kołodziejczyk D., *Infrastruktura w rozwoju społeczno-gospodarczym gmin w Polsce*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2014, nr 36.
- Kozłowski R., *Wykorzystanie usług telekomunikacyjnych w logistyce*, [w:] J. Długosz (red.), *Nowoczesne technologie w logistyce*, Warszawa 2009.
- Kozłowski R., Wiśniewska K., *Zarządzanie zapasami w małym przedsiębiorstwie handlowym branży odzieżowej*, [w:] S. Lachiewicz, M. Matejun (red.), *Problemy współczesnej praktyki zarządzania*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2007.
- Kożuch B., Kożuch A., *Istota współczesnych usług publicznych*, [w:] B. Kożuch, A. Kożuch (red.), *Usługi publiczne. Organizacja i zarządzanie*, Instytut Spraw Publicznych Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2011.
- Kucharczyk R., *Centra logistyczne – istota, zadania, funkcje*, „Logistyka” 2014, nr 3.
- Kudłacz T., *Rodzaje i cechy infrastruktury oraz jej funkcje w rozwoju regionalnym i lokalnym – zarys problemu*, [w:] S. Kudłacz, A. Hołuj, *Infrastruktura w rozwoju regionalnym i lokalnym. Wybrane problemy*, CeDeWu, Warszawa 2015.
- Marcinek K., *Infrastruktura zrównoważona – rozważania o istocie i cechach w kontekście zrównoważonego rozwoju*, „Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” 2018, nr 374.
- Matczak J., *Zarządzanie procesem rozłokowywania towarów w kontekście optymalizacji kosztowej przedsiębiorstwa*, „Logistyka” 2014, nr 6.
- Michnej M., *Wizja i cele w planowaniu zrównoważonej mobilności miejskiej*, „Logistyka” 2018, nr 6.
- Munyasya B.M., Chileshe N., *Towards sustainable infrastructure development: drivers, barriers, strategies, and coping mechanisms*, „Sustainability” 2018, vol. 10, no. 12(4341).
- Musiał-Malago M., *Infrastruktura transportowa w Polsce*, „Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Krakowie” 2007, nr 746.
- Myrcha K., *Problemy bezpieczeństwa i higieny pracy w magazynach*, „Mechanik” 2013, nr 7.
- Nieć W., *Innowacje ostatnią szansą?*, „Eurologistics” 2022, nr 1.

- Nijkamp P., Ubbels B., *Infrastructure, suprastructure and ecostructure: a portfolio of sustainable growth potentials*, „Faculteit der Economische Wetenschappen en Econometrics Research Memorands Series” 1999, vol. 51.
- Nowakowski T., *Problematyka niezawodności procesów logistycznych. Proces magazynowania*, „Zeszyty Naukowe Międzynarodowej Wyższej Szkoły Logistyki i Transportu we Wrocławiu. Logistyka i Transport” 2007, nr 1.
- Nübel K., Bühler M.M., Jelinek T., *Federated digital platforms: value chain integration for sustainable infrastructure planning and delivery*, „Sustainability” 2021, vol. 13, no. 16(8996).
- Odlanicka-Poczobutt M., Brodnicka E., *Symulacja skrócenia procesu kompletacji z wykorzystaniem karty przebiegu czynności na przykładzie wybranego marketu DIY*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Organizacja i Zarządzanie” 2017, nr 101.
- Pan S., Trentesaux D., Ballot E., Huang G.Q., *Horizontal collaborative transport: survey of solutions and practical implementation issues*, „International Journal of Production Research” 2019, vol. 57(15–16). <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1574040>
- Pfoser S., Schauer O., *Critical success factors of synchromodality: results from a case study and literature review*, „Transportation Research Procedia” 2016, vol. 14. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.220>
- Piechota K., *Inwestycje w odnawialne źródła energii a polityka zrównoważonego rozwoju*, [w:] K. Szczepaniak, A. Wojewnik-Filipowska (red.), *Inwestycje i nieruchomości w warunkach zrównoważonego rozwoju. Wybrane zagadnienia*, Wydział Zarządzania Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2014.
- Płaczek E., *Zrównoważony rozwój – nowym wyzwaniem dla współczesnych operatorów logistycznych*, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport” 2012, nr 84.
- Położ W., Kozłowski R., *Audyt wewnętrzny wybranych procesów logistyki na przykładzie przedsiębiorstwa produkcyjnego*, „Studia Ekonomiczne Regionu Łódzkiego” 2016, nr 23.
- Przybyłowski A., Podbielska M., *Publiczny transport zbiorowy w Gdańsku w kontekście równoważenia rozwoju miast*, „Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania Uniwersytetu Szczecińskiego” 2017, nr 47(2).
- Raap W.B., Iacob M.E., van Sinderen M., Piest S., *An architecture and common data model for open data-based cargo-tracking in synchromodal logistics*, „Lecture Notes in Computer Science LNCS” 2016, vol. 10033. https://doi.org/10.1007/978-3-319-48472-3_19
- Ratajczak M., *Infrastruktura a wzrost i rozwój gospodarczy*, „Ruch Prawniczy, Ekonomiczny i Socjologiczny” 2000, nr 4.
- Rendlen B., Weber B., *Guidance note: integrating ESG factors into financial models for infrastructure investments*, WWF and B Capital Partners, Zurich 2019.
- Riessen B. van, Negenborn R.R., Dekker R., *Synchromodal container transportation: an overview of current topics and research opportunities*, „International Conference on Computational Logistics (ICCL)” 2015, vol. 9335. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24264-4_27
- Rokicki R., Krojenka Z., *Baza magazynowa. Stabilny trend zmiany*, „Logistyka” 2019, nr 2.
- Rut J., Wołczański T., *Logistyka i bezpieczeństwo w procesie magazynowania*, „Logistyka” 2015, nr 6.

- Rutkowska G., *Analiza porównawcza infrastruktury technicznej w wybranej gminie z wymogami UE*, „Przegląd Naukowy. Inżynieria i Kształtowanie Środowiska” 2007, nr 16.
- Secomski K., *Rozwój gospodarczy a postęp społeczny*, „Nowe Drogi” 1967, nr 10.
- Serrano W., *Big Data in Smart Infrastructure*, [w:] Y. Bi, S. Kapoor, R. Bhatia (red.), *Intelligent Systems and Applications*, Springer, London 2015.
- Sikora M., Bojar W., Dzieża G., Radecka K., Mikołajczyk A., *Ewolucyjne podejście w usprawnianiu procesów magazynowych w działalności produkcyjnej Philips Lightning Poland w Pile*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Organizacja i Zarządzanie” 2016, nr 99.
- Skowrońska A., *Zrównoważony rozwój perspektywą dalszego postępu cywilizacji*, „Problemy Ekorozwoju” 2006, nr 1–2.
- Stanisławski K., *Infrastruktura informatyczna wspierająca logistykę przedsiębiorstw*, [w:] R. Kozłowski, A. Sikorski (red.), *Nowoczesne rozwiązania w logistyce*, Oficyna a Wolters Kluwer business, Warszawa 2013.
- Stępnicka N., Bąkowska P., *Zarządzanie logistyczne i gospodarka magazynowa w przedsiębiorstwach – wybrane aspekty teoretyczne*, „Studia i Materiały, Miscellanea Oeconomicae” 2013, nr 2.
- Szczepanik T., *Logistyczne aspekty magazynowania w przedsiębiorstwach na terenie województwa śląskiego*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej. Zarządzanie” 2012, nr 7.
- Szeląg K., *Zarządzanie logistyką przedsiębiorstwa a zarządzanie łańcuchem dostaw*, „Zeszyty Naukowe Akademii Sztuki Wojennej” 2017, nr 3(108).
- Tokarski D., *Jak skutecznie kształtować infrastrukturę zrównoważonego rozwoju?*, [w:] M. Burchard-Dziubińska (red.), *W poszukiwaniu zielonego ładu*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2022.
- Tokarski D., *Location determinants of city logistics centres in the concept of sustainable development*, „Ekonomia i Środowisko” 2021, nr 4(79).
- Tsertou A., Amditis A., Latsa E., Kanellopoulos I., Kotras M., *Dynamic and synchromodal container consolidation: the cloud computing enabler*, „Transportation Research Part E” 2016, no. 14. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.345>
- Weber B., Alfen H., Staub-Bisang M., *Infrastructure as an asset class: investment strategy*, „Sustainability”, Project Finance and PPP, Wiley, Chichester 2016.
- Wojciechowski A., *Infrastruktura w przechowywaniu towarów*, „Logistyka” 2007, nr 1.
- Wojciechowski A., *Rynek usług logistycznych w Polsce. Analiza, perspektywy rozwoju*, „Logistyka” 2012, nr 4.
- Wojewódzka-Król K., *Rozwój infrastruktury transportu w Polsce doświadczenia i kierunki zmian w świetle standardów europejskich*, „Ekonomiczne Problemy Usług” 2010, nr 60.
- Yang F., Wenb X., Azizc A., Luhachd A.Kr., *The need for local adaptation of smart infrastructure for sustainable economic management*, „Environmental Impact Assessment Review” 2021, vol. 88.
- Zakrzewski M., *Automatyzacja procesów znakowania i identyfikacji produktów a efektywność czasowo-kosztowa przedsiębiorstwa produkcyjnego – studium przypadku*, „Academy of Management” 2019, vol. 3.

Zaremba T., *Inwestycje infrastrukturalne w teorii makroekonomii i badaniach ekonometrycznych*, [w:] J. Gajewski, W. Paprocki (red.), *Dylematy rozwoju infrastruktury*, Instytut Badań nad Gospodarką – Gdańska Akademia Bankowa, Gdańsk 2014.

Akty prawne, dokumenty strategiczne i normy

Commission Work Programme 2022. Making Europe Stronger Together, Communication from the Commission to the European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee and The Committee of The Regions, COM(2021) 645, Strasbourg 2021.

Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu, Komunikat Komisji, COM(2010) 2020, Bruksela 2010.

Europejski Zielony Ład, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady, Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, COM(2019) 640, Bruksela 2019.

Horyzont Europa. Badania & Innowacje. Program UE na 2021–2027, Komisja Europejska 2021, <http://ec.europa.eu/horizon-europe> (dostęp: 12.03.2022).

Nowe unijne ramy mobilności miejskiej, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, COM(2021) 811, Strasbourg 2021.

PN-77/M-78100 Wózki jezdniowe napędzane. Podział, określenia i symbole.

PN-78/M-78330 Urządzenia do składowania. Nazwy, określenia, podział i symbole.

PN-81/B-01012 Budowle magazynowe. Podział, nazwy i określenia.

PN-84/N-01800 Gospodarka magazynowa – Terminologia podstawowa.

PN-EN ISO 14001 Systemy zarządzania środowiskowego. Wymagania i wytyczne stosowania.

Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on Union guidelines for the development of the trans-European transport network, amending Regulation (EU) 2021/1153 and Regulation (EU) no. 913/2010 and repealing Regulation (EU) 1315/2013, COM(2021) 812.

Przekształcamy nasz świat: Agenda na rzecz zrównoważonego rozwoju 2030, Rezolucja przyjęta przez Zgromadzenie Ogólne ONZ w dniu 25 września 2015 r., A/RES/70/1.

Rozporządzenie (UE) nr 1315/2013 z dnia 11 grudnia 2013 r. w sprawie unijnych wytycznych dotyczących rozwoju transeuropejskiej sieci transportowej, Dz.U. UE, L 348 z 20 grudnia 2013 r.

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/1058 z dnia 24 czerwca 2021 r. w sprawie Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego i Funduszu Spójności, Dz.U. UE, L 231/60.

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/1153 z dnia 7 lipca 2021 r. ustanawiające instrument „Łącząc Europę” i uchylające rozporządzenia (UE) nr 1316/2013 i (UE) nr 283/2014, Dz.U. UE, L 249 z 14 lipca 2021 r.

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, Dz.U. 2019, poz. 1839.

Strategia na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności – europejski transport na drodze ku przyszłości, Rady Europejskiej, Rady, Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, COM(2020) 789, Bruksela 2020.

Wniosek w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych i uchylające dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE, Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady, COM(2021) 559, Bruksela 2021.

Zielona infrastruktura — zwiększanie kapitału naturalnego Europy, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, COM(2013) 249, Bruksela 2013.

Zrównoważony rozwój miast w Polsce: krajowa polityka miejska w kontekście Celu 11 Agendy 2030 i Nowej Agendy Miejskiej, Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju, Warszawa 2019.

Raporty i statystyki

Attributes and Framework for Sustainable Infrastructure. Consultation Report, Inter-American Development Bank and Brookings Institution, Washington D.C. 2019.

Bhattacharya A., Meltzer J.P., Oppenheim J., Qureshi Z., Stern N., *Delivering Sustainable Infrastructure for Better Development and Better Climate*, Global Economy and Development at Brookings, The Global Commission on the Economy on Climate, Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, 2016.

Build Back Better. Our Plan for Growth, APS Group, London 2021.

Building Back Better. A Sustainable, Resilient Recovery After COVID-19, OECD Publishing, Paris 2020.

Chen Z., *Spatial Impact of Transportation Infrastructure. A Spatial Econometric CGE Approach*, European Regional Science Association, Working Paper, 2013.

Crossing the Bridge to Sustainable Infrastructure Investing. Exploring Ways to Make it Across, Mercer and Inter-American Development Bank, Washington D.C. 2017.

Delivering TEN-T. Facts & Figures, DG MOVE, September 2017.

Dybowski M., *Mobilność miejska bardziej dostępna, zrównoważona i bezpieczna*, Dyrekcja Generalna ds. Polityki Regionalnej i Miejskiej, Wydział F.3 – Polska, Warszawa 2022.

EU Transport in Figures. Statistical Pocketbook 2021, Publications Office of the European Union, Luxembourg 2021.

EU Transport Infrastructure. Speeding-up Investments in Dual Civil/Defence Use and Energy Efficiency, Directorate-General for Mobility and Transport, News Article, 8 April 2022.

Europejski semestr – zestawienie informacji tematycznych. Transport, Komisja Europejska, Bruksela 2017.

G7 Ise-Shima Principles for Promoting Quality Infrastructure Investment, G7 Ise-Shima Leaders' Declaration 2016, <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2016/05/27/g7-japan-leaders-declaration/> (dostęp: 2.03.2022).

Global EV Outlook 2021, IEA, Paris 2021.

Global Infrastructure Outlook, Oxford Economics 2017.

Global Infrastructure Trends – PwC, <https://www.pwc.com/gx/en/industries/capital-projects-infrastructure/publications/infrastructure-trends.html> (dostęp: 11.02.2022).

Global Risks Report 2020, The World Economic Forum, Geneva 2020.

- Green Finance and Investment*, OECD, <https://www.oecd.org/greengrowth/ggsd2021/> (dostęp: 15.02.2022).
- Green Growth Strategy. 10 Years*, OECD, Paris 2021.
- Green Infrastructure in the Decade for Delivery. Assessing Institutional Investment*, OECD, Paris 2020.
- Greenhouse Gas Emissions from Transport in Europe*, <https://www.eea.europa.eu/ims/greenhouse-gas-emissions-from-transport> (dostęp: 9.02.2022).
- Infrastruktura 4.0 – nowa inicjatywa Światowego Forum Ekonomicznego*, <https://www.polskieradio24.pl/42/273/Artykul/2762138,Infrastruktura-40-nowa-inicjatywa-Swiatowego-Forum-Ekonomicznego> (dostęp: 1.03.2022).
- Newly Registered Electric Cars by Country*, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/new-electric-vehicles-by-country> (dostęp: 10.03.2022).
- Nowa strategia finansowania Komisji Europejskiej*, „Sustainability Insights” 2021, no. 1.
- OECD Economic Surveys European Union*, OECD, Paris 2021.
- Risk, Resilience, and Rebalancing in Global Value Chains*, McKinsey Global Institute, Washington 2019.
- Rupprecht C. (red.), *Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan*, 2nd ed., Forschung & Beratung GmbH, Cologne 2019.
- Sustainable Infrastructure Action Plan (SIAP)*, World Bank Group Sustainable Infrastructure, Washington D.C. 2008, www.crcresearch.org/sustainable-infrastructure/sustainable-infrastructure (dostęp: 25.02.2022).
- Sustainable Urban Mobility Indicators (SUMI)*, https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/clean-transport-urban-transport/sumi_en (dostęp: 27.04.2022).
- Światowe Forum Ekonomiczne, *Rankingi*, https://www.theglobaleconomy.com/rankings/roads_quality/ (dostęp: 17.03.2022).
- Towards Green Growth. Monitoring Progress OECD Indicators*, OECD Green Growth Studies, Paris 2011.
- Transport in the European Union – Current Trends and Issues*, European Commission, Directorate-General Mobility and Transport, B-1049, Brussels 2019.
- Urban Transportation Systems of 25 Global Cities. Elements of Success*, McKinsey & Company, New York 2021.
- What is Sustainable Infrastructure? A Framework to Guide Sustainability Across the Project Cycle*, Inter-American Development Bank, IDB Invest 2018.
- World Bank, *The Worldwide Governance Indicators 2021*, <https://databank.worldbank.org/source/worldwide-governance-indicators> (dostęp: 12.07.2022).
- World Bank, *Transport. Overview*, <https://www.worldbank.org/en/topic/transport/overview#1> (dostęp: 7.02.2022).

Źródła internetowe

- A Digital Mobility Renaissance in Milan*, <https://eurocities.eu/latest/a-digital-mobility-renaissance-in-milan/> (dostęp: 28.04.2022).
- ABC prawa Unii Europejskiej, <https://op.europa.eu/webpub/com/abc-of-eu-law/pl/> (dostęp: 19.06.2022).

- Agenda Miejska dla UE, *Informacje ogólne*, <https://www.urbanagendaplatform.org/about> (dostęp: 18.04.2022).
- Awarie w Kanale Sueskim nie są rzadkością, <https://www.wnp.pl/logistyka/awarie-w-kanale-sueskim-nie-sa-rzadkoscia,458470.html> (dostęp: 7.03.2022).
- AXI IMMO doradca ID Logistics przy wyborze magazynu w Mszczonowie, <https://www.axiimmo.com/informacje-prasowe/axi-immo-doradca-ID-logistics-przy-wyborze-magazynu-w-mszczonowie> (dostęp: 27.04.2022).
- Bagiński P., *Infrastructure as An Asset Class*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/in-english/business/infrastructure-as-an-asset-class/> (dostęp: 25.02.2022).
- Budowa Międzynarodowego Centrum Logistycznego Euroterminal w Sławkowie – zadanie 3, <https://mapadotacji.gov.pl/projekty/721225/#gallery-1> (dostęp: 27.04.2022).
- Cele zrównoważonego rozwoju, <http://www.un.org.pl/> (dostęp: 28.02.2022).
- Central European Logistics Hub, <https://industrial.pl/magazyny-do-wynajecia/polska-centralna/12-central-european-logistics-hub#pid=1> (dostęp: 27.04.2022).
- Centrum logistyczne Distribution Park Łódź City, <https://magazyny.online/centrum-logistyczne/panattoni-city-logistics-lodz-i-lodz-ul-dostawcza-2302> (dostęp: 27.04.2022).
- Centrum logistyczno-inwestycyjne Poznań II Sp. z o.o., <https://clip-group.com/clip-2/> (dostęp: 27.04.2022).
- Christowa C., *Port morski jako centrum logistyczne w międzynarodowych łańcuchach dostaw*, <https://logistyka.net.pl/bank-wiedzy/transport-i-spedycja/item/85768-port-morski-jako-centrum-logistyczne-w-miedzynarodowych-lancuchach-dostaw> (dostęp: 20.04.2022).
- City Logistics Łódź II był pilotażowym projektem koncepcji stref zielonych Panatonii, <https://eurobuildcee.com/images/77063-large.jpg> (dostęp: 27.04.2022).
- Cycle Superhighways in Capital Region of Denmark, <https://www.urbanagendaplatform.org/best-practice/cycle-superhighways-capital-region-denmark> (dostęp: 18.04.2022).
- Digital Transport and Logistics Forum (DTLF), https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/digital-transport-and-logistics-forum-dtlf_en (dostęp: 18.04.2022).
- Digital Twin for Synchromodal Transport, IPIC 2021 – 8th International Physical Internet Conference, <https://www.pi.events/IPIC2021/content/s27-digital-twin-synchromodal-transport> (dostęp: 22.03.2022).
- DISpATch. Digital Twin for Synchromodal Transport (R-9839), <https://researchportal.be/en/project/dispatch-digital-twin-synchromodal-transport> (dostęp: 18.04.2022).
- Encyklopedia Zarządzania, *Fazy procesu magazynowania*, https://mfiles.pl/pl/index.php/Proces_magazynowania (dostęp: 20.04.2022).
- EU Mobility and Transport, *Infrastructure and Investment*, https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/infrastructure-and-investment/connecting-europe-facility_en (dostęp: 7.03.2022).
- EU Mobility and Transport, *Sustainable Transport*, https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/sustainable-transport_en (dostęp: 22.04.2022).
- EU Mobility and Transport, *Transport Infrastructure*, https://transport.ec.europa.eu/news/eu-transport-infrastructure-speeding-investments-dual-civildefence-use-and-energy-efficiency-2022-04-08_en (dostęp: 9.04.2022).

- European Platform, <https://www.eltis.org/mobility-plans/european-platform> (dostęp: 20.04.2022).
- ID Logistics zostaje w P3 Mszczonów, <https://magazyny.pl/blog/aktualnosci/id-logistics-zostaje-w-p3-mszczonow/> (dostęp: 27.04.2022).
- Inicjatywa CIVITAS, *Informacje ogólne*, <https://civitas.eu> (dostęp: 5.04.2022).
- Inicjatywa CIVITAS, *Projekty*, <https://civitas.eu/projects> (dostęp: 10.04.2022).
- Inpost otwiera nowe centrum logistyczne w Łodzi. Powstaje największy w Europie hub!, <https://uml.lodz.pl/aktualnosci-lodzpl/artukul-lodzpl/47710/2022/2/18/?L=44> (dostęp: 27.04.2022).
- Inwestuj w Powiecie konińskim, https://powiat.konin.pl/media_pliki/foto/12727-tereny-inwestycyjne-w-gminie-stare-miasto.jpg (dostęp: 27.04.2022).
- JLL. Rynek magazynowy. Raport, https://magazyny.pl/media/plugins/report_file/Industrial_Pulse_H1_2021_PL.pdf (dostęp: 20.04.2022).
- Kassel, Rethymno, Tampere and Valongo win the European Sustainable Urban Mobility Awards, <https://mobilityweek.eu/news/?c=search&uid=drgoU1lt> (dostęp: 22.04.2022).
- Komisja Europejska postuluje wyłączenie systemów sterowania ruchem kolejowym klasy B w 2040 r., <https://utk.gov.pl/pl/aktualnosci/18376,Komisja-Europejska-postuluje-wylaczenie-systemow-sterowania-ruchem-kolejowym-kla.html> (dostęp: 23.03.2022).
- Logistyka w Polsce – na fali wzrostu, <https://logistyczny.com/aktualnosci/glos-z-rynku/item/4075-logistyka-w-polsce-na-fali-wzrostu> (dostęp: 20.04.2022).
- Mecalux. System Pallet Shuttle, <https://mecalux.pl/skladowanie-palet/system-pallet-shuttle> (dostęp: 20.04.2022).
- Milani L., Mohr D., Sandri N., *Built to last: making sustainability a priority in transport infrastructure*, McKinsey & Company, 2021, <https://www.mckinsey.com/industries/travel-logistics-and-infrastructure/our-insights/built-to-last-making-sustainability-a-priority-in-transport-infrastructure> (dostęp: 12.07.2022).
- Nowak K., *Rosyjska inwazja na Ukrainę uderza w Jedwabny Szlak. Firmy unikają transportu kolejowego przez Rosję*, <https://forsal.pl/transport/aktualnosci/artykuly/8385-624,nowy-jedwabny-szlak-wojna-na-ukrainie-uderza-w-jedwabny-szlak.html> (dostęp: 24.03.2022).
- Nowy Jedwabny Szlak, <https://www.chinskiraport.pl/blog/nowy-jedwabny-szlak/> (dostęp: 27.04.2022).
- Oficjalny portal gminy Terespol, *Statystyki*, https://www.gminaterespol.pl/viewpage.php?page_id=35 (dostęp: 27.04.2022).
- Oficjalny portal miasta Terespol, *Inwestycje*, <https://terespol.pl/inwestycje> (dostęp: 27.04.2022).
- Panattoni City Logistics Łódź I, <http://www.panattonieurope.com/pl/kraj/polska/portfolio-projektow/magazyn-do-wynajecia/polska-centralna/city-logistics-lodz-i/> (dostęp: 27.04.2022).
- Panattoni City Logistics Łódź II, <http://www.panattonieurope.com/pl/kraj/polska/portfolio-projektow/magazyn-do-wynajecia/polska-centralna/city-logistics-lodz-ii/> (dostęp: 27.04.2022).

- Panattoni, *Dlaczego my*, <http://www.panattonieurope.com/pl/dlaczego-my/> (dostęp: 27.04.2022).
- Panattoni, *Działalność*, <http://www.panattonieurope.com/pl/dzialalnosc/> (dostęp: 27.04.2022).
- Panattoni, *O nas*, <http://www.panattonieurope.com/pl/o-nas/> (dostęp: 27.04.2022).
- Panattoni, *Portfolio*, <http://www.panattonieurope.com/pl/portfolio/> (dostęp: 27.04.2022).
- Porozumienie Burmistrzów, *Dobre praktyki*, <https://www.porozumienieburmistrzow.eu/plans-and-actions-pl/good-practices-pl.html> (dostęp: 15.04.2022).
- Porozumienie Burmistrzów, *Informacje ogólne*, <https://www.porozumienieburmistrzow.eu/about-pl/cov-initative-pl/origin-dev-pl.html> (dostęp: 15.04.2022).
- Port w Rotterdamie, *Wizja portu na 2030 r.*, <https://www.portofrotterdam.com/sites/default/files/upload/Port-Vision/Port-Vision-2030/files/assets/basic-html/index.html> (dostęp: 18.04.2022).
- Portal TEN-T, <https://ec.europa.eu/transport/infrastructure/tentec/tentec-portal/map/mobile.html> (dostęp: 12.03.2022).
- Powierzchnie magazynowe do wynajęcia w Clip Poznań, <https://www.axiimmo.com/park-magazynowy-clip-do-wynajecia/> (dostęp: 27.04.2022).
- Projekt FEDeRATED, <http://www.federatedplatforms.eu/> (dostęp: 20.03.2022).
- Promag, *Regały półkowe*, https://promag.pl/Regaly_polkowe,8902.html (dostęp: 20.04.2022).
- Słownik języka polskiego PWN, hasło: *Infrastruktura*, <https://sjp.pwn.pl/sjp/infrastruktura;2466219> (dostęp: 20.04.2022).
- Słownik języka polskiego, hasło: *Logistyka*, <https://sjp.pl/logistyka> (dostęp: 20.04.2022).
- Stanley John, Stanley Janet, *Everyone Aboard. Integrating Social Inclusion Values into Planning Transport Projects*, Global Infrastructure Hub, <https://www.github.org/articles/everyone-aboard-integrating-social-inclusion-values-into-planning-transport-projects/> (dostęp: 2.03.2022).
- Szymonik A., *Wykład. Centra Logistyczne*, http://gen-prof.pl/eur_3.pdf (dostęp: 20.04.2022).
- Śląskie Centrum Logistyki, <https://scl.com.pl/> (dostęp: 27.04.2022).
- Śląskie Centrum Logistyki S.A., <https://gliwice.eu/wizytowka/centra-logistyczne/slaskie-centrum-logistyki-sa> (dostęp: 27.04.2022).
- Świderek T., *Infrastruktura jest łatwym celem cyberataków*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/infrastruktura-jest-latwym-celem-cyberatakow/> (dostęp: 16.03.2022).
- TEN-T Review, https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/infrastructure-and-investment/trans-european-transport-network-ten-t/ten-t-review_en (dostęp: 18.03.2022).
- Transeuropejska sieć transportowa – TEN-T, <https://www.gov.pl/web/infrastruktura/trans-europejska-siec-transportowa-ten-t> (dostęp: 15.03.2022).
- Urban Mobility Observatory, The, <https://www.eltis.org/> (dostęp: 20.04.2022).
- Walczak H., *Błędy w kodowaniu produktów z perspektywy sieci handlowych*, <https://logistyka.net.pl/bank-wiedzy/item/89933-bledy-w-kodowaniu-produktow-z-perspektywy-sieci-handlowych> (dostęp: 20.04.2022).
- Wielkopolskie Centrum Logistyczne, *O firmie*, <https://wcl.pl/o-firmie/> (dostęp: 27.04.2022).

Spis tabel

Tabela 1.	Zestawienie cech infrastruktury	17
Tabela 2.	Kluczowe działania ONZ w zakresie kształtowania zrównoważonego rozwoju	27
Tabela 3.	Kluczowe działania UE w kształtowaniu zrównoważonego rozwoju	30
Tabela 4.	Działania na rzecz zrównoważonego rozwoju infrastruktury logistycznej w ramach Agendy ONZ 2030	36
Tabela 5.	Ewolucja atrybutów zrównoważonego rozwoju infrastruktury	38
Tabela 6.	Ramy koncepcyjne zrównoważonego rozwoju infrastruktury logistycznej	40
Tabela 7.	Zestawienie wybranych definicji zrównoważonej infrastruktury logistycznej	45
Tabela 8.	Jakość infrastruktury drogowej i kolejowej w państwach członkowskich UE w okresie 2009–2019	125
Tabela 9.	Przegląd priorytetowych działań w zakresie rozwoju zrównoważonej, innowacyjnej i odpornej infrastruktury transportu, sprzyjających „zielonej” transformacji mobilności	130
Tabela 10.	Przegląd wybranych inicjatyw na rzecz rozwoju zrównoważonego, innowacyjnego i odpornego systemu transportu w ramach pakietu „Gotowi na 55”	132
Tabela 11.	Spójność inicjatyw w ramach pakietu „Gotowi na 55” i Strategii na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności	138
Tabela 12.	Programy i inicjatywy finansowania inwestycji UE w zakresie rozwoju zrównoważonej, innowacyjnej i odpornej infrastruktury transportu (2021–2027)	140
Tabela 13.	Stopień rozwoju infrastruktury drogowej i kolejowej w państwach członkowskich UE	149
Tabela 14.	Krytyczne czynniki sukcesu i technologie wspomagające rozwój synchronodalności	154
Tabela 15.	Zestawienie wybranych projektów wdrożeniowych (W) i badawczych (B) dotyczących synchronodalności	155
Tabela 16.	Różnice między tradycyjnym planowaniem transportu i planowaniem zrównoważonej mobilności miejskiej	159

192 Spis tabel

Tabela 17. Główne działania w zakresie wzmocnienia rozwoju innowacyjnej i zrównoważonej mobilności miejskiej	161
Tabela 18. Wybrane projekty w ramach inicjatywy CIVITAS	164
Tabela 19. Zestawienie wybranych dobrych praktyk w zakresie dekarbonizacji mobilności i transportu w ramach Porozumienia Burmistrzów na Rzecz Klimatu i Energii	167

Spis ilustracji

Ilustracja 1.	Uproszczony model rozwoju infrastruktury logistycznej zgodnego z ideą zrównoważonego rozwoju	35
Ilustracja 2.	Kluczowe wymiary strategii „zrównoważonej i odpornej odbudowy po COVID-19” w kontekście rozwoju zrównoważonej infrastruktury logistycznej	44
Ilustracja 3.	Układy technologiczne magazynów: a) układ przelotowy, b) układ kątowy, c) układ workowy	60
Ilustracja 4.	Zidentyfikowane procesy przy wdrażaniu logistyki do przedsiębiorstwa	62
Ilustracja 5.	Schemat zapotrzebowania na przestrzeń magazynową	71
Ilustracja 6.	Ogólny podział urządzeń wykorzystywanych w procesie składowania	90
Ilustracja 7.	Podział regałów stałych	91
Ilustracja 8.	Regiony lokalizacji centrów logistycznych w Polsce	106
Ilustracja 9.	Śląskie Centrum Logistyki S.A.	112
Ilustracja 10.	Centrum Logistyczno-Inwestycyjne Clip Poznań	112
Ilustracja 11.	Centrum Logistyczne Sławków	113
Ilustracja 12.	Wielkopolskie Centrum Logistyczne Konin – Stare Miasto S.A.	113
Ilustracja 13.	Centrum Dystrybucyjne ID Logistics	114
Ilustracja 14.	Central European Logistics Hub	115
Ilustracja 15.	Panattoni City Logistics Łódź I	117
Ilustracja 16.	Panattoni City Logistics Łódź II	118
Ilustracja 17.	Główne kierunki prac w ramach procesu przeglądu polityki TEN-T w okresie 2019–2021	151
Ilustracja 18.	Główne kierunki rozwoju zrównoważonej i innowacyjnej mobilności miejskiej	161

Spis wykresów i map

Wykres 1.	Wskaźnik oceny jakości infrastruktury transportu pod względem wydajności logistycznej i indeks LPI państw członkowskich UE w 2018 r.	122
Wykres 2.	Zmiana poziomu emisji GHG według rodzaju transportu w UE i scenariusza prognozy (1990=100)	127
Wykres 3.	Udział nowo zarejestrowanych samochodów elektrycznych (BEV) i hybrydowych typu plug-in (PHEV) w UE w 2020 r.	134
Wykres 4.	Sprzedaż samochodów osobowych EV (BEV i PHEV) w tys. szt. i udział w liczbie rejestracji aut ogółem w wybranych regionach świata w %	135
Wykres 5.	Stosunek publicznie dostępnych punktów ładowania do liczby pojazdów EV w wybranych państwach członkowskich UE w 2020 r. (EVSE/EV)	136
Wykres 6.	Długość sieci autostrad w państwach członkowskich UE w 2005 i 2019 r. (km)	147
Wykres 7.	Długość eksploatowanych linii kolejowych w państwach członkowskich UE w 2005 i 2019 r. (km)	148
Mapa 1.	Korytarze sieci bazowej TEN-T	145

Monografia poświęcona jest ocenie stanu rozwoju infrastruktury logistycznej oraz określeniu kierunków transformacji kształtujących poziom innowacyjności i zrównoważenia systemów logistycznych i transportowych. Przedmiotem szczegółowej analizy są dwa elementy składowe infrastruktury logistycznej, tj. infrastruktura magazynowa i transportowa, kluczowe dla funkcjonowania współczesnych systemów społeczno-gospodarczych. Zaprezentowane wyniki badań wiążą się z głównymi wyzwaniami rozwoju w kontekście przeciwdziałania zmieniającym się uwarunkowaniom środowiskowym i zmianom klimatycznym. Zagadnienia dotyczące zrównoważonego rozwoju infrastruktury magazynowej i transportowej mają charakter interdyscyplinarny. Wdrażanie założeń tego rozwoju wymaga skoordynowanych działań między różnymi sektorami gospodarki a grupami interesariuszy na różnych poziomach zarządzania.

Publikacja dotyczy zagadnień z zakresu logistyki, transportu, ekonomii środowiska i zasobów naturalnych oraz zielonej gospodarki. Tematyka monografii może zainteresować badaczy, przedstawicieli świata polityki i biznesu, którzy zajmują się rozwojem zrównoważonych, innowacyjnych systemów logistycznych i transportowych w wymiarze międzynarodowym, jak również krajowym oraz miejskim. Może być także wykorzystana przez studentów i doktorantów kształcących się na kierunkach związanych z logistyką i transportem.

Książka dostępna również
jako e-book



**WYDAWNICTWO
UNIwersYTETU
ŁÓDZKIEGO**



wydawnictwo.uni.lodz.pl



ksiegarnia@uni.lodz.pl



(42) 665 58 63

ISBN 978-83-8220-895-5



9 788382 208955