

Konrad Henryk **BACHANEK**

NISKOEMISYJNY TRANSPORT PUBLICZNY

jako czynnik zrównoważonego rozwoju miast



Niskoemisyjny transport publiczny
jako czynnik zrównoważonego rozwoju miast

UNIwersytet Szczeciński
ROZPRAWY I STUDIA T. (MCDXLII) 1368

Konrad Henryk Bachanek

Niskoemisyjny transport publiczny
jako czynnik zrównoważonego rozwoju miast

Szczecin 2025

Rada Wydawnicza

Barbara Braid, Anna Cedro, Urszula Chęcińska, Rafał Klóska
Maciej Kowalewski, Ewa Mazur-Wierzbicka, Jarosław Nadobnik
Grzegorz Wejman, Renata Ziemińska, Magdalena Zioło
Andrzej Skrendo – przewodniczący Rady Wydawniczej
Elżbieta Zarzycka – dyrektor Wydawnictwa Naukowego

Recenzent

dr hab. Dariusz Tłoczyński, prof. UG

Redakcja językowa

Maciej Zalewski / e-DYTOR

Korekta

Krystyna Pawlikowska

Skład komputerowy

Iga Bańkowska

Projekt okładki

Raraku.pl

Konrad Henryk Bachanek ORCID 0000-0002-5964-0286



Wersja elektroniczna publikacji dostępna na licencji CC BY-SA 4.0
po 12 miesiącach od daty wprowadzenia do obrotu

© Copyright by Uniwersytet Szczeciński, Szczecin 2025

DOI 10.18276/978-83-7972-926-5

ISBN 978-83-7972-926-5 (online)

ISBN 978-83-7972-925-8 (print)

ISSN 0860-2751

WYDAWNICTWO NAUKOWE UNIwersYTETU SZCZECIŃSKIEGO

Wydanie I | Ark. wyd. 13,0 | Ark. druk. 14,6 | Format 170/240

Spis treści

Wstęp.....	7
Rozdział 1. System transportu publicznego w miastach.....	15
1.1. Teoretyczne ujęcie istoty i funkcji transportu	15
1.2. Pojęcie i elementy systemu transportu publicznego w miastach	30
1.3. Interesariusze systemu miejskiego transportu publicznego.....	43
Rozdział 2. Niskoemisyjny transport publiczny jako narzędzie polityki zrównoważonego rozwoju miast	55
2.1. Wyzwania środowiskowe, społeczne i ekonomiczne wobec systemu transportu publicznego.....	55
2.2. Elektromobilność jako instrument osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego	63
2.3. Techniczno-eksploatacyjne cechy niskoemisyjnego transportu publicznego.....	75
2.4. Bariery wdrażania niskoemisyjnego transportu publicznego w miastach	81
Rozdział 3. Obszary wykorzystania transportu niskoemisyjnego w miejskim transporcie publicznym – studia przypadków	91
3.1. Wybrane aspekty analizy transportu niskoemisyjnego w miastach	91
3.2. <i>Best practices</i> wykorzystania transportu niskoemisyjnego w świetle doświadczeń polskich	102
3.3. <i>Best practices</i> wykorzystania transportu niskoemisyjnego w świetle doświadczeń zagranicznych	115

Rozdział 4. Identyfikacja i pomiar efektów rozwoju niskoemisyjnego transportu publicznego w świetle badań wtórnych oraz pierwotnych	127
4.1. Analiza zmian w zakresie środków transportu niskoemisyjnego	127
4.2. Analiza preferencji klientów transportu niskoemisyjnego	141
4.2.1. Założenia badawcze	141
4.2.2. Opinia mieszkańców na temat transportu niskoemisyjnego na obszarze SOM	146
4.3. Opinia organizatorów transportu (JST) w zakresie rozwoju transportu niskoemisyjnego	148
4.4. Wyniki badań ankietowych dotyczących rozwoju niskoemisyjnego transportu publicznego w kontekście typologii miast	156
Rozdział 5. Koncepcja rozwoju transportu publicznego w miastach w kontekście jego niskoemisyjności	161
5.1. Priorytety dla Polski w obszarze wzmocnienia zdolności miast w kierunku zrównoważonego rozwoju	161
5.2. Bariery rozwoju niskoemisyjnego transportu publicznego w miastach w Polsce i propozycje ich zmniejszenia	168
5.3. Scenariusze rozwoju miast z uwzględnieniem niskoemisyjnego transportu publicznego w Polsce	180
Zakończenie	193
Aneks	197
Bibliografia	207
Spis rysunków	223
Spis tabel	227
Abstrakt	229
Abstract	231

Wstęp

Urbanizacja, globalizacja oraz integracja to megatrendy, które w szczególności w wysoko rozwiniętych państwach powodują wzrost mobilności mieszkańców. Jednym z negatywnych jej skutków jest pogarszanie stanu środowiska naturalnego na obszarach miejskich. Związane jest to z faktem dominacji w podróżach środków transportu, zarówno samochodów osobowych, jak i publicznych form transportu, wykorzystujących silniki spalinowe.

Podjęmowane przez władze terytorialne działania służące do ograniczenia możliwości korzystania z samochodów osobowych oraz promocji zbiorowego transportu publicznego należy uznać za ważne, ale niewystarczające w kontekście stanu środowiska naturalnego. Alternatywnym rozwiązaniem z punktu widzenia kosztów zewnętrznych jest prowadzenie takiej polityki rozwoju systemu transportu, która uwzględniałaby również zmiany w zakresie źródeł napędu środków transportu. Wiązałoby się to z przejściem na transport nisko- bądź zeroemisyjny.

Ważność podjętego tematu wynika ze szczególnego narażenia miast na zanieczyszczenie powietrza wywołane m.in. przez transport. Potwierdzają to badania opublikowane w czasopiśmie „Frontiers in Sustainable Cities”¹, które dotyczą miast wytwarzających największą ilość CO₂. Autorzy Ting Wei, Junliang Wu oraz Shaoging Chen przeprowadzili badania w 167 regionach miejskich (miastach lub obszarach metropolitalnych) z 53 krajów na całym świecie. Próba została wybrana na podstawie globalnego zasięgu i reprezentatywności pod względem wielkości miast i dystrybucji regionalnej. 25 największych miast odpowiadało za 52% całkowitej miejskiej

¹ T. Wei, J. Wu, S. Chen, *Keeping Track of Greenhouse Gas Emission Reduction Progress and Targets in 167 Cities Worldwide*, „Frontiers in Sustainable Cities” 2021, nr 3, s. 5–7.

emisji gazów cieplarnianych. Miasta w Europie, Australii i Stanach Zjednoczonych miały znacznie wyższe emisje na mieszkańca niż miasta na obszarach rozwijających się. Główną przyczyną wysokiego wskaźnika degradacji środowiska naturalnego była wzrastająca liczba środków transportu o napędzie konwencjonalnym – wykorzystująca nieodnawialne źródła energii. W jednej trzeciej miast ponad 30% całkowitej emisji gazów cieplarnianych pochodziło z transportu drogowego. Mniej niż 15% całkowitej emisji pochodziło z transportu kolejowego, żeglugi wodnej śródlądowej oraz transportu lotniczego.

Transport oddziałuje na środowisko naturalne, a także pełni ważne funkcje społeczne (m.in. przeciwdziałając wykluczeniu społecznemu) oraz gospodarcze. Priorytetowym celem władarzy miast jest zapewnienie wszystkim mieszkańcom, niezależnie od statusu społecznego i materialnego, oczekiwanego przez nich poziomu mobilności z uwzględnieniem sposobu jego oddziaływania na system miejski. Rozpatrując transport na obszarze miejskim, zaobserwować można, że jest on jednym z najważniejszych elementów, który oddziałuje na stan konkurencyjności gospodarki miejskiej². Nieprawidłowe funkcjonowanie transportu w środowisku miejskim ogranicza sprawność przemieszczania jego użytkowników. Brak spójności między rozwojem transportu a pozostałymi obszarami gospodarki miasta osłabia podstawowe jego możliwości rozwojowe.

Modelowanie i tworzenie optymalnych (np. pod względem czasu, odległości) połączeń w sieciach komunikacji miejskiej, w celu zapewnienia pasażerom odpowiedniego narzędzia ułatwiającego zaplanowanie podróży, staje się dziś głównym zadaniem organizatorów transportu. Obecnie dąży się do wyeliminowania negatywnych efektów związanych z funkcjonowaniem miast, w tym poprawy mobilności miejskiej i stanu środowiska naturalnego przy optymalizacji kosztów obsługi transportowej jego mieszkańców.

Jednym z narzędzi umożliwiających ograniczanie emisji gazów cieplarnianych powodowanej przez transport jest rozwój niskoemisyjnego publicznego transportu zbiorowego, który uwzględnia potrzebę działań w zakresie społecznym, gospodarczym oraz środowiskowym. Naprzeciw tym wyzwaniom wychodzi koncepcja zrównoważonego rozwoju transportu będąca determinantą warunkującą prawidłowe funkcjonowanie współczesnych miast.

² T. Letnik et al., *Review of policies and measures for sustainable and energy efficient urban transport*, „Energy” 2018, nr 163, s. 245–257.

W tym celu wykorzystywane jest szersze ujęcie, opierające się na perspektywie zrównoważonego systemu transportowego³, który:

- a) zapewnia dostępność celów komunikacyjnych w sposób bezpieczny, niezagrożący zdrowiu ludzi i środowisku, w sposób równy dla obecnej i następnych generacji;
- b) pozwala funkcjonować efektywnie, oferować możliwość wyboru środka transportowego i podtrzymać gospodarkę oraz rozwój regionalny;
- c) ogranicza emisje i odpady w ramach możliwości zaabsorbowania ich przez ziemię, zużywa odnawialne zasoby w ilościach możliwych do ich odtworzenia;
- d) zużywa nieodnawialne zasoby w ilościach możliwych do ich zastąpienia przez odnawialne substytuty, przy minimalizowaniu zajęcia terenu i hałasu.

Zgodnie z Europejską Fundacją Transportu i Środowiska (EFTE)⁴ zrównoważony transport definiuje się jako przemieszczanie, które zaspokaja potrzeby mobilności dzisiejszych pokoleń, dbając jednocześnie o stan środowiska, warunki życia oraz możliwości rozwoju gospodarczego przyszłych generacji. Jednym z elementów systemu miejskiego, determinującym jego ciągły i trwały rozwój, jest przyjazny dla potencjalnego pasażera podsystem komunikacji miejskiej. Uwzględnienie koncepcji zrównoważonego rozwoju w tej dziedzinie wpływa na atrakcyjność miasta dla życia mieszkańców, ich aktywność zawodową, przyciąga turystów czy inwestorów oraz ogranicza szeroko pojęty negatywny wpływ funkcji transportowej na jakość lokalnego środowiska.

Podsystem komunikacji miejskiej, zgodnie z postulatami zrównoważonego rozwoju, należy postrzegać w trzech aspektach: środowiskowym, ekonomicznym i społecznym. Obszary te przenikają się, często realizacja jednego celu powoduje pozytywne efekty w każdym wymiarze. Podejmowane działania muszą być zatem spójne, wymagają zintegrowanego podejścia, które umożliwi osiągnięcie wyraźnych efektów synergii z korzyścią dla każdego z obszarów. Ograniczenie negatywnych skutków środowiskowych nastąpi np. poprzez eliminację zjawiska kongestii w mieście, co można osiągnąć, promując i zwiększając konkurencyjność komunikacji wykorzystującej niskoemisyjne formy transportu publicznego do przemieszczania. Ograniczenie transportu indywidualnego, szczególnie w centrum miast, przyczynia się do poprawy stanu środowiska, zwiększenia efektywności systemu komunikacji miejskiej (wyższy popyt) oraz poprawy jakości życia w mieście. Dotyczy to także polityki transportowej miasta w zakresie tworzenia w mieście stref bez ruchu, stref ograniczonego ruchu oraz stref płatnego parkowania.

³ E. Załoga, A. Gozdek, *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju transportu w Unii Europejskiej. Analiza zmian*, „Logistyka” 2016, nr 4.

⁴ Zrównoważona Europa dla lepszego świata. Strategia zrównoważonego rozwoju dla Unii Europejskiej, Komisja Europejska, Bruksela 15.05.2001, COM(2001) 264 wersja ostateczna.

W ostatnich latach zintensyfikowano prace mające na celu transformację transportu w miastach (wzrost znaczenia transportu niskoemisyjnego) ze względu m.in. na wzrastającą dbałość społeczeństw o ochronę środowiska, rozwój metod pomiaru szkodliwego oddziaływania na środowisko, rozwój metod oceny ekonomicznej wpływu różnych dziedzin gospodarki (w tym także transportu) na środowisko. Takie podejście pozwala na precyzyjniejsze określenie negatywnych skutków działalności transportowej.

Mieszkańcy miast coraz większą wagę przywiązują do komfortu i jakości życia. By móc skonsolidować dwa szeroko rozproszone horyzonty, należy rozpocząć badania nad technologicznymi aspektami transportu publicznego, takimi jak przeciwdziałanie zjawisku kongestii, i wszystkimi aspektami wspomagającymi proces eliminacji negatywnego wpływu transportu na środowisko naturalne⁵.

Rozwiązania z zakresu wyszukiwania optymalnych połączeń w rozkładach jazdy pomagają znacznie zwiększyć dostępność publicznego transportu miejskiego dla użytkowników transportu, ze szczególnym uwzględnieniem pasażerów, którzy nie są jego stałymi użytkownikami. Modelowanie i optymalizacja potoków ruchu mogą pomóc decydentom i operatorom systemów transportowych w aglomeracjach miejskich w ocenie stanu usług transportowych publicznego transportu zbiorowego i jego oddziaływania na środowisko naturalne. Niekonwencjonalne podejście do transportu publicznego przyczyni się do eliminacji przestojów i idącego za tym zjawiska kongestii w całym procesie transportowym oraz zwiększy satysfakcję i komfort życia mieszkańców.

Uwarunkowania rozwoju niskoemisyjnego transportu publicznego w miastach wydają się zagadnieniem marginalizowanym w literaturze przedmiotu zarówno polskiej, jak i zagranicznej. Główna uwaga autora skupia się na kwestiach techniczno-technologicznych związanych z elektromobilnością. Brak jest opracowań, które odnoszą się do rozwoju niskoemisyjnego transportu publicznego z uwagi np. na typologię miast (małe, średnie, duże) w kontekście zrównoważonego rozwoju miast. Literatura przedmiotu w tym zakresie jest ograniczona, a wiele dostępnych opracowań koncentruje się głównie na aspektach technicznych i technologicznych związanych z elektromobilnością, pomijając różnice wynikające z wielkości miast. Dlatego istnieje potrzeba dalszych badań uwzględniających specyfikę małych, średnich i dużych miast w kontekście wdrażania niskoemisyjnego transportu publicznego.

⁵ L. Denant-Boemont, C. Gaigné, R. Gaté, *Urban Spatial Structure, Transport-related Emissions and Welfare*, „Journal of Environmental Economics and Management” 2018, nr 91, s. 89.

Tym samym zidentyfikowano lukę badawczą, a w celu jej uzupełnienia zasadnym jest również określenie barier wdrożenia niskoemisyjnego transportu publicznego w miastach w Polsce. Znaczna część monografii poświęcona jest rozważaniom dotyczącym niskoemisyjnego transportu publicznego w miastach w odniesieniu do autobusów, ponieważ najbardziej powszechnym i najczęściej stosowanym podsystemem transportu zbiorowego jest komunikacja autobusowa.

Celem poznawczym pracy jest określenie czynników środowiskowych, społecznych oraz ekonomicznych wpływających na funkcjonowanie i rozwój niskoemisyjnego transportu publicznego w miastach w Polsce. Przyjęto również cel aplikacyjny, jakim jest budowa scenariuszy rozwoju małych, średnich oraz dużych miast z uwzględnieniem niskoemisyjnego transportu publicznego w Polsce.

Ponadto sformułowano następujące cele pomocnicze:

1. Przedstawienie rozwoju środków niskoemisyjnego transportu publicznego w Polsce.
2. Przedstawienie analizy najlepszych praktyk wykorzystania transportu niskoemisyjnego w świetle doświadczeń polskich oraz zagranicznych.
3. Przedstawienie analizy porównawczej dotyczącej barier wdrożenia niskoemisyjnego transportu publicznego w miastach Polski z uwzględnieniem ich typologii (małe, średnie oraz duże).

Na podstawie powyższych założeń sformułowano w pracy hipotezę badawczą: Niskoemisyjny transport publiczny przyczynia się do zrównoważonego rozwoju miasta.

W pracy przyjęto również następujące hipotezy pomocnicze:

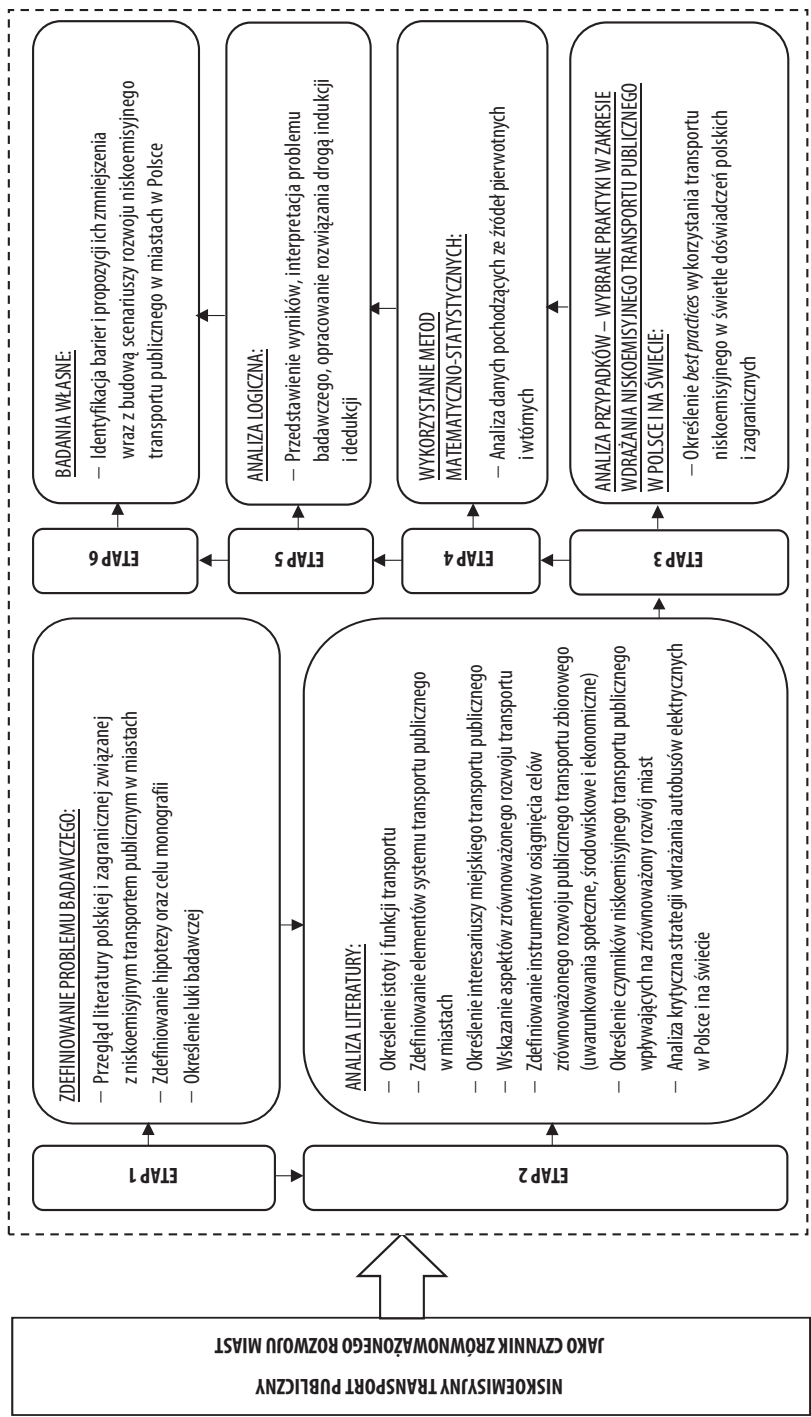
1. Transport niskoemisyjny wpływa na poprawę jakości życia mieszkańców miast.
2. Działania podejmowane przez władze miast w celu usprawnienia funkcjonowania niskoemisyjnego transportu publicznego koncentrują się na zakupie autobusów o napędzie elektrycznym.

Pełny zakres pracy przedstawiono na rysunku 1.



Rysunek 1. Zakres pracy

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 2. Schemat organizacji monografii

Źródło: opracowanie własne.

Zasadniczo analiza danych prezentowana w pracy uwzględnia lata 2021–2022. W niektórych przypadkach, uzasadnionych kwestiami merytorycznymi, zakres czasowy uległ poszerzeniu (lata 2015–2022). Do metod i technik badawczych, jakie zastosowano w monografii, należy zaliczyć:

- krytyczną analizę literatury,
- analizę przypadków,
- metody matematyczno-statystyczne,
- analizę logiczną,
- badania własne.

Przeprowadzone w ramach monografii badania zostały przedstawione schematycznie na rysunku 2.

Monografia składa się ze wstępu, pięciu rozdziałów, zakończenia, bibliografii oraz spisu tabel i rysunków.

Pierwszy rozdział obejmuje teoretyczne ujęcie istoty i funkcji transportu oraz transportu miejskiego. Omówiono znaczenie publicznego transportu zbiorowego dla gospodarki oraz scharakteryzowano poszczególne rodzaje przewozów w ramach publicznego transportu zbiorowego. W rozdziale wskazano również elementy systemu transportu publicznego w miastach, a także interesariuszy miejskiego transportu publicznego.

W rozdziale drugim ukazano wyzwania środowiskowe, społeczne i ekonomiczne wobec systemu transportu publicznego na podstawie dokumentów strategicznych Unii Europejskiej oraz określono cechy zrównoważenia transportu publicznego. W ramach poruszanej tematyki rozdziału przedstawiona została elektromobilność, traktowana jako instrument osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego w aglomeracjach miejskich, oraz uwarunkowania jej rozwoju w Polsce. Dodatkowo scharakteryzowano techniczno-eksploatacyjne cechy niskoemisyjnego transportu publicznego, a także zidentyfikowano bariery wdrażania niskoemisyjnego transportu publicznego.

Rozdział trzeci obejmuje charakterystykę systemów transportu w miastach w kontekście jego niskoemisyjności oraz analizę przypadków praktyk wykorzystania transportu niskoemisyjnego w świetle doświadczeń polskich oraz zagranicznych.

W rozdziale czwartym przedstawione zostały efekty oraz pomiar rozwoju niskoemisyjnego transportu publicznego. Określono obecny stan infrastruktury transportu miejskiego oraz na podstawie badań własnych zaprezentowano analizę preferencji klientów transportu niskoemisyjnego, a także opinię organizatorów

transportu w zakresie rozwoju transportu niskoemisyjnego. W tym rozdziale dokonano identyfikacji oraz oceny czynników wpływających na funkcjonowanie niskoemisyjnego transportu publicznego w aspektach: ekonomicznym, środowiskowym oraz społecznym.

Ostatni, piąty rozdział poświęcony jest analizie priorytetów dla Polski w obszarze wzmocnienia zdolności adaptacji miast do implementacji rozwiązań niskoemisyjnych. W wyniku przeprowadzonych badań zdefiniowano bariery rozwoju niskoemisyjnego transportu publicznego w miastach w Polsce (z podziałem na małe, średnie i duże miasta), a następnie zaproponowano możliwości ich eliminacji. W końcowej części rozdziału przedstawiono scenariusze rozwoju miast z uwzględnieniem niskoemisyjnego transportu publicznego w Polsce.

Zakończenie zawiera najważniejsze wnioski, będące wynikiem przeprowadzonych rozważań i badań, które pozwoliły zrealizować cel poznawczy i aplikacyjny, cele pomocnicze oraz zweryfikować hipotezę badawczą i hipotezy pomocnicze. Monografia została przygotowana z wykorzystaniem aktualnego dorobku literaturowego autorów polskich oraz zagranicznych. W szczególności odwoływano się do pozycji naukowych z obszaru ekonomii, ekonomiki transportu oraz zrównoważonego rozwoju. Dodatkowo wykorzystano bazy danych ekonomicznych instytucji narodowych, a także akty prawa międzynarodowego i europejskiego.

Rozdział 1

System transportu publicznego w miastach

1.1. Teoretyczne ujęcie istoty i funkcji transportu

Transport pozostaje bardzo ważnym czynnikiem wpływającym na rozwój społeczny i gospodarczy. Zaspokaja codzienne potrzeby związane z mobilnością, a jednocześnie odgrywa ważną rolę w zmniejszaniu zanieczyszczenia środowiska. Zmiany klimatu wpływają na krajowe i międzynarodowe polityki mające na celu ograniczenie emisji CO₂ i zanieczyszczeń w aglomeracjach miejskich. Wśród głównych funkcji spełnianych przez transport wyróżnia się¹:

- a) funkcję konsumpcyjną – wiąże się z zaspokojeniem wymagań przewozowych przez świadczone usługi transportowe;
- b) funkcję produkcyjną – świadczenie usług transportowych umożliwia zaspokojenie potrzeb produkcji (poprzez przygotowanie warunków działalności gospodarczej, jej stymulację oraz oddziaływanie na funkcjonowanie rynku i wymianę);
- c) funkcję integracyjną – polega na integracji państwa i społeczeństwa poprzez usługi transportowe.

Funkcje te obrazują dopełniający charakter transportu względem gospodarki, co umożliwia jej wzrost. Jakość infrastruktury transportowej wpływa na sprawność funkcjonowania systemu transportu i jest uwarunkowana istnieniem dobrze rozbudowanej infrastruktury transportowej, która stanowi ważny czynnik rozwoju społeczno-gospodarczego państwa oraz jego regionów².

¹ V. Jendryczka, *Efektywność ekonomiczna łańcuchów transportowych*, „Logistyka” 2014, nr 3.

² K. Wojewódzka-Król, R. Rolbiecki, *Infrastruktura transportu*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2009, s. 11.

W ujęciu ekonomicznym transport należy traktować jako aktywność polegającą na odpłatnym świadczeniu usług, których efektem jest nie tylko przemieszczanie osób i ładunków, lecz także tworzenie dodatkowo usług pomocniczych, takich jak spedycja czy usługi maklerów frachtujących³. Celem rozwoju transportu jest utworzenie z niego efektywnego narzędzia funkcjonowania każdego działu gospodarki narodowej. Wraz z rozwojem społeczno-gospodarczym poszczególnych aglomeracji miejskich, regionów oraz państw stanowi on czynnik intensyfikujący rozwój. Dodatkowo w wyniku fizycznego przemieszczenia towarów w określonym czasie i wyznaczonym miejscu transport dodaje również wartość produktom oraz przyczynia się do tworzenia użyteczności miejsca i czasu. Identyfikacja aspektów środowiskowych w transporcie polega na określeniu elementów działalności transportowej, które wpływają lub mogą wpływać na środowisko. Istotne znaczenie ma przy tym wprowadzenie środków zaradczych, których celem jest redukcja negatywnego wpływu transportu oraz ograniczenie kosztów środowiskowych. W aspekcie społecznym należy dodatkowo określić istotę transportu w trzech znaczeniach:

- a) czynnościowym – rozumianym jako układ czynności, które umożliwiają przemieszczanie osób oraz rzeczy za pomocą odpowiednich środków;
- b) podmiotowym – rozumianym jako dział gospodarki, który poprzez przemieszczanie dóbr w przestrzeni wpływa na wzrost ich użyteczności;
- c) rzeczowym – rozumianym jako infrastruktura, czyli wyposażenie materialne, które umożliwia przemieszczanie.

Analiza literatury ekonomicznej pozwala zaobserwować mnogość definicji transportu, w których nacisk położono na różne jego aspekty. Według Urszuli Motowidlak⁴ transport to wielopłaszczyznowy system zależny od różnorodnych czynników, w tym struktury osiedli ludzkich, modelu konsumpcyjnego, organizacji i zarządzania produkcją oraz dostępności infrastruktury. Transport jest jedną z najważniejszych determinant, które określają poziom rozwoju gospodarczego, społecznego oraz techniczno-technologicznego miasta.

Transport jest zatem elementem uzupełniającym system miejski – niezbędnym do wypełnienia luki pomiędzy sprzedawcą a nabywcą. Luka ta, stanowiąca istotny problem badawczy, powstaje przede wszystkim w wyniku masowej konsumpcji, specjalizacji pracy oraz ekonomii skali produkcji. W konsekwencji często prowadzi to do negatywnego oddziaływania na proces transportowy w miastach,

³ W. Rydzkowski, K. Wojewódzka-Król, *Transport*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007, s. 1.

⁴ U. Motowidlak, *Rozwój transportu a paradygmat zrównoważonego rozwoju*, „Studia Ekonomiczne” 2017, nr 337, s. 139.

czego przejawem są zjawiska takie, jak kongestia drogowa czy niewystarczająca przepustowość infrastruktury transportowej. Istnieje zatem potrzeba dalszych badań nad efektywnymi rozwiązaniami w zakresie planowania i zarządzania transportem miejskim.

Według Jana Burnewicza i Waldemara Grzywacza⁵ transport można analizować jako dawcę i biorcę dla gospodarki narodowej. Jako dawca transport spełnia następujące zadania:

1. Stanowi narzędzie wymiany dóbr i usług; w tym ujęciu transport realizuje proces przemieszczania surowców, materiałów niezbędnych do produkcji w innych działach gospodarki oraz wyrobów gotowych do ostatecznych konsumentów; umożliwia to kooperację i specjalizację produkcji w ujęciu zarówno krajowym, jak i międzynarodowym; transport jest więc priorytetowym elementem procesu dystrybucji towarów – rozumianym jako etap przejścia towarów od początkowego ognia łańcucha dostaw (producenta) przez integratorów łańcucha dostaw (m.in. pośredników) aż do finalnego odbiorcy (konsumenta).
2. Bierze udział w wytwarzaniu produktu krajowego brutto; transport uczestniczy w tworzeniu wartości dodanej przez inne działy gospodarki (transport własny przedsiębiorstw pozatransportowych).
3. Jest jednym z głównych czynników lokalizacji produkcji i osadnictwa; analizując procesy inwestycyjne w aglomeracjach miejskich, przeprowadza się rachunek opłacalności inwestycji, w którym koszty transportu odgrywają znaczącą rolę w stosunku do całości ponoszonych kosztów; osadnictwo związane jest z przebiegiem szlaków transportowych; stopień rozwoju transportu, kształt sieci transportowej oraz jego możliwości bezpośrednio wpływają na zmiany w terytorialnym rozmieszczeniu produkcji oraz osadnictwa i obszar tworzących się miast.
4. Realizuje cele społeczne; transport zaspokaja potrzeby komunikacyjne ludzi, sprzyja aktywizacji życia społeczno-kulturalnego oraz gospodarczego, umożliwia rozwój rekreacji czy turystyki oraz ułatwia dostęp do oświaty, kultury i służby zdrowia.
5. Realizuje cele z punktu widzenia państwa; umożliwia utrzymanie politycznej oraz administracyjnej zwartości państwa i jego sprawnego kierownictwa, jest elementem składowym obronności kraju, wpływa na rozwój nauki i techniki oraz wyrównanie ich poziomów w skali kraju i świata.

⁵ W. Grzywacz, J. Burnewicz, *Ekonomika transportu*, WKŁ, Warszawa 1989, s. 43–44.

Transport w stosunku do gospodarki jest również biorcą, ponieważ korzysta z efektów produkcyjnych innych działów gospodarki. W tym ujęciu transport jest konsumentem:

- taboru trakcyjnego i przewozowego,
- sprzętu, maszyn i materiałów użytych do budowy infrastruktury transportowej,
- energii i paliw,
- pracy ludzkiej (zaangażowanie siły roboczej).

Związek między transportem a gospodarką miast ma charakter sprzężenia zwrotnego i pełnej kooperacji⁶. Transport rozpatrywany z punktu widzenia funkcjonowania aglomeracji miejskich jest zbiorem wszelkich czynności związanych z przemieszczaniem osób oraz dóbr materialnych, z punktu początkowego do punktu końcowego, przy użyciu odpowiednich środków⁷.

Właściwe funkcjonowanie transportu wpływa również pozytywnie na rozwój społeczno-gospodarczy regionów, przez który rozumie się „trwały wzrost poziomu życia mieszkańców i potencjału gospodarczego w skali określonej jednostki terytorialnej”⁸. Jak zauważa Elżbieta Załoga⁹, transport może stać się również czynnikiem ograniczającym rozwój gospodarczy regionu z uwagi na niski poziom wyposażenia infrastrukturalnego, nieadekwatną do potrzeb ofertę transportu publicznego czy niedostosowany system organizacyjno-zarządczy.

Transport jest również ważnym czynnikiem rozwoju miasta. Może wynikać to z następujących funkcji¹⁰:

- a) usługowej – rolą transportu jest zaspokajanie potrzeb społecznych, gospodarczych i obronnych; efektem tego jest możliwość funkcjonowania działalności produkcyjnych, dystrybucyjnych, konsumpcyjnych; dzięki tej funkcji rozwijane i utrwalane są również więzi społeczne;
- b) stymulacyjnej – transport pobudza procesy produkcyjne poprzez zapewnienie właściwej obsługi sfery zaopatrzenia i zbytu, a także sprawny i terminowy

⁶ W. Grzywacz, *Infrastruktura transportu*, WKŁ, Warszawa 1982, s. 52.

⁷ M. Fertsch, *Podstawy logistyki*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2008 (Biblioteka Logistyka), s. 83.

⁸ *Metody oceny rozwoju regionalnego*, red. D. Stahl, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2006, s. 13.

⁹ E. Załoga, *Teoretyczne aspekty pasażerskiego transportu regionalnego*, [w:] *Pasażerski transport regionalny*, red. E. Załoga, T. Kwarciński, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2019, s. 18.

¹⁰ S. Flejterski et al., *Współczesna ekonomika usług*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005, s. 135.

przewóz pracowników do miejsc pracy, aktywizuje życie społeczno-kulturalne i polityczne;

- c) dochodowej – transport jako produkcyjny dział gospodarki narodowej wytwarza produkt krajowy brutto, a także współtworzy jego wartość, pełniąc funkcję usługową na rzecz innych działów gospodarki narodowej;
- d) integracyjnej – transport przyczynia się do integracji państwa i społeczeństwa w wymiarze gospodarczym, społecznym, kulturowym, politycznym, religijnym, w układzie krajowym i międzynarodowym.

Transport może być również rozpatrywany w strukturze funkcjonalnej określonego miasta jako element szerzej pojmowanego „produktu miejskiego”¹¹. Stanowi on wówczas produkt częściowej oferty miasta skierowanej do jego użytkowników (np. mieszkańców, turystów, przedsiębiorców czy inwestorów).

Transport w istotnym stopniu determinuje wizerunek miasta. Jako przykład można wskazać zeroemisyjny tabor publiczny, który w niektórych państwach europejskich stanowi rzadkość, a miasta, które go posiadają, zyskują tym samym element je wyróżniający. Rodzaje działalności prowadzonej przez podmioty działające na obszarze miejskim wpływają na określenie jego funkcji, wśród których wskazuje się:

- funkcje endogeniczne (obsługowe, „wewnętrzne”) spełniane wobec mieszkańców i podmiotów danej jednostki osadniczej,
- funkcje egzogeniczne (miastotwórcze, „eksportowe”) spełniane wobec otoczenia.

Transport miejski pierwotnie pełnił funkcję endogeniczną, nastawioną na obsługę wewnętrzną miasta. W aspekcie historycznym rozwój transportu miejskiego przyczynił się do uporządkowania struktury przestrzennej miast i umożliwił ich dalszy rozwój¹². Znalazło to potwierdzenie w procesie „rozgęszczania” struktury miasta oraz jego ekspansji przestrzennej. W przypadku konkretnego miasta można wówczas mówić o stadium suburbanizacji, którego wyróżnikiem jest dynamiczny przyrost ludności na obszarach zewnętrznych w stosunku do centrum miasta. Zjawisko to, obserwowane od początku lat 90. w polskich miastach, zostało pogłębione przez rozwój motoryzacji indywidualnej, która wpłynęła na duże przeobrażenia organizmu miejskiego¹³.

¹¹ S. Zamkowska, A. Mężyk, *Aspekty ekonomiczne polityki transportowej miasta*, „Problemy Ekonomiki Transportu” 2001, nr 1, s. 25.

¹² Ibidem.

¹³ Ibidem.

System transportu w mieście powinien stanowić odpowiedź na pojawiające się wyzwania związane z rosnącym zjawiskiem kongestii oraz ze słabą dostępnością komunikacyjną obszarów o niskiej intensywności zabudowy, poprzez tworzenie punktów przesiadkowych wspieranych przez takie rozwiązania, jak np. parkingi *Park & Ride (P&R; parkuj i jedź)*. Są to inwestycje, na które samorządy mogą pozyskać częściowe dofinansowanie w ramach Regionalnych Programów Operacyjnych. W województwie zachodniopomorskim do takich projektów można zaliczyć (stan na 9.11.2022 r.)¹⁴:

- budowę węzła przesiadkowego i pętli autobusowej w Policach;
- zakup taboru autobusowego niskoemisyjnego w liczbie sztuk 20 (Gmina Miasto Szczecin);
- budowę zintegrowanego węzła komunikacyjnego Łękno wraz z infrastrukturą na przebiegu Trasy Średnicowej w Szczecinie (Gmina Miasto Szczecin) na potrzeby obsługi ruchu pasażerskiego w ramach aglomeracji;
- budowę dróg rowerowych na terenie gminy Kołbaskowo w celu uzyskania dostępności komunikacyjnej i poprawy bezpieczeństwa w ramach obszaru metropolitalnego (gmina Kołbaskowo).

Wskazują one na realizację zadań w szerszym zakresie niż tylko miasto Szczecin, co nawiązuje do funkcji endogenicznej. Funkcjonowanie transportu miejskiego, szczególnie zasilanego paliwami alternatywnymi, w miastach może doprowadzić do znacznej poprawy warunków życia mieszkańców poprzez zmniejszenie zanieczyszczenia powietrza oraz redukcję hałasu.

Istotą transportu miejskiego stało się obecnie dbanie o rozwój wewnętrzny miast i powiązanie wszystkich obszarów funkcjonalnych (do których zalicza się m.in. handel, produkcję, usługi, mieszkalnictwo czy rekreację) w taki sposób, aby zapewnić właściwy oraz sprawny przepływ ludzi i towarów, wywóz odpadów oraz nieczystości (tzw. gospodarowanie odpadami).

Zadania samorządu terytorialnego, w tym miejskiego, określone są ustawowo. Samorząd nie może zrezygnować z ich wykonywania ze względu na ograniczenia finansowe. Nie może również ich całkowicie sprywatyzować właśnie dlatego, że są mu przypisane. Możliwa jest jednak prywatyzacja w zakresie ich realizacji¹⁵. Jedną z dziedzin implementacji takiego rozwiązania jest transport publiczny.

¹⁴ *Lista projektów wybranych do dofinansowania*, https://rpo.wzp.pl/sites/default/files/lista_projekto_wybranych_do_dofinansowania_2_2_20221109.pdf (dostęp: 15.04.2023).

¹⁵ *Partnerstwo publiczno-prywatne w dziedzinie usług komunalnych*, red. M. Moszoro, Wydawnictwo Municipium, Warszawa 2000, s. 8.

Jednostki samorządu terytorialnego napotykają poważne bariery finansowe w procesie podnoszenia jego jakości. Instrumentarium wzrostu konkurencyjności transportu miejskiego można sprowadzić do trzech obszarów działania, mianowicie: regulacji, organizacji oraz adaptacji rynkowej. Sfera regulacji to domena władz publicznych. Obszar adaptacji rynkowej przypisać należy podmiotom świadczącym usługi, a obszar organizacji można określić jako pole wspólnych przedsięwzięć – zarówno władz, jak i usługodawców transportu miejskiego¹⁶.

Publiczny transport zbiorowy jest istotnym czynnikiem rozwoju społeczno-gospodarczego każdego miasta i nieodłącznym elementem życia każdego człowieka. Z uwagi na występujące trendy, m.in. nieustannie wzrastającą liczbę samochodów osobowych oraz kongestię z nią związaną czy wielokrotne przekraczanie dopuszczalnego poziomu zanieczyszczenia powietrza, transport publiczny może odgrywać zasadniczą rolę w funkcjonowaniu systemu miejskiego. Towarzyszy on każdej działalności o charakterze ekonomicznym i społecznym oraz stanowi główny warunek determinujący rozwój gospodarczy miast.

W literaturze przedmiotu znaczenie transportu publicznego dla gospodarki omawiane jest wielokrotnie przez wielu teoretyków tej dyscypliny. Zdaniem Ignacego Tarskiego¹⁷ publiczny transport zbiorowy zaspokaja indywidualne potrzeby komunikacyjne ludności, aktywizuje życie społeczno-gospodarcze oraz kulturalne, sprzyja rozwojowi turystyki.

Do niedawna publiczny transport zbiorowy funkcjonował przede wszystkim na mocy zapisów Ustawy o transporcie drogowym z dnia 6 września 2001 r. z późniejszymi zmianami¹⁸. Ustawa ta wprowadzała m.in. pojęcie przewozu regularnego, definiowanego jako

publiczny przewóz osób i ich bagażu, wykonywany według rozkładu jazdy podanego przez przewoźnika do publicznej wiadomości co najmniej poprzez ogłoszenia wywieszone na przystankach i dworcach autobusowych, w którym należność za przejazd pobierana jest zgodnie z taryfą opłat podaną do publicznej wiadomości oraz z warunkami przewozu określonymi w zezwoleniu (...) ¹⁹.

¹⁶ R. Tomanek, *Konkurencyjność transportu miejskiego*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. K. Adamieckiego w Katowicach, Katowice 2002, s. 9.

¹⁷ I. Tarski, *Ekonomika i organizacja transportu międzynarodowego*, PWE, Warszawa 1973, s. 30.

¹⁸ Ustawa z dnia 6 września 2001 r. o transporcie drogowym, Dz.U. z 2001 r., nr 125, poz. 1371.

¹⁹ Ibidem.

Uzupełnieniem były tu liczne akty prawne wydawane przez władze samorządowe, np. zintegrowane plany rozwoju transportu publicznego. Sytuacja prawna uległa zmianie w momencie uchwalenia Ustawy o publicznym transporcie zbiorowym w 2010 r.²⁰ Wprowadzono wiele mian, regulując kwestie zarządzania komunikacją w miastach. Ustawa ta wprowadziła dwa podstawowe pojęcia: organizatora i operatora publicznego transportu zbiorowego. Zgodnie z art. 4 ustawy organizator publicznego transportu zbiorowego to „właściwa jednostka samorządu terytorialnego albo minister właściwy do spraw transportu, zapewniający funkcjonowanie publicznego transportu zbiorowego na danym obszarze”²¹. Operator publicznego transportu zbiorowego to z kolei „samorządowy zakład budżetowy oraz przedsiębiorca uprawniony do prowadzenia działalności gospodarczej w zakresie przewozu osób, który zawarł z organizatorem publicznego transportu zbiorowego umowę o świadczenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego, na linii komunikacyjnej określonej w umowie”²².

Obecnie obowiązującym aktem prawnym, w którym zawarto definicję publicznego transportu zbiorowego, jest Ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym. Zgodnie z tym dokumentem publiczny transport zbiorowy to „powszechnie dostępny regularny przewóz osób wykonywany w określonych odstępach czasu i po określonych liniach komunikacyjnych lub sieci komunikacyjnej”²³. Linią komunikacyjną jest połączenie komunikacyjne na sieci dróg publicznych, liniach kolejowych, innych szynowych, linowych, linowo-terenowych wraz z wyznaczonymi odpowiednio miejscami wsiadania i wysiadania pasażerów na liniach komunikacyjnych, po których odbywa się publiczny transport zbiorowy²⁴. W ramach sieci komunikacyjnej określa się układ linii komunikacyjnych obejmujących określony obszar lub jego część w zakresie działania organizatora publicznego transportu zbiorowego.

Ustawa o publicznym transporcie zbiorowym nakazuje oznakowanie środków transportu, którymi są wykonywane usługi w zakresie publicznego transportu zbiorowego, w sposób widoczny dla pasażera. Należy uwzględnić podawanie rozkładu jazdy do publicznej wiadomości na wszystkich dworcach i przystankach wymienionych w rozkładzie jazdy. Ważne znaczenie ma także upublicznianie

²⁰ Ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym, Dz.U. z 2011 r., nr 5, poz. 13.

²¹ Ibidem.

²² Ibidem.

²³ Ibidem.

²⁴ Ibidem.

cenników opłat lub taryf oraz regulaminów przewozu osób (zawierających warunki obsługi podróży, warunki odprawy oraz przewozu osób i bagażu, wskazujących podmiot właściwy do przyjmowania skarg i reklamacji wynikających z realizacji usług oraz terminy ich rozpatrywania). Udostępniane podróży cenniki opłat muszą zawierać także ceny biletów ulgowych wynikające z uprawnień ustawowych oraz uprawnień pasażerów do innych ulgowych przejazdów ustanowionych na obszarze właściwości danego organizatora. Ustawa określa również, że wsiadanie i wysiadanie pasażerów może się odbywać tylko na przystankach lub dworcach określonych w rozkładzie jazdy²⁵.

Publiczny transport zbiorowy wpisuje się w grupę usług o charakterze użyteczności publicznej. Usługi te cechuje: masowość i dostępność, potrzeba ich jest uświadomiona, odbiorcy nie ponoszą pełnej odpłatności za ich realizację, są korzystne z punktu widzenia rozwoju społeczno-gospodarczego²⁶.

Ustawa o publicznym transporcie zbiorowym dotyczy regularnych przewozów pasażerskich publicznym transportem zbiorowym wykonywanych w transporcie samochodowym, kolejowym, innym szynowym²⁷, linowym²⁸, linowo-terenowym²⁹, morskim oraz żegludze śródlądowej³⁰. Określa więc całościowo regularne przewozy publicznym transportem zbiorowym dla wszystkich gałęzi i środków transportu obsługujących te przewozy³¹. Do wyjątków zalicza się regularne przewozy turystyczne oraz międzynarodowe w transporcie publicznym, morskim i żegludze śródlądowej, które nie podlegają przepisom ustawy.

²⁵ Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego w zakresie sieci komunikacyjnej w międzywojewódzkich i międzynarodowych przewozach pasażerskich w transporcie kolejowym. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 9 października 2012 r. w sprawie planu zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego w zakresie sieci komunikacyjnej w międzywojewódzkich i międzynarodowych przewozach pasażerskich w transporcie kolejowym (Dz.U. z 2012 r., poz. 1151), s. 74.

²⁶ B. Liberadzki, *Fiskalizm a strategiczne cele transportu*, „Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów” 2013, nr 123, s. 15.

²⁷ Przewóz osób środkiem transportu poruszającym się po szynach lub torach kolejowych, w tym tramwajem lub metrem – inny niż transport kolejowy i transport liniowo-terenowy.

²⁸ Przewóz osób środkiem transportu poruszającym się za pomocą napowietrznej liny ciągnącej – przykładem takiego rozwiązania jest kolejka linowa na Kasprowy Wierch w Zakopanem.

²⁹ Przewóz osób środkiem transportu poruszającym się po szynach za pomocą liny napędowej – przykładem takiego rozwiązania jest kolejka linowo-terenowa na Gubałówkę w Zakopanem.

³⁰ Ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym...

³¹ A. Drewnowski, *Teoretyczne aspekty pasażerskiego transportu regionalnego*, [w:] *Pasażerski transport regionalny*, red. E. Załoga, T. Kwarciński, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2019, s. 32.

W tabeli 1 przedstawiono, na podstawie Ustawy o publicznym transporcie zbiorowym, klasyfikację rodzajów przewozów wraz z ich charakterystyką.

Tabela 1. Charakterystyka poszczególnych rodzajów przewozów w ramach publicznego transportu zbiorowego

Rodzaj przewozu	Charakterystyka
Gminne	Przewóz osób wykonywany w granicach administracyjnych jednej gminy lub gmin sąsiadujących, które zawarły stosowne porozumienie lub które utworzyły związek międzygminny
Powiatowe	Przewóz osób wykonywany w granicach administracyjnych co najmniej dwóch gmin i niewykraczający poza granice jednego powiatu albo w granicach administracyjnych powiatów sąsiadujących, które zawarły stosowne porozumienie lub które utworzyły związek powiatów
Powiatowo-gminne	Przewóz osób w ramach publicznego transportu zbiorowego wykonywany w granicach administracyjnych gmin i powiatów, które utworzyły związek powiatowo-gminny
Metropolitalne	Przewóz osób w ramach publicznego transportu zbiorowego wykonywany w granicach związku metropolitalnego
Wojewódzkie	Przewóz osób wykonywany w granicach administracyjnych co najmniej dwóch powiatów i niewykraczający poza granice jednego województwa, a w przypadku linii komunikacyjnych w transporcie kolejowym także przewóz do najbliższej stacji w województwie sąsiednim, umożliwiającą przesiadki w celu odbycia dalszej podróży lub techniczne odwrócenie biegu pociągu oraz przewóz powrotny
Międzywojewódzkie	Przewóz osób wykonywany z przekroczeniem granicy województwa
Międzynarodowe	Przewóz osób w ramach publicznego transportu zbiorowego wykonywany z przekroczeniem granicy Polski (z wyłączeniem przewozów realizowanych w strefie transgranicznej)

Źródło: A. Drewnowski, *Teoretyczne aspekty pasażerskiego transportu regionalnego*, [w:] *Pasażerski transport regionalny*, red. E. Załoga, T. Kwarciański, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2019, s. 33.

Jak zauważa Arkadiusz Drewnowski³², z przyjętym w ustawie podziałem przewozów powiązany jest podział kompetencyjny w odniesieniu do organizatora przewozów, czyli kompetencji co do wydawania decyzji administracyjnych związanych z planowaniem, organizowaniem i zarządzaniem publicznym transportem zbiorowym. Ustawa określa, że organizatorem przewozów mogą być jednostki samorządu terytorialnego (JST), związki JST oraz minister właściwy do spraw transportu – minister infrastruktury.

Publiczny transport zbiorowy stanowi wyzwanie dla wielu badaczy. Skupia w sobie determinanty związane z ekonomią, prawem oraz socjologią. Chcąc wdrażać skuteczne modele zarządzania transportem miejskim, należy zwrócić uwagę na kilka obszarów. Po pierwsze, należy odnieść się do koncepcji związanych z rozwojem regionalnym i urbanizacją jako procesem. Po drugie, analizie należy poddać przestrzenny rozwój miast. Po trzecie, nie można zapominać o założeniach ekonomiki transportu.

Według Jacka Szołtyska³³ publiczny transport zbiorowy charakteryzuje się wieloma zaletami związanymi z kosztami, energią i ekologią w porównaniu z komunikacją indywidualną. Ponadto bezpieczeństwo przewozów transportem zbiorowym, według autora, jest zdecydowanie wyższe.

Andrzej Brzeziński i Magdalena Rezwow rozpatrują publiczny transport zbiorowy w świetle konkurencyjności usług transportowych³⁴. O konkurencyjności publicznego transportu zbiorowego w stosunku do transportu indywidualnego decyduje, według tych autorów, jakość systemu transportowego miasta. Oznacza to, że publiczny transport zbiorowy powinien być:

- a) niezawodny, gwarantujący dotarcie do celu podróży w wyznaczonym czasie;
- b) szybki, zapewniający dotarcie do celu podróży w akceptowalnym przez pasażera czasie, najlepiej krótszym niż w przypadku takiej samej podróży odbywanej samochodem;
- c) bezpieczny, zarówno pod względem bezpieczeństwa komunikacyjnego (niskie ryzyko powstania wypadku), jak też bezpieczeństwa osobistego;
- d) tani, gwarantujący niskie koszty przejazdu (ceny biletów);

³² Ibidem.

³³ J. Szołtysek, *Logistyczne aspekty zarządzania przepływami osób i ładunków w miastach*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice 2009, s. 120–121.

³⁴ A. Brzeziński, M. Rezwow, *Zrównoważony transport – ekologiczne rozwiązania transportowe*, [w:] *Ekorozwój i Agenda 21. Interdyscyplinarny model kształcenia*, red. P. Pieczyński, SSW Collegium Balticum, Szczecin 2007, s. 397.

- e) komfortowy, np. zapewniający możliwość odbywania podróży na siedząco (zwłaszcza przy dłuższych podróżach), łatwość wsiadania i wysiadania, dogodność oczekiwania na przystankach.

Zdaniem autorów zapewnienie wysokiej jakości publicznego transportu zbiorowego wymaga podejmowania ciągłych działań o charakterze inwestycyjnym, ale też zapewnienia wysokiego poziomu utrzymania i eksploatacji bieżącej infrastruktury oraz taboru.

Priorytetowe kierunki działań powinny dotyczyć:

- a) rozwoju systemów transportu szynowego (tramwaj, metro, kolej) w korytarzach transportowych, w których występuje lub jest przewidywane duże zapotrzebowanie na przewozy pasażerskie (w wyniku rozwoju zagospodarowania przestrzennego o charakterze mieszkaniowym);
- b) modernizacji istniejących systemów transportu szynowego, głównie tras tramwajowych, w celu zmiany ich wizerunku i dostosowania do współczesnych wymagań;
- c) integrowania węzłów przesiadkowych i tym samym ułatwiania dokonywania przesiadek, np. z autobusu na autobus, z autobusu na metro lub tramwaj czy też w formule *Park & Ride* – z samochodu na środek transportu publicznego (zwykle szynowego);
- d) stosowania uprzywilejowania środków transportu publicznego w ruchu, głównie w postaci wydzielonych torowisk tramwajowych, wydzielonych jezdni i pasów autobusowych czy też priorytetów w sygnalizacji świetlnej;
- e) wprowadzania do użytku nowoczesnego taboru, głównie jednoprzestrzennych i niskopodłogowych tramwajów oraz autobusów;
- f) stosowania nowoczesnej, dynamicznie aktualizowanej informacji pasażerskiej, zarówno w środkach transportu (tramwajach, autobusach, wagonach metra), jak i na przystankach.

W rezultacie można spodziewać się korzyści wynikających ze zwiększania się liczby przewożonych pasażerów dzięki pozyskaniu nowych. Są wśród nich ci, którzy dotychczas nie podróżowali publicznym transportem zbiorowym w związku z nieatrakcyjną ofertą (np. osoby starsze i niepełnosprawne), ale także ci, którzy zauważą i odczują przewagę transportu publicznego nad podróżowaniem samochodem. Nie bez znaczenia są także efekty związane z ograniczaniem emisji hałasu i zanieczyszczeń oraz podwyższeniem jakości przestrzeni miejskiej.

Nierzadko jako synonim słowa transport publiczny stosuje się wyraz komunikacja, co jeszcze zwiększa liczbę dostępnych pojęć. W przypadku obszarów miejskich główną funkcję w publicznym transporcie zbiorowym pełni komunikacja miejska, która według obowiązującej Ustawy z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie

zbiorowym, Dz.U. z 2011 r., nr 5, poz. 13, definiowana jest jako „gminne przewozy pasażerskie wykonywane w granicach administracyjnych:

- a) miasta;
- b) miasta i gminy;
- c) miast, albo;
- d) miast i gmin sąsiadujących”³⁵,

jeżeli zostało zawarte porozumienie lub został utworzony związek międzygminny w celu wspólnej realizacji publicznego transportu zbiorowego, a także metropolitalnych przewozów pasażerskich³⁶.

Osobnym, niezwykle ważnym dla funkcjonowania publicznego transportu zbiorowego pozostaje pojęcie mobilności. To ważne, by umiejętnie ją definiować i zwrócić uwagę na sposób, w jaki mobilność mieszkańców miast i aglomeracji przekłada się na potrzeby związane z transportem i popytem na usługi transportu publicznego. Należy zauważyć, że współczesne społeczeństwo opiera się w znacznym stopniu na mobilności³⁷, która odgrywa ważną rolę w funkcjonowaniu społeczności³⁸, jak i w procesie rozwoju jednostek³⁹. Obecnie mobilność definiowana jest jako przemieszczanie się pomiędzy różnymi lokalizacjami lub miastami⁴⁰, co sprawia, że stanowi ona fundamentalny element zrównoważonego rozwoju oraz wzrostu gospodarczego w obszarach miejskich⁴¹.

Transport publiczny zwiększa mobilność społeczności lokalnej, poprawiając dostęp do różnych miejsc, w tym: miejsc pracy, centrów biznesowych oraz handlowych i terenów rekreacyjnych. Ponadto potencjał mikromobilności w środowisku miejskim polega na rozwiązywaniu wyzwań związanych z pierwszym i ostatnim odcinkiem podróży, co przekłada się na lepszy dostęp do transportu publicznego. W efekcie zwiększa to dostępność usług i możliwości, jednocześnie sprzyjając zmianom wzorców i nawyków mobilności, które wspierają rozwój miejskich

³⁵ Ibidem.

³⁶ Ibidem.

³⁷ U. Kramar, D. Topolšek, *Applications of Fuzzy Analytic Hierarchy Process in Urban Mobility System*, „Tehnički Vjesnik – Technical Gazette” 2018, nr 25, s. 1553–1560.

³⁸ C.O. Cavalcanti et al., *Sustainability of Urban Mobility Projects in the Curitiba Metropolitan Region*, „Land Use Policy” 2017, t. 60, s. 395–402.

³⁹ T. Moore, J. Pulidindi, *Understanding Urban Transportation Systems. An Action Guide for City Leaders*, National League of Cities, Washington 2013.

⁴⁰ R. Okraszewska et al., *Integration of a Multilevel Transport System Model into Sustainable Urban Mobility Planning*, „Sustainability” 2018, t. 10, s. 479.

⁴¹ M. Wegener, *The Future of Mobility in Cities. Challenges for Urban Modelling*, „Transport Policy” 2013, t. 29, s. 275–282.

systemów transportu mniej zależnych od samochodów⁴². Integracja mikromobilności z transportem publicznym, rozpatrywana jako „hybrydowy, odrębny tryb transportu” oraz analizowana w kontekście jednego spójnego łańcucha podróży, może być uznana za formę zrównoważonego transportu. W tym modelu synergiczne połączenie zalet obu trybów umożliwia wzajemne ich uzupełnianie, co sprzyja optymalizacji efektywności i zrównoważeniu systemów mobilności⁴³.

W zależności od zakresu regulacji działalności przez władzę publiczną można wyróżnić transport miejski:

- zderegulowany,
- regulowany.

W przypadku transportu zderegulowanego zakres regulacji jest szeroki⁴⁴. Władza publiczna, dążąc do zapewnienia wysokiego standardu obsługi komunikacyjnej miasta, aktywnie wpływa na jego organizację i funkcjonowanie.

Zdaniem Olgerda Wyszomirskiego⁴⁵ transport miejski nie stanowi w ujęciu technicznym gałęzi transportu wyodrębnionej na zasadzie tzw. pionowej klasyfikacji transportu, która opiera się na kryterium drogi i technice poruszania się. W celu zdefiniowania tego pojęcia autor zwraca uwagę na poziomą klasyfikację transportu, przyjmując za kryterium podziału rozgraniczenie jednostek terytorialnych, w obrębie których dokonywane są poszczególne operacje transportowe. W opinii autora podstawą do wyodrębnienia zagadnień transportu miejskiego spośród innych zagadnień i stawiania na równi z innymi gałęziami transportu jest jednak nie tyle przestrzenny zasięg działania, ile specyfika problematyki eksploatacyjno-ekonomicznej, która wynika z charakteru pasażerskich potrzeb przewozowych i sposobu ich zaspokajania. W efekcie końcowym transport miejski jest najczęściej utożsamiany z transportem pasażerskim i używany jest zamiennie z pojęciem „komunikacja miejska”⁴⁶.

⁴² T.H. Møller, J. Simlett, E. Mugnier, *Micromobility. Moving Cities Into a Sustainable Future*, EY, London 2020.

⁴³ R. Kager, L. Bertolini, M. te Brömmelstroet, *Characterisation of and Reflections on the Synergy of Bicycles and Public Transport*, „Transportation Research Part A: Policy and Practice” 2016, t. 85, s. 208–219.

⁴⁴ K. Wąsowicz, *Efektywność przedsiębiorstw użyteczności publicznej lokalnego transportu zbiorowego*, Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków 2018, s. 126.

⁴⁵ O. Wyszomirski, *Transport miejski – infrastruktura transportu miejskiego*, [w:] *Transport. Nowe wyzwania*, red. K. Wojewódzka-Król, E. Załoga, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2016, s. 364.

⁴⁶ Ibidem, s. 220.

Dodanie do słowa transport określenia „miejski” zwraca uwagę na podstawowy obszar funkcjonowania tego transportu, lecz nie precyzuje go jednoznacznie. Transport miejski może wykraczać swym zasięgiem poza granice administracyjne miasta i może obejmować także tereny podmiejskie systemowo z nim powiązane. Podstawą zakwalifikowania określonych terenów podmiejskich do obsługi przez transport miejski jest charakter ruchu pasażerskiego na tych obszarach determinowany przez spełnianą rolę w stosunku do miasta. Pomiędzy miastami wchodzącymi w skład danej aglomeracji istnieją silne więzi funkcjonalne, konsolidujące je w jedną całość, a wtedy zasięg działania transportu miejskiego może być jeszcze większy. Należy również wziąć pod uwagę kwestię integracji transportu miejskiego, która może być rozumiana jako integracja systemów transportu zbiorowego o różnym zasięgu, integracja usług oferowanych przez różnych przewoźników na terenie aglomeracji, a także integracja transportu zbiorowego z transportem indywidualnym⁴⁷.

Z punktu widzenia transportu miejskiego ośrodki miejskie wraz z przyległymi terenami stanowią jedną terytorialną całość (obszar funkcjonalny), wymagającą zaspokojenia określonego zapotrzebowania na przewozy pasażerskie. W ramach transportu miejskiego eksploatowane są środki transportu należące do różnych gałęzi transportu. Podstawową rolę odgrywają⁴⁸:

- środki transportu szynowego – metro, kolej miejska i tramwaj,
- środki transportu drogowego – autobus, trolejbus.

Transport miejski jest integralnym elementem gospodarki komunalnej rozumianej jako dział gospodarki narodowej, którego celem jest zaspokojenie potrzeb mieszkańców miast. W ramach polityki gospodarczej miasta realizuje on cele polityki transportowej. Warunkiem realizacji tych celów jest funkcjonowanie transportu miejskiego charakteryzującego się wysoką jakością usług, w tym elastycznością kształtowania oferty przewozowej w taki sposób, by dostosować ją do zmieniających się preferencji i zachowań transportowych mieszkańców. Osiągnięcie pożądanego poziomu funkcjonalności transportu miejskiego wiąże się z dążeniem do realizacji spójnej wizji rozwoju i integracji całego systemu transportowego miasta.

⁴⁷ K. Grzelec, *Integracja komunikacji miejskiej w aglomeracjach miejskich*, „Transport Miejski” 2003, nr 5, s. 3–4.

⁴⁸ P. Drożdziel, M. Opielak, I. Rybicka, *Autobusy miejskie, bezpieczeństwo ruchu drogowego, komunikacja miejska*, <https://www.logistyka.net.pl/bank-wiedzy/transport-i-spedycja/item/84302-autobusy-miejskie-bezpieczenstwo-ruchu-drogowego-komunikacja=-miejska?tmpl-component&text=1> (dostęp: 2.04.2019).

1.2. Pojęcie i elementy systemu transportu publicznego w miastach

Stale rosnące natężenie ruchu drogowego stanowi obecnie poważne wyzwanie dla sprawnego funkcjonowania transportu publicznego w miastach. Konsumpcyjny styl życia i wygoda mieszkańców aglomeracji miejskich spowodowały zwiększenie zainteresowania transportem indywidualnym. Włodarze miast, walcząc ze zjawiskiem kongestii spowodowanym wzrostem liczby pojazdów na drogach, zaczęli zmieniać sposób zarządzania mobilnością w miastach. Nowo powstającą infrastrukturę miejską zaczęto projektować z myślą o zapobieganiu chronicznym zatorom drogowym oraz problemom, które wpływają na zanieczyszczenie środowiska. W celu optymalizacji strumienia ruchu należy dążyć do zarządzania systemem transportu publicznego w miastach.

W analizie systemu ważne miejsca zajmuje takie zagadnienie, jak pojęcie systemu. System jest określeniem wieloznaczeniowym, wywodzącym się z języka greckiego, występującym w różnych odrębnych naukach, takich jak np.: nauki społeczne, astronomia, filozofia, anatomia, matematyka czy informatyka⁴⁹.

Należy zauważyć, że definiowanie systemu umożliwia opracowanie badanego fragmentu rzeczywistości w postaci opisu, który ma postać zbioru wyróżnionych z rzeczywistości elementów oraz zbioru relacji występujących między tymi elementami i w powiązaniu z otoczeniem⁵⁰. Zdaniem Marianny Jacyny⁵¹ system powinien być zdefiniowany z uwzględnieniem podstawowych jego właściwości, do których zalicza się:

- a) konieczność wyodrębnienia systemu z otoczenia – system postrzegany jest jako pewna spoista całość, która znajduje się w określonych wzajemnych relacjach z otoczeniem, przy czym, nakładając ograniczenia na system oraz precyzując relacje z otoczeniem, system zachowuje pewną autonomię;
- b) konieczność budowy systemu z elementów (podsystemów) – wyróżnione elementy systemu oddziałują na siebie wzajemnie, przy czym te oddziaływania mają istotny wpływ na właściwości całego systemu; ważna jest więc funkcja każdego z elementów, a nie jego położenie;

⁴⁹ B. Rouwenhorst et al., *Warehouse Design and Control. A Framework and a Literature Review*, „European Journal of Operational Research” 2000, t. 122, nr 3, s. 515–533.

⁵⁰ M. Jacyna, *Kształtowanie systemów w wybranych obszarach transport i logistyki*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2014, s. 11.

⁵¹ Ibidem.

- c) konieczność realizacji funkcji spełnianej przez system – funkcja, która jest spełniana przez system, stanowi podstawę do traktowania systemu jako całość, przy czym system jako całość jest zdolny do realizowania założonego zadania oraz spełniania celu jego działania; nie ma systemów bezcelowych;
- d) konieczność ograniczonej zmienności systemu w czasie – system podlega większym lub mniejszym zmianom w czasie, system zachowuje jednak pewne właściwości podstawowe, mianowicie swoją istotę.

System można definiować w kontekście elementów go tworzących, między którymi zachodzą określone relacje tworzące pewną całość⁵². Układ ten ma określoną strukturę oraz stanowi uporządkowaną logicznie całość. Edward Mendyk⁵³ definiuje system jako wyodrębniony z otoczenia zbiór elementów materialnych lub abstrakcyjnych, mających wzajemne powiązania wewnątrzsystemowe i zewnętrzne z otoczeniem, w ramach którego i na rzecz którego działa. System rozpatrywany z zewnątrz jest całością, a widziany od wewnątrz jest zbiorem elementów pozostających w określonych relacjach względem siebie, tworzących układ sprzężeń szeregowych i zwrotnych, dzięki czemu może realizować określone cele, w tym zaspokajając potrzeby transportowe. Strukturą systemu można nazwać zbiór elementów w danym systemie i ich połączeń komplementarnych, przy których elementy wzajemnie się wspomagają i uzupełniają, oraz substytucyjnych, przy których elementy się zastępują i wymieniają.

Jednym z rodzajów systemów jest system transportowy, który w odróżnieniu od systemów naturalnych⁵⁴ wymaga stałego nadzoru i ingerencji, by mógł funkcjonować możliwie niezawodnie i bez zakłóceń. O naturze systemu transportowego decydują cechy takie, jak⁵⁵:

- złożoność (duża liczba powiązanych ze sobą elementów, globalny rozmiar współczesnych systemów),
- probabilizm (nie można przewidzieć okoliczności realizacji danego procesu transportowego),
- ograniczona zdolność do samoregulacji,
- dynamiczność.

⁵² E. Mendyk, *Ekonomika i organizacja transportu*, Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2002, s. 113.

⁵³ Ibidem.

⁵⁴ Systemy naturalne charakteryzują się zdolnością do samoregulacji i są obiektywne. Zalicza się do nich np. przyroda i człowiek.

⁵⁵ W. Grzywacz, J. Burniewicz, op. cit., s. 293.

System transportowy jest pojęciem subiektywnym, szczególnie jeśli analizie poddawany jest zakres, który może mieć różne znaczenie dla obserwatorów, w zależności od przyjętego punktu widzenia⁵⁶. Jak określa Grzywacz⁵⁷, granica, która oddziela system od otoczenia, jest często płynna i niemożliwa do wskazania bez przyjęcia wielu szczegółowych założeń. Jako system transportowy autor rozumie całokształt środków technicznych, organizacyjnych i ekonomiczno-prawnych w ich wzajemnym związku funkcjonalnym, służących do realizacji więzi społecznych na konkretnym obszarze⁵⁸.

Andrzej Piskozub⁵⁹ przez system transportowy rozumie wszystkie powiązania między gałęziami transportu pracującymi na pewnym obszarze oraz zależności występujące między transportem a innymi gałęziami gospodarki. Ponadto Piskozub zauważa istnienie zintegrowanego systemu transportowego kraju, który rozumie jako materialno-techniczne i społeczno-ekonomiczne czynniki określające wielkość oraz strukturę przestrzenną i gałęziową potencjału przewozowego, a także system funkcjonowania transportu warunkujący stopień wykorzystania istniejącego potencjału miasta.

Zdaniem Franciszka Gronowskiego⁶⁰ system transportowy to „całokształt współzależności istniejących pomiędzy każdą gałęzią transportu, które dostępne są na pewnym obszarze z jednej strony oraz relacji między transportem a innymi obszarami i gałęziami gospodarki narodowej z drugiej”. Inni autorzy nadawali swoim propozycjom związanym z zagadnieniem systemu transportowego węższy zakres. Dla Przemysława Małka⁶¹ system transportowy jest zespolonym potencjałem przewozowym danego regionu.

Bogusław Liberadzki⁶² system transportowy przedstawia jako całokształt środków technicznych, ludzkich i organizacyjnych niezbędnych do wykonywania usług transportowych. Jest to szerokie podejście uwzględniające wszystkie determinanty

⁵⁶ W. Grzywacz, *Polityka społeczno-gospodarcza*, PTE, Szczecin 2003, s. 289.

⁵⁷ W. Grzywacz, *Ekonomiści i systemy ekonomiczne*, PTE, Szczecin 2005, s. 267.

⁵⁸ W. Grzywacz, *Infrastruktura transportu. Charakterystyka, cechy, rozwój*, WKiŁ, Warszawa 1982, s. 19.

⁵⁹ *Ekonomika transportu*, red. A. Piskozub, WKiŁ, Warszawa 1979, s. 311.

⁶⁰ F. Gronowski, *System transportowy państwa socjalistycznego. Elementy teorii*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Szczecińskiej” 1965, s. 13.

⁶¹ P. Małek, *Ekonomika transportu*, PWE, Warszawa 1977, s. 7.

⁶² B. Liberadzki, *Transport. Popyt, podaż, równowaga*, Wyższa Szkoła Ekonomiczno-Informatyczna w Warszawie, Warszawa 1999, s. 98.

tworzące system transportu w mieście. Systemy transportowe na obszarach miejskich wiążą się z kwestiami środowiskowymi, społecznymi, ekonomicznymi i kulturowymi⁶³. Zanieczyszczenie powietrza, zagęszczenie ruchu, hałas czy strata czasu podczas przesiadek to tylko niektóre z czynników, które negatywnie wpływają na jakość życia w miastach. Oddziałują na zdrowie ludności oraz przyczyniają się również do utraty produktywności i efektywności ekonomicznej⁶⁴.

Lucjan Hofman⁶⁵ definiuje system transportowy jako: „całokształt zagadnień technicznych, organizacyjnych, ekonomicznych i prawnych, które występują w procesie współdziałania poszczególnych gałęzi transportu i określają charakter głównych zależności oraz związków między transportem a innymi dziedzinami gospodarki narodowej”.

Dotychczasowy przegląd definicji systemu transportowego prowadzi do następujących wniosków:

- a) termin „system” należy do najbardziej ogólnych w nauce i jego intuicyjna interpretacja wydaje się tworzyć dobrą platformę porozumiewania się badaczy z wielu różnych dziedzin; problemy pojawiają się natomiast przy próbach ściślejszej interpretacji tego pojęcia za pomocą języka, który obowiązuje w konkretnej dziedzinie naukowej;
- b) brak jednolitej terminologii jest z jednej strony źródłem wielu nieporozumień, jak i wątpliwości, z drugiej zaś próby ujednolicenia języka owocują nowymi, oryginalnymi ujęciami, które przyczyniają się do rozwoju ogólnej teorii systemów.

Na możliwość analizy elementów systemu transportowego w kontekście miast zwraca uwagę Andrzej Grzelakowski⁶⁶. Według badacza system transportowy w miastach tworzy sieć infrastruktury transportowej rozlokowanej w określonej przestrzeni oraz zdolności przewozowe, przy czym w układzie tym należy uwzględnić masy towarowe oraz strumienie pasażerskie korzystające z tej sieci w danym czasie. Jest to więc kategoria przestrzenna, wielowymiarowa, o złożonej strukturze rzeczowej i podmiotowej, w której niezwykle ważną rolę odgrywa element czasu i przestrzeni.

⁶³ A. Patlins, *Improvement of Sustainability Definition Facilitating Sustainable Development of Public Transport System*, „Procedia Engineering” 2017, t. 192, s. 659–664.

⁶⁴ C. Benevolo, R.P. Dameri, B. D’auria, *Smart Mobility in Smart City. Action Taxonomy, ICT Intensity and Public Benefits*, [w:] *Empowering Organizations. Enabling Platforms and Artefacts*, red. T. Torre, A. Braccini, R. Spinelli, Springer, Cham 2017.

⁶⁵ L. Hofman, *Ekonomika żegluga śródlądowej*, Wydawnictwo Morskie, Gdynia 1968, s. 7.

⁶⁶ A. Grzelakowski, *System transportowy jako przedmiot regulacji. Aspekty metodologiczne*, „Prace Wydziału Nawigacyjnego Akademii Morskiej w Gdyni” 2010, z. 24, s. 5.

Zdaniem autora każdy system transportowy składa się z kilku wzajemnie powiązanych podsystemów umożliwiających sprawne i skoordynowane przemieszczanie rzeczy i osób w wyznaczonej przestrzeni. Obsługa strumieni towarowych i potoków pasażerskich wymaga istnienia co najmniej dwóch podsystemów, tj.:

- a) układu sieci infrastruktury transportowej, powiązanej z innymi subsystemami przemysłów sieciowych i systemami transportowymi;
- b) użytkowników:
 - bezpośrednich – przewoźników dysponujących określonym potencjałem przewozowym, technologią i organizacją,
 - pośrednich – wykonujących transport na użytek własny (w tym motoryzacja indywidualna)⁶⁷.

Tworząc nowoczesny, sprawny i efektywny system transportu publicznego miasta, należy brać pod uwagę funkcję, którą powinien spełniać. System ten ma znaczenie nie tylko dla osób zarówno trwale, jak i nietrwale przebywających na terenie aglomeracji miejskiej, lecz także dla przedsiębiorstw produkcyjnych oraz usługowych zlokalizowanych na jego obszarze oraz poza nim – wszystkich tych, którzy korzystają z infrastruktury transportowej danego miasta.

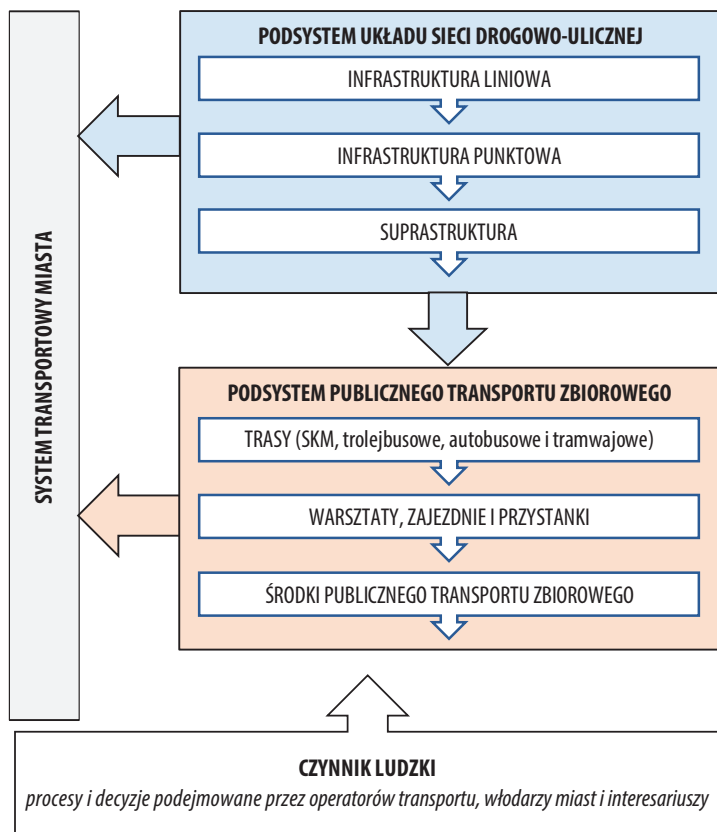
Nowoczesny transport publiczny powinien być dostosowany do zmieniających się potrzeb społeczeństwa, a ponadto uwzględniać zarówno aspekty ekologiczne, jak i technologiczne. Zrównoważony rozwój komunikacji miejskiej wymaga wdrażania innowacyjnych rozwiązań, takich jak: pojazdy niskoemisyjne, inteligentne systemy zarządzania ruchem oraz integracja różnych środków transportu, aby zapewnić mieszkańcom wygodę i skrócić czas podróży.

Ważnym elementem jest również dostępność transportu dla wszystkich grup społecznych, w tym osób starszych i niepełnosprawnych. Odpowiednie zaplanowanie infrastruktury, dostosowanie przystanków i pojazdów do ich potrzeb, a także zapewnienie atrakcyjnych taryf cenowych stanowią kluczowe aspekty umożliwiające pełną integrację społeczną i zwiększenie mobilności obywateli.

Nie można zapominać o roli, jaką odgrywa transport publiczny w gospodarce miasta. Efektywnie działający system komunikacyjny przyczynia się do wzrostu konkurencyjności lokalnych przedsiębiorstw, poprawia przepływ towarów i usług oraz wspiera rozwój sektora turystycznego. Ponadto, poprzez zmniejszenie zatłoczenia dróg i ograniczenie emisji spalin, wpływa na poprawę jakości powietrza i zdrowia mieszkańców.

⁶⁷ Ibidem.

Schemat strukturalno-organizacyjny systemu transportowego miasta przedstawiono na rysunku 3.



Rysunek 3. Schemat strukturalno-organizacyjny systemu transportowego miasta

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: *Komunikacja miejska. Organizacja, zarządzanie i finansowanie*, red. C. Rozkwitalska, IGPiK, Warszawa 1994, s. 34–35.

System transportowy miasta tworzą: podsystem układu sieci drogowo-ulicznej oraz podsystem publicznego transportu zbiorowego. Każdy z podsystemów jest wyraźnie wyodrębniony, pomiędzy nimi występują powiązania funkcjonalne. W systemie tym można zauważyć zarówno elementy materialne (np. sieć drogową), jak i elementy niematerialne (np. zasady organizacji ruchu).

Każdy funkcjonujący na danym obszarze miejskim system transportowy ma wpływ na jakość życia ludzi. Stanowi integralną część terenu zurbanizowanego miasta, dzięki czemu wpływa na jego rozwój. Można wyróżnić cztery podstawowe funkcje systemu transportu publicznego w mieście⁶⁸:

- usługową – od sprawności i efektywności systemu transportowego zależy realizacja celów gospodarki danego obszaru;
- stymulującą rozwój obszaru – rozwój systemu transportowego przyczynia się do rozwoju gospodarczego tego obszaru oraz przyciągnięcia inwestorów gospodarczych (budowa nowych osiedli mieszkaniowych, centów handlowych, ośrodków naukowych, zakładów pracy itp.);
- hamującą rozwój obszaru – słabo rozwinięty system transportowy miasta, brak jego rozwoju czy jego nieodpowiednie ukształtowanie, stanowi element upośledzający miasto, staje się barierą transportową;
- kompozycji przestrzennej – elementy systemu transportu, z uwagi na rozległy zasięg ich wpływu, stawia się na równi z przestrzennymi rozwiązaniami architektoniczno-urbanistycznymi.

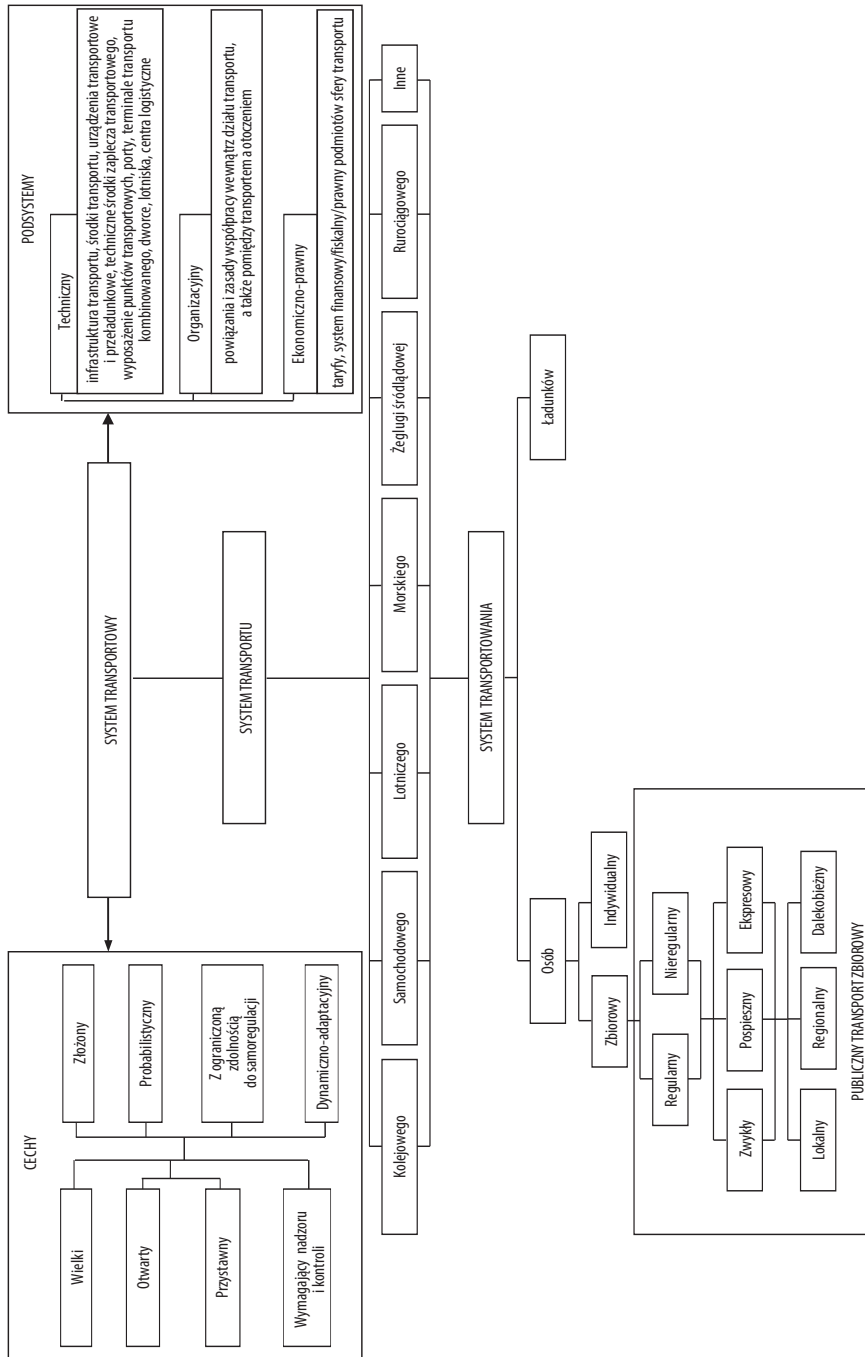
System transportowy należy do systemów rozbudowanych. Może obejmować układ transportowy świata lub podsystemy kontynentów bądź poszczególnych państw, przy czym powinny to być podsystemy skorelowane z systemami sąsiednimi⁶⁹. W ramach tych podsystemów działają systemy gałęziowe, którym następnie podporządkowane są systemy transportowania osób (w tym system transportu publicznego) oraz ładunków.

Każdy z tych podsystemów gra określoną rolę w zapewnieniu sprawnego funkcjonowania gospodarki oraz mobilności społeczeństwa. Podsystemy transportowe powinny być odpowiednio zintegrowane, co pozwala na płynne przemieszczanie osób i towarów na różnych poziomach – lokalnym, regionalnym, krajowym i międzynarodowym. Efektywność działania systemu transportowego zależy od jego spójności, kompatybilności technologicznej oraz zdolności adaptacji do zmieniających się warunków społeczno-ekonomicznych.

Podsystemy, ich cechy charakterystyczne oraz różnorodne rodzaje systemu transportowego zostały szczegółowo zaprezentowane i omówione na rysunku 4.

⁶⁸ M. Banak et al., *Kierunki rozwoju infrastruktury transportu samochodowego w Polsce*, ITS, Warszawa 2014, s. 127.

⁶⁹ R. Rolbiecki, *Infrastruktura transportu jako czynnik kształtujący warunki rozwoju przedsiębiorstw w otoczeniu społeczno-gospodarczym*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2009, s. 64.



Rysunek 4. Podsystemy, cechy i rodzaje systemu transportowego

Źródło: R. Janecki et al., *Aspekty ekonomiczne procesu wdrażania autobusów elektrycznych w publicznym transporcie zbiorowym*, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej” 2015, t. 108, s. 21.

Wartościowym uzupełnieniem istniejących elementów systemu transportu publicznego jest elastyczny system transportu publicznego. Elastyczne systemy transportu publicznego charakteryzują się nieregularnością co do czasu oraz przestrzeni wykonywania usług transportowych.

W przeciwieństwie do usług realizowanych przez transport regularny można w przypadku przewozów realizowanych w sposób elastyczny zauważyć większy wpływ potencjalnych pasażerów na organizację usług transportowych. Z założenia elastyczne systemy transportu publicznego uwzględniają aktywną funkcję w organizowaniu transportu (bądź też w niektórych przypadkach samoorganizowaniu) przez pasażera. Jego rolą jest przede wszystkim samodzielne kształtowanie rozkładu jazdy w zakresie czasu oraz w niektórych rodzajach kierunku realizacji usług transportowych.

Ważnym elementem mającym wpływ na kształtowanie oferty przewozowej jest możliwość wykorzystywania do tego celu rozwiązań teleinformatycznych (przede wszystkim telefonicznych oraz Internetu) pełniących funkcję komunikacji między klientem a operatorem transportu.

Elastyczne systemy transportu publicznego stosowane są na obszarach charakteryzujących się niską gęstością zaludnienia oraz dużą rozległością. Te cechy sprawiają, że popyt na usługi transportowe na tego typu obszarach (np. wiejskich, peryferyjnych) jest niski. Czyni to mało opłacalną obsługę potrzeb transportowych realizowaną na tych obszarach w sposób regularny (duża liczba pustych przebiegów, niski stopień zapełniania pojazdów). Ponadto dla tego ujęcia ważny jest aspekt kierunku przemieszczania się. W niektórych elastycznych systemach istnieje możliwość wykorzystywania środków transportu w ten sposób, że bezpośrednio wskazuje się cel podróży i tym samym kształtuje się kierunek przemieszczenia się (np. centrum handlowe, usługi zdrowotne, szpital).

Przesłanka dla rozwoju systemów elastycznych transportu publicznego wynika z umożliwienia mieszkańcom mobilności, realizacji celów społecznych i zawodowych, szczególnie tych osób, które z różnych względów nie mogą korzystać z motoryzacji indywidualnej. Dzięki elastycznym systemom transportu poszerza się zdecydowanie udział interesariuszy oraz miejscowości, dla których dostępny jest transport publiczny.

Analiza literatury zagranicznej pozwala zaobserwować odmienną definicję systemu transportowego. Najczęściej system transportowy rozpatrywany jest jako rezultat interakcji zachodzących pomiędzy wieloma elementami⁷⁰.

⁷⁰ C. Mulley, J. Nelson, *Interoperability and Transport Policy. The Impediments to Interoperability in the Organisation of Trans-European Transport Systems*, „Journal of Transport Geography” 1999, t. 7, s. 93–104.

Poprzez interakcje zachodzące pomiędzy elementami systemu, które są dodatkowo ujęte w pewne ramy organizacyjno-prawne, możliwe jest świadczenie usług transportowych zgodnych z oczekiwaniami mieszkańców miast. „Produktem” takiego systemu transportowego miasta, oprócz przemieszczania mieszkańców czy dodatkowo towarów, są również pośrednio np. wypadki drogowe czy negatywne skutki oddziaływania na środowisko naturalne.

Jean-Paul Rodrigue⁷¹ proponuje z kolei, by pojęcie transportu definiować jako system, który obejmuje ogół relacji pomiędzy jego składowymi, czyli siecią, węzłami oraz potrzebami przewozowymi. Sieć jest utworzona przez infrastrukturę transportową obejmującą przemieszczania w różnych kierunkach, węzły zaś to miejsca początkowe podróży, końcowe lub przesiadkowe.

Zbieżny charakter przedstawia kolejna definicja – zaproponowana przez Fritza Voigta⁷², który określa system transportowy jako „współdziałanie środków transportu celem pokonania przestrzeni przez osoby, ładunki i wiadomości”. Autor dostrzega, że „poszczególne elementy składowe systemu są pomiędzy sobą ściśle powiązane możliwymi do określenia relacjami”. Przy tej analizie definicji zaakcentował współdziałanie w identyfikowalnych relacjach. Uwzględnił przesyłania wiadomości (często określanych jako informacji). Dodatkowo określał, iż system transportowy obejmuje elementy takie, jak⁷³:

- a) wszystkie przedsiębiorstwa transportowe danego obszaru, tj. ich organizację, czynnik ludzki oraz majątkość i kapitałochłonność;
- b) działalność przedsiębiorstw transportowych;
- c) powiązania przedsiębiorstw wzajemne oraz powiązania całości systemu z otoczeniem.

Według Corrine Mulley i Johna Nelsona⁷⁴ do elementów systemu transportowego zalicza się elementy takie, jak:

- a) infrastrukturę transportową, w której skład wchodzi:
 - infrastruktura sieciowa – drogi oraz ich oznakowanie,
 - infrastruktura łącząca – terminale, stacje, porty,
 - infrastruktura towarzysząca – budynki, wyposażenie, urządzenia naprawcze;

⁷¹ J.P. Rodrigue, C. Comtois, B. Slack, *The Geography of Transport Systems*, Routledge, New York 2006, s. 7.

⁷² F. Voigt, *Integrationswirkungen von Verkehrssystemen und ihre Bedeutung für die EG*, Duncker & Humblot, Berlin 1985, (Verkehrswissenschaftliche Forschungen, t. 44), s. 25.

⁷³ Ibidem.

⁷⁴ C. Mulley, J. Nelson, op. cit., s. 95.

- b) tabor (środki transportu służące do przewozu towarów lub pasażerów), a także paliwa, trakcje;
- c) kapitał ludzki, który tworzą osoby zapewniające realizację usług transportowych, przy czym istotny jest poziom ich wykształcenia i warunki pracy;
- d) informacje, czyli urządzenia i zasoby informatyczne oraz telematyczne, które zapewniają monitoring ruchu pojazdów transportowych, możliwość rezerwacji i planowania podróży;
- e) finanse, których poziom decyduje o rozwoju (ewentualnie stagnacji, degradacji) systemu – przeprowadzanych inwestycjach, zmianie liczby i zakresu realizowanych usług transportowych; ich wielkość wynika z sytuacji na rynku transportowym, a więc zależna jest np. od aktualnego popytu na usługi przewozowe, poziomu konkurencji między podmiotami realizującymi usługi transportowe, wielkości rynku, stopnia regulacji.

Mnogość podejść i prób zdefiniowania systemu transportu publicznego i jego elementów sprawia, że w celu uniknięcia nieścisłości niezbędne jest doprecyzowanie pojęcia systemu transportowego używanego w niniejszej monografii. Autor, opierając się na ogólnej teorii systemów oraz odnosząc się do poruszonych wcześniej koncepcji i przytaczanych formuł, proponuje definicję systemu transportowego, która traktuje system jako zbiór wyodrębnionych z otoczenia elementów, takich jak infrastruktura transportu publicznego, tabor, przewoźnicy oraz organizatorzy transportu, między którymi zachodzi szereg relacji i powiązań. W efekcie końcowym możliwe jest zaspokojenie wszelkich potrzeb związanych z przemieszczaniem osób oraz ładunków na danym obszarze w określonym czasie. W przypadku lokalnego/regionalnego systemu transportu publicznego takim obszarem jest np. miasto, aglomeracja, powiat, a jego elementami lokalna infrastruktura transportowa (drogi, węzły transportowe, infrastruktura informacyjna, urządzenia związane z obsługą podróży oraz załadunkiem i rozładunkiem towarów), środki transportu (wraz z osobami je obsługującymi), przedsiębiorstwa przewozowe działające na tym terenie (dysponujące odpowiednimi zasobami ludzkimi oraz budżetem) oraz lokalni organizatorzy transportu.

System transportowy funkcjonuje w określonym otoczeniu, które można podzielić na otoczenie zewnętrzne oraz wewnętrzne. Jędrzej Gadziński⁷⁵ za otoczenie zewnętrzne lokalnego systemu transportowego uznaje systemy transportowe:

⁷⁵ J. Gadziński, *Funkcjonowanie lokalnego systemu transportowego na tle współczesnych procesów urbanizacyjnych w aglomeracji poznańskiej*, rozprawa doktorska napisana w Zakładzie Polityki Regionalnej i Integracji Europejskiej pod kierunkiem prof. dra hab. T. Strykiewicza, Poznań 2013, s. 20.

- tego samego rzędu (systemy transportowe miast, aglomeracji, powiatów, z którymi system jest powiązany wzajemnymi oddziaływaniami);
- wyższych rzędów (systemy transportowe na poziomie regionalnym, krajowym i ponadnarodowym).

Otoczenie wewnętrzne stanowi lokalna społeczność (otoczenie społeczne), środowisko naturalne i środowisko sztuczne (budynki, urządzenia – otoczenie techniczne) z wyłączeniem infrastruktury transportowej. Na strukturę relacyjną lokalnego systemu transportowego składają się, według autora, relacje między składnikami systemu, a więc oddziaływania, jakie zachodzą między infrastrukturą transportową, środkami transportu, przewoźnikami i organizatorami. Drugim elementem są relacje między składnikami systemu a otoczeniem (np. relacje dostępu lokalnej społeczności do infrastruktury transportowej, popyt na usługi transportowe, relacje zarządzania i kontroli). Równie ważnym elementem pozostaje integracja lokalnego systemu transportowego z innymi systemami miejskimi, takimi jak planowanie przestrzenne, systemy logistyczne czy zarządzanie energią. Skuteczna koordynacja tych obszarów pozwala na optymalizację przepływu osób i towarów, minimalizację negatywnego wpływu transportu na środowisko oraz poprawę jakości życia mieszkańców.

Kierunek rozwoju systemu transportowego miasta w dużej mierze uzależniony jest od popytu na transport. W tabeli 2 przedstawiono czynniki decydujące o popycie na usługi transportowe, które wynikają ze specyfikacji podróży i miejsca docelowego oraz możliwości osoby podróżującej.

Czynniki przedstawione szczegółowo w tabeli 2 umożliwiają szeroką analizę zagadnień związanych z popytem i jakością komunikacji publicznej. Scharakteryzowane elementy wpływają na zapotrzebowanie na usługi komunikacyjne. Zadanie polegające na zwiększeniu popytu na usługi transportowe spoczywa na organizatorach zbiorowego transportu publicznego, ponieważ jest to jednostka, która powinna dążyć do rozwoju sieci transportu publicznego. Zadanie to jest ważne, gdyż ze społecznego punktu widzenia przeciwdziała zjawisku wykluczenia społecznego. Dodatkowo, uwzględniając aspekt gospodarczy, usługi przewozowe realizowane transportem publicznym są tańsze niż motoryzacja indywidualna. Należy również podkreślić to, że w aspekcie środowiskowym korzystanie z tego typu usług prowadzi do zmniejszenia zanieczyszczenia powietrza w miastach.

Tabela 2. Elementy decydujące o popycie
na usługi przewozowe transportem publicznym

Czynniki wpływające na popyt na przejazdy komunikacją publiczną		Przykłady
główne	szczegółowe	
Specyfika podróży	bezpieczeństwo	– oświetlenie – poziom przestępczości – limity prędkości na drodze – szerokość drogi – stan nawierzchni drogi
	udogodnienia	– chodniki – bliskość innych połączeń – możliwość parkowania (parkingi <i>Park & Ride</i>, <i>Bike & Ride</i>)
	komfort	– wiaty i ławki na przystankach – jakość dojścia do przystanku – topografia terenu
	estetyka	– najbliższe otoczenie przystanków – oznaczenia przystanków i środków transportu
	inne	– ruch na drogach – koszty przejazdów
Specyfika miejsca docelowego	bezpieczeństwo	– oświetlenie – przestępczość
	udogodnienia	– rodzaj dostępnych usług i towarów – godziny otwarcia – łatwość dojścia
	estetyka	– atmosfera miejsca docelowego – otoczenie punktów usługowych
Cechy podróżującego	metryczka	– wiek, płeć – poziom dochodów – poziom aktywności, styl życia – możliwości podróżowania – posiadanie dzieci – status zawodowy

Źródło: P. Churski, *Pojęcie, funkcje i rozwój transportu publicznego*,
„Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna” 2010, nr 13, s. 17–28.

Integralność systemu transportowego w miastach z otoczeniem i wewnętrzny stopień zintegrowania zależą od specyficznych cech danego systemu. Jak zostało wskazane już w przedstawionych definicjach, transport w miastach w dużej mierze działa w warunkach kształtowanych przez otoczenie i można przypisać mu indywidualne cechy.

System transportowy jest podstawowym uwarunkowaniem zrównoważonego rozwoju przestrzennego, ponieważ jeśli jest nieefektywny, może narażać gospodarkę, środowisko i społeczeństwo na zagrożenia. Należy włączyć cele transportowe, zdrowotne i środowiskowe do polityki planowania miejskiego i przestrzennego poprzez rozwijanie zdolności oraz ram zintegrowanego planowania miejskiego i przestrzennego, aby zmniejszyć wpływ transportu na środowisko i jakość życia mieszkańców. Planowanie ośrodków miejskich i podmiejskich zgodnie z zasadami projektowania o mieszanym przeznaczeniu i inteligentnym rozwoju musi być częścią zrównoważonej przyszłości transportu. Rozwój miast, zgodnie z tymi zasadami, będzie służył zmniejszeniu uzależnienia od pojazdów osobowych i wsparciu w zakresie zwiększonego wykorzystania systemów transportu publicznego i transportu niezmotoryzowanego na krótkich dystansach i w codziennych dojazdach.

Zrównoważony rozwój systemów transportowych wymaga holistycznego podejścia, które łączy cele ekonomiczne, społeczne i ekologiczne. Stworzenie przyjaznej dla mieszkańców i środowiska infrastruktury transportowej to nie tylko wyzwanie, ale także ogromna szansa na poprawę jakości życia i zwiększenie atrakcyjności miast jako miejsc do życia i prowadzenia działalności gospodarczej.

1.3. Interesariusze systemu miejskiego transportu publicznego

System publicznego transportu miejskiego jest zbiorem obiektów biorących udział w przemieszczaniu osób w ramach aglomeracji miejskiej. Wielu autorów wyróżnia trzy podstawowe grupy (ogniwa) interesariuszy miejskiego transportu publicznego⁷⁶:

- pasażerowie,
- operatorzy,
- organizatorzy publicznego transportu zbiorowego (np. władze gminne).

⁷⁶ M. Eggenberger, M. Partidario, *Development of Framework to Assist the Integration of Environmental, Social and Economic Issues in Spatial Planning*, „Impact Assessment and Project Appraisal” 2000, t. 3, s. 201–207.

Aby opracować i wdrożyć skuteczną politykę doskonalenia systemu miejskiego transportu zbiorowego, relacje między aspektami społecznymi, ekonomicznymi i środowiskowymi, a także między interesariuszami tworzącymi system należy rozpatrywać w sposób zintegrowany i holistyczny. Mieszkańcy miast, jako potencjalni pasażerowie, oczekują zaspokojenia potrzeb przewozowych na odpowiednim poziomie jakości. Operator, angażując określone środki transportu oraz ludzi, świadczy usługi przewozowe w mieście, a przy tym realizuje politykę miasta w zakresie zaspokajania potrzeb przewozowych. Z kolei władze gminne (organizatorzy) wpływają na układ tras i planowanie oraz organizowanie regularnych przewozów miejskich. Władze samorządowe, kreując politykę transportową w wielu aglomeracjach, są często zainteresowane dostarczaniem usług transportu publicznego na takim poziomie, aby satysfakcjonował on mieszkańców. Jednym z najważniejszych wyzwań dla zarządzających transportem miejskim jest możliwie najlepsze wykorzystanie dostępnych zasobów transportowych przy ograniczonych możliwościach, m.in. finansowych⁷⁷.

Niektórzy autorzy wśród grup interesu wymieniają także społeczności lokalne, kierowców prowadzących pojazdy komunikacji publicznej i innych użytkowników dróg⁷⁸. Kompleksowa ocena funkcjonowania transportu miejskiego wymaga zatem uwzględnienia oczekiwań różnych grup interesu, co wiąże się z tym, że kryteria oceny mogą mieć odmienny charakter, tj. techniczny, ekonomiczny i społeczny. Inny podział grup interesu obejmuje rząd, operatorów i pasażerów. Podczas gdy władza samorządowa w postaci regulatora lub organu transportowego pełni funkcję regulacyjną w zarządzaniu systemami transportu publicznego, operatorzy świadczą pasażerom usługi transportu publicznego. Należy również zauważyć, że samorząd może odegrać rolę organizatora transportu oraz regulować podaż usług transportowych.

W tabeli 3 przedstawiono interesy różnych grup interesariuszy miejskiego transportu publicznego.

⁷⁷ H. Igliński, *Wyzwania polityki transportowej miast*, [w:] *Wydajność systemów transportowych*, red. A. Krych, J. Rychlewski, Poznań 2013, s. 16.

⁷⁸ J. Baran, M. Zych, *Porównanie systemów transportowych w Polsce z uwzględnieniem oczekiwań różnych interesariuszy*, „Roczniki Naukowe SGGW” 2015, t. 17, z. 3, s. 427–428.

Tabela 3. Kryteria oceny miejskich systemów transportu i ich ważność dla poszczególnych grup interesu

Kryteria	Kierunek dążeń	Władze miasta	Zarząd transportu miejskiego	Operator	Pasażerowie	Inni uczestnicy ruchu
Niezawodność	maks.	X	X	X	X	
Dostępność	maks.				X	
Częstotliwość	min./maks.		X	X	X	
Bezpieczeństwo	maks.	X	X	X	X	X
Integracja systemów transportowych	maks.	X	X		X	
Jakość floty	maks.	X	X		X	
Prędkość eksploatacyjna	maks.		X	X	X	
Czas podróży	maks.				X	
Przyjazność dla środowiska	maks.	X			X	X
Rentowność	maks.	X	X			
Koszt przejazdu	min./maks.	X	X		X	
Wykorzystanie taboru	maks.	X	X	X		
Efektywność finansowa	maks.	X	X			

Źródło: opracowanie własne na podstawie: J. Baran, M. Zych, *Porównanie systemów transportowych w Polsce z uwzględnieniem oczekiwań różnych interesariuszy*, „Roczniki Naukowe SGGW” 2015, t. 17, z. 3, s. 427–428.

Funkcjonowanie organizatorów i operatorów transportu publicznego w miastach regulowane jest przez liczne akty prawne. Podstawowym aktem prawnym regulującym funkcjonowanie publicznego transportu zbiorowego na terenie miast jest opisywana wcześniej Ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym. Określa ona, że organizatorem publicznego transportu zbiorowego, właściwym ze względu na obszar działania lub zasięg przewozów, jest⁷⁹:

1. Gmina:
 - a) na linii komunikacyjnej albo sieci komunikacyjnej w gminnych przewozach pasażerskich;
 - b) której powierzono zadanie organizacji publicznego transportu zbiorowego na mocy porozumienia między gminami – na linii komunikacyjnej albo sieci komunikacyjnej w gminnych przewozach pasażerskich, na obszarze gmin, które zawarły porozumienie.
2. Związek międzygminny – na linii komunikacyjnej albo sieci komunikacyjnej w gminnych przewozach pasażerskich, na obszarze gmin tworzących związek międzygminny.
3. Powiat:
 - a) na linii komunikacyjnej albo sieci komunikacyjnej w powiatowych przewozach pasażerskich;
 - b) któremu powierzono zadanie organizacji publicznego transportu zbiorowego na mocy porozumienia między powiatami – na linii komunikacyjnej albo sieci komunikacyjnej w powiatowych przewozach pasażerskich, na obszarze powiatów, które zawarły porozumienie.
4. Związek powiatów – na linii komunikacyjnej albo sieci komunikacyjnej w powiatowych przewozach pasażerskich, na obszarze powiatów tworzących związek powiatów;
 - 4.1. związek powiatowo-gminny na linii komunikacyjnej albo sieci komunikacyjnej w powiatowo-gminnych przewozach pasażerskich na obszarze gmin lub powiatów tworzących związek powiatowo-gminny;
 - 4.2. związek metropolitalny:
 - a) na linii komunikacyjnej albo sieci komunikacyjnej w metropolitalnych przewozach pasażerskich;
 - b) któremu powierzono zadanie organizacji publicznego transportu zbiorowego na mocy porozumienia z jednostką samorządu terytorialnego.

⁷⁹ Ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym...

5. Województwo:

- a) na linii komunikacyjnej albo sieci komunikacyjnej w wojewódzkich przewozach pasażerskich oraz w transporcie morskim;
 - b) właściwe ze względu na najdłuższy odcinek planowanego przebiegu linii komunikacyjnej, w uzgodnieniu z województwami właściwymi ze względu na przebieg tej linii komunikacyjnej albo sieci komunikacyjnej – na linii komunikacyjnej albo sieci komunikacyjnej w międzywojewódzkich przewozach pasażerskich;
 - c) któremu powierzono zadanie organizacji publicznego transportu zbiorowego na mocy porozumienia między województwami właściwymi ze względu na planowany przebieg linii komunikacyjnej albo sieci komunikacyjnej – na linii komunikacyjnej albo sieci komunikacyjnej w wojewódzkich przewozach pasażerskich, na obszarze województw, które zawarły porozumienie.
6. Minister właściwy do spraw transportu – na linii komunikacyjnej albo sieci komunikacyjnej w międzywojewódzkich i międzynarodowych przewozach pasażerskich w transporcie kolejowym.

Ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym wskazuje podmioty, na których ciąży obowiązek zapewnienia publicznego transportu zbiorowego (gmina, związek międzygminny, powiat, związek powiatów, województwo, minister właściwy ds. transportu), a także ich podstawowe zadania, do których należą:

- planowanie rozwoju transportu,
- organizowanie publicznego transportu zbiorowego,
- zarządzanie publicznym transportem zbiorowym.

Planowanie rozwoju transportu miejskiego przez organizatorów transportu wymaga określenia warunków realizacji przewozów publicznych z uwzględnieniem m.in. oceny i planu potrzeb przewozowych oraz preferencji dotyczących środka transportu⁸⁰. Organizatorem publicznego transportu zbiorowego, w świetle ustawy, jest właściwa jednostka samorządu terytorialnego albo minister właściwy do spraw transportu, zapewniający funkcjonowanie publicznego transportu zbiorowego na danym obszarze⁸¹. Wewnętrzne zasady regulacyjne, budowane w zgodzie z regulatorami administracyjnymi organizacji pozarządowych, dotyczące planowania realizacji potrzeb przewozowych, wzbogacane są o wytyczne odnoszące się do możliwości własnego postrzegania potrzeb społecznych. Należy je opracowywać w taki

⁸⁰ A. Letkiewicz, *Samoregulacyjne funkcje organizacji pozarządowych jako interesariuszy rynku publicznego transportu zbiorowego*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2013, s. 65.

⁸¹ Ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym..., s. 4–5.

sposób, aby zbudować porządek funkcjonalny, który zapewni sprawnie działający mechanizm odpowiedzialny za właściwą – skuteczną realizację celu organizacji już na etapie planowania potrzeb przewozowych.

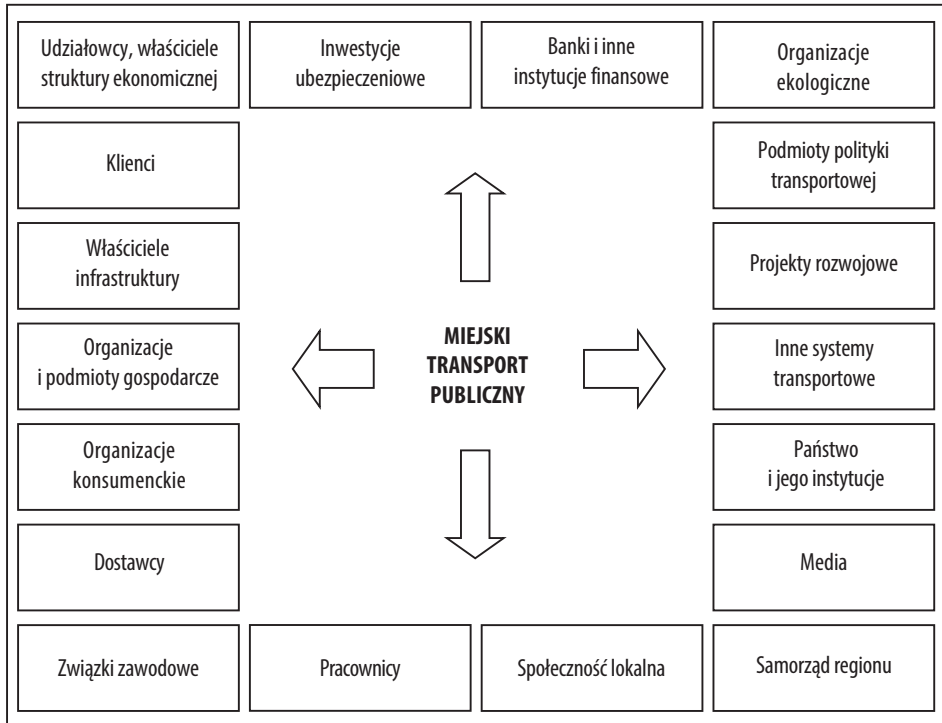
Różnorodność oczekiwań i potrzeb różnych grup interesariuszy publicznego transportu zbiorowego, w tym mieszkańców, turystów, przedsiębiorców oraz władz samorządowych, znacząco wpływa na złożoność i dynamiczny charakter systemu transportowego w miastach. Konieczność dostosowania usług transportowych do zróżnicowanych wymagań dotyczących komfortu podróży, dostępności, efektywności kosztowej oraz wpływu na środowisko naturalne sprawia, że planowanie transportu miejskiego i zarządzanie nim staje się wyzwaniem wymagającym holistycznego podejścia i współpracy różnych podmiotów. Wśród podstawowych przesłanek decydujących o ponadprzeciętnym stopniu złożoności tego systemu należy wymienić⁸²:

- a) liczbę interesariuszy oraz konflikty celów między administracją, nadawcami oraz odbiorcami ładunków, przewoźnikami, wykonawcami usług komunalnych i mieszkańcami miast;
- b) konieczność równoważenia celów ekonomicznych, społecznych i środowiskowych;
- c) współdziałanie podmiotów reprezentujących sektor publiczny i prywatny;
- d) interakcje między strumieniami przepływu ludzi i ładunków oraz towarzyszących im informacji przy wykorzystaniu wspólnych obiektów infrastrukturalnych;
- e) różną gęstość zaludnienia, wielkość i układ przestrzenny miast oraz różnice znaczenia funkcji miastotwórczych;
- f) konieczność określenia i utrzymywania nadwyżki potencjału przewozowo-magazynowego na skutek dobowych, tygodniowych i rocznych wahań sezonowych popytu na usługi i produkty;
- g) silną dynamikę zmian, wynikającą z podejmowania niezależnych decyzji przez interesariuszy systemu oraz ryzyka i niepewności, będących konsekwencją zmian koniunkturalnych i technologicznych w gospodarce.

Biorąc pod uwagę potrzeby konsumentów usług transportowych, można definiować wartość dostarczoną klientowi, czyli stosunek całkowitych korzyści dla klienta (m.in. wartość finansowa usługi, sposób obsługi, wizerunek) do całkowitego kosztu przez niego poniesionego. Takie ujęcie wartości pozwala definiować wartość użytkową, która – obok wartości w znaczeniu typowo ekonomicznym, decydującej

⁸² J. Witkowski, *Modelowanie logistyki miejskiej. W poszukiwaniu celów i kryteriów oceny modelu*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2011, nr 234, s. 132.

o cenie – powinna być rozważana w relacjach między miejskim transportem publicznym a jego interesariuszami, co przedstawione zostało na rysunku 5.



Rysunek 5. Interesariusze miejskiego transportu publicznego

Źródło: S. Krawiec, *Wpływ telematyki na postrzeganie użyteczności transportu publicznego w województwie śląskim*, „Studia Ekonomiczne” 2013, nr 143, s. 196.

Szczególną rolę w tworzeniu wartości dodanej dla mieszkańców miast mają operatorzy. Operator publicznego transportu zbiorowego to samorządowy zakład budżetowy oraz przedsiębiorca uprawniony do prowadzenia działalności gospodarczej w zakresie przewozu osób, który zawarł z organizatorem publicznego transportu zbiorowego umowę o świadczenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego, na linii komunikacyjnej określonej w umowie⁸³.

⁸³ Ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym..., s. 4.

Organizatorzy transportu dążą do tego, aby mieszkańcy w większym stopniu korzystali z ich usług. Mieszkańcy oczekują, iż ograniczony zostanie udział dużych samochodów ciężarowych w ruchu miejskim, dzięki czemu zmniejszą się: kongestia, zanieczyszczenie powietrza, hałas i wibracje. Władze samorządowe oczekują, że mieszkańcy w większym stopniu zaczną przemieszczać się po mieście środkami komunikacji zbiorowej, a organizatorzy będą dostrzegali korzyści z udostępniania informacji na temat liczby oraz częstotliwości przewozów realizowanych w mieście. Nałożenie na władze lokalne obowiązku zapewnienia mieszkańcom połączeń podkreśla ważną rolę mobilności, gdyż mobilność jest jedną z podstawowych potrzeb społeczeństwa i w istotny sposób decyduje o poziomie i jakości życia.

W tabeli 4 przedstawione są oczekiwania poszczególnych interesariuszy w stosunku do trzech obszarów logistyki miejskiej: przemieszczania osób, przepływu towarów oraz przepływu informacji.

Jak zauważa Maja Kiba-Janiak⁸⁴, ważne jest, aby każdy interesariusz był skłonny współpracować na rzecz poprawy systemów transportowych poprzez usprawnianie transportu w mieście. Często wiąże się to z dodatkowymi utrudnieniami czy też inwestycjami, które muszą być ponoszone, by miasto mogło się rozwijać. Poprawa konkurencyjności transportu publicznego jest zadaniem dla przedsiębiorstw transportowych, ale również leży w interesie samorządów terytorialnych. Jest to szczególnie ważne zadanie na terenach dużych ośrodków miejskich ze względu na duży udział przejazdów indywidualnych oraz w konsekwencji zatory drogowe i rosnące zanieczyszczenie powietrza. Lepiej rozwinięty transport publiczny prowadzi do poprawy mobilności zarówno kierowców samochodów osobowych, jak i pasażerów przedsiębiorstw świadczących usługi transportowe. Ograniczenie emisji i hałasu przekłada się na wyższą jakość życia i rozwój ośrodka miejskiego⁸⁵.

Na rysunku 6 przedstawiono determinanty wpływające na jakość systemu transportowego w miastach.

⁸⁴ M. Kiba-Janiak, *Rola interesariuszy w kształtowaniu logistyki miejskiej na rzecz poprawy jakości życia mieszkańców*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2011, nr 234, s. 139.

⁸⁵ I. Makarova, K. Shubenkova, L. Gabsalikhova, *Analysis of the City Transport System's Development Strategy Design Principles With Account of Risks and Specific Features of Spatial Development*, „Transport Problems” 2017, t. 12.

Tabela 4. Oczekiwanie interesariuszy w stosunku do logistyki miejskiej

Obszar logistyki miejskiej	INTERESARIUSZE				
	Przewoźnicy towarowi	Operatorzy publicznego transportu zbiorowego	Przedsiębiorstwa (produkcyjne, usługowe i handlowe)	Mieszkańcy	Władze samorządowe
Przepływ osób	Punktualny przejazd pracowników do pracy	Większe korzystanie przez mieszkańców z komunikacji miejskiej	Punktualny przejazd pracowników do firmy	Sprawne, szybkie i wygodne przemieszczanie się po mieście. Dostęp do parkingów w mieście	Zmniejszenie udziału transportu indywidualnego na rzecz komunikacji zbiorowej w ogólnych przewozach osób
Przepływ ładunków	Obniżenie kosztów. Możliwość dostarczenia towarów we właściwe miejsce, we właściwym czasie. Możliwość parkowania przy za- i wyładunku	Zmniejszenie liczby samochodów towarowych w mieście w celu usprawnienia ruchu w mieście	Obniżenie kosztów, punktualność dostaw	Zmniejszenie liczby pojazdów ciężarowych w mieście oraz zmniejszenie zanieczyszczenia powietrza, hałasu i wibracji	Zmniejszenie zanieczyszczenia powietrza poprzez wykorzystanie pojazdów nowej generacji. Zmniejszenie kongestii w mieście
Przepływ informacji	Bieżące informacje na temat kongestii w mieście, o zamkniętych ulicach i w związku z tym możliwych objazdach	Bieżące informacje na temat kongestii w mieście	Informacje na temat ewentualnych opóźnień	Bieżące informacje na temat kongestii w mieście, o dostępnych miejscach parkingowych, zamkniętych ulicach i w związku z tym możliwych objazdach	Dostęp do danych na temat częstotliwości oraz liczby przejazdów towarowych w mieście. Pozyskiwanie informacji na temat miejsc, w których najczęściej powstaje kongestia

Źródło: M. Kiba-Janiak, *Rola interesariuszy w kształtowaniu logistyki miejskiej na rzecz poprawy jakości życia mieszkańców*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2011, nr 234, s. 139.

JAKOŚĆ SYSTEMU TRANSPORTOWEGO W MIASTACH	BEZPIECZEŃSTWO
	Wiek i stan pojazdów, kwalifikacje kierowców, warunki ruchu na drogach, kultura współuczestników ruchu drogowego, inne
	CZAS
	Niezawodność, informacja, częstotliwość, punktualność, rytmiczność, prędkość, bezpośredniość, inne
	KOSZT
	Cena biletu, dostępne ulgi, dostępne taryfy/abonamenty, dostępność opłat zintegrowanych, systemy lojalnościowe, inne
	WYGODA
	Łatwość wsiadania i wysiadania, dostępność miejsc siedzących, czystość pojazdów i przystanków, dostępność wi-fi i ładowarek, widoczność i oświetlenie, przestrzeń na bagaż i wózki, inne

Rysunek 6. Determinanty wpływające na jakość systemu transportowego w miastach

Źródło: O. Wyszomirski, *Transport miejski – infrastruktura transportu miejskiego*, [w:] *Transport*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2016.

Firmy świadczące usługi w obszarze publicznego transportu zbiorowego, aby zachęcić mieszkańców do korzystania z komunikacji publicznej, powinny podnieść jakość swoich usług poprzez punktualność, bezpośredniość i większą częstotliwość przewozów. Celem tych działań jest stworzenie odpowiedniego połączenia, wygodnych przesiadek, zaprojektowanie usług transportowych łączących podróże realizowane różnymi środkami transportu na różne odległości ze skoordynowanymi rozkładami jazdy, zaprojektowanie zintegrowanych usług dotyczących transportu, informacji dla pasażerów, systemu biletowego i taryfowego⁸⁶. Należy zauważyć, że pasażerowie, operatorzy/organizatorzy publicznego transportu zbiorowego poprzez integrację wszystkich elementów systemu transportowego mają za zadanie ograniczać negatywne skutki szybkiego rozwoju technologicznego i infrastrukturalnego miast.

⁸⁶ K. Solecka, *Integration of Public Transport in Polish and EU Documents and Examples of Solutions for Integration of Public Transport in Poland and in the World*, „Transport Problems” 2011, t. 6, s. 23–34.

Dla wszystkich interesariuszy istotne są kwestie środowiskowe. Ważnym zagadnieniem jest kwestia jakości powietrza. Z tym związane jest poszukiwanie bardziej ekologicznych rozwiązań w zakresie napędu środków transportu. Współczesny rozwój technologii napędowych, w szczególności alternatywnych źródeł zasilania, stwarza nowe możliwości wykorzystania autobusów elektrycznych. Wiele krajów wspiera zakup pojazdów elektrycznych, a nawet wymaga nabycia wyłącznie takich środków transportu. Polska jest jednym z tych państw, które podążają w kierunku niskoemisyjnego transportu publicznego, dlatego ważne jest nieustanne poszukiwanie nowych rozwiązań i uzyskiwanie najlepszego, trwałego i zrównoważonego efektu ich implementacji w transporcie publicznym.

Podsumowując rozważania, należy zauważyć, że rozbudowa oraz rozwój struktur miejskich widoczne w dużych aglomeracjach stanowią wyzwanie dla systemów transportu publicznego. Rezultatem jest zwiększone zapotrzebowanie na szybkie, bezpieczne, wydajne i przyjazne dla środowiska sposoby przemieszczania się, które odpowiadają również specyficznym wymaganiom różnych grup społecznych. Koordynacja i współpraca związana z transportem publicznym jest konieczna nie tylko na szczeblu lokalnym, ale także krajowym, a nawet europejskim. Strategia rozwoju transportu publicznego uwzględniająca koncepcję zrównoważonego rozwoju transportu stwarza dogodne warunki do wdrażania nowoczesnych rozwiązań poprawiających jakość transportu, w tym w obrębie polskich miast.

Rozdział 2

Niskoemisyjny transport publiczny jako narzędzie polityki zrównoważonego rozwoju miast

2.1. Wyzwania środowiskowe, społeczne i ekonomiczne wobec systemu transportu publicznego

Przewozy pasażerskie w Polsce, podobnie jak w całej Europie, zdominowane zostały przez indywidualne środki transportu samochodowego. W efekcie tego centra miast są nie tylko zatłoczone, borykając się z chronicznym zjawiskiem kongestii drogowej, lecz także dotyka je problem zanieczyszczenia środowiska szkodliwymi emisjami substancji pochodzących ze spalin oraz nadmiernego hałasu. Zwiększające się koszty własne użytkowników oraz koszty zewnętrzne, takie jak zmniejszenie komfortu podróży czy życia w miastach, powodują, że zarówno przed władzami aglomeracji, jak i ich mieszkańcami stoją nowe wyzwania środowiskowe, społeczne i ekonomiczne, wymagające pragmatycznego dostosowania systemu transportu publicznego do sytuacji gospodarczej danego kraju.

W XXI w. widoczne jest zwiększanie się zainteresowania zjawiskiem zrównoważonego rozwoju oraz jego implikacjami dla planowania funkcjonowania systemu transportu publicznego w miastach¹. System zrównoważonego transportu publicznego powinien uwzględniać następujące zasady²:

¹ A. Przybyłowski, *Publiczny transport zbiorowy w Trójmieście w kontekście równoważenia rozwoju aglomeracji*, „Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania” 2015, nr 41, t. 2, s. 334.

² T. Borys, *Analiza istniejących danych statystycznych pod kątem ich użyteczności dla określenia poziomu zrównoważonego transportu wraz z propozycją ich rozszerzenia*, Raport z realizacji pracy badawczej, Ministerstwo Infrastruktury, Jelenia Góra–Warszawa 2008, s. 6.

- dostępności do usług transportowych w aspekcie bezpieczeństwa zdrowotnego,
- zasady sprawiedliwości międzypokoleniowej,
- efektywności ekonomicznej,
- optymalnego wykorzystania przestrzeni,
- ograniczenia negatywnego wpływu na środowisko.

Wśród wymienionych kryteriów szczególną rolę przypisuje się, zdaniem Todda Litmana³, dwóm kategoriom. Pierwszą z nich jest mobilność (cecha tradycyjnie przypisywana do rozwoju transportu publicznego jako kategoria kluczowa). Dotychczas transport publiczny oceniany był przede wszystkim w kategoriach ruchu fizycznego. Podkreśla się przy tym, że jeśli zrównoważony rozwój maksymalizuje efektywność, przez którą wszelkie dobra materialne generują wartość dodaną w ramach poczucia zadowolenia czy satysfakcji przy relatywnie niskim poziomie konsumpcji, to podobnie zrównoważony transport publiczny dąży do maksymalizacji satysfakcji użytkowników w przeliczeniu na każdą odbywaną podróż, przy jednoczesnym minimalizowaniu negatywnych skutków środowiskowych i kosztów społecznych. Polemizując niejako z takim poglądem, zauważyć można, że gwarancję tę w największym stopniu daje mieszkańcom miast motoryzacja indywidualna (największe zadowolenie), ale bynajmniej nie jest ona wzorcem zrównoważonego rozwoju.

Zrównoważenie wiąże się z dążeniem przez ludzi do ochrony oraz poprawy jakości życia. Można zatem jasno wskazać, że zrównoważenie obejmuje zintegrowane działania ludzkie⁴. Drugie słowo tworzące człon „zrównoważony rozwój” stanowi pojęcie rozwoju, który oznacza nieustanny ruch oraz powiązane z nim wzajemne oddziaływania zjawisk zachodzących w otaczającej rzeczywistości⁵. Zrównoważony rozwój tworzą stabilne podstawy instytucjonalne, etyczne, prawne, technologiczne, organizacyjne, które wyznaczają kierunki oraz kształtują zachowania podmiotów rozwoju. Należy również wziąć pod uwagę świadomość społeczną.

Drugą z opisywanych przez Litmana⁶ kategorii jest dostępność. Obecnie coraz częściej ewaluacja polityki transportowej opiera się na tej właśnie kategorii, czyli na umożliwieniu ludziom uzyskania pożądaných dóbr oraz usług. Na dostępność wpływa wiele czynników. Do głównych można zaliczyć:

³ T. Litman, *Mobility as a Positional Good. Implications for Transport Policy and Planning*, VTPI, 2011, www.vtpi.org, www.vtpi.org/prestige.pdf (dostęp: 28.08.2020).

⁴ A. Fajczak-Kowalska, M. Kowalska, *Zrównoważony rozwój publicznego transportu zbiorowego – Gmina Miejska Pabianice*, „Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2017, nr 12, s. 532.

⁵ Ibidem.

⁶ A. Przybyłowski, op. cit.

- zdolność do mobilności,
- racjonalne wykorzystanie terenu (np. lokalizacja działalności),
- substytuty mobilności (takie jak telekomunikacja i usługi dostawcze).

Stan zrównoważenia rozwoju transportu publicznego charakteryzuje się osiągnięciem takiego układu poszczególnych jego elementów, który pozwala na maksymalizację efektywności pod względem ekonomicznym, społecznym oraz środowiskowym. Dodatkowo ważne jest, aby osiągnięty stan zrównoważenia cechował się trwałością, co zapewniałoby niezmienną osiągniętej równowagi w czasie. Można zatem stwierdzić, że rozwój charakteryzujący się trwałością prowadzi docelowo do osiągnięcia struktury, która wpływa na elastyczność całego systemu transportu publicznego z uwzględnieniem zmieniających się czynników zewnętrznych.

Zasadniczym elementem jest także monitorowanie i ocena efektywności wprowadzonych działań poprzez wykorzystanie nowoczesnych narzędzi analitycznych, takich jak big data czy inteligentne systemy transportowe. Pozwala to na bieżącą korektę strategii oraz lepsze reagowanie na dynamiczne zmiany w zakresie urbanizacji, demografii oraz rozwoju technologicznego. Tylko holistyczne podejście, uwzględniające aspekty ekonomiczne, społeczne i środowiskowe, umożliwi stworzenie transportu publicznego, który będzie nie tylko wydajny, ale również przyjazny dla środowiska i komfortowy dla użytkowników.

Zrównoważony rozwój transportu publicznego wyznaczają dokumenty strategiczne Unii Europejskiej, którymi są:

- a) Biała Księga. Europejska polityka transportowa w horyzoncie do 2010 r. Czas wyborów, ogłoszona w 2001 r.⁷;
- b) Zielona Księga. W kierunku nowej kultury mobilności w mieście, z 2007 r.⁸;
- c) Biała Księga. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu, wydana w 2011 r.⁹

W tabeli 5 przedstawiono wyzwania wobec systemu transportu publicznego w aspekcie zrównoważonego rozwoju.

⁷ Biała Księga. Europejska polityka transportowa w horyzoncie do 2010 r. Czas wyborów, COM (2001) 370, Komisja Europejska, Bruksela 2001.

⁸ Zielona Księga. W kierunku nowej kultury mobilności w mieście, COM(2007) 551, Komisja Europejska, Bruksela 2007.

⁹ Biała Księga. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transport – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu, COM(2011) 144 Komisja Europejska, Bruksela 2011.

Tabela 5. Wyzwania wobec systemu transportu publicznego na podstawie dokumentów strategicznych Unii Europejskiej

Dokumenty strategiczne Unii Europejskiej	Wyzwania		
	środowiskowe	społeczne	ekonomiczne
Biała Księga. Europejska polityka transportowa w horyzoncie do 2010 r. Czas wyborów, wydana w 2001 r. Zielona Księga. W kierunku nowej kultury mobilności w mieście, wydana w 2007 r.	- wprowadzenie alternatywnych źródeł energii	- promocja dobrych praktyk - stymulowanie podaży przez wprowadzenie innowacyjnych rozwiązań (m.in. rozwój zintegrowanych systemów biletowych)	- zwiększenie wydatków inwestycyjnych na systemową kontrolę transportu publicznego
	- ograniczenie emisji gazów cieplarnianych w UE o 20% do 2020 r. - zaostrzanie norm emisji Euro - zaostrzenia norm UE dotyczących hałasu powodowanego przez pojazdy drogowe (również koleje) oraz przez opony - ujednolicenie minimalnych norm ekologicznych dotyczących eksploatacji pojazdów w celu promowania ciągłej modernizacji lub wycofywania z eksploatacji silnie zanieczyszczających pojazdów	- działania mające na celu uatrakcyjnienie i uczynienie bardziej bezpiecznymi alternatywnych w stosunku do prywatnego samochodu sposobów poruszania się, takich jak chodzenie pieszo, jazda na rowerze, transport zbiorowy lub jazda na motocyklach i skutrach - atrakcyjne miejsca parkingowe typu <i>Park & Ride</i> (zaparkuj i jedź komunikacją zbiorową), - niwelowanie różnic społecznych (budowa infrastruktury wspomagającej korzystanie z transportu publicznego przez osoby niepełnosprawne)	- opłaty parkingowe jako instrument finansowy, tj. bezpłatne miejsca parkingowe na peryferiach i wysokie opłaty w centrach miast w celu zachęcenia podróżnych do zmiany środka transportu z transportu indywidualnego na zbiorowy - dofinansowanie rozbudowy, remontów oraz modernizacji ekologicznego transportu miejskiego

Wyzwania wobec systemu transportu publicznego

Wyzwania wobec systemu transportu publicznego	Biała Księga. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu, wydana w 2011 r.	– rozwój oraz wprowadzenie paliw i systemów napędowych zgodnych z zasadą zrównoważonego rozwoju – zmniejszenie o połowę liczby samochodów o napędzie konwencjonalnym w transporcie miejskim do 2030 r.; eliminacja ich z miast do 2050 r.; osiągnięcie zasadniczo wolnej od emisji CO₂ logistyki w dużych ośrodkach miejskich do 2030 r.	– zmiana świadomości społeczeństwa (zmniejszanie potrzeby podróży i skracanie odległości i zdalne wykonywanie pracy) – traktowanie podróży jako wartościowej aktywności, a nie tylko zaspokajania wtórnej potrzeby przewozowej	– finansowanie przeznaczone na modernizację istniejącej infrastruktury i powstawanie nowej (stacje ładowania pojazdów, zintegrowane systemy transportowe) – przegląd opodatkowania paliw silnikowych z uwzględnieniem jasnej identyfikacji składnika energetycznego i emisji CO₂
--	---	--	---	--

Źródło: opracowanie własne, na podstawie: Biała Księga. Europejska polityka transportowa w horyzoncie do 2010 r. Czas wyborów, COM(2001) 370, Komisja Europejska, Bruksela 2001; Zielona Księga. W kierunku nowej kultury mobilności w mieście, COM(2007) 551, Komisja Europejska, Bruksela 2007; Biała Księga. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu, COM(2011) 144 Komisja Europejska, Bruksela 2011.

Transport publiczny stanowi ważną determinantę wpływającą na rozwój miast. Priorytetowym celem władarzy aglomeracji miejskich powinno być dążenie do poprawy jakości transportu publicznego. Ważnym elementem poprawy jego jakości w kontekście zrównoważonego rozwoju jest wdrożenie niskoemisyjnych środków transportu. Na rysunku 7 scharakteryzowano cechy zrównoważenia transportu publicznego.



Rysunek 7. Cechy zrównoważenia systemu transportu publicznego w miastach

Źródło: opracowanie własne na podstawie: B. Pawłowska, *Zrównoważony rozwój jako przykład poprawy efektywności sektora*, „Acta Universitatis Lodzensis. Folia Oeconomica” 2015, t. 313, nr 2, s. 65.

Jak dowodzi Barbara Pawłowska¹⁰, brak zrównoważenia uwzględniającego aspekty ekologiczne oraz społeczne jest aktualnie największym problemem i wyzwaniem, przed którymi stoi system transportu publicznego. Władze miejskie powinny skupić się na działaniach, których celem jest podniesienie zainteresowania publicznym transportem zbiorowym wśród mieszkańców miast.

Do najczęstszych wyzwań wobec systemu transportu publicznego, zdaniem Pawłowskiej, które mogą być odniesione do obszaru miasta, należą¹¹:

- wymiana autobusów na nowsze, niskoemisyjne, o alternatywnym systemie napędowym (hybrydowym),

¹⁰ B. Pawłowska, *Zrównoważony rozwój jako przykład poprawy efektywności sektora*, „Acta Universitatis Lodzensis. Folia Oeconomica” 2015, t. 313, nr 2, s. 65.

¹¹ Ibidem.

- zapewnienie dostępności do usług transportowych, w tym dostęp ten powinny uzyskać osoby niepełnosprawne,
- redukcja negatywnego wpływu transportu publicznego na zdrowie oraz bezpieczeństwo mieszkańców,
- redukcja zanieczyszczeń powietrza, hałasu, efektu cieplarnianego i zużycia energii,
- efektywność ekonomiczna,
- integracja transportu,
- dostosowanie oferty przewozowej do potrzeb przewozowych, popytu oraz preferencji komunikacyjnych,
- wdrożenie inteligentnych systemów transportowych (ang. *intelligent transportation system* – ITS).

Realizacja wskazanych powyżej kompleksowych działań jest konieczna, jeżeli system transportu publicznego ma stać się realną alternatywą dla transportu indywidualnego. W poszczególnych podsystemach transportowych mogą być wprowadzane pojedyncze rozwiązania, kluczowa dla powstania sieci transportowej jest jednak integracja całego systemu. Głównymi obszarami integracji są¹²:

- integracja transportu indywidualnego i publicznego,
- integracja różnych form transportu publicznego,
- integracja polityki transportowej z innymi politykami (np. z planowaniem przestrzennym).

Wyzwaniem dla integracji całego systemu transportowego jest stworzenie łańcucha usług *door to door* (ang.; od drzwi do drzwi) w pasażerskim transporcie zbiorowym. Przekształcenie istniejących systemów transportu zbiorowego w sprawną sieć obywatelską (sieć mieszkańców) przyniesie korzyści każdemu użytkownikowi, a w szczególności tym gospodarstwom domowym, które nie dysponują prywatnymi samochodami.

Stojąc przed tym wyzwaniem, dąży się do skoordynowania działań w wielu obszarach na szczeblu lokalnym, regionalnym i krajowym. Wśród wyzwań stawianym sieci obywatelskiej dla transportu publicznego wyróżnia się pięć podstawowych obszarów, co przedstawiono w tabeli 6.

¹² A. Mężyk, S. Zamkowska, *Problemy transportowe miast. Stan i kierunki rozwoju*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2019, s. 33.

Tabela 6. Obszary i zakres działań przy tworzeniu sieci obywatelskiej

Obszar	Zakres działań – wyzwania
1. Dostęp do systemu	– potrzeby osób o ograniczonej mobilności – zmiany konstrukcji taboru – projektowanie punktów komunikacji pasażerskiej z uwzględnieniem intermodalności – przyłączenie obszarów generujących popyt do sieci transportu publicznego – przyłączenie regionów wiejskich i peryferyjnych
2. Dostosowanie taryf	– zróżnicowanie taryf – niższe taryfy dla usług społecznie pożądanych
3. Poprawa bezpieczeństwa	– ustalenie standardów bezpieczeństwa – jakość oświetlenia – kwalifikacje personelu – liczba personelu na służbie/w systemie nadzoru
4. Zapewnienie wygody podróżowania	– krótki czas podróży – wysoka niezawodność – odpowiednia częstotliwość, czystość oraz komfort – właściwie przekazywane treści informacyjne – zintegrowany bilet – elastyczność systemu
5. Zmniejszenie negatywnego wpływu na środowisko	– w zakresie emisji zanieczyszczeń i hałasu – w zakresie infrastruktury

Źródło: opracowanie własne na podstawie: A. Mężyk, S. Zamkowska, *Problemy transportowe miast. Stan i kierunki rozwoju*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2019, s. 34.

Do przewidywanych korzyści ekonomicznych, środowiskowych i społecznych w zakresie tworzenia sieci obywatelskich zalicza się¹³:

- wzrost udziału lokalnego i regionalnego transportu publicznego w rozwoju gospodarczym, wzrost zatrudnienia,
- zmniejszenie zatłoczenia na drogach (minimalizacja kongestii), zużycia energii, emisji zanieczyszczeń i hałasu,
- zmniejszenie nierówności społecznych, poprawa warunków życia.

Do problemów nadmiernej kongestii, deficytu dostępności i jakości przestrzeni miejskiej oraz intensywnego zatrucia środowiska smogiem dochodzą dodatkowo

¹³ Ibidem.

wyzwania związane z wdrażaniem nowej polityki energetycznej miast, ściśle związanej z przeciwdziałaniem zmianom klimatycznym, czego efektem jest dekarbonizacja i wdrażanie nisko- i zeroemisyjnych napędów.

Różnicowanie struktury bilansu energetycznego polskich miast, której towarzyszy zwiększenie roli nisko- i zeroemisyjnych oraz wysokorozwiniętych technologii i rozwiązań we wszystkich sektorach gospodarki, prowadzi do osiągnięcia wymiernych pozytywnych efektów wpływających na obniżenie emisyjności środków transportu.

2.2. Elektromobilność jako instrument osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego

Ramy dla stworzenia w Polsce warunków do rozwoju elektromobilności określono w 2017 r., gdy 16 marca rząd przyjął Plan Rozwoju Elektromobilności¹⁴. Program Rozwoju Elektromobilności jest jednym z najważniejszych projektów Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju (SOR). Strategia ta zakłada produkcję pojazdów o napędzie elektrycznym oraz budowę infrastruktury niezbędnej dla tego typu pojazdów, co pozwoli m.in. na stworzenie ekologicznego transportu publicznego w polskich miastach. Wielopłaszczyznowe cele i działania, jakie ma przynieść Polsce rozwój elektromobilności, bazują na różnych dokumentach strategicznych, które stanowią formalne podstawy do podejmowania działań przez organy lub podmioty prywatne. Realizacja celów SOR w ramach Programu Rozwoju Elektromobilności doprowadziła do utworzenia pakietu regulacyjnego, w skład którego wchodzi następujące dokumenty strategiczne¹⁵:

- a) Plan Rozwoju Elektromobilności „Energia do przyszłości”, który został przyjęty przez Radę Ministrów 16 marca 2017 r.;
- b) Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych, przyjęte przez Radę Ministrów 29 marca 2017 r.;
- c) Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych;
- d) Ustawa powołująca Fundusz Niskoemisyjnego Transportu, tj. Ustawa z dnia 6 czerwca 2018 r. o zmianie ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych oraz niektórych innych ustaw, podpisana 10 lipca 2018 r.

¹⁴ T. Olkusi, Z. Grudziński, *Polityka energetyczna Polski – nowe wyzwania*, „Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN” 2019, nr 108, s. 77.

¹⁵ Ministerstwo Energii, Plan rozwoju elektromobilności w Polsce „Energia do przyszłości”, Warszawa 2017, <https://www.gov.pl/attachment/7cbc60f4-fec6-4dc1-b950-548cb0e52e9e> (dostęp: 11.09.2022).

Pierwszym pakietem regulacji jest Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce¹⁶, który określa korzyści płynące z popularyzacji stosowania pojazdów elektrycznych w Polsce. Plan ten określa ponadto potencjał gospodarczy i przemysłowy Polski. W szczegółowy sposób wskazane zostały cele projektu elektromobilności, do których zalicza się:

- a) przygotowanie możliwości rozwoju elektromobilności w Polsce, które wiąże się z rozbudową infrastruktury do ładowania pojazdów, a także zachęcenie obywateli do zakupu pojazdów elektrycznych;
- b) rozwój przemysłu w obszarze elektromobilności;
- c) stabilizację sieci elektroenergetycznej poprzez integrację pojazdów z siecią.

W Planie Rozwoju Elektromobilności w Polsce uwzględniono narzędzia, które stworzą model mający za zadanie optymalizację i jednocześnie ograniczenie rozmieszczania infrastruktury do tzw. miejsc krytycznych. Jako miejsca krytyczne należy w tym kontekście rozumieć obszary, na których brak stacji ładowania doprowadzi do zmniejszenia funkcjonalności pojazdu elektrycznego. Głównym celem tego modelu jest poszukiwanie równowagi między rozwojem infrastruktury ładowania samochodów osobowych a rozwojem infrastruktury na potrzeby transportu publicznego. Jednocześnie plan zawiera wykaz instrumentów rozwoju rynku pojazdów elektrycznych, które mają doprowadzić do zwiększenia liczby pojazdów elektrycznych na etapie oddania do użytku znacznej części infrastruktury. Innym aspektem, który należy wziąć pod uwagę, jest konieczność połączenia rozwoju przemysłu elektromobilności i rynku pojazdów z rozwojem sieci elektroenergetycznej. Inicjatywy polegające na zachęceniu obywateli do zakupu pojazdów zostaną spotęgowane, gdy możliwości przemysłu osiągną próg, w którym będą w stanie odpowiedzieć na wygenerowany przez instrumenty wsparcia popyt. Do podstawowych instrumentów zalicza się dotacje na zakup pojazdu oraz zwolnienie z opłat za strefy parkowania dla pojazdów elektrycznych. Sieć będzie mogła zaspokoić wzrastające zapotrzebowanie na moc i energię do ładowania pojazdów. Innym czynnikiem skłaniającym do rozwoju elektromobilności w Polsce jest aspekt społeczny. Wzrost świadomości mieszkańców miast i idąca za tym zmiana wyboru środka transportu z indywidualnego środka transportu na transport zbiorowy pozytywnie wpłynie na stan środowiska naturalnego i zmniejszenie chronicznego zjawiska kongestii.

Drugim pakietem regulacji prawnych są Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych¹⁷, przyjęte przez Radę Ministrów 29 marca 2017 r.

¹⁶ Ibidem (dostęp: 23.05.2023).

¹⁷ Ministerstwo Energii, Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych. Projekt, Warszawa 2016.

W rozumieniu dyrektywy 2014/94/UE paliwa alternatywne to „paliwa lub źródła energii, które służą przynajmniej częściowo jako substytut dla pochodzących z surowej ropy naftowej źródeł energii w transporcie i które mogą potencjalnie przyczynić się do wzrostu neutralności klimatycznej transportu i poprawy ekologiczności sektora transportu”¹⁸. Obejmują one m.in.: energię elektryczną, wodór, biopaliwa, paliwa syntetyczne i parafinowe, gaz ziemny (w tym biometan) w postaci sprężonego gazu ziemnego CNG i skroplonego gazu ziemnego LNG, gaz płynny LPG.

Osiągnięcie celów określonych w Krajowych ramach polityki rozwoju paliw alternatywnych ma być monitorowane i oceniane przez ministra energii. Wynika to z przepisów zawartych w dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych oraz Ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych¹⁹, która jest trzecim pakietem regulacji elektromobilności w Polsce.

Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych przedstawia warunki rozwoju i zasady rozmieszczenia infrastruktury paliw alternatywnych w transporcie, wytyczne oferowania usług w zakresie ładowania pojazdów elektrycznych oraz tankowania pojazdów, które napędzane są gazem ziemnym. Ponadto ustawa określa obowiązki informacyjne w zakresie paliw alternatywnych i stworzenia zasad funkcjonowania stref czystego transportu. Infrastruktura dla paliw alternatywnych (stacje ładowania pojazdów elektrycznych oraz stacje gazu ziemnego) ma początkowo koncentrować się na obszarach aglomeracji miejskich, na obszarach gęsto zaludnionych i wzdłuż najważniejszych dróg. W ustawie wskazano zasady określające sposób informowania klientów o paliwach alternatywnych, metody oznakowania dystrybutorów i pojazdów, a także zasady tworzenia i funkcjonowania Ewidencji Infrastruktury Paliw Alternatywnych²⁰. W ustawie określono również benefity dla kierowców pojazdów elektrycznych (zwolnienie z akcyzy na zakup pojazdów elektrycznych i napędzanych wodorem, możliwość poruszania się pojazdów elektrycznych po pasach drogowych dla autobusów, dodatkowe miejsca parkingowe oraz zwolnienie z niektórych opłat). Ponadto ustawa daje gminom podstawę prawną do wprowadzenia stref czystego transportu przeznaczonych dla pojazdów przyjaznych środowisku. Pierwsza w Polsce Strefa Czystego Transportu utworzona zostanie w Krakowie.

¹⁸ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych.

¹⁹ Ibidem.

²⁰ Rejestr publiczny, który prowadzony jest w celu zapewnienia informacji użytkownikom pojazdów elektrycznych, napędzanych gazem ziemnym oraz wodorem w zakresie współrzędnych stacji gazu ziemnego, wodoru i stacji ładowania aktualnych cen paliw alternatywnych oraz dostępności punktów ładowania zainstalowanych w ogólnodostępnych stacjach ładowania.

Rada Miasta Krakowa 23 listopada 2022 r. przyjęła uchwałę²¹, której zapisy obowiązują od 1 lipca 2024 r., a pełne wdrożenie Strefy Czystego Transportu przewidziane jest na 1 lipca 2026 r. Początkowo wykluczenie obejmie najstarsze samochody z normą emisji Euro 1, a w 2026 r. wyłączone z ruchu w strefie zostaną pojazdy niespełniające norm Euro 3 dla samochodów benzynowych i Euro 5 dla samochodów z silnikiem Diesla²². Strefa Czystego Transportu ogranicza poruszanie się po niej samochodów z silnikami spalinowymi, promując tym samym napęd ekologiczny, czyli samochody napędzane prądem.

Czwartym pakietem regulacji elektromobilności w Polsce jest Fundusz Niskoemisyjnego Transportu (FNT), którego zarządcą jest minister energii²³. Do głównych kwestii, którymi zajmuje się fundusz, można zaliczyć finansowanie projektów dotyczących rozwoju elektromobilności oraz zagadnienia związane z zastosowaniem paliw alternatywnych w transporcie, m.in. rozbudowa infrastruktury oraz rozwój rynku pojazdów na te paliwa. Środki pozyskane z funduszu umożliwiają wykonanie działań wymienionych m.in. w Krajowych ramach polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych, Planie Rozwoju Elektromobilności w Polsce oraz w Ustawie z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych²⁴. Są to dokumenty, których zadaniem jest wdrożenie unijnych regulacji z zakresu rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych do polskiego prawa.

Do podstawowych korzyści uruchomienia finansowania z Funduszu Niskoemisyjnego Transportu zalicza się²⁵:

- rozbudowę infrastruktury wykorzystywanej do tankowania gazu ziemnego, biopaliw ciekłych i innych paliw alternatywnych oraz do ładowania pojazdów elektrycznych,
- perspektywę implementacji nowych modeli biznesowych opartych na paliwach alternatywnych i ich infrastrukturze,

²¹ Uchwała nr C/2707/22 Rady Miasta Krakowa z dnia 23 listopada 2022 r. w sprawie ustanowienia Strefy Czystego Transportu w Krakowie, https://www.bip.krakow.pl/?dok_id=167&sub_dok_id=167&sub=uchwala&query=id%3D26808%26typ%3Du (dostęp: 23.04.2023).

²² M. Fijak, *Pierwsza w Polsce Strefa Czystego Transportu wprowadzona w Krakowie*, <https://smoglab.pl/strefa-czystego-transportu-przyjeta/> (dostęp: 9.01.2023).

²³ Ministerstwo Energii, Plan rozwoju elektromobilności w Polsce „Energia do przyszłości”, Warszawa 2017, <https://www.gov.pl/attachment/7cbc60f4-fec6-4dc1-b950-548cb0e52e9e> (dostęp: 11.09.2022).

²⁴ Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz.U. z 2018 r., poz. 317).

²⁵ Ustawa tworząca Fundusz Niskoemisyjnego Transportu przyjęta przez Sejm, <https://www.gov.pl/web/aktywa-panstwowe/ustawa-tworzaca-funduszu-niskoemisyjnego-transportu-przyjeta-przez-sejm> (dostęp: 4.03.2025).

- powiększenie flot pojazdów niskoemisyjnych oraz niskoemisyjnego transportu publicznego,
- możliwą (dla obywateli) redukcję kosztów użytkowania pojazdów opartych na paliwach alternatywnych,
- polepszenie jakości powietrza, które jest efektem redukcji emisji szkodliwych substancji przez środki transportowe.

Istniejące prognozy Ministerstwa Energii wskazują, że stosowanie czterech pakietów regulacji przygotowanych na potrzeby rozwoju elektromobilności w Polsce ma doprowadzić do osiągnięcia wymaganych celów dla roku 2025²⁶.

Według danych przedstawionych przez Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych liczba stacji ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce wynosi 2565 (stan na koniec grudnia 2022 r.). Łączna liczba punktów do ładowania, które znajdują się na stacjach to 5016, z czego 29% to szybkie stacje ładowania prądem stałym (DC), a 71% stanowią wolne ładowarki prądu przemiennego (AC) o mocy mniejszej lub równej 22 kW. Biorąc pod uwagę, że w tym samym okresie liczba zarejestrowanych elektrycznych samochodów osobowych w Polsce wynosiła 61 570, to oznacza, że na jeden punkt ładowania przypada prawie 13 pojazdów elektrycznych²⁷.

Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych zawierały prognozy, zgodnie z którymi do końca 2020 r. w 32 wybranych aglomeracjach w Polsce powstało 6 tys. punktów ładowania o normalnej mocy, 400 punktów ładowania o dużej mocy oraz 70 punktów tankowania sprężonego gazu ziemnego (CNG)²⁸. Punkty te zostały rozmieszczone przy autostradach, drogach ekspresowych i głównych drogach krajowych. Jednocześnie wskazano, że w 2025 r. na poziomie ogólnopolskim zarejestrowanych będzie 1 mln pojazdów elektrycznych poruszających się po drogach. W projekcie Krajowego planu na rzecz energii i klimatu założono, że w roku 2020 będzie 50 tys. samochodów elektrycznych, a w perspektywie roku 2025 będzie ich około miliona. Zweryfikowane wartości w zakresie liczby pojazdów elektrycznych w Polsce zostały przedstawione w przyjętej w lutym 2021 r. Polityce energetycznej Polski do 2040 r.²⁹ Uwzględniono obecny stan i tempo rozwoju sektora elektromobilności w Polsce i jako cel kierunkowy wskazano, aby w 2030 r. liczba zarejestrowanych w Polsce pojazdów elektrycznych bateryjnych i hybrydowych typu plug-in wyniosła

²⁶ Ibidem.

²⁷ *Licznik elektromobilności*, <https://pspa.com.pl/> (dostęp: 11.02.2023).

²⁸ Ministerstwo Energii, Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych. Projekt, Warszawa 2016.

²⁹ Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Polityka energetyczna Polski do 2040 roku, Warszawa 2021, <https://www.gov.pl/web/klimat/polityka-energetyczna-polski> (dostęp: 9.05.2022).

600 tys. sztuk. Należy przy tym utworzyć 49 tys. punktów o normalnej mocy ładowania oraz 11 tys. punktów o dużej mocy. Dokument określa ponadto cele dla miast liczących powyżej 100 tys. mieszkańców, zgodnie z którymi nowe autobusy nabywane na potrzeby publicznego transportu zbiorowego mają być napędzane elektrycznie lub wodorem, a już w 2030 r. 100% autobusowej floty ma być zeroemisyjna³⁰. Przyjmując obecne tempo rozwoju, założenia te będą bardzo trudne do zrealizowania.

Kluczem do właściwego zrozumienia elektromobilności w przemieszczaniu mieszkańców jest rozpoznanie ich potrzeb w kontekście zasad zrównoważonego rozwoju. Wysoki udział elektromobilności będzie sprzyjał osiągnięciu celów zrównoważonego rozwoju (np. niższa emisja spalin na obszarach zurbanizowanych)³¹. W stolicach europejskich udział publicznego transportu zbiorowego w przewozach mieszkańców wynosi często powyżej 30%. W Helsinkach i Lizbonie odsetek mieszkańców wykorzystujących w mobilności publiczny transport zbiorowy wynosi 34%, w Londynie i Paryżu – 36%, a w Wiedniu, który znany jest z wysokiej jakości tych usług, aż 39% ruchu miejskiego obsługuje publiczny transport zbiorowy. W Madrycie ten odsetek to 42%, w Pradze 43%. Warszawa wśród stolic europejskich plasuje się jeszcze wyżej w tym zestawieniu. Tutaj aż 47% mieszkańców korzysta z publicznego transportu zbiorowego³².

Rozwój elektromobilności jest ważnym zagadnieniem z punktu widzenia rozwoju publicznego transportu zbiorowego. Inwestowanie w nowe autobusy elektryczne to trend światowy. Rozwój elektromobilności jest odpowiedzią na potrzebę uniezależnienia się od paliw ropopochodnych i redukcję emisji bezpośrednich z pojazdów, czego efektem może być poprawa jakości powietrza na danym obszarze. Unia Europejska stawia na koncepcję zrównoważonego rozwoju, której elementem jest gospodarka niskoemisyjna. Dla Polski jest to ważne zarówno z powodów środowiskowych, jak i bezpieczeństwa energetycznego. Ponadto należy wskazać, że Polska jest krajem stanowiącym czołówkę elektromobilności zbiorowej pod względem liczby wyprodukowanych i wyeksportowanych autobusów elektrycznych. Publiczny transport zbiorowy oparty na elektromobilności pozwala na osiągnięcie określonych korzyści środowiskowych i eksploatacyjnych, do których zalicza się: brak emisji zanieczyszczeń w miejscu użytkowania autobusów elektrycznych, możliwość tworzenia Stref Czystego Transportu, poprawę komfortu podróżowania, obniżenie emisji hałasu oraz zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych tego typu środków transportu.

³⁰ Ibidem.

³¹ W. Drożdż, P. Szczerba, D. Kruszyński, *Issues Related to the Development of Electromobility from the Point of View of Polish Utilities*, „Polityka Energetyczna” 2020, nr 23, s. 52.

³² Ł. Czernicki, M. Maj, M. Miniszewski, *Jak wspierać elektromobilność?*, Wydawnictwo Polski Instytut Ekonomiczny, Warszawa 2019, s. 40.

W chwili obecnej nie ma odwrotu od rozwoju transportu miejskiego opartego na pojazdach niskoemisyjnych. Wdrażanie innowacyjnych rozwiązań, w aspekcie elektryfikacji taboru miejskiego, ma na celu poprawę jakości życia mieszkańców poprzez niwelowanie kosztów zewnętrznych transportu, tj. hałasu czy zanieczyszczania środowiska.

Elektromobilność zapewnia kompromis między trzema składowymi, którymi są wyzwania: ekonomiczne, społeczne i ekologiczne³³. Zrównoważony miejski system publicznego transportu zbiorowego można określić jako sposób przemieszczania się, a jego głównym zadaniem jest zaspokojenie potrzeb mieszkańców miast związanych z transportem w sposób, który³⁴:

- nie zagraża zdrowiu ludzi oraz środowisku,
- wykorzystuje odnawialne źródła energii,
- jest przystępny pod względem ekonomicznym dla mieszkańców miasta,
- zmierza do ograniczenia emisji szkodliwych gazów,
- pozwala funkcjonować efektywnie, podtrzymując gospodarkę i rozwój regionalny,
- nie powoduje zatłoczenia ulic.

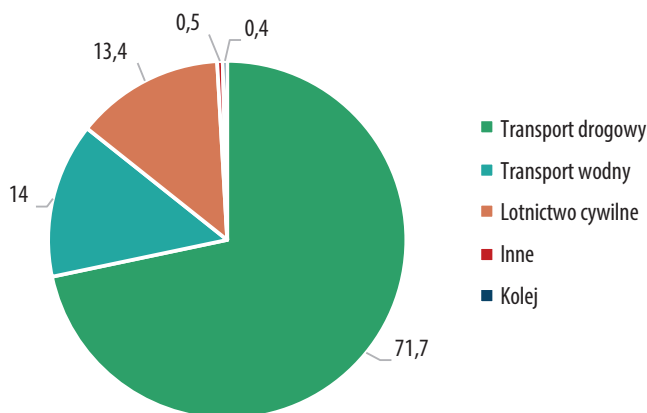
Elektromobilność niesie za sobą poważne narzędzia (społeczne, gospodarcze, przestrzenne i środowiskowe), jest więc kluczowym czynnikiem wobec zjawiska zrównoważenia społeczeństwa i gospodarki. Jest to efekt zastosowanych regulacji prawnych (krajowych i europejskich) oraz coraz bardziej powszechnej proekologicznej praktyki aglomeracji miejskich i włodarzy miast, stosujących działania zachęcające do korzystania z niskoemisyjnych środków transportu. Rodzaj autobusu, który podjedzie na przystanek, nie determinuje decyzji transportowych pasażera. Dopiero całościowy stosunek do usługi transportu miejskiego może decydować o jego wyborach. Muszą więc pojawiać się wobec mieszkańców zachęty i przywileje w ruchu drogowym dla publicznego transportu zbiorowego. Jest to działanie priorytetowe dla miast, prowadzone w ramach realizacji polityk zrównoważonej mobilności i zrównoważonego rozwoju, które ma doprowadzić do zwiększenia wykorzystania ekologicznych form transportu miejskiego wobec transportu indywidualnego.

Niezależnie od eksploatowanego taboru uprzywilejowanie transportu publicznego umożliwia poprawę warunków podróży pasażerów transportu zbiorowego oraz poprawia podział modalny pomiędzy komunikację indywidualną a komunikację

³³ E. Rokicka, W. Woźniak, *W kierunku zrównoważonego rozwoju. Koncepcje, interpretacje, konteksty*, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny UŁ, Katedra Socjologii Ogólnej, 2016, s. 121–122.

³⁴ N. Chamier-Gliszczyński, *Zrównoważony miejski system transportowy*, „Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2011, nr 5, s. 88.

publiczną w kierunku większego wykorzystania transportu zbiorowego³⁵. To z kolei oznacza zmniejszenie liczby indywidualnych środków transportu w codziennym ruchu miejskim, co ma swoje odzwierciedlenie m.in. w mniejszej potrzebie przestrzeni dla infrastruktury samochodowej (drogi, parkingi), oraz zmniejszenie chronicznego zjawiska kongestii na drogach miast. Ruch drogowy jest jednym z czynników, który wpływa na zły stan powietrza w miastach. Nie jest to główna przyczyna smogu, ale w istotny sposób podnosi jego poziom. Stanowi także znaczące źródło innych zanieczyszczeń. W zasadzie cały sektor transportu przez trzy ostatnie dekady, czyli od roku 1990, odnotowywał systematyczny wzrost emisji gazów cieplarnianych, łącznie aż o 33,5%³⁶. Według danych zaprezentowanych przez Parlament Europejski (rys. 8) w 2019 r. udział emisji CO₂ z transportu drogowego wyniósł aż 71,7%.



Rysunek 8. Emisja CO₂ według rodzajów transportu w Unii Europejskiej w 2019 r. [%]

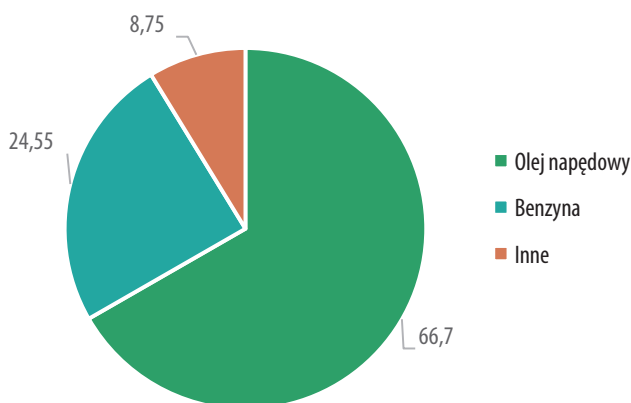
Źródło: opracowanie własne według danych Parlamentu Europejskiego.

Na rosnącą kongestię duży wpływ ma niskie wykorzystanie pojemności samochodu osobowego. W 2018 r. na 1 samochód osobowy przypadało średnio w Europie 1,6 pasażera, co oznacza, że zmiana środka transportu m.in. na zbiorowy transport publiczny może przyczynić się do zmniejszenia emisji (zwiększenie wydajności pojazdów).

Na rysunku 9 przedstawiono rodzaje najczęściej wykorzystywanych paliw w transporcie drogowym w 2019 r.

³⁵ *Take e-bus!*, red. T. Motowidlak et al., Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych, Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej, Warszawa 2019, s. 74.

³⁶ *Emisje CO₂ z samochodów. Fakty i liczby (infografiki)*, Parlament Europejski 2023, https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2019/4/story/20190313STO31218/20190313STO31218_pl.pdf (dostęp: 1.04.2023).



Rysunek 9. Rodzaje paliw wykorzystywanych w transporcie drogowym UE w 2019 r. [%]

Źródło: opracowanie własne według danych Parlamentu Europejskiego.

Analizując dane na rysunku 9, można zauważyć, że najczęściej wykorzystywanym paliwem w transporcie drogowym UE był olej napędowy (66,7%). Na drugim miejscu do zasilania pojazdów wykorzystywano benzynę (24,55%). Pozostałe pojazdy napędzane innym paliwem (8,75%). W tej grupie znalazły się m.in. alternatywne źródła zasilania pojazdów. W transporcie (w tym w transporcie publicznym) istotny jest wzrost udziału pojazdów elektrycznych i hybrydowych, gdyż biorąc pod uwagę ilość CO₂ emitowanego w czasie użytkowania tych pojazdów przy dodatkowym uwzględnieniu rosnącego udziału energii elektrycznej pozyskiwanej ze źródeł odnawialnych w przyszłości, można stwierdzić, że użytkowanie pojazdów elektrycznych powinno stać się jeszcze mniej szkodliwe dla środowiska. Należy dodatkowo podkreślić, że elektromobilność może służyć redukcji CO₂, ponieważ w transporcie miejskim wykorzystuje się przede wszystkim transport drogowy.

Pojazdy transportu drogowego generują dodatkowo hałas – według danych Europejskiej Agencji Środowiska³⁷ ruch drogowy jest najbardziej rozpowszechnionym źródłem hałasu, a ponad 100 mln Europejczyków odczuwa skutki narażenia na szkodliwy poziom hałasu. W przypadku odejścia od motoryzacji indywidualnej na rzecz korzystania z transportu zmniejszy się udział samochodów osobowych w ruchu drogowym, co doprowadzi do zmniejszenia hałasu.

³⁷ Czym jest zanieczyszczenie środowiska? Europejska Agencja Środowiska 2023, <https://www.eea.europa.eu/pl/sygna142y/sygna142y-2020/infografika/czym-jest-zanieczyszczenie-srodowiska/view> (dostęp: 1.04.2023).

Narzędziem zachęcającym mieszkańców obszarów miejskich do korzystania z publicznego transportu zbiorowego wdrożonego w miastach są buspasy³⁸, określane jako wydzielone pasy ruchu jezdni, na których dopuszczony jest wyłącznie ruch autobusów (lub innych wybranych pojazdów, np. taksówek czy pojazdów uprzywilejowanych). Szczególnie duże efekty przynoszą na odcinkach dróg, na których występują zatory w ruchu kołowym³⁹. Należy również wspomnieć o koncepcji Bus Rapid Transit (BRT). Jest to system szybkiego transportu autobusowego, który łączy zalety transportu zbiorowego z wydajnością i szybkością transportu szynowego, przy znacznie niższych kosztach inwestycyjnych⁴⁰. Bus Rapid Transit nie jest tym samym co zwykły buspas, choć oba systemy obejmują wydzielone pasy dla autobusów.

Wydzielenie części jezdni dla autobusów możliwe jest także w ramach torowiska tramwajowego. Szczególnym przypadkiem priorytetu dla transportu autobusowego jest służa autobusowa, która polega na podaniu przedsygnału autobusowi. Umożliwia to zajęcie dowolnego pasa przez autobus na wlocie skrzyżowania przed tym, jak zapełni się on pozostałymi pojazdami⁴¹. Innym rozwiązaniem jest kontrapas autobusowy (pas wydzielony z jezdni w kierunku przeciwnym, który funkcjonuje głównie w godzinach szczytu). Pierwszy kontrapas autobusowy w Polsce otwarto w Gdyni w 2019 r.⁴²

Zaprezentowane powyżej narzędzia mają za zadanie skrócenie czasu przejazdu publicznego transportu zbiorowego, co stanowi zachętę do korzystania z tej formy transportu.

Wysoka jakość życia, traktowana jako najważniejszy czynnik wpływający na rozwój elektromobilności, jest priorytetem oczekiwanym przez mieszkańców, dlatego można uznać, że dążenie do poprawy jakości życia jest istotną przesłanką rozwoju elektromobilności w miejskim transporcie publicznym o wymiarze społecznym.

³⁸ Ibidem.

³⁹ W. Szada-Borzyszkowski, M. Szada-Borzyszkowska, *Usprawnienie trasy autobusu komunikacji miejskiej. Buspas*, „Autobusy. Technika, eksploatacja, systemy transportowe” 2017, t. 18.

⁴⁰ A. Jagiełło, *Rola Bus Rapid Transit w zbiorowym transporcie miejskim*, „Przegląd Komunikacyjny” 2017, t. 2, s. 2–6.

⁴¹ Jak planować sieć linii transportu zbiorowego obsługiwaną autobusami elektrycznymi? Raport Polskiego Stowarzyszenia Paliw Alternatywnych oraz Izby Gospodarczej Komunikacji Miejskiej, Warszawa 2019.

⁴² M. Sielski, *Autobusy jeżdżą już kontrapasem w Gdyni*, <https://www.trojmiasto.pl/wiadomosci/Autobusy-jezdza-juz-kontrbuspasem-w-Gdyni-n140642.html> (dostęp: 12.01.2025).

Dodatkowymi ważnymi przesłankami rozwoju elektryfikacji transportu zbiorowego w miastach są aspekty⁴³:

- a) gospodarcze – związane ze wsparciem krajowego potencjału w budowaniu silnych podmiotów na wszystkich etapach łańcucha wartości w elektromobilności;
- b) ekonomiczne – wynikające z dążenia do racjonalizacji kosztów transportu miejskiego, do których zalicza się⁴⁴:
 - koszty własne produkcji usług transportowych – koszty ponoszone w publicznym transporcie zbiorowym (komunikacji miejskiej) przez organizatorów przewozów i przewoźników,
 - koszty infrastruktury transportowej – koszty budowy i eksploatacji infrastruktury transportowej, które nie są pokryte przez organizatora przewozów oraz dopłaty lokalnych samorządów,
 - koszty zewnętrzne – niepokryte z opłat użytkowników koszty środowiskowe oraz niepokryte koszty wypadków drogowych,
 - koszty czasu – koszty ponoszone przez użytkowników transportu na skutek straty czasu;
- c) transportowe – podporządkowane konieczności poprawy warunków ruchu drogowego;
- d) techniczno-technologiczne – wynikające z możliwości napędzania pojazdów energią elektryczną;
- e) eksploatacyjne – związane z podatnością transportu publicznego na wdrażanie elektromobilności;
- f) ekologiczne – stanowiące wyraz dążenia do ochrony środowiska naturalnego.

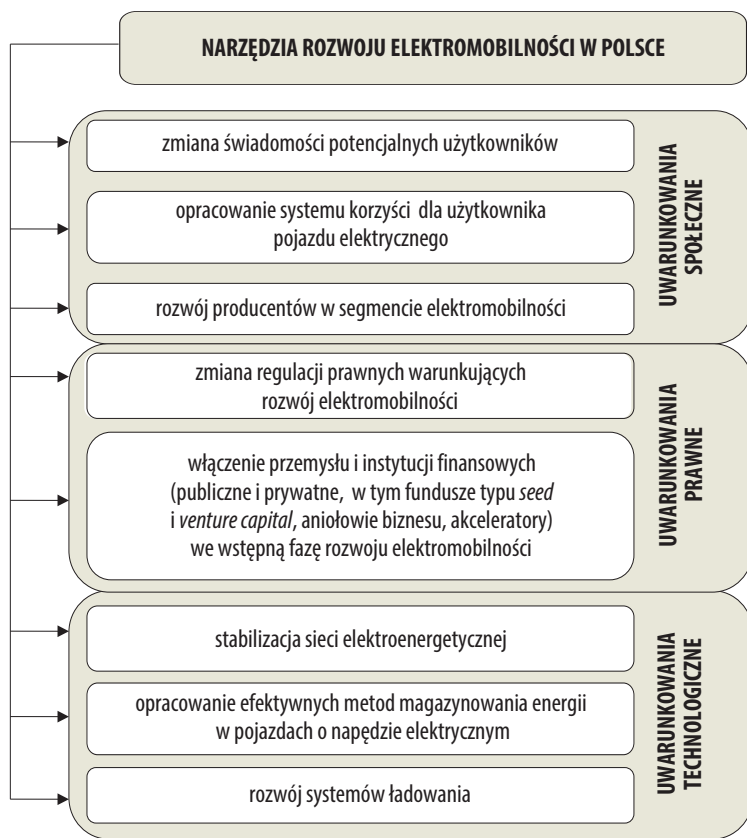
Publiczny transport zbiorowy ma charakter regularny i odbywa się na podstawie rozkładu jazdy wyznaczającego trasę, przystanki i godziny odjazdów, co pozwala przystosować rozmieszczenie punktów ładowania z uwagi na ograniczony zasięg autobusów napędzanych energią elektryczną. Elementem, który wyróżnia autobus, jest brak nagłych potrzeb zmiany trasy bądź nadprogramowego transportu, dlatego właśnie autobusy miejskie mają największą szansę stać się pierwszą całkowicie zelektryfikowaną grupą środków transportu w Polsce⁴⁵.

⁴³ B. Szumska, Ł. Witkowski, *Elektromobilność w transporcie publicznym*, Polski Fundusz Rozwoju, Warszawa 2018, s. 21.

⁴⁴ R. Janecki et al., *Aspekty ekonomiczne procesu wdrażania autobusów elektrycznych w publicznym transporcie zbiorowym*, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej” 2015, t. 108, s. 18.

⁴⁵ *Transport publiczny uruchamia elektromobilność*, <https://www.wnp.pl/logistyka/transport-publiczny-uruchamia-elektromobilnosc,297994.html> (dostęp: 06.12.2019).

Determinantą wpływającą na sukces rozwoju elektromobilności jest obecnie opracowanie ram planowania operacyjnego dla ekosystemu elektromobilności, a następnie stała koordynacja wszystkich działań w ujęciu techniczno-technologicznym, jak również ekonomicznym czy środowiskowym, w zakresie rozwoju sektora elektromobilności i stymulowanie popytu na pojazdy elektryczne⁴⁶. Ponadto kluczowe znaczenie w realizacji tego procesu ma administracja. W celu realizacji Planu Rozwoju Elektromobilności w Polsce należy prowadzić działania w obszarze uwarunkowań społecznych, technologicznych i prawnych, co przedstawiono na rysunku 10.



Rysunek 10. Uwarunkowania rozwoju elektromobilności w Polsce

Źródło: opracowanie własne na podstawie: S. Krawiec, *Rozwój elektromobilności w Polsce. Uwarunkowania, cele i bariery*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” 2017, t. 332.

⁴⁶ Ministerstwo Energii, Plan rozwoju elektromobilności w Polsce „Energia do przyszłości”, Warszawa 2017.

Elektromobilność to zjawisko rozwijające się dynamicznie. Sprzyjające otoczenie polityczne, rozwój technologiczny i infrastruktura ładowania przyniosą korzyści i przyspieszą zmiany w transporcie publicznym. Ważne jest, aby zmiany te odbywały się zgodnie z przyjętą ideą zrównoważonego rozwoju. Zgodność z tą kompleksową koncepcją umożliwi wzrost gospodarczy, spójność społeczną i ochronę środowiska. Rozwiązania mające na celu popularyzację transportu elektrycznego w miastach polegają na wymianie autobusów spalinowych na elektryczne. Powszechniejsze zastosowanie technologii elektrycznej w pojazdach i szerzej w transporcie publicznym może być ważnym elementem transformacji energetyki, sektorów transportu i miast w zrównoważone podmioty – zwłaszcza jeśli opiera się ona w całości lub głównie na energii wytwarzanej ze źródeł odnawialnych, aby zatrzymać zależność od paliw kopalnych i zmniejszyć zanieczyszczenie środowiska.

2.3. Techniczno-eksploatacyjne cechy niskoemisyjnego transportu publicznego

Zadaniem niskoemisyjnego transportu publicznego jest zapobieganie degradacji środowiska. Mieszkańcy obszarów zurbanizowanych znaczną wagę przywiązują do komfortu oraz jakości życia. By móc skonsolidować dwa szeroko rozproszone horyzonty, należy przedstawić badania nad techniczno-eksploatacyjnymi aspektami transportu publicznego, takimi jak eliminacja kongestii. Proekologiczne działania mogą pomóc decydentom i operatorom systemów transportowych aglomeracji miejskich w ocenie stanu usług transportowych publicznego transportu zbiorowego i jego oddziaływania na środowisko naturalne. Niekonwencjonalne podejście do transportu publicznego przyczyni się do eliminacji przestojów i idącego za tym zjawiska kongestii w całym procesie transportowym oraz zwiększy satysfakcję i komfort życia mieszkańców.

Obecnie obserwowana jest tendencja wzrostowa w produkcji autobusów elektrycznych wykorzystujących do napędu silniki elektryczne oraz energię zgromadzoną w bateriach akumulatorowych. W efektywnym wykorzystaniu tego typu technologii napędu znaczące jest odpowiednie zaprojektowanie nie tylko pojazdu, ale również całej infrastruktury, z której przedsiębiorstwa komunikacyjne będą mogły korzystać. W wielu przypadkach obserwuje się nieefektywne wyposażanie autobusów w typy baterii akumulatorowych zapewniających pokonanie całej trasy, gdyż przestoje na przystankach końcowych zapewniające ponowne pełne naładowanie baterii byłyby długie w stosunku do całościowej wykonywanej pracy

przewozowej środka transportu. Zdaniem Arkadiusza Dobrzyckiego, Michała Filipiaka oraz Jarosława Jajczyka⁴⁷ bardziej uzasadnionym ekonomicznie rozwiązaniem jest umożliwienie przewoźnikom komunikacji miejskiej doładowywania baterii podczas postojów na przystankach. W takim przypadku odpowiednio skonfigurowany autobus oraz infrastruktura pozwalają na pracę autobusu praktycznie bez przerw.

Jednym z kryteriów wyboru traktacji przez przedsiębiorstwa przewozowe, oprócz ceny pojazdu oraz ceny paliwa do jego zasilania, jest sposób ładowania/tankowania pojazdu.

Istnieje kilka metod ładowania autobusów elektrycznych⁴⁸:

- a) ładowanie wtykowe (ang. *plug-in*) – inaczej ładowanie przewodowe, do którego może dojść z wykorzystaniem napięcia stałego bądź napięcia przemiennego; w zależności od napięcia ładowania wykorzystuje się specjalne wtyki: na prąd stały, na prąd przemienny oraz tzw. kombinowane, umożliwiające ładowanie zarówno prądem stałym, jak i prądem przemiennym; proces ładowania wiąże się z przestrzeganiem wielu norm, które określają m.in. maksymalny prąd ładowania na poziomie 250 A przy napięciu przemiennym o wartości do maksymalnie 690 V (50–60 Hz) oraz 400 A przy napięciu stałym o wartości do 1500 V; tego typu ładowanie realizowane jest w praktyce z mocą nie większą niż 150 kW (750 V DC, 200 A); należy zwrócić uwagę, że metoda ta wymaga konieczności podłączenia przewodów ładujących do pojazdu, co może stanowić główną przeszkodę w stosowaniu ładowania wtykowego na przystankach; autobusy ładowane tą metodą w większości posiadają duże zestawy akumulatorów i są stosowane na dłuższych trasach;
- b) ładowanie przez pantograf – jest to obecnie najczęściej stosowana metoda zasilania autobusów elektrycznych, zwłaszcza podczas postoju na przystankach, ponieważ nie ma konieczności dodatkowej obsługi przez personel podczas uruchamiania ładowania; gdy autobus zatrzyma się w odpowiednim miejscu, następuje połączenie ze stacją ładującą za pomocą pantografu; samo ładowanie jest stale monitorowane m.in. dzięki komunikacji bezprzewodowej pomiędzy autobusem a stacją ładującą; ładowanie realizowane jest za pomocą napięcia stałego o wartości do 750 V przy natężeniu prądu do 1000 A; w stosowanych rozwiązaniach moc dostępna podczas ładowania wynosi do 500 kW (choć są dostępne ładowarki o mocy nawet do 750 kW); daje to możliwość szybkiego doładowywania baterii

⁴⁷ A. Dobrzycki, M. Filipiak, J. Jajczyk, *Zasilanie układów ładowania akumulatorów autobusów elektrycznych*, „Poznan University of Technology Academic Journals. Electrical Engineering” 2017, nr 92, s. 26.

⁴⁸ Ibidem.

autobusu podczas postoju na przystanku; stosowanie dużych mocy wymaga jednak odpowiedniej infrastruktury energetycznej, która zapewni zasilanie stacji ładującej; przygotowanie i zainstalowanie ładowarki pantografowej jest procesem wysoce kosztowym, dlatego nie zaleca się przenoszenia jej w przypadku zmian tras przejazdów; jedna ładowarka często służy do ładowania kilku autobusów i może być stosowana kompatybilnie do ładowania przewodowego;

- c) ładowanie bezprzewodowe (indukcyjne) – z ładowaniem bezprzewodowym wiąże się obecnie duże nadzieje; niewątpliwym dużym atutem tego typu metody jest możliwość ładowania bez konieczności bezpośredniego połączenia galwanicznego pomiędzy stacją ładującą a obsługiwanym pojazdem; nie występują w tej metodzie styki robocze, które w innych metodach podczas ciągłej eksploatacji ulegają zużyciu; ponadto ważnym czynnikiem jest to, że stacja ładująca nie zakłóca architektury w miejscu jej lokalizacji (np. w obrębie zabytkowej zabudowy), gdyż nie są wymagane żadne instalacje, które byłyby widoczne w obrębie przystanku; stacja ładowania może być zasilana napięciem stałym lub przemiennym; efektywność tego sposobu ładowania jest niższa niż ładowania przewodowego (90 proc. w stosunku do 95 proc.), a koszty całkowite infrastruktury niezbędnej do tego typu ładowania znacznie większe; ładowanie indukcyjne służy do obsługi kilku autobusów o pojemności baterii od średniej do dużej.

Autobusy elektryczne wymagają zmiany warunków serwisowych oraz sposobu ładowania/zasilania. Ważnym elementem jest również konieczność przeszkolenia całej załogi przedsiębiorstwa w obsłudze autobusów. Jednocześnie widoczne jest w Polsce zainteresowanie nowymi technologiami, dlatego miejskie przedsiębiorstwa transportowe sprawdzają, jaki rodzaj napędu będzie dla nich najlepszy. Dodatkowym atutem dla przedsiębiorstw jest wsparcie finansowe dla elektromobilności ze strony instytucji unijnych i rządowych⁴⁹.

W grupie pojazdów niskoemisyjnych ważną rolę zaczynają odgrywać te, które mają napęd wodorowy. Autobus z ogniwem wodorowym ma zalety pojazdu z napędem elektrycznym, ale charakteryzuje się lepszą wydajnością. Pojazdy wodorowe nie wymagają dodatkowej infrastruktury drogowej. Mocne strony ogniw paliwowych koncentrują się na zmniejszeniu emisji spalin, szybkim tankowaniu i dużej odległości, jaką pojazd może pokonać na trasach o różnych warunkach. Jedyny bezpośredni oraz bezemisyjny zamiennik autobusów z silnikiem Diesla i CNG stanowią autobusy elektryczne z ogniwami paliwowymi.

⁴⁹ *Polska na drodze do elektromobilności*, https://www.cire.pl/pliki/1/2018/zdgtor_polska_na_dro-dze_do_elektromobilnosci.pdf (dostęp: 14.01.2025).

Autobusy o napędzie elektrycznym charakteryzują się odmienną niż autobusy z napędem konwencjonalnym specyfiką wynikającą z zastosowanego napędu elektrycznego. Napęd ten cechuje się większym momentem obrotowym i wysoką w porównaniu z silnikiem spalinowym sprawnością, jak również niższymi kosztami operacyjnymi wynikającymi z faktu, iż energia elektryczna jest tańsza⁵⁰ od oleju napędowego oraz bezpośrednio nie jest uzależniona od wahań cen ropy na światowych rynkach⁵¹.

Wartością dodaną zastosowania napędu elektrycznego w publicznym transporcie zbiorowym jest fakt braku emisji szkodliwych substancji w miejscu eksploatacji autobusu elektrycznego, tj. na obszarach śród- i podmiejskich, oraz znacznie mniejsza emisja hałasu w porównaniu z autobusami o napędzie konwencjonalnym⁵².

W tabeli 7 przedstawiono wady i zalety różnych typów autobusów z napędem alternatywnym.

Porównując alternatywne metody zasilania pojazdów, można zauważyć, że autobusy gazowe nie mają zasadniczej zalety, a mianowicie nie są bezemisyjne. Podobnie, dążąc do spełnienia w 2030 r. założeń dotyczących w pełni bezemisyjnej floty, należałoby wykluczyć z dalszych rozważań autobusy hybrydowe, które można uznać za rozwiązanie tymczasowe, gdyż są częściowo bezemisyjne.

Obecnie najlepszym i dostępnym rozwiązaniem są autobusy elektryczne – są bezemisyjne i ciche, a to niewątpliwe zalety dla środowiska oraz społeczeństwa. Dodatkowo, mimo wysokich kosztów zakupu, miasta mogą częściowo dofinansować te inwestycje ze środków unijnych. Wśród głównych barier wymienia się wysokie koszty wymiany baterii. Biorąc pod uwagę przykład Warszawy, okazuje się jednak, że trwałość baterii dla autobusów przegubowych szacowana jest na 13 lat (gwarancja wynosi 7 lat), a w autobusach maxi gwarancja na baterie NMC to 6 lat, podczas gdy gwarancja na baterie LFP to 10 lat. W tym miejscu należy zestawić te liczby ze średnim wiekiem taboru w Warszawie – jest to 6,6 roku⁵³.

⁵⁰ Rozpoczęcie pełnoskalowej wojny w Ukrainie spowodowało skokowy wzrost cen nośników energetycznych, w tym energii elektrycznej. W pewnym zakresie skutki wzrostu są ograniczone dla przedsiębiorstw wykorzystujących autobusy o napędzie elektrycznym przez tarcze rządowe, które zatrzymują wzrost cen energii. Można przypuszczać, że w dłuższym horyzoncie ta prawidłowość niższych cen energii względem ropy naftowej utrzyma się.

⁵¹ B. Zhou et al., *Real-World Performance of Battery Electric Buses and Their Life-Cycle Benefits With Respect to Energy Consumption and Carbon Dioxide Emissions*, „Energy” 2016, t. 96, s. 603–613.

⁵² S. Adheesh, M. Vasisht, S. Ramasesha, *Air-Pollution and Economics. Diesel Bus Versus Electric Bus*, „Current Science” 2016, t. 110, s. 858–862.

⁵³ M. Pokorzyński, *Autobusy elektryczne droższe w eksploatacji niż spalinowe. Mają też kilka wad*, <https://www.auto-swiat.pl/wiadomosci/aktualnosci/warszawa-autobusy-elektryczne-drozsze-w-eksploatacji-niz-spalinowe-nie-sa-tez/017b81t> (dostęp: 12.12.2024).

Tabela 7. Porównanie wad i zalet różnych typów autobusów z napędem alternatywnym

Rodzaj napędu	Zalety	Wady
Gazowy	– niskie koszty paliwa	– konieczny dostęp do sieci gazowej
Elektryczny	– niskie koszty prądu – bezemisyjny – cichy – dofinansowania unijne	– wysokie koszty zakupu (nawet 2,5 razy większe niż autobusów z silnikiem Diesla) – wysokie koszty wymiany baterii – konieczna przebudowa zajezdni oraz rozwój infrastruktury do ładowania – konieczność dopasowania modelu floty autobusowej do potrzeb
Hybrydowy	– niższe koszty paliwa – częściowa bezemisyjność	– wysokie koszty zakupu (nawet 2,5 razy większe niż autobusów z silnikiem Diesla) – wysoki stopień skomplikowania z punktu widzenia technicznego – oszczędności uzależnione od odpowiedniej trasy
Wodorowy	– bezemisyjny – cichy – większy zasięg niż w przypadku autobusów elektrycznych	– wysokie koszty zakupu (nawet 2,5 razy większe niż autobusów z silnikiem Diesla) – brak rozwiniętej infrastruktury w Polsce

Źródło: Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Gnieźnie, https://cms-v1-files.idcom-jst.pl/sites/972/wiadomosci/152687/files/akk_gniezno_projekt_do_konsultacji_spolecznych.pdf (dostęp: 2.04.2023).

Według wskazań Parlamentu Europejskiego w 2025 r. połowa nowych miejskich autobusów powinna korzystać z napędu elektrycznego, a w 2030 r. autobusy elektryczne mają stanowić już 75% zakupów. Do końca 2022 r. na europejskich drogach jeździły 4152 autobusy napędzane energią elektryczną (wzrost o 26% w porównaniu z rokiem 2021)⁵⁴. Udział zarejestrowanych w Europie miejskich autobusów napędzanych paliwami alternatywnymi wynosił w 2022 r. 62,5% (należy uwzględnić w tym zestawieniu dodatkowo autobusy hybrydowe, gazowe i wodorowe)⁵⁵.

⁵⁴ *Electric Bus Market Europe 2022, All the Figures. Guess the Leaders!*, <https://www.sustainable-bus.com/news/electric-bus-market-europe-2022/> (dostęp: 12.12.2024).

⁵⁵ Ibidem.

Polska klasyfikuje się wśród bogatszych i teoretycznie bardziej rozwiniętych krajów, posiadając w swojej flocie na koniec 2022 r. 821 sztuk autobusów elektrycznych. Najwięcej takich pojazdów mają: Zielona Góra, Warszawa, Kraków, Jaworzno, Inowrocław i Szczecinek. Stolica, dzięki zamówieniu 130 elektrycznych autobusów od Solarisa, już w 2020 r. stała się posiadaczem najbardziej zelektryfikowanej sieci komunikacji miejskiej w Polsce.

Główni producenci pojazdów z napędem hybrydowym w Polsce to: Autosan, Solaris i Ursus. Poprzednikiem Solarisa jest powstały w Wielkopolsce w 1996 r. Neoplan Polska, pionier wielu rozwiązań komunikacji miejskiej na polskim rynku⁵⁶. Produkcja obejmuje również trolejbusy i tramwaje. Rok 2006 to powstanie pierwszego seryjnego autobusu hybrydowego Solaris Urbino Hybrid, który konstrukcyjnie należy do rodziny autobusów miejskich Solaris Urbino i jest oparty na III oraz IV generacji modelu napędzanego silnikiem wysokoprężnym Solaris Urbino 18. Warto podkreślić, że autobus ten był pierwszym w Europie seryjnie produkowanym autobusem miejskim z napędem hybrydowym⁵⁷.

Przedsiębiorstwo Solaris, znane w 2009 r. jako Solaris Bus & Coach, zaprezentowało w 2014 r. autobus elektryczny Solaris Urbino. W tym samym roku dostarczyło do Hamburga dwa autobusy elektryczne z ogniwem wodorowym zwiększającym zasięg. W późniejszym czasie zakład zaprezentował nowy Solaris Urbino 12 electric, który otrzymał prestiżowy tytuł Bus of the Year 2017⁵⁸. Cechą charakterystyczną tego pojazdu były znajdujące się na wyposażeniu baterie o pojemności 240 kWh oraz dwa systemy ładowania: z wykorzystaniem pantografu lub poprzez złącze typu plug-in z ładowarki znajdującej się na terenie zajezdni autobusowej.

Obecnie Solaris Bus & Coach jest największym europejskim producentem autobusów elektrycznych – skupia się na sprzedaży produktów na rynki zagraniczne – o czym świadczy fakt, że w 2019 r. polski rynek stanowił jedynie 24% ogólnej sprzedaży przedsiębiorstwa.

Rok 2019 był również przełomowy z uwagi na prezentację autobusu Urbino 12 hydrogen. Autobus zasilany jest ogniwem paliwowym, które produkuje prąd na zasadzie odwróconej elektrolizy. W pojeździe umieszczona jest bateria zasilana przez

⁵⁶ Ł. Walkiewicz, *Elektromobilność w komunikacji miejskiej ma się o wiele lepiej niż na rynku samochodowym*, <https://businessinsider.com.pl/technologie/nowe-technologie/polskie-autobusy-elektryczne-jak-wyglada-rynek-elektromobilnosci/ps7ew6d> (dostęp: 12.12.2024).

⁵⁷ *Specyfikacja techniczna autobusu Solaris Urbino III 18 Hybrid*, <http://www.solaris-club.com/solaris-hybrid.php> (dostęp: 12.12.2024).

⁵⁸ *Solaris Urbino 12 z tytułem „Bus of the Year 2017” dla elektrycznego autobusu*, <https://wgospodarce.pl/informacje/29556-solaris-urbino-12-z-tytułem-bus-of-the-year-2017-dla-elektrycznego-autobusu> (dostęp: 12.12.2024).

ogniwo dzięki rekuperacji. Może być także ładowana z zewnątrz metodą plug-in (rozwiązanie uzupełniające). Nad zwykłym elektrobusem bateryjnym autobus wodorowy ma tę przewagę, że nie wymaga długiego ładowania, a korzysta z większego zasięgu. Minusem jest obecnie słaba dostępność paliwa, czyli wodoru.

Ogniwo wodorowe dostarczane jest przez kanadyjskie przedsiębiorstwo Ballard. Urbino 12 hydrogen to pojazd elektryczny, a energia do jego napędzania powstaje w ogniwie wodorowym podczas hydrolizy wody. Ogniwa paliwowe mają moc 60 kW, (wodór jest w pięciu zbiornikach umieszczonych na dachu autobusu) i umożliwiają przejechanie 350 km. Instalacja jest odpowiednio zabezpieczona przed podwyższoną temperaturą i rozszczelnieniem. W 2020 r. Solaris przedstawił nowy model autobusu – model Solaris Urbino 15 LE. Autobus ten wyposażony został w ogrzewanie hybrydowe oparte na pompie ciepła. Ponadto pojazd posiada rozwiązania z zakresu automatycznych systemów wsparcia kierowcy. Pierwszy egzemplarz trafił do nabywcy w 2022 r.

Kolejnym przedsiębiorstwem produkującym autobusy elektryczne jest Autosan, który w październiku 2019 r. zaprezentował model Sancity 12LFE, posiadający dwa akumulatory po 225 Ah i silnik o mocy 235 kW. W autobusie zaprojektowano 40 miejsc siedzących oraz klimatyzację pokładową. Ładowanie może odbywać się z wykorzystaniem zarówno prądu stałego, jak i zmiennego. Pierwsze elektrobusesy zostały wyprodukowane w 2021 r. i trafiły do Częstochowy⁵⁹.

2.4. Bariery wdrażania niskoemisyjnego transportu publicznego w miastach

Jak wynika z weryfikacji uwarunkowań prawno-politycznych, często stają się one barierą we wdrażaniu niskoemisyjnego transportu publicznego w miastach poprzez określenie możliwych ram dotyczących tego, czy, w jaki sposób i na jakich liniach można implementować niskoemisyjny transport publiczny.

Do barier szerokiego wykorzystania autobusów o napędzie elektrycznym należy zaliczyć relatywnie wysoką cenę, konieczność zapewnienia infrastruktury uzupełniania energii oraz niestabilność cen energii. W przezwyciężaniu tych utrudnień ważna jest

⁵⁹ M. Chmiel, *Autosan wyprodukował swoje pierwsze autobusy elektryczne. Na razie będą jeździć po ulicach Częstochowy*, <https://rzeszow.wyborcza.pl/rzeszow/7,34962,26987107,autosan-wyprodukowal-woje-pierwsze-autobusy-elektryczne-na.html> (dostęp: 12.12.2024).

rola władz rządowych i samorządowych, mogących kształtować racjonalny system polityki transportowej miast.

Do głównych barier zalicza się również ustawodawstwo, które może ograniczać funkcjonowanie niskoemisyjnych rozwiązań transportowych, zezwalając jedynie na ich implementację wyłącznie w granicach jednej gminy. Jak określa Stanisław Krawiec⁶⁰, brak przekonania o stabilności przyszłej polityki państwa i/lub Unii Europejskiej w tym zakresie może stanowić decydującą barierę oraz brak możliwości dalszych planów rozwoju w tym zakresie.

Aspekty instytucjonalne mogą stanowić również kolejną grupę barier w realizacji i eksploatacji niskoemisyjnych rozwiązań transportowych, przy czym, jak wskazuje Magdalena Majewska⁶¹, określenie „instytucja” należy interpretować bardzo szeroko. Instytucje w tym zakresie mogą obejmować zarówno jednostki stowarzyszeniowe, jak i podmioty prawne czy prywatne. Wszystkie zaangażowane w procesie wdrażania niskoemisyjnego transportu publicznego instytucje i związani z nimi interesariusze są niezwykle ważnym czynnikiem branym pod uwagę podczas planowania, realizacji oraz eksploatacji niskoemisyjnych rozwiązań transportowych. Należy ponadto wskazać, że nie tylko zaangażowanie interesariuszy, lecz także ich aktywny udział, know-how (wiedza i doświadczenie odnośnie do działania usług transportowych) oraz odpowiednia dystrybucja odpowiedzialności są wymagane do pomyślnego zarządzania tego typu niskoemisyjnymi rozwiązaniami transportowymi.

Podczas wdrażania niskoemisyjnego systemu transportu publicznego w miastach, zwłaszcza naruszających istniejące *status quo* (dotyczące obecnego, niezmiennego stanu rzeczy), pojawia się również wśród społeczeństwa naturalny potencjał sprzecznych oczekiwań, oporu oraz opozycji z powodu konfliktu interesów czy poglądów zaangażowanych stron. Ostatecznie za proces transformacji odpowiedzialni są ludzie, a ponadto z powodu ich nastawienia i relacji powstaje większość potencjalnych barier.

Inną grupę barier tworzą te, które mają charakter ekonomiczny. Podstawową jest cena autobusu o napędzie elektrycznym, która stanowi dwu- lub trzykrotność wartości autobusu z napędem konwencjonalnym, wyposażonego w silnik spalinowy Diesla, który spełnia normę Euro 6 emisji szkodliwych substancji. Znaczącym kosztem, który musi ponieść przedsiębiorstwo komunikacji miejskiej, jest również wysoka cena baterii

⁶⁰ R. Janecki et al., *Aspekty ekonomiczne...*, op. cit., s. 21.

⁶¹ M. Majewska, *European Union Transportation Policy – From the Treaty of Maastricht up to now*, „*Studia Juridica Et Politica Jaurinensis*” 2014, s. 77.

akumulatorowych, które mają ograniczoną możliwość eksploatacji. Należy pamiętać, że sprawność baterii maleje z przebiegiem (wiekiem) autobusu. W praktyce może to oznaczać, że kilkuletni autobus będzie przejeżdżał o wiele krótszy dystans niż nowy. Ponadto duży wpływ mają czynniki zewnętrzne (niska/wysoka temperatura). Dodatkowy koszt stanowi wymiana baterii akumulatorowych po okresie przewidzianym przez producenta do użytkowania autobusu, który jest ponaddwukrotnie niższy niż zdolność eksploatacyjna całego autobusu, a dodatkowo jest silnie zależny od trybu użytkowania⁶².

Kolejnym wyzwaniem jest konieczność dostosowania istniejącej infrastruktury do specyfiki nowoczesnych technologii napędowych, co obejmuje budowę stacji ładowania, modernizację zajezdni oraz wdrażanie inteligentnych systemów zarządzania energią. Warto również uwzględnić kwestie związane z cyklem życia pojazdów elektrycznych, takie jak koszty utylizacji zużytych baterii oraz potrzeba ich regularnej wymiany, co może wpływać na długoterminową opłacalność inwestycji.

Nie bez znaczenia pozostają także czynniki organizacyjne i operacyjne, które obejmują szkolenie personelu, dostosowanie rozkładów jazdy do specyficznych parametrów technicznych autobusów elektrycznych (np. zasięg, czas ładowania) oraz zapewnienie niezawodności usług w warunkach intensywnej eksploatacji. Ponadto decydujące staje się uwzględnienie aspektów środowiskowych, takich jak rzeczywisty ślad węglowy produkcji energii wykorzystywanej do ładowania pojazdów oraz możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w celu minimalizacji negatywnego wpływu na środowisko.

W kontekście ekonomicznym istotnym aspektem jest również analiza dostępnych źródeł finansowania, takich jak fundusze unijne, programy rządowe czy partnerstwa publiczno-prywatne, które mogą znacząco zmniejszyć obciążenie budżetów miejskich i przyspieszyć proces transformacji floty. Warto podkreślić, że wybór odpowiedniego modelu finansowania i stopniowe wdrażanie pojazdów niskoemisyjnych pozwalają na optymalne rozłożenie kosztów w czasie oraz maksymalizację korzyści dla mieszkańców, które wynikają z poprawy jakości powietrza i komfortu podróży.

Modele ekonomiczne i metody wyboru rodzaju napędu autobusu wskazują, iż największymi problemami wdrażania niskoemisyjnych środków transportu publicznego w miastach są przede wszystkim bariery związane z kosztami wdrożenia

⁶² G. Janecki et al., op. cit., s. 15–23.

niskoemisyjnej floty oraz kosztami jej późniejszej eksploatacji. W tym przypadku ważnym aspektem jest relacja między nakładami i generowanymi przez nie efektami zastosowania w eksploatacji napędu elektrycznego w autobusach publicznego transportu zbiorowego⁶³.

Koszty całkowite wariantu wyboru napędu (KCW) określa zależność:

$$KCW = KA_d + KO_d + KI_d - PL_d \text{ [PLN, EUR]}$$

gdzie:

KA_d – wartość bieżąca kosztów zakupu autobusu wykorzystywanego do wykonywania przewozów w danym wariantie przewozów,

KO_d – wartość bieżąca kosztów operacyjnych,

KI_d – wartość bieżąca kosztów infrastruktury związanej z ładowaniem lub wymianą baterii napędowej autobusów elektrycznych,

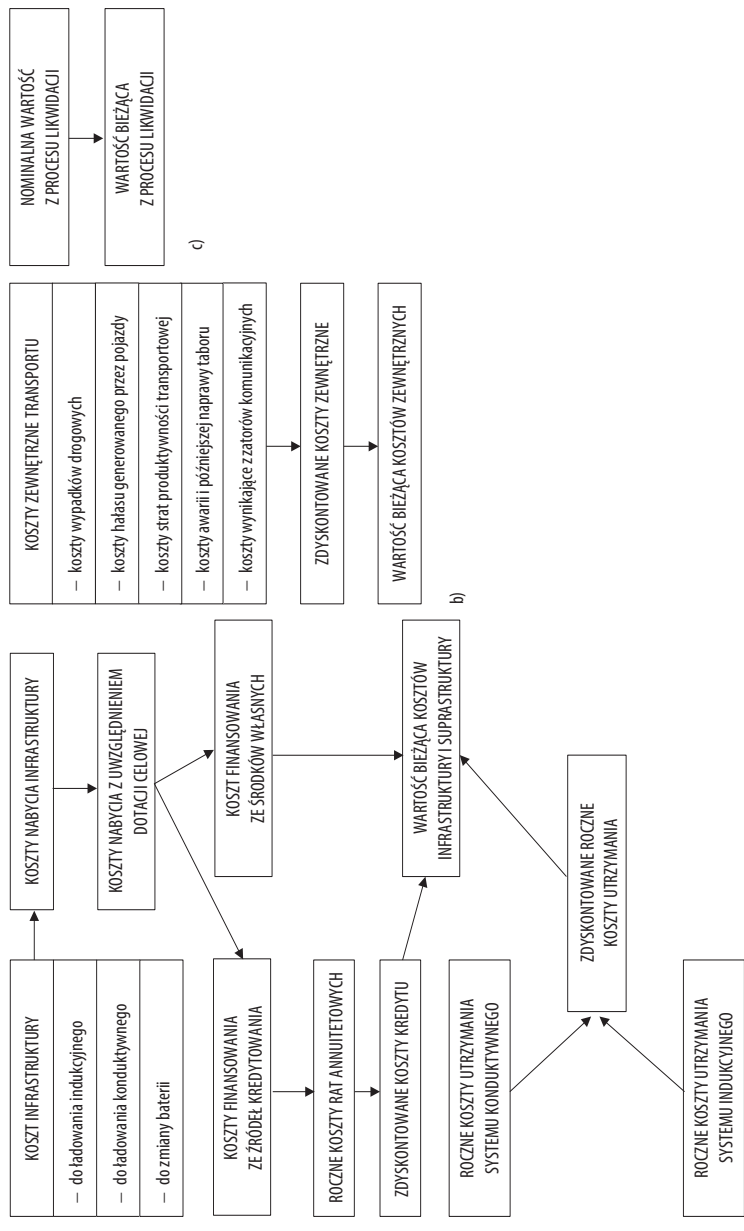
PL_d – wartość bieżąca przychodu z likwidacji autobusu po zakończeniu jego eksploatacji.

Na rysunku 11 została przedstawiona struktura kosztów w submodelu ekonomicznym. W strukturze kosztów uwzględniona została: wartość bieżąca kosztów infrastruktury, wartość bieżąca kosztów zewnętrznych, wartość bieżąca z procesu likwidacji.

Dodatkową barierą, która ogranicza rozwój wdrażania napędu elektrycznego zarówno w przemyśle motoryzacyjnym, jak i w sektorze publicznego transportu zbiorowego, jest zasadniczo mniejszy zasięg pojazdów elektrycznych w stosunku do pojazdów o napędzie konwencjonalnym. Ten stan rzeczy uwarunkowany jest obecnie niewystarczającym rozwojem technologii baterii akumulatorowych, których aktualne osiągi nie pozwalają na płynne wykonanie całodniowego zadania przewozowego przez autobusy przedsiębiorstw komunikacyjnych kursujące w ramach publicznego transportu zbiorowego. By zaradzić temu problemowi, niezbędne jest cykliczne doładowywanie eksploatowanych podczas kursu baterii akumulatorowych w autobusach elektrycznych, do czego z kolei konieczne jest poniesienie dodatkowego kosztu inwestycyjnego na zakup infrastruktury liniowej oraz punktowej, umożliwiającej uzupełnianie poziomu naładowania baterii akumulatorowych w autobusach elektrycznych⁶⁴.

⁶³ R. Janecki et al., *Aspekty ekonomiczne...*, op. cit., s. 19.

⁶⁴ K. Krawiec, *Proces wprowadzania autobusów elektrycznych do eksploatacji w przedsiębiorstwach komunikacji miejskiej – wybrane zagadnienia*, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport” 2016, t. 112, s. 217–226.



Rysunek 11. Struktura kosztów w submodelu ekonomicznym: a) wartość bieżąca kosztów infrastruktury, b) wartość bieżąca kosztów zewnętrznych, c) wartość bieżąca z procesu likwidacji

Źródło: R. Janecki et al., *Aspekty ekonomiczne procesu wdrażania autobusów elektrycznych w publicznym transporcie zbiorowym*, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej” 2015, t. 108, s. 21.

Fundamentalny, z punktu widzenia możliwości eksploatacji autobusów o napędzie elektrycznym w publicznym transporcie zbiorowym, jest aspekt ich operatywności, czyli ciągłej zdolności środków transportu do pracy, bez przestojów koniecznych do uzupełniania energii akumulatorów. Z analiz Krzysztofa Krawca⁶⁵ wynika, iż przeciętnie pojazd komunikacji miejskiej pokonuje każdego dnia dystans operacyjny od 250 do 350 km, obecnie jednak produkowane pojazdy mają w praktyce zdecydowanie mniejszy zasięg (120–150 km), pomimo nominalnych (katalogowych) zasięgów, które szacowane są na ok. 300 km.

Zasięg autobusu o napędzie elektrycznym warunkują m.in.⁶⁶:

- specyfika danej linii komunikacyjnej (charakterystyka planu i profili linii),
- stopień swobody ruchu,
- liczba zatrzymań w czasie pracy silnika,
- obciążenie autobusu (liczba pasażerów poruszających się badanym środkiem transportu),
- warunki atmosferyczne,
- zużycie energii przez dodatkowe urządzenia będące na wyposażeniu autobusu (np. systemy informacji dla pasażerów czy klimatyzacja).

Mając na uwadze różne aspekty warunkujące zasięg autobusu o napędzie elektrycznym, należy pamiętać również o tym, że nie można trasować autobusów elektrycznych bez uwzględnienia minimalnej rezerwy pojemności baterii akumulatorowych umożliwiającej w każdych warunkach dojechanie do zajezdni autobusowej w celu ponownego doładowania baterii akumulatorowych.

W celu wdrożenia do eksploatacji autobusów o napędzie elektrycznym przedsiębiorstwo komunikacji miejskiej może obrać jedną z trzech strategii organizacyjnych⁶⁷:

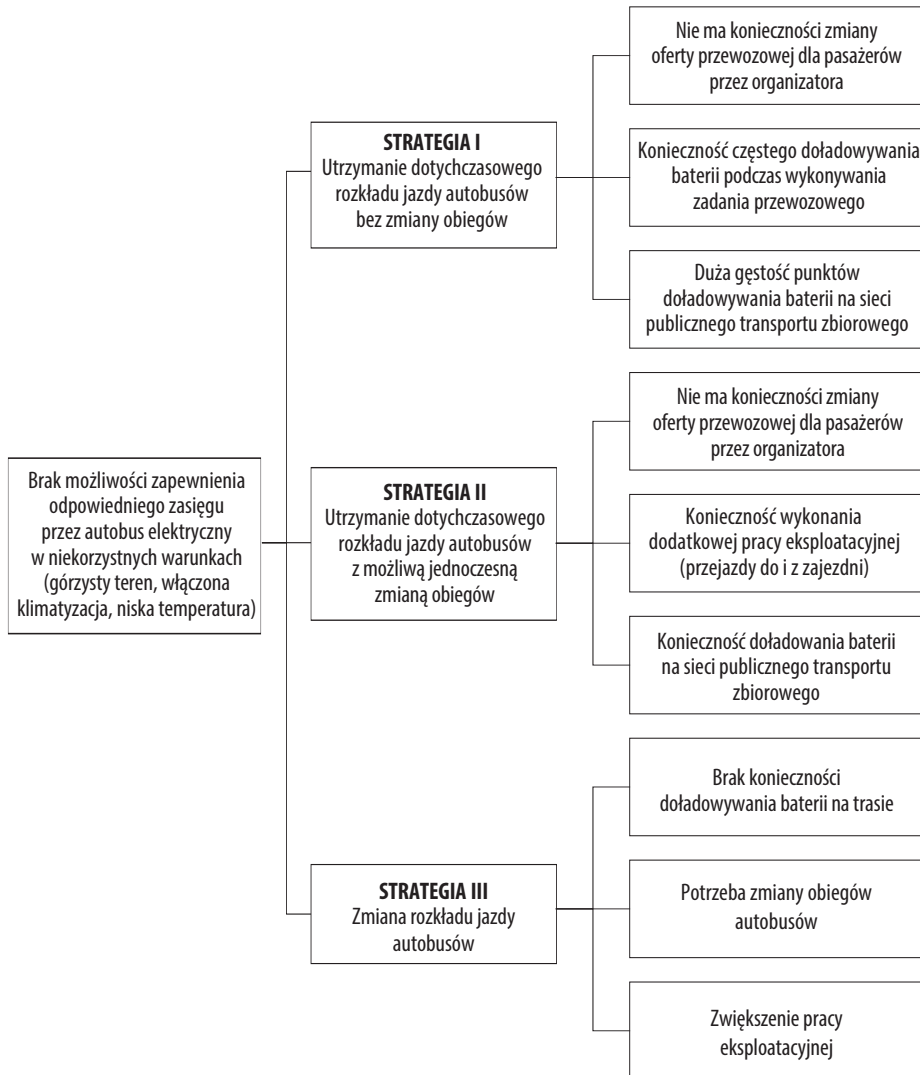
- utrzymać dotychczas obowiązujący rozkład jazdy autobusów, będący ofertą przewozową przedsiębiorstwa, bez zmiany obiegów poszczególnych brygad,
- utrzymać dotychczas obowiązujący rozkład jazdy autobusów, będący ofertą przewozową przedsiębiorstwa, zmieniając obiegi poszczególnych brygad,
- zmienić dotychczas obowiązujący rozkład jazdy będący ofertą przewozową przedsiębiorstwa.

⁶⁵ Ibidem.

⁶⁶ *Take e-bus!...* (dostęp: 4.03.2025).

⁶⁷ K. Krawiec, *Ocena parametrów linii publicznego transportu zbiorowego a możliwość ich obsługi przez autobusy elektryczne*, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport” 2017, t. 118, s. 147.

Obranie każdej z wyżej wymienionych strategii pociąga za sobą konsekwencje organizacyjne, techniczne oraz ekonomiczne dla przedsiębiorstwa komunikacji miejskiej. Graficzną ilustrację tego problemu przedstawiono na rysunku 12.



Rysunek 12. Strategie organizacyjne wdrażania autobusów elektrycznych

Źródło: K. Krawiec: *Proces wprowadzania autobusów elektrycznych do eksploatacji w przedsiębiorstwach komunikacji miejskiej – wybrane zagadnienia*, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport” 2016, t. 112, s. 221.

W zależności od wybranej strategii przedsiębiorstwo komunikacji miejskiej musi podjąć różne działania, aby z powodzeniem wdrożyć autobusy elektryczne na obszarze, na którym świadczy usługi przewozowe. Działania te podejmowane są w sferze organizacyjnej (zmiana obiegów autobusów, zmiana wielkości pracy eksploatacyjnej), handlowej (zmiany rozkładu jazdy), technicznej (stopień skomplikowania obsługi technicznej autobusów oraz infrastruktury doładowującej; kwestie związane z niezawodnością poszczególnych urządzeń) oraz ekonomicznej (koszty związane z budową i eksploatacją dodatkowych punktów ładowania zlokalizowanych poza zajezdnią).

Inne wady autobusów elektrycznych, które mogą stanowić barierę ich wdrożenia, to konieczność posiadania odpowiedniej infrastruktury oraz konieczność dostosowania modelu floty autobusowej do potrzeb. Operatorzy publicznego transportu zbiorowego borykają się z takimi problemami, jak brak energii w akumulatorach czy zmniejszenie zasięgów podczas ujemnych temperatur w sezonie zimowym. W takich sytuacjach, gdy możliwości zostaną niewłaściwie oszacowane, może nawet nastąpić konieczność zastąpienia w trasie autobusu elektrycznego spalinowym⁶⁸.

Działania mające na celu wprowadzenie do eksploatacji autobusów elektrycznych wiążą się z wysiłkiem organizacyjnym przedsiębiorstwa komunikacji miejskiej i zakupem nowej infrastruktury technicznej oraz późniejszą jej eksploatacją. Działania te mają istotny wpływ na wydatki przedsiębiorstwa. Co więcej, struktura wydatków związana z wprowadzeniem do użytkowania floty autobusów elektrycznych różni się w sposób znaczący od struktury wydatków, jakie ponosi przedsiębiorstwo w związku z eksploatacją autobusów konwencjonalnych.

Niezależnie od wcześniej przedstawionych aspektów to przede wszystkim strona gospodarcza i finansowa okazuje się decydującym kryterium podmiotowym sukcesu lub niepowodzenia we wdrażaniu niskoemisyjnego transportu publicznego w miastach. Żadna inwestycja nie może być realizowana bez zagwarantowania niezbędnych środków pieniężnych. Stanowi to szczególną barierę, ale również wyzwanie dla mniejszych gmin i obszarów słabo rozwiniętych strukturalnie.

Oprócz przedstawionych wcześniej kategorii barier mogą pojawiać się również przeszkody dotyczące aspektów techniczno-technologicznych, organizacyjnych, demograficznych, topograficznych, strukturalnych, marketingowych, rozpowszechniania informacji i wiele innych dotyczących realizacji niskoemisyjnych systemów miejskich. Często trudna struktura osadnicza (związana np. z niską gęstością zaludnienia na danym obszarze), która wymaga nawet od elastycznej usługi transportowej

⁶⁸ Ibidem.

bardzo rozważnej organizacji i precyzyjnie opracowanej trasy, staje się barierą, której nie można wyeliminować, czego efektem jest rezygnacja ze zmiany konwencjonalnego na niskoemisyjny tabor autobusowy.

Niedostrzeżenie korzyści płynących z technologii często jest przeszkodą we wdrażaniu e-mobilności. Należy podkreślić, że autobusy elektryczne kosztują dużo więcej niż konwencjonalne autobusy z silnikiem Diesla. Korzyści wynikają ze zmniejszenia emisji spalin i obniżenia kosztów posiadania w dłuższej perspektywie. Ważne kwestie, które władze samorządowe powinny rozważyć w pierwszej kolejności podczas wdrażania niskoemisyjnego transportu publicznego, to skala projektów, ich finansowanie oraz dostęp do gruntów i wybór odpowiedniego modelu zasilania elektrycznego.

Rozdział 3

Obszary wykorzystania transportu niskoemisyjnego w miejskim transporcie publicznym – studia przypadków

3.1. Wybrane aspekty analizy transportu niskoemisyjnego w miastach

Działalność ludzka odgrywa istotną rolę w globalnych zmianach klimatu. Tworzenie się megamiast, w których wzrasta liczba ludności, rozwija się sektor budownictwa, transportu, logistyki oraz przemysł, prowadzi do problemów związanych z powstawaniem gazów cieplarnianych¹. Aby ograniczyć nadmierne powstawanie tych gazów, należy identyfikować największe ich źródła, a następnie je redukować. Wysoki udział w tworzeniu gazów cieplarnianych ma sektor transportu².

Globalne emisje CO₂ związane z energią wzrosły o 0,9% (321 Mt), osiągając w 2022 r. ponad 36,8 Gt (mld ton). Międzynarodowa Agencja Energetyczna podaje, że całkowite emisje z transportu wzrosły o 2,1% (137 Mt), głównie za sprawą wzrostu w gospodarkach rozwiniętych. Należy jednak zauważyć, że emisje byłyby wyższe, gdyby nie przyspieszenie wprowadzania pojazdów niskoemisyjnych. Dodatkowo emisje z ropy naftowej wzrosły o 2,5% (268 Mt) do 11,2 Gt w 2022 r., gdy około połowa wzrostu w porównaniu z rokiem 2021 pochodziła z transportu lotniczego. Wzrost ten wynika z przywrócenia połączeń międzynarodowych po ograniczeniach związanych z pandemią COVID-19³.

¹ S. Dhakal, *GHG Emissions from Urbanization and Opportunities for Urban Carbon Mitigation*, „Current Opinion Environmental Sustainability” 2010, t. 2, s. 277–283.

² W. Liu, B. Qin, *Low-Carbon City Initiatives in China. A Review From the Policy Paradigm Perspective*, „Cities” 2016, t. 51, s. 131–138.

³ Raport Międzynarodowej Agencji Energetycznej 2022, <https://www.iea.org/news/global-co2-emissions-rose-less-than-initially-feared-in-2022-as-clean-energy-growth-offset-much-of-the-impact-of-greater-coal-and-oil-use> (dostęp: 23.05.2023).

Transport niskoemisyjny jest odpowiedzią na pojawiające się wyzwania związane z redukcją emisji oraz oszczędnością zasobów, jest wspólnym celem dla wielu krajów na całym świecie⁴. Przegląd dostępnej literatury zagranicznej dowodzi związku między urbanistyką (przestrzenną strukturą miast) a zachowaniami komunikacyjnymi⁵. Zwarta forma urbanistyczna, efektywne połączenie zagospodarowania terenu i odpowiednia skala zabudowy to główne cechy struktury przestrzennej miast zorientowanej na transport publiczny, który, co do zasady, jest lepszy pod względem wykorzystania zasobów niż motoryzacja indywidualna. Aby poprawić sytuację, można go zamienić na niskoemisyjne środki transportu, które wykorzystują paliwa alternatywne.

Wartościowych informacji na temat rozwoju transportu niskoemisyjnego mogą dostarczyć nam dane statystyczne. Jednym z aspektów analizy może być rodzaj wykorzystywanego paliwa. Należy jednocześnie podkreślić, że flota autobusów niskoemisyjnych w polskich spółkach miejskich transportu publicznego stanowi zdecydowaną mniejszość, mimo że w ostatnich latach systematycznie zwiększa się liczba pojazdów napędzanych paliwami alternatywnymi.

Według danych Głównego Urzędu Statystycznego⁶ na koniec 2021 r. podmioty komunikacji miejskiej posiadały 1894 autobusy na alternatywne paliwo w całej Polsce, co stanowiło 15,4% ogólnej liczby tych pojazdów. Najwięcej z nich użytkowano w województwach: mazowieckim (665 szt.), śląskim (372 szt.), małopolskim (178 szt.) i podkarpackim (177 szt.).

Z analizy przetargów przeprowadzanych przez polskich zarządców komunikacji miejskiej wynika, że niemal wszystkie autobusy kupowane w 2020 r. miały napęd elektryczny lub gazowy⁷. Wyjątkiem są dwuosiove, krótkie autobusy hybrydowe o konwencjonalnym napędzie spalinowym kupowane na potrzeby mniejszych miast.

W ostatnich latach szczególnie rośnie popularność autobusów na gaz CNG oraz autobusów elektrycznych. W pierwszym półroczu 2020 r. po raz pierwszy w historii autobusy na gaz CNG stanowiły ponad 50% wszystkich nowo zarejestrowanych autobusów miejskich.

⁴ Y. Ye et al., *Low-Carbon Transportation Oriented Urban Spatial Structure. Theory, Model and Case Study*, „Sustainability” 2018, t. 10, s. 19.

⁵ D. Banister, S. Watson, C. Wood, *Sustainable Cities. Transport, Energy, and Urban Form*, „Environ. Plan. B Urban Anal. City Sci” 1997, t. 24, s. 125–143.

⁶ GUS, Transport – wyniki działalności w 2021 r., <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/transport-i-laczynosc/transport/transport-wyniki-dzialalnosci-w-2021-roku,9,21.html> (dostęp: 12.01.2023).

⁷ Dane o przetargach za: <https://www.transport-publiczny.pl/watki/rynek-autobusowy.html> (dostęp: 21.03.2021).

W obszarze wykorzystania transportu niskoemisyjnego w miejskim transporcie publicznym w Polsce jednym z najbardziej rozpowszechnionych paliw alternatywnych jest sprężony gaz ziemny (CNG)⁸. Jest to paliwo zawierające ponad 90% metanu, które w postaci sprężonej (CNG) lub skroplonej (LNG) wykorzystuje się w niskoemisyjnych pojazdach, np. komunikacji miejskiej w centrach dużych miast. Używany jest w transporcie publicznym od co najmniej 30 lat⁹. Można zatem stwierdzić, że gaz ten jest sprawdzonym nośnikiem energii o dużym potencjale zastosowania.

LNG, czyli gaz ziemny skraplany w temperaturze -162°C , jako paliwo silnikowe ma podobną charakterystykę użytkową do CNG¹⁰. Jego składowanie i transport wymagają zastosowania kriogenicznych zbiorników zapewniających utrzymanie wymaganej bardzo niskiej temperatury. Zarówno autobusy LNG, jak i CNG charakteryzują się niską emisyjnością, a ich dodatkowym atutem jest zmniejszenie hałasu powstającego w trakcie spalania w silniku.

W Polsce w 2022 r. użytkowanych było około 12 tys. autobusów miejskich, a autobusy zasilane gazem stanowią niewiele ponad 6% całego taboru (tabela 8)¹¹.

Tabela 8. Liczba autobusów napędzanych CNG i LNG w Polsce

Wykaz miast posiadających autobusy gazowe na dzień 31.01.2021 r.			
Lp.	Miasto	Rodzaj gazu	Liczebność taboru
1	2	3	4
1	Bielsko-Biała	CNG	26
2	Częstochowa	CNG	49
3	Gdynia	CNG	32
4	Inowrocław	CNG	5
5	Lubin	CNG	25
6	Mielec	CNG	10
7	Mysłowice	CNG	30
8	Nowy Sącz	CNG	6

⁸ Polski Kongres Paliw Alternatywnych. Raport paliwa alternatywne w komunikacji miejskiej, Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych, IGKM, Raport PKPA 2018, s. 7.

⁹ Ministerstwo Energii, Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych, Projekt, Warszawa 2016.

¹⁰ Gaz ziemny i skroplony gaz ziemny LNG, <https://pgnig.pl/odolanow/produkty/gaz-ziemny-i-skroplony-gaz-ziemny-lng> (dostęp: 13.02.2021).

¹¹ D. Kacprzyk et al., *Raport o gazomobilności w komunikacji miejskiej*, Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej, Warszawa 2021, s. 23.

1	2	3	4
9	Kostrzyn	CNG	4
10	Ostrołęka	CNG	10
11	Przemyśl	CNG	11
12	Radom	CNG	37
13	Rybnik	CNG	9
14	Rzeszów	CNG	102
15	Sanok	CNG	8
16	Słupsk	CNG	16
17	Suwałki	CNG	4
18	Tarnów	CNG	33
19	Toruń	CNG	3
20	Tychy	CNG	135
21	Warszawa	CNG	201
		LNG	35
22	Zamość	CNG	16
23	Zgierz	CNG	10
SUMA			817

Źródło: opracowanie własne na podstawie: D. Kacprzyk, et al., op. cit., s. 23.

Największa liczba autobusów gazowych zarejestrowana jest na terenie województwa mazowieckiego. Na drugim miejscu znajduje się województwo śląskie. Na kolejnym, trzecim miejscu, uplasowało się województwo podkarpackie.

W Polsce w ostatnich 10 latach najwięcej nowych autobusów gazowych sprzedał MAN, tj. 227 sztuk (tabela 10). Na drugim miejscu znalazł się Solaris (138 sztuk), a na trzecim Autosan (71 sztuk). Dużym bodźcem do rozwoju rynku autobusów gazowych, oprócz obniżenia akcyzy na gaz ziemny, była rządowa deklaracja, że autobusy gazowe będą traktowane jako niskoemisyjne, podobnie jak autobusy elektryczne¹². To właśnie dzięki tym deklaracjom tacy przewoźnicy, jak PKS Lubin, PKS Bielsko-Biała, PST Transgór Rybnik, MPK Nowy Sącz, Miasto/PGK Sanok, zdecydowali się zainwestować w autobusy gazowe.

¹² PGNiG obniża ceny gazu CNG i LNG w wyniku wprowadzenia przez rząd zerowej stawki akcyzy, <https://www.pap.pl/centrum-prasowe/510295%2Cpgnig-obniza-ceny-gazu-cng-i-lng-w-wyniku-wprowadzenia-przez-rzad-zerowej> (dostęp: 23.04.2021).

Tabela 9. Ranking województw w Polsce z autobusami o napędzie CNG i LNG

Województwo	Liczba taboru
Mazowieckie	283
Śląskie	249
Podkarpackie	131
Pomorskie	48
Małopolskie	39
Dolnośląskie	25
Lubelskie	16
Łódzkie	10
Kujawsko-Pomorskie	8
Podlaskie	4
Wielkopolskie	4
Lubuskie	0
Opolskie	0
Świętokrzyskie	0
Warmińsko-Mazurskie	0
Zachodniopomorskie	0
SUMA	817

Źródło: opracowanie własne na podstawie: D. Kacprzyk et al., op. cit., s. 23.

Tabela 10. Liczba sprzedanych autobusów gazowych w latach 2010–2020

Lata	Autosan	MMI	Solaris	MAN	Mercedes	Scania	SOR
2010			12	4			
2011				6			
2012				6	7		
2013			9	2	23		
2014			8				
2015				51		5	3
2016							4
2017	1						8
2018	2		19			50	
2019	28	10	56	100			8
2020	40		34	58	9	9	
SUMA	71	10	138	227	39	64	23

Źródło: opracowanie własne na podstawie: D. Kacprzyk et al., op. cit., s. 25.

Podobnie jak w przypadku liczby sprzedanych autobusów gazowych, liderem w produkcji autobusów na polskim rynku jest MAN, który wyprodukował 1920 sztuk autobusów. Na drugim miejscu znalazł się Solaris z wynikiem 1428 sztuk autobusów, a na trzecim miejscu uplasowało się Volvo z wynikiem 1087 sztuk. W 2020 r. w Polsce wyprodukowano łącznie 5232 autobusy¹³.

Tabela 11. Producenci autobusów gazowych z liczbą wyprodukowanego taboru

MARKA Producent	Liczba wyprodukowanego taboru
MAN	1920
Solaris	1428
Volvo	1087
Scania	721
Autosan	76
SUMA	5232

Źródło: opracowanie własne na podstawie: D. Kacprzyk et al., op. cit., s. 28.

Spośród pięciu fabryk, w których produkowane są autobusy w Polsce, aż cztery z nich produkują autobusy z napędem gazowym. Warto dodać, że zdecydowana większość autobusów gazowych wyprodukowanych w Polsce to autobusy miejskie i podmiejskie. Autobusy napędzane gazem CNG zgodnie z Ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych traktowane są jako rozwiązanie niskoemisyjne. W porównaniu z autobusami z napędem konwencjonalnym są ekonomicznie opłacalną alternatywą, ponieważ emitują o ok. 15–20% mniej dwutlenku węgla, a także o 80% mniej tlenków azotu i aż do 99% mniej substancji najbardziej szkodliwych dla ludzi¹⁴.

Drugim ważnym segmentem autobusów niskoemisyjnych jest ten, który związany jest z produkcją autobusów elektrycznych. Odnotował on aż 220 nowych rejestracji. W roku 2022 segment autobusów wykazał spadek rejestracji nowych autobusów o 22%. W tym czasie zarejestrowano 171 pojazdów. Spadek ten jest efektem

¹³ D. Kacprzyk et al., op. cit., s. 27.

¹⁴ *Autobusy gazowe odpowiedzą na problemy smogowe polskich miast*, <https://serwisy.gazeta-prawna.pl/ekologia/artykuly/8122374,autobusy-gazowe-odpowiedzia-na-problemy-smogowe-polskich-miast.html> (dostęp: 22.05.2023).

oddziaływania na rynek czynnika ekonomicznego w postaci kryzysu finansowego w samorządach¹⁵.

Interesujące zjawisko zostało przedstawione w raporcie Polskiego Instytutu Ekonomicznego¹⁶. Okazuje się, że mimo pandemii wywołanej COVID-19 eksport polskich autobusów elektrycznych na rynki Unii Europejskiej zdecydowanie przyspieszył. Jest to bardzo ważne dla Polski, która specjalizuje się w produkcji i eksporcie autobusów elektrycznych na rynek krajowy oraz zagraniczny.

Pozycja Polski w eksporcie autobusów elektrycznych w UE wyraźnie się umocniła – w latach 2017–2021 z polskich fabryk na rynki zagraniczne trafiło 1937 autobusów elektrycznych. Tym samym Polska stała się największym eksporterem autobusów elektrycznych w UE¹⁷. Niewątpliwie czynnikiem determinującym zainteresowanie niskoemisyjnymi oraz bezemisyjnymi (wodorowymi) pojazdami jest polityka klimatyczna UE. Europejski Zielony Ład, którego jednym z filarów jest szybsze przejście na zrównoważoną i inteligentną mobilność, kładzie nacisk na elektromobilność w sferze transportu publicznego.

Paliwa alternatywne charakteryzują się umiarkowanym wpływem na środowisko naturalne, m.in. na jakość powietrza czy wody (niższe zagrożenie skażenia)¹⁸. Jest to dużym atutem pojazdów o napędzie elektrycznym, których silniki wyróżniają się bardzo niskim poziomem hałasu, a przede wszystkim nie emitują szkodliwych gazów.

Obecnie, gdy podejmujemy działania zmierzające do zrównoważonego rozwoju, oprócz autobusów ważną rolę w rozwoju mobilności w miastach mogą też odegrać inne formy transportu. W tym zakresie wartościowe rozwiązanie może stanowić rower miejski. Pozwala ono na ograniczenie kosztów zewnętrznych związanych z mobilnością – w szczególności nie wymaga użycia paliw kopalnych i stanowi odpowiedź na nadmierne zajmowanie przestrzeni publicznej¹⁹. Dodatkowo transport rowerowy

¹⁵ *Licznik elektromobilności. Kolejny rekordowy rok na polskim rynku e-mobility*, <https://pspa.com.pl/2023/informacja/licznik-elektromobilnosci-kolejny-rekordowy-rok-na-polskim-ryнку-e-mobility/> (dostęp: 12.02.2023).

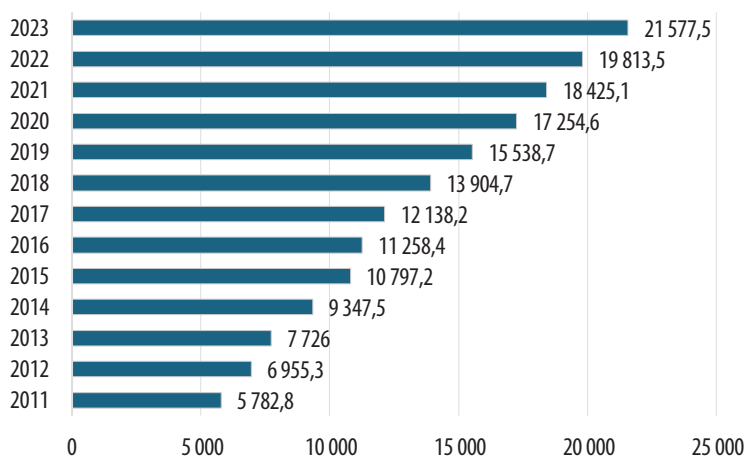
¹⁶ P. Farsewicz, *Polska największym eksporterem autobusów elektrycznych w UE*, <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/polska-najwiekszym-eksporterem-autobusow-elektrycznych-w-ue-67498.html> (dostęp: 12.03.2021).

¹⁷ Ibidem.

¹⁸ *Badanie ocenia wady i zalety alternatywnych technologii paliwowych*, <https://cordis.europa.eu/article/id/28102-study-assesses-pros-and-cons-of-alternative-fuel-technologies/pl> (dostęp: 12.03.2021).

¹⁹ V.R. Vuchic, *Transport for Livable Cities*. Center for Urban Policy Research, Rutgers University, New Brunswick 1999.

ma pewne korzyści dla rowerzystów, m.in. poprawia zdrowie i pozwala oszczędzić środki finansowe. Zapewnia znaczną poprawę jakości życia w mieście oraz lepsze warunki korzystania z miejskich przestrzeni. Należy również zauważyć, że rower miejski pozwala rozładować zjawisko kongestii w miastach, co ma znaczenie z punktu widzenia komfortowego przemieszczania się w godzinach szczytu. Wśród czynników, które mogą zniechęcać do korzystania z rowerów, wymienić należy brak dróg rowerowych i innych przystosowanych przestrzeni, a co za tym idzie brak bezpieczeństwa podczas jazdy. Jazda na rowerze może być również ograniczona w przypadku, gdy użytkownik ma do pokonania dużą odległość oraz porusza się w niesprzyjających warunkach geograficznych i pogodowych²⁰. Z drugiej strony, jeśli państwa inwestują w rozwój infrastruktury rowerowej, może stanowić to czynnik zachęcający do korzystania z tego rodzaju transportu. Na rysunku 13 przedstawiono przyrost długości ścieżek rowerowych w Polsce w latach 2011–2023.



Rysunek 13. Przyrost długości ścieżek rowerowych w Polsce w latach 2011–2023 [km]

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

Jak wynika z rysunku 13, w latach 2011–2023 widoczne było systematyczne rozbudowywanie infrastruktury rowerowej w Polsce, której długość w roku 2023 była niemalże czterokrotnie większa niż w roku 2011 i wyniosła 21 577,5 km.

²⁰ E. Heinen, B. Van Wee, K. Maat, *Commuting by Bicycle. An Overview of the Literature*, „Transport Reviews” 2010, t. 30, s. 59–96.

Stanowi to potwierdzenie zainteresowania władz samorządowych rowerem jako środkiem transportu, który może być alternatywą wobec innych sposobów przemieszczania w mieście, a dodatkowo jest to środek zero- bądź niskoemisyjny, gdyż rowery mogą być tradycyjne – napędzane siłą własnych mięśni, bądź elektryczne – przyjazne dla środowiska, gdyż nie emitują szkodliwych spalin, a także pod względem ekonomicznym są rozwiązaniem znacznie tańszym niż np. samochód osobowy.

Wiele miast na całym świecie, w tym również w Polsce, wprowadziło systemy rowerów publicznych. Jest to usługa polegająca na wypożyczeniu za opłatą rowerów na określony czas. W przypadku systemu stacyjnego umożliwia odbiór i zwrot roweru z różnych stacji na terenie miasta, co pozwala na koordynację z innymi środkami transportu²¹. W Polsce największa wypożyczalnia rowerów publicznych zlokalizowana jest w Warszawie i nosi nazwę Veturilo. Jest to jednocześnie jeden z największych systemów rowerów publicznych w Europie. System składa się z 3315 rowerów (w tym 300 rowerów elektrycznych i 30 tandemów) oraz 308 stacji²². Według pomiarów ruchu drogowego w Warszawie w 2022 r. Veturilo, czyli Warszawski Rower Publiczny, odnotował wśród wszystkich rodzajów rowerów udział w ruchu na poziomie 5,36% (czwarte miejsce). Najbardziej popularny jest rower sportowy. Drugie miejsce zajął rower miejski posiadany na własność, a trzecie zajęli użytkownicy hulajnóg elektrycznych²³.

Należy przy tym wspomnieć o wsparciu transportu rowerowego przez system parkingów dla rowerów *Bike & Ride* (B&R), które powstają tuż przy przystankach transportu zbiorowego. Umożliwia to bezpieczne pozostawienie swojego roweru i kontynuację podróży przy użyciu środków publicznego transportu zbiorowego. Łączenie transportu rowerowego i transportu publicznego może doprowadzić do zwiększenia liczby pasażerów transportu publicznego na określonych liniach, wzmacniając w ten sposób wyniki ekonomiczne tych usług. Ponadto systemy B&R mogą powodować zmiany nawyków komunikacyjnych, ponieważ prowadzą do rozwoju ogólnej konkurencyjności niskoemisyjnych środków transportu w porównaniu z prywatnym samochodem. B&R może odgrywać szczególną rolę w przypadku podróży na pośrednich odległościach, które wykraczają poza standardową odległość możliwą do pokonania

²¹ S. Shaheen et al., *China's Hangzhou Public Bicycle. Transportation Research Record*, „Journal of the Transportation Research Board” 2011, t. 2247, nr 1, s. 33–41.

²² *Na nowo*, <https://veturilo.waw.pl/nanowo/> (dostęp: 15.04.2023).

²³ Raport „Pomiary ruchu drogowego” 2022, Zarząd Dróg Miejskich w Warszawie, <https://um.warszawa.pl/documents/61166/63804565/Raport+pomiary+rowerowe+Warszawa+2022.pdf/98e02904-7937-ac58-3a06-e8b6944cf131?t=1666617330414> (dostęp: 13.04.2023).

pieszo lub rowerem, a jednocześnie są zbyt krótkie dla długich tras pokonywanych publicznym transportem zbiorowym²⁴.

W ramach polityki rozwoju elektromobilności i inicjatyw z zakresu zrównoważonej mobilności i zrównoważonego transportu proponowane są różne rozwiązania mające na celu zachęcenie społeczeństwa do zmiany nawyków transportowych²⁵. Jednym z rozwiązań z dziedziny wspólnych usług mobilności o charakterze niskoemisyjnym są hulajnogi elektryczne, które również mogą stanowić uzupełnienie transportu publicznego, a jednocześnie środek transportu alternatywny i konkurencyjny dla roweru. W lipcu 2021 r. liczba dostępnych e-hulajnóg w Polsce sięgnęła 37,7 tys. pojazdów, czyli 3,5 razy więcej niż na początku sezonu w 2019 r. i jednocześnie dwukrotnie więcej niż dostępna liczba współdzielonych rowerów publicznych. Główne miasta w Polsce, w których znajduje się największa liczba tego typu pojazdów, to Łódź, Lublin, Wrocław, Szczecin, Poznań oraz Katowice. Dodatkowo w sezonie letnim e-hulajnogi cieszą się dużą popularnością w miejscowościach wypoczynkowych, takich jak np. Władysławowo czy Kołobrzeg²⁶. W literaturze przedmiotu można znaleźć informacje na temat wpływu e-hulajnóg na środowisko i wynikającą z tego redukcję emisji CO₂²⁷. Ważnym aspektem użytkowania hulajnóg jest również poprawa poziomu aktywności fizycznej społeczeństwa i zmiana zachowań komunikacyjnych skutkująca rezygnacją z motoryzacji indywidualnej²⁸. Istotny jest również aspekt oddziaływania jazdy hulajnogą na użytkowników, gdyż bezpośrednio wpływa na ich zdrowie. Przy czym uwzględnia się także najważniejsze założenia zrównoważonej mobilności, są to: ta forma podróżowania jest bezpieczna dla użytkowników, poprawia ich jakość życia i nie grozi utratą zdrowia. Wyjątki stanowią sytuacje, gdy hulajnogi są użytkowane niezgodnie z przepisami (np. nadmierna prędkość) lub gdy zostaną porzucone w ogólnodostępnym miejscu, takim jak chodnik (mogą stworzyć zagrożenie np. dla osób niewidomych).

²⁴ K. Martens, *Promoting bike-and-ride: The Dutch experience*, „Transportation Research Part A. Policy and Practice” 2007, t. 41, s. 326–338.

²⁵ B.J. Doody et al., *Entering, Enduring and Exiting. The Durability of Shared Mobility Arrangements and Habits*, „Mobilities” 2021, t. 17, nr 4, s. 484–500.

²⁶ *E-hulajnogi – sharing – Polska. Drugi kwartał 2021 roku*, https://smartride.pl/Strefa_Danych/e-hulajnogi-sharing-polska-drugi-kwartal-2021-roku/ (dostęp: 11.04.2023).

²⁷ L. Gebhardt et al., *Can Shared E-Scooters Reduce CO₂ Emissions by Substituting Car Trips in Germany?*, „Transportation Research Part D. Transport and Environment” 2022, t. 109, s. 103328.

²⁸ R.L. Sanders, V. da Silva Brum-Bastos, T.A. Nelson, *Insights from a Pilot Investigating the Impacts of Shared E-Scooter Use on Physical Activity Using a Single-Case Design Methodology*, „Journal Transport & Health” 2022, t. 25, s. 101379.

Innym współdzielonym sposobem przemieszczania się jest *car-sharing*, czyli system wspólnego użytkowania samochodów. Usługi *car-sharingu* to systemy, które umożliwiają wynajem samochodu na krótki okres za pośrednictwem strony internetowej lub aplikacji mobilnej. Rozwiązanie to może mieć charakter niskoemisyjny w przypadku korzystania z floty pojazdów elektrycznych. Wpływ na rozwój *car-sharingu* mają kwestie takie, jak np.²⁹:

- a) ekologia (wprowadzenie różnego rodzaju opłat środowiskowych za wjazd do miast lub określonych stref miejskich dla użytkowników pojazdów indywidualnych, opłat parkingowych oraz rozwój elektromobilności);
- b) infrastruktura (tworzenie buspasów, które również mogą być dostępne dla *car-sharingu*, miejsc parkingowych dla pojazdów elektrycznych, liczba parkingów *Park & Ride*, struktura sieci ulic miejskich, w tym przywileje dla pojazdów udostępnianych w ramach systemu *car-sharing* oraz jakość i liczba środków transportu publicznego).

Wpływająca na rozwój systemów *car-sharingu* liczba parkingów *P&R* jest niezwykle istotna z punktu widzenia promowania zrównoważonej mobilności i zrównoważonego transportu, ponieważ parkingi *P&R* to obiekty, w których można niedrogo zaparkować samochód prywatny i skorzystać publicznego transportu zbiorowego, aby dotrzeć do celu podróży. Można również wybrać alternatywne, prozdrowotne sposoby przemieszczania się, takie jak rowery miejskie, hulajnogi elektryczne czy podróże piesze.

Podsumowując rozważania, należy zauważyć, że publiczny transport niskoemisyjny w Polsce bazuje na autobusach gazowych i elektrycznych, a autobusy na alternatywne paliwo stanowią 15,4% ogólnej liczby tych pojazdów. Uzupełnieniem systemu transportu publicznego o charakterze niskoemisyjnym w miastach może być rower publiczny, zainteresowanie którym wzrasta m.in. dzięki rozwojowi długości ścieżek rowerowych. Należy przy tym wspomnieć o istniejących w Polsce systemach rowerów publicznych i wsparciu transportu rowerowego przez system parkingów dla rowerów *Bike & Ride*, które powstają tuż przy przystankach transportu zbiorowego. Dodatkowym atutem tego rozwiązania jest możliwość łączenia podróży z zastosowaniem różnych środków transportu. System transportu w mieście wspierany jest dodatkowo poprzez e-hulajnogi i usługę *car-sharingu*.

²⁹ K. Turoń, *Car-Sharing Systems in Smart Cities. A Review of the Most Important Issues Related to the Functioning of the Systems in Light of the Scientific Research*, „Smart Cities” 2023, t. 6(2), s. 796–808.

3.2. *Best practices* wykorzystania transportu niskoemisyjnego w świetle doświadczeń polskich

Pierwszym miastem w Polsce, w którym zaczęła funkcjonować regularna linia obsługiwana autobusami elektrycznymi oraz została otwarta stacja do ładowania autobusów przez pantograf, był Kraków. Od 29 kwietnia 2014 r. autobusy, które wyjechały z placu przy Barbakanie, do dziś wożą pasażerów z Dworca Głównego Zachód do Prądnika Białego na trasie linii nr 154³⁰. To również w Krakowie pojawił się pierwszy przegubowy autobus elektryczny³¹.

Kraków, który postrzegany jest jako najbardziej zanieczyszczone miasto na świecie, poszukuje rozwiązań w transporcie zarówno spełniających normy środowiskowe, jak i pozwalających rozwijać komunikację zbiorową przy jednoczesnym ograniczaniu motoryzacji indywidualnej³². Dlatego też wprowadzanie do floty pojazdów komunikacji miejskiej autobusów elektrycznych uznawane jest za element polityki strategicznej Krakowa w zakresie gospodarki niskoemisyjnej i ograniczenia zanieczyszczenia powietrza, którego źródłem jest transport miejski³³. Od 2014 r. miasto testowało autobusy z napędem elektrycznym w ruchu miejskim. Były to autobusy dzierżawione od polskich i zagranicznych producentów, tj. od firmy Solaris Bus & Coach S.A., BYD Auto i Rampini Carlo S.p.A.³⁴ Testy wykazały, że elektrobuses przynoszą przewoźnikowi duże (czterokrotne) oszczędności finansowe. Doświadczenia o charakterze ekonomicznym pokazują, że na przejechanie przez autobus z napędem Diesla miliona kilometrów Miejski Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Krakowie (MPK) wydawało średnio 1327,21 tys. zł, podczas gdy na energię elektryczną potrzebną do przejechania tego dystansu przez elektrobuses 335,2 tys. zł. Efektem testów było rozpiśnięcie przetargu najpierw na kilka, a potem na kolejne autobusy elektryczne.

³⁰ Uchwała nr 578/XIV/2014 Rady Dzielnicy IV Prądnik Biały z dnia 14 stycznia 2014 r. w sprawie zmian w komunikacji miejskiej na terenie Dzielnicy IV. <http://metropoliakrakowska.pl/sektory/transport-i-mobilnosc/tabor> (dostęp: 13.03.2021).

³¹ Ibidem.

³² J. Rybski, *Kraków jest najbardziej zanieczyszczonym miastem na świecie*, <https://www.national-geographic.pl/artukul/krakow-jest-najbardziej-zanieczyszczonym-miastem-na-swiecie-211215040040> (dostęp: 2.01.2023).

³³ *Pasażerowie komunikacji miejskiej w Krakowie jeżdżą nowymi wygodnymi autobusami niskoemisyjnymi*, https://ec.europa.eu/regional_policy/pl/projects/Poland/krakow-commuters-enjoy-comfort-of-new-low-emission-bus-fleet (dostęp: 13.03.2021).

³⁴ *Kraków inwestuje w niskoemisyjny transport. Kupi autobusy hybrydowe*, <https://www.portal-samorzadowy.pl/ochrona-srodowiska/krakow-inwestuje-w-niskoemisyjny-transport-kupi-autobusy-hybrydowe,75747.html> (dostęp: 14.03.2021).

Już w 2016 r. na ulicach Krakowa pojawił się autobus elektryczny marki Solaris Urbino 12 electric (wcześniej był to pojazd testowy producenta). Pół roku później dostarczono cztery pojazdy marki Solaris Midi Urbino 8,9 electric, a kolejny Solaris Urbino 12 electric w styczniu 2017 r.³⁵

W 2017 r. flota elektrobusów w Krakowie powiększyła się o 17 pojazdów marki Solaris Urbino 12 electric (koszt dostawy: 34,8 mln zł netto) i 3 przegubowe pojazdy marki Solaris Urbino 18 electric (koszt dostawy: prawie 8 mln zł netto)³⁶.

W Krakowie w 2019 r. flota autobusów komunikacji miejskiej składała się z 26 autobusów z napędem elektrycznym. Wszystkie pojazdy zostały wyprodukowane przez Solaris Bus & Coach S.A. Były to³⁷:

- 3 autobusy przegubowe Urbino 18 electric,
- 19 autobusów klasy Maxi Solaris Urbino 12 electric,
- 4 autobusy klasy Midi Urbino 8,9 electric.

W tamtym okresie po mieście Kraków poruszało się 567 autobusów, zatem autobusy z napędem elektrycznym stanowiły jedynie 4,6% taboru³⁸.

Znaczne środki finansowe na zakup autobusów elektrycznych pozyskane zostały z funduszy unijnych. Ponad 115,7 mln zł pochodziło z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Małopolskiego na lata 2014–2020, a pozostała kwota została pokryta ze środków MPK Kraków. Łącznie na inwestycje w zakresie rozwoju infrastruktury przeznaczono 167,4 mln zł.

Rozwój transportu niskoemisyjnego w Krakowie ma swoje odzwierciedlenie w dokumentach strategicznych. Dla przykładu, dokument w postaci Strategii Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych zakłada wdrożenie zasad koncepcji zrównoważonego rozwoju transportu. Jednym z celów przyjętych w strategii jest przejście na tabor niskoemisyjny na obszarze aglomeracji krakowskiej. Strategia opiera się na planach opracowanych na szczeblu województwa małopolskiego i Gminy Miejskiej Kraków, które uwzględniają podjęcie działań podążających w kierunku redukcji zanieczyszczenia powietrza. Mają one swoje źródło w dokumentach takich, jak:

³⁵ *Autobusy elektryczne*, <https://www.mpk.krakow.pl/pl/tabor/autobusy-elektryczne/> (dostęp: 14.03.2021).

³⁶ *Nowoczesne polskie autobusy w kolejnym samorządzie*, <https://wgospodarce.pl/informacje/29464-nowoczesne-polskie-autobusy-w-kolejnym-samorzadzcie> (dostęp: 14.03.2021).

³⁷ *Kolejne elektryczne Solarisy już wkrótce w Krakowie*, <https://www.solarisbus.com/pl/biuro-prasowe-solaris-bus-coach-sp-z-o-o/kolejne-elektryczne-solarisy-juz-wkrotce-w-krakowie-1795> (dostęp: 2.03.2023).

³⁸ *Autobusy elektryczne naładują baterie w centrum miasta*, <http://www.mpk.krakow.pl/pl/aktualnosci/news,3474,autobusy-elektryczne-naladuja-baterie-w-centrum-miasta.html> (dostęp: 21.04.2021).

- a) Program ochrony powietrza dla województwa małopolskiego;
- b) Plan gospodarki niskoemisyjnej dla Gminy Miejskiej Kraków.

Elektrobusy w Krakowie można spotkać m.in. na liniach nr 169 oraz 154, które charakteryzują się płaskim profilem topograficznym, przebiegającym w centrum miasta³⁹. Średnia prędkość autobusów na wymienionych liniach wynosi od 18,4 km/h do 20,1 km/h. Charakterystyka poszczególnych linii przedstawia się następująco:

- linia nr 169: obsługiwana przez autobusy 12-metrowe, długość linii wynosi 14,2 km. W godzinach kursowania każdy z tych autobusów pokonuje średnio 114 km,
- linia nr 154: obsługiwana przez autobusy 9-metrowe, długość linii wynosi 5,6 km. Każdy z tych autobusów pokonuje dziennie średnio 153 km⁴⁰.

Tabela 12. Specyfikacja linii obsługiwanych przez autobusy elektryczne w Krakowie

Numer linii	154	169	124
Typologia linii	Centrum miasta	Centrum miasta	Centrum miasta
Topografia linii	Trasa płaska	Trasa płaska	Trasa płaska
Długość linii	5,6 km	14,2 km	9 km
Średnia odległość między przystankami	0,55 km	0,52 km	0,55 km
Średnia prędkość	20,1 km/h	19,7 km/h	18,4 km/h
Godziny kursowania	4:21–23:50	4:18–23:59	4:40–23:45
Dzienny dystans	153,5 km	114,3 km	528,2 km

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Take e-bus!*, red. T. Motowidlak et al., Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych, Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej, Warszawa 2019, s. 50.

Nieodłącznym elementem rozwoju floty autobusów elektrycznych jest rozbudowa niezbędnej infrastruktury do ładowania pojazdów. W Krakowie wybrano mieszany model ładowania elektrobusów. Korzystają one z 28 ładowarek w wybudowanej zajezdni Wola Duchacka, ale również mogą być ładowane za pomocą pantografów z ośmiu stacji szybkiego ładowania zlokalizowanych na krańcach linii. Ważnym elementem infrastruktury, który został zlokalizowany w zajezdni w Nowej Hucie, jest stacja

³⁹ 20 niskopodłogowych autobusów elektrycznych dla mieszkańców Krakowa, <https://www.mpk.krakow.pl/aktualnosci/news,5454,20-niskopodlogowych-autobusow-elektrycznych-dla-mieszkancow-krakowa.html> (dostęp: 21.04.2021).

⁴⁰ Ibidem.

transformatorowa do ładowania autobusów elektrycznych. Początkowo w Krakowie powstały trzy szybkie ładowarki, w tym nietypowa, korzystająca z trakcyjnej sieci tramwajowej na ulicy Pawiej, niedaleko Dworca Głównego⁴¹. Następne stacje, które powstały, służą do ładowania autobusów przez pantograf. Trzy z nich znajdują się w mieście, tj. na ul. Konopnickiej, Piaseczystej oraz Pawiej, a także w zajezdniach Wola Duchacka i na Brożka.

Aby zrealizować założenia i wymagania przewidziane w Ustawie o elektromobilności i paliwach alternatywnych, władze miasta zdecydowały się na powiększenie floty autobusów miejskich, co wiąże się z koniecznością zakupu w kolejnych latach następnych autobusów elektrycznych⁴². Plany zakładają wymianę 30% floty na autobusy miejskie napędzane energią elektryczną do 2025 r. Pozostała część taboru ma spełniać normę spalania co najmniej Euro 6 lub korzystać z napędu hybrydowego. Nowe elektrobusesy zastąpią wszystkie autobusy z normami spalania Euro 5 i EEV (ang. *enhanced environmental friendly vehicles* – pojazd bardziej przyjazny środowisku). Realizacja planów władz miasta w zakresie inwestycji w niskoemisyjny tabor może przyczynić się do uznania Krakowa za polskiego lidera elektromobilności. Barierą w realizacji założonych planów może być wzrost cen autobusów elektrycznych oraz energii elektrycznej, co zapewne znacząco przyczyni się do zwiększenia kosztów ich eksploatacji. Zakładając pesymistyczny scenariusz, należy wskazać, że realizacja omawianych inwestycji będzie mocno ograniczona w sytuacji braku pozyskania odpowiednich funduszy zewnętrznych. Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Krakowie stoi na stanowisku, że uwarunkowania zewnętrzne eksploatacji elektrobusesów znajdują się wciąż na etapie tworzenia ram prawnych, a ich dalsze rozszerzanie może wpływać spowalniająco na rozwój rynku elektromobilności w Polsce⁴³.

Kolejnym miastem w Polsce posiadającym flotę autobusów z napędem elektrycznym jest Warszawa. Flota elektrobusesów Miejskich Zakładów Autobusowych w Warszawie liczyła w 2019 r. 31 pojazdów, co stanowiło 2% wszystkich autobusów miejskich. Było to 20 autobusów marki Solaris Urbino 12 electric oraz 10 autobusów marki Ursus City Smile 12 LFE. Dodatkowo miasto pożyczyło w 2017 r. od firmy Solaris Bus & Coach S.A. jeden przegubowy autobus z napędem elektrycznym na trzyletni okres testowania⁴⁴.

⁴¹ Kolejna stacja do ładowania autobusów elektrycznych, https://www.krakow.pl/aktualnosci/218005,1912,komunikat,kolejna_stacja_do_ladowania_autobusow_elektrycznych.html (dostęp: 21.04.2021).

⁴² *Take e-bus!...*, s. 50.

⁴³ *Autobusy elektryczne naładują baterie...*

⁴⁴ *Ibidem*.

Warszawskie MZA są jednym z największych przedsiębiorstw komunikacyjnych w Europie⁴⁵. Z zajezdni przedsiębiorstwa każdego dnia wyjeżdża ponad 1,2 tys. autobusów. Dodatkowo MZA Warszawa obsługujące pasażerów w stolicy są uznawane za jednego z europejskich prekursorów w implementacji niskoemisyjnej floty do obsługi komunikacji miejskiej.

Oczekiwania społeczne mieszkańców skupiają się na podnoszeniu jakości życia w mieście, dlatego warszawskie elektrobusey można uznać za właściwą inwestycję, która doprowadzi do ograniczenia paliw konwencjonalnych w systemach zasilania autobusów miejskich. Zakup nowych środków transportu o napędzie elektrycznym finansowany jest w MZA Warszawa z wykorzystaniem środków własnych, środków unijnych oraz kredytów. Z drugiej strony jednak przedstawiciele MZA wskazują, że niewielka dostępność środków finansowych oraz brak punktów ładowania autobusów w mieście mogą stanowić bariery tego rozwoju.

Autobusy elektryczne w Warszawie eksploatowane są na linii nr 222, która charakteryzuje się płaskim profilem topograficznym. Jej długość to 10,5 km, a przystanki zlokalizowane są średnio co 400 m. Średnia prędkość osiągnięta przez autobusy na linii nr 222 to 17,1 km/h (tabela 13)⁴⁶.

Tabela 13. Specyfikacja linii obsługiwanych przez autobusy elektryczne w Warszawie

Numer linii	222	163, 166, 168, 174, 218
Typologia linii	Centrum miasta	Centralne dzielnice miasta
Topografia linii	Trasa płaska	Trasa płaska
Długość linii	10,5 km	6,9–19,9 km
Średnia odległość między przystankami	0,4 km	0,4–0,6 km
Średnia prędkość	17,1 km/h	18–25,8 km/h
Dzienny czas użytkowania	15,7 h	9,8–17,3 h
Dzienny dystans	180 km	126–278 km

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Take e-bus!...*, s. 69.

⁴⁵ Warszawa: *Za 3 lata 130 autobusów elektrycznych*, <https://gramwzielone.pl/auto-ekologiczne/25620/warszawa-za-3-lata-130-autobusow-elektrycznych> (dostęp: 21.04.2021).

⁴⁶ Warszawa: *Pierwszy ze 130 elektrycznych przegubowców już w MZA*, <https://www.transport-publiczny.pl/mobile/warszawa-pierwszy-ze-130-elektrycznych-przegubowcow-juz-w-mza-63626.html> (dostęp: 22.04.2021).

Innym miastem w Polsce, które rozwija flotę niskoemisyjnych autobusów miejskich, jest Inowrocław. Autobusy o napędzie elektrycznym są dla miasta ważne, ponieważ ma ono status uzdrowiska – znajdują się tu sanatoria, domy uzdrowiskowe i tężnie solankowe. Przedsięwzięcia mające na celu zmianę taboru na flotę niskoemisyjną są wyrazem charakteru miasta i mogą doprowadzić do korzyści w postaci obniżenia emisji spalin⁴⁷. Według danych Światowej Organizacji Zdrowia to Inowrocław został wyróżniony w 2017 r. jako jedyne polskie miasto, które spełniało surowe wymogi dotyczące czystości powietrza⁴⁸.

Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne (MPK) w Inowrocławiu zainwestowało w 2015 r. w 10 ekologicznych autobusów (8 autobusów marki Volvo z napędem hybrydowym oraz 2 autobusy z napędem elektrycznym marki Solaris). Był to ważny krok, który pozwolił zdobyć pierwsze miejsce wśród innych miast uzdrowiskowych w Polsce, które zdecydowały się na wymianę floty na tabor, który jest oczekiwany przez mieszkańców i turystów⁴⁹. Inowrocław zakupił autobusy o długości 12 m, które zostały wybrane ze względu na trwałość i stabilność pojazdu w przewidywanym kilkunastoletnim okresie użytkowania ich na drogach miejskich.

Dodatkowo w ogłoszonym przez Inowrocław w 2018 r. przetargu na zakup niskoemisyjnych autobusów zwyciężyło Volvo. Przedmiotem przetargu było dostarczenie 16 niskoemisyjnych autobusów o napędzie elektrycznym i elektryczno-hybrydowym. Całkowity koszt inwestycji wyniósł 39,21 mln zł, z czego miasto poniosło wydatki w wysokości 15% tej kwoty, a pozostałe 85% pokryto ze środków unijnych⁵⁰.

Elektrobusy pojawiły się w Inowrocławiu w 2019 r., stanowiąc 47% floty autobusów komunikacji miejskiej⁵¹. W tym mieście są cztery linie autobusowe, które obsługiwane są przez tabor niskoemisyjny (linie nr 3, 10, 21 i 27). Podobnie jak w przypadku poprzednio prezentowanych miast, flota elektrobusów obsługuje linie, które wyznaczone są po płaskim terenie w centrum miasta. Średnia odległość między przystankami w każdej badanej linii wynosi 300 m. Długość linii waha się od 7 km (w przypadku linii nr 3) do 16 km (w przypadku linii nr 10). Autobusy kursują dziennie

⁴⁷ *Elektryczne autobusy już w Inowrocławiu*, <https://www.inowroclaw.pl/aktualnosc-2301-elektryczne-autobusy-juz-w-inowroclawiu.html> (dostęp: 22.04.2021).

⁴⁸ *Inowrocław – miasto o najczystszym powietrzu*, <https://www.miasta.pl/aktualnosci/inowroclaw-miasto-o-najczystszym-powietrzu> (dostęp: 4.03.2025).

⁴⁹ *Take e-bus!...*, s. 14.

⁵⁰ *Inowrocław. Pierwsze w Polsce autobusy hybrydowe plug-in*, <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/inowroclaw-pierwsze-w-polsce-autobusy-hybrydowe-plugin-59936.html> (dostęp: 23.04.2021).

⁵¹ *Elektryczne autobusy Volvo w Inowrocławiu*, <https://www.volvobuses.com/pl/news/2019/jan/elektryczne-autobusy-volvo-w-inowroclawiu-.html> (dostęp: 23.04.2021).

po wskazanych liniach od 14 h do 18,5 h, pokonując przy tym dystans od 190 km do 240 km ze średnią prędkością od 13,5 km/h do 15,5 km/h.

Tabela 14. Specyfikacja linii obsługiwanych przez autobusy elektryczne w Inowrocławiu

Numer linii	3	10	21	27
Typologia linii	Centrum miasta	Centrum miasta	Centrum miasta	Centrum miasta
Topografia linii	Trasa płaska	Trasa płaska	Trasa płaska	Trasa płaska
Długość linii	7 km	16 km	13 km	13 km
Średnia odległość między przystankami	0,3 km	0,3 km	0,3 km	0,3 km
Średnia prędkość	15,5 km/h	15 km/h	13,5 km/h	14 km/h
Dzienny czas użytkowania	16,5 h	14 h	17,5 h	18,5 h
Dzienny dystans	190 km	240 km	200 km	200 km

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Take e-bus!...*, s. 17.

Na uwagę zasługuje również Jaworzno, gdzie w 2015 r. pojawiły się pierwsze autobusy elektryczne. Miasto systematycznie powiększało swoją flotę elektrobusesów, która na dzień 31 lipca 2019 r. wynosiła 24 sztuki (z około 60 używanych w mieście autobusów). Pojazdy te ładowane są za pomocą pantografu, co umożliwia ładowanie baterii w trasie oraz w zajezdni. Dodatkowo autobusy przystosowane są do przewozu osób niepełnosprawnych oraz wyposażone zostały w inteligentny system zarządzania, który umożliwia prezentowanie w czasie rzeczywistym godzin przyjazdu i odjazdu z poszczególnych przystanków.

Innym miastem w Polsce posiadającym autobusy o napędzie elektrycznym jest Zielona Góra. Pod koniec 2018 r. flota pojazdów elektrycznych wynosiła 36 autobusów, które dostarczone zostały w ramach przetargu rozstrzygniętego w 2017 r., kiedy to miasto złożyło zamówienie na 47 niskopodłogowych autobusów elektrycznych.

Inwestycje poczynione w obszarze elektromobilności transportu miejskiego w Zielonej Górze wpisują się w Strategię Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych Miejskiego Obszaru Funkcjonalnego Zielonej Góry⁵² (ZIT), która jest elementem

⁵² T. Piersiak, A. Pluskota, *Strategia Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych Miejskiego Obszaru Funkcjonalnego Zielonej Góry (Strategia ZIT MOF ZG)*, <https://www.zielona-gora.pl/wp-content/uploads/2024/10/Strategia-ZIT-MOF-ZG-v-3.pdf> (dostęp: 4.03.2025).

procesu wykorzystania środków pieniężnych z UE. Wdrożenie ZIT jako instrumentu służącego do implementacji strategii terytorialnych, ukierunkowanych na aspekt zrównoważonego rozwoju miast, wynika z założeń polityki spójności na lata 2014–2020 i szerokiego uwzględnienia w niej wymiaru terytorialnego. Dokument ZIT zwraca uwagę na intensywność skumulowanego ruchu pojazdów w mieście, która jest przyczyną emisji zanieczyszczeń i hałasu, czego efektem jest zagrożenie dla środowiska naturalnego i spadek jakości życia mieszkańców. W dużym stopniu zagrożenie to stwarzają przewoźnicy prywatni, którzy użytkują głównie pojazdy z napędem konwencjonalnym oraz wykorzystują wszystkie przystanki w centrum miasta. Szczególnie znaczące zagrożenie stanowi duża liczba pojazdów zatrzymujących się w centrum Zielonej Góry na przystankach położonych blisko siebie, ze względu na zwiększony poziom emisji zanieczyszczeń podczas ruszania pojazdów z przystanków.

Obecnie dostawa autobusów z napędem elektrycznym jest jednym z zasadniczych priorytetów w strategii zarządczej miasta, mającej na celu podjęcie próby walki ze smogiem i częściowe ograniczenie emisji CO₂ w mieście, a także znaczną eliminację hałasu związanego z jazdą autobusów spalinowych oraz maksymalne zmniejszenie kosztów ich eksploatacji. Proces inwestycyjny w elektrobusy jest częścią unijnego projektu „Zintegrowany system niskoemisyjnego transportu publicznego w Zielonej Górze”. To warte ponad 266,8 mln zł przedsięwzięcie jest wspierane finansowo kwotą w wysokości 167,2 mln zł, pochodzącą z funduszy unijnych. Wkład własny miasta wynosi 28,6 mln zł, a wkład PKP – 13,1 mln zł⁵³.

Oprócz wymiany taboru projekt „Zintegrowany system niskoemisyjnego transportu publicznego w Zielonej Górze” zakłada m.in. modernizację i budowę infrastruktury technicznej dla elektrobusów, tj. stacji ładowania, zaplecza serwisowego itp., przebudowę zajezdni autobusowej przy ul. Chmielniczej oraz budowę centrum przesiadkowego przy ul. Bema wraz z modernizacją (realizowaną wspólnie z PKP) układu komunikacyjnego w rejonie dworca kolejowego⁵⁴.

Autobusy elektryczne w Zielonej Górze mają uniwersalny charakter, tzn. są eksploatowane na wszystkich liniach komunikacji miejskiej przebiegających w znacznym stopniu przez centrum miasta. W przypadku Zielonej Góry parametry techniczne pojazdów nie były uwarunkowane wymogami i parametrami konkretnych linii. Trasy komunikacyjne tych linii charakteryzują się długością od 6 km do 18 km,

⁵³ Strategia Rozwoju Zielonej Góry – Część II: Analiza SWOT, misja, wizja, cele i zadania strategiczne, Zielona Góra 2012.

⁵⁴ Ibidem.

na których przystanki autobusowe rozmieszczone są mniej więcej co 590 m. Średnia prędkość autobusów elektrycznych w mieście wynosi około 21 km/h, a dzienny czas ich użytkowania około 20 godzin. Dziennie każdy z nich pokonuje średnio od 150 km do 300 km.

Tabela 15. Specyfikacja linii obsługiwanych przez autobusy elektryczne w Zielonej Górze

Numer linii	Wszystkie linie
Typologia linii	Strefa miejska
Topografia linii	Trasy umiarkowane
Długość linii	6–18 km
Średnia odległość między przystankami	0,59 km
Średnia prędkość	20,8 km/h
Dzienny czas użytkowania	20 h
Dzienny dystans	150–300 km

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Take e-bus!...*, s. 14.

Zielona Góra planuje zwiększyć flotę autobusów z napędem elektrycznym o kolejne 12 pojazdów, w tym 8 autobusów 12-metrowych i 4 przegubowe. Urząd Miasta liczy, że ich zakup zostanie wsparty ze środków Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko. W ramach konkursu organizowanego przez Centrum Unijnych Projektów Transportowych w lutym 2019 r. złożono wnioszek o dofinansowanie projektu „Elektryfikacja linii komunikacji miejskiej w Zielonej Górze”, dotyczącego linii autobusowych nr 0, 8 i 80⁵⁵. Projekt do zrealizowania przez Miejski Zakład Komunikacji w Zielonej Górze (MZK) przewidziano na lata 2019–2021. Oprócz zakupu taboru obejmuje on budowę pętli na os. Mazurskim wraz ze stacjami szybkiego ładowania⁵⁶.

Kolejnym przykładem miasta, które w swojej flocie posiada autobusy z napędem elektrycznym, są Polkowice. Warto wspomnieć, że Polkowice stawiają na elektrobusy, mimo że nie podlegają Ustawie o elektromobilności i paliwach alternatywnych (gmina Polkowice liczy poniżej 50 tys. mieszkańców). Jak wskazują plany strategiczne gminy, chętnie sięga ona po przyjazne dla środowiska i mieszkańców

⁵⁵ *Elektryfikacja linii komunikacji miejskiej w Zielonej Górze*, <https://mapadotacji.gov.pl/projekty/1108982/> (dostęp: 4.03.2025).

⁵⁶ *Take e-bus!...* (dostęp: 4.03.2025).

rozwiązania ekoenergetyczne. Chociaż autobusy napędzane energią elektryczną eksploatowane są przez wiele miast w Polsce, to jednak w regionie zagłębia miedziowego tylko w Polkowicach zdecydowano o wprowadzeniu ich do systemu transportu publicznego. Decyzję tę urzeczywistniono mimo nieudanego przetargu na zakup autobusów elektrycznych.

Atuty środowiskowe autobusów miejskich zasilanych energią elektryczną są niezwykle istotne wobec decyzji o możliwości bezpłatnego korzystania z komunikacji miejskiej w Polkowicach. Starania o autobusy z napędem elektrycznym Polkowice rozpoczęły w kwietniu 2015 r., przeprowadzając rozpoznanie ich cen. W lipcu 2015 r. na dwutygodniowe testy do miasta przyjechał autobus marki Solaris Urbino 12 electric, a we wrześniu przez tydzień testowany był 12-metrowy elektryczny autobus Ekovolt wyprodukowany przez Ursus Bus. W następnym roku, w grudniu 2016, miasto ogłosiło przetarg na zakup 6 autobusów z napędem elektrycznym. Specyfikacja przedmiotu zamówienia (ze względu na istniejącą w Polkowicach infrastrukturę drogową) wskazywała na pojazdy klasy maxi (tj. o długości od 11 m do 12,5 m, szerokości od 2,5 m do 2,55 m i wysokości do 3,2 m). Zakład Komunikacji Miejskiej w Polkowicach (ZKM) założył, że autobusy elektryczne umożliwią podróż przynajmniej 70 pasażerom, w tym minimum 20 na miejscach siedzących.

Konkretne wymagania w zakresie zasięgu autobusów wynikały ze szczegółowej charakterystyki linii przewozowych w Polkowicach. Z analiz ZKM wynika, że podczas porannego szczytu przewozowego autobus pokonuje dystans ok. 180 km, a następnie (po ponadpółtoragodzinnej przerwie) około 120 km⁵⁷. Najkrótszy odcinek pomiędzy przystankami w mieście wynosi 300 m, a najdłuższy zlokalizowany jest na terenie gminy i jest odległy o prawie 4 km⁵⁸. Najwyższe wzniesienie do pokonania dla autobusu elektrycznego to zaledwie 80 m, przy czym podjazd ma długość ok. 600 m. Oznacza to, że w Polkowicach trasy najbardziej obciążonych linii autobusowych przebiegają po stosunkowo płaskim terenie⁵⁹.

W październiku 2017 r. jako pierwsze w Polsce wyjechały na ulice Polkowic dwa nowe autobusy elektryczne SOR EBN 11. W trakcie jednego kursu każdy z nich jest w stanie przewieźć do 92 pasażerów. Wyposażone są one w silnik o mocy 180 kW oraz baterie litowo-jonowe o pojemności 172 kWh. Ładowanie odbywa się z sieci za pomocą złącza plug-in i trwa do 6 godzin.

⁵⁷ Zakład Komunikacji Miejskiej w Polkowicach, *Tabor*, <https://zkmp.pl/strona/informacje-zkm/736-tabor> (dostęp: 3.02.2023).

⁵⁸ Ibidem.

⁵⁹ *Take e-bus!...* (dostęp: 4.03.2025).

Zgodnie z założeniami gminy Polkowice nowe przetargi na autobusy z napędem elektrycznym będą ogłaszane na autobusy z udogodnieniami dla osób niepełnosprawnych oraz starszych, wyposażone m.in. w tablicę informacyjną oraz monitor, na których wyświetlane będą komunikaty w czasie rzeczywistym, takie jak trasa przejazdu czy czas przejazdu pomiędzy przystankami. Dodatkowo na przyciskach „stop” znajdzie się litera „S” w alfabecie Braille’a, a na obiciach foteli piktogramy, które będą sygnalizowały pozostałym pasażerom, że jeśli do tego autobusu wsiądzie osoba niepełnosprawna/w podeszłym wieku lub np. z małym dzieckiem, to należy ustąpić należnego jej miejsca.

Przykładem kolejnego miasta, które wykorzystuje niskoemisyjny transport publiczny, jest Lublin. Rozwoju elektromobilności w lubelskim publicznym transporcie zbiorowym nie należy wiązać z przepisami prawa, gdyż już w lipcu 2019 r. prawie 34% taboru stanowiły pojazdy z napędem elektrycznym⁶⁰. W 2019 r. Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Lublinie (MPK) eksploatowało 125 trolejbusów bateryjnych⁶¹. Głównym powodem starań o zwiększenie liczby autobusów z napędem elektrycznym do obsługi miejskich linii komunikacyjnych jest nieustająca troska o środowisko, co jest łączone z dążeniem do modernizacji użytkowanego taboru przewozowego. Rozwój elektromobilności i promowanie ekologicznych środków transportu wpisuje się zatem w główną strategię miasta jako postulat zrównoważonego rozwoju. Oprócz stosunkowo dużej liczby trolejbusów w sierpniu 2019 r. we flocie MPK Lublin znajdował się tylko jeden autobus z napędem elektrycznym. Niskopodłogowy, 12-metrowy autobus elektryczny marki Ursus E7011022 w okresie od czerwca 2015 r. do lutego 2016 r. kursował na specjalnej pętli EKO wokół Starego Miasta w Lublinie od poniedziałku do soboty.

Początkowo pętla EKO została udostępniona pasażerom do darmowego poruszania się po centrum, co miało na celu zachęcenie do rezygnacji z samochodów osobowych, a także promowanie ekologicznego publicznego transportu zbiorowego. Autobus odjeżdżał z przystanku przy pl. Litewskim co 20 minut⁶². Do września 2015 r. przejazd Ekovoltem był bezpłatny. Później usługa stała się płatna, a koszt biletu określono na jedynie symboliczną złotówkę, ponieważ tyle wynosiła cena najtańszego biletu

⁶⁰ *Lublin ze strategią rozwoju elektromobilności*, <https://ztm.lublin.eu/pl/aktualnosci/lublin-ze-strategia-rozwoju-elektromobilnosci.html> (dostęp: 1.03.2023).

⁶¹ *MPK Lublin. Historia*, https://mpk.lublin.pl/index.php?id_site=30&id=63 (dostęp: 18.05.2021).

⁶² *Ekovolt już jeździ po ulicach Lublina*, <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/ekovolt-juz-jezdzi-po-ulicach-lublina-49648.html> (dostęp: 4.03.2025).

w mieście, który uprawniał do przejazdów komunikacją w obszarze objętym strefą płatnego parkowania.

Obecnie lubelski Ekovolt jest wykorzystywany na liniach trolejbusowych nr 19, 155 i 159 w okresach szczytowego ich obciążenia, przy czym najczęściej kursuje na pierwszej z nich. Linie te zostały dobrane pod kątem zasięgu autobusu. Pojazd wykonuje kilkugodzinne kursy przed południem i po południu. Tak skonfigurowany jego rozkład jazdy uwarunkowany jest możliwością doładowania jedynie w zajezdni trolejbusowej na ul. Grygowej, do której, po zakończeniu przez Ekovolt obsługi pętli EKO, przeniesiono ładowarkę z al. Unii Lubelskiej. Trasa linii nr 19 przebiega w strefie miejskiej. Cechują ją umiarkowane podjazdy. Jej długość wynosi 13,3 km, a średnia odległość między przystankami 500 m. Średnia prędkość eksploatacyjna pojazdu na tej trasie wynosi 17,9 km/h, a średnia prędkość komunikacyjna 22,0 km/h. Dzienny czas użytkowania autobusu wynosi ok. 9 godzin, podczas których pokonuje on dystans ponad 162 km.

Tabela 16. Specyfikacja linii obsługiwanych przez autobusy elektryczne w Lublinie

Numer linii	19
Typologia linii	Strefa miejska
Topografia linii	Trasy umiarkowane
Długość linii	13,3 km
Średnia odległość między przystankami	0,5 km
Średnia prędkość	17,9 km/h
Dzienny czas użytkowania	9 h
Dzienny dystans	162,3 km

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Take e-bus!...*, s. 39.

Dla MPK Lublin główną barierą realizacji strategii rozwoju elektromobilności w transporcie miejskim są wysokie koszty, jakie trzeba ponieść na zakup floty i rozwój infrastruktury. Dlatego też stroną wszelkich projektów i przetargów dotyczących tej strategii jest, występujący w imieniu miasta, Zarząd Transportu Miejskiego w Lublinie (ZTM Lublin), a MPK Lublin jest użytkownikiem pojazdów z napędem elektrycznym i infrastruktury do ich ładowania w drodze umów dzierżawy lub użyczenia. Jak wynika z danych przedstawianych przez MPK, miasto w 2023 r. zakupiło

kolejne 32 autobusy elektryczne marki Solaris i tendencja rozwoju niskoemisyjnej floty nie skończy się tylko na tym przetargu⁶³. Włodarze miasta planują zwiększyć udział elektrycznej floty o 20% do 2025 r.

Na podstawie przeprowadzonej analizy miast w Polsce z doświadczeniami w zakresie rozwoju elektromobilności w publicznym transporcie zbiorowym można wyróżnić różne ich grupy. Cechują się one odmiennym stopniem preferowania autobusów elektrycznych w strategii rozwoju publicznego niskoemisyjnego transportu zbiorowego:

- a) miasta, w których występuje największa liczba pasażerów preferujących autobusy o napędzie elektrycznym, w których władze miasta zarówno eksploatują autobusy elektryczne, jak i na ich bazie ściśle planują w przyszłości rozwój systemu publicznego transportu zbiorowego – Jaworzno, Zielona Góra;
- b) miasta, które wykorzystują istniejącą infrastrukturę tramwajową lub trolejbusową dla ładowania autobusów elektrycznych – Lublin, Kraków;
- c) miasta, które planują rozwój poprzez wykorzystanie zarówno niskoemisyjnych, jak i zeroemisyjnych autobusów w transporcie miejskim – oprócz pojazdów elektrycznych eksploatują także autobusy CNG, LNG oraz hybrydowe lub nie wykluczają ich zakupu – Inowrocław, Warszawa;
- d) miasta, które nie miały rozwiniętego transportu publicznego, ale tworzą taką ofertę niemal od zera i autobusy elektryczne mogą stanowić punkt oparcia dla rozwoju ich niskoemisyjnych flot – Polkowice.

Można również się spodziewać, że uwzględniając koncepcję zrównoważonego rozwoju, nacisk ze strony mieszkańców na korzystanie z proekologicznych pojazdów w komunikacji miejskiej będzie rósł. Taką sytuację można zaobserwować np. w Holandii, gdzie w 2021 r. wszystkie nowo zarejestrowane autobusy miejskie były niskoemisyjne⁶⁴. W wielu państwach (np. Finlandia, Dania, Norwegia) publiczny transport zbiorowy stanowi podstawowy element strategii przechodzenia transportu publicznego na paliwa alternatywne, a projekty wymiany floty na niskoemisyjną stanowią ponadto dodatkowo doskonałe pole do rozwoju nowych technologii i w konsekwencji przyczyniają się do rozwoju całej gospodarki. Większy udział autobusów niskoemisyjnych występuje w miastach, które posiadają mniejszą flotę. One szybciej dopasowały się

⁶³ *Po ulicach Lublina kursują już 32 elektrobusy od Solarisa*, <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/po-ulicach-lublina-kursuja-juz-32-elektrobusy-od-solarisa-73443.html> (dostęp: 5.03.2023).

⁶⁴ *J. Nix, Cities are buying more electric buses, but an EU deadline is needed*, <https://www.transportenvironment.org/discover/cities-are-buying-more-electric-buses-but-an-eu-deadline-is-needed/> (dostęp: 1.05.2023).

do przepisów prawa. W miastach średnich, a w szczególności w dużych, udział jest nadal marginalny, dlatego te miasta korzystają z pomocy zewnętrznej w celu zakupu nowoczesnych środków transportu.

3.3. *Best practices* wykorzystania transportu niskoemisyjnego w świetle doświadczeń zagranicznych

W tej części pracy przedstawiono najlepsze praktyki wykorzystania transportu niskoemisyjnego w świetle doświadczeń zagranicznych. Analizie poddano miasto, które nie posiada wystarczających środków finansowych na znaczną wymianę floty bądź zmagają się z problemami, które są rezultatem prowadzonej polityki państwa (Teheran), a także te miasta zagraniczne, które z powodzeniem wdrożyły zrównoważone rozwiązania transportu publicznego, uwzględniając niskoemisyjne środki transportu zbiorowego. To z kolei miało istotny wpływ na poprawę jakości powietrza i zmniejszenie kongestii (m.in. Sztokholm, Amsterdam, Singapur, Toronto).

Teheran jest miastem mierzącym się z dużym problemem dotyczącym niepożądanego wzrostu liczby ludności. W 1950 r. wynosiła ona 1 041 349 osób, a w roku 2021 liczba była szacowana na poziomie 9 259 009 osób. Zaprezentowane prognozy dotyczące populacji pochodzą z najnowszej wersji programu Organizacji Narodów Zjednoczonych *World Urbanization Prospects*⁶⁵. Aglomeracja miejska Teheranu oraz sąsiednie obszary podmiejskie są bardzo gęsto zaludnione, a cały obszar metropolitalny liczy 15 mln mieszkańców. Zgodnie z danymi podanymi przez Światową Organizację Zdrowia, w 2018 r. Teheran znalazł się wśród najbardziej zanieczyszczonych miast na świecie, a raport przygotowany przez Bank Światowy wykazał, że miasto odpowiada za 4000 z 12 000 zgonów z powodu smogu w Iranie rocznie⁶⁶. W tabeli 17 przedstawiono najczęściej występujące źródła zanieczyszczenia powietrza w Teheranie, do których zaliczyć należy:

- CO – tlenek węgla,
- PM₁₀ – pył zawieszony,
- SO₂ – dwutlenek siarki,
- NO_x – mieszanina tlenków azotu,
- HC – węglowodory.

⁶⁵ *Tehran, Iran Population*, <https://worldpopulationreview.com/world-cities/tehran-population> (dostęp: 8.03.2021).

⁶⁶ *Air in Tehran 'Unbreathable' as Pollution Peaks*, <https://www.aa.com.tr/en/environment/air-in-tehran-unbreathable-as-pollution-peaks/2109552> (dostęp: 8.03.2021).

Tabela 17. Najczęściej występujące źródła zanieczyszczenia powietrza generowane przez poszczególne środki transportu w Teheranie [%]

	Tlenek węgla	Pył zawieszony	Dwutlenek siarki	Mieszanina tlenków azotu	Węglowodory
Autobusy	2	9	60	5	10
Motocykle	18	9	1	2	33
Taxi	7	1	1	10	8
Prywatne samochody osobowe	66	64	9	77	40

Źródło: opracowanie własne na podstawie: TAQCC. Tehran Air Quality Control Center. Annual Report of Air Quality in Tehran, <http://air.tehran.ir/portals/0/ReportFiles/AirPollution/New/39.pdf> (dostęp: 13.02.2021).

Znaczący wzrost emisji zanieczyszczeń powietrza generowany przez sektor transportu można przypisać głównie wysokiemu średniemu wiekowi środków transportu, nieefektywnym technologiom oraz kongestii występującej w tym mieście. Aby lepiej zrozumieć potrzebę wprowadzenia innowacyjnych rozwiązań w zakresie transportu niskoemisyjnego w Teheranie, należy przyrzeć się udziałowi poszczególnych paliw wykorzystywanych w miejskich środkach transportu (tabela 18).

Tabela 18. Struktura wykorzystywanych paliw ze względu na różne środki transportu w Teheranie

Środek transportu	Struktura wykorzystywanych paliw
Samochód osobowy	– benzyna 94% – gaz ziemny 6%
Taxi	– benzyna 31% – gaz ziemny 69%
Motocykl	– benzyna 100%
Autobus miejski	– olej napędowy 55% – gaz ziemny 45%
Metro	– elektryczność 100%

Źródło: opracowanie własne na podstawie: TAQCC. Tehran Air Quality Control Center..., op. cit.

Z danych zawartych w tabeli 18 wynika, iż niskoemisyjny transport publiczny w Teheranie opiera się na autobusach miejskich z napędem gazowym (45%), ale to przede wszystkim metro można uznać za środek transportu, który zapewnia niskoemisyjny transport publiczny. Potrzeba zmian w systemie transportowym miasta wynika z rosnącej liczby ludności, rozmiaru i położenia geograficznego, wzrostu udziału motoryzacji indywidualnej oraz polityki miasta w zakresie rozbudowy struktur miejskich.

Obecnie miasto charakteryzuje się rozbudowaną siecią trolejbusów miejskich i autobusowego szybkiego tranzytu (BRT). System BRT działa na 11 różnych liniach w całym mieście. Bardzo często w godzinach szczytu to właśnie ta forma transportu wybierana jest najczęściej, gdyż autobusy poruszają się po specjalnie przygotowanych do tego buspasach⁶⁷.

Przełomowym krokiem w rozwoju transportu publicznego było wybudowanie w Teheranie metra, które zostało oddane do użytku w 1999 r. Długość linii metra w stolicy przekroczyła 220 km. Na wzrost przewozów metrem w 2019 r. istotny wpływ miały podwyżki cen paliwa, co skutkowało wzrostem zapotrzebowania na dojazdy do pracy metrem. Aktualnie 4 mln osób korzysta z tego niskoemisyjnego środka transportu. Miasto inwestuje w rozwój metra, o czym świadczy rozbudowa sieci o dwie kolejne linie – jego władze szacują, że po ich uruchomieniu liczba użytkowników metra wzrośnie o 25%⁶⁸.

Warto zauważyć działania władz samorządowych, które mają doprowadzić do wdrożenia kompleksowego planu o nazwie Tehran Transportation Master Plan (TTMP)⁶⁹. Jednym z jego celów jest zwiększenie atrakcyjności transportu publicznego, a sam plan przedstawia zintegrowany system transportu skierowany na obniżenie emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczenia powietrza do 2030 r. Udział transportu publicznego, w tym niskoemisyjnego, w dziennych przejazdach ogółem, będzie stanowił w 2030 r. 70%, dlatego planowana jest rozbudowa łącznej długości metra w Teheranie i systemu BRT odpowiednio do 514 km i 202 km. Ponadto udział autobusów z napędem gazowym powinien wzrosnąć z 45% do 100% w całej flocie.

⁶⁷ P. Parvizi, S. Mohammadi, F.N. Fard, *Intelligent BRT in Tehran*, „Journal of Automation. Mobile Robotics & Intelligent Systems” 2012, vol. 6, nr 1.

⁶⁸ *Revamp of Tehran Public Transport Faces Funding Challenges. Report*, http://www.xinhuanet.com/english/2019-12/30/c_138665288.htm (dostęp: 12.04.2021).

⁶⁹ A. Heather, *An Integrated Approach to Public Transport, Tehran Islamic Republic of Iran, Case study for Global Report on Human Settlements 2013*, https://unhabitat.org/sites/default/files/2013/06/GRHS.2013.Case_.Study_.Tehran.Iran_.pdf (dostęp: 12.04.2021).

Plan zakłada zapobieganie nieautoryzowanemu wejściu do Strefy Ograniczonego Ruchu (RTZ) poprzez wykorzystanie systemów ANPR (Automatyczne Rozpoznawanie Tablic Rejestracyjnych), co wpłynie na zmniejszenie udziału prywatnych środków transportu na rzecz transportu publicznego. Wykorzystanie metra oraz systemu BRT będzie miało znaczący wpływ na zmniejszenie zużycia energii oraz emisji gazów cieplarnianych, a tym samym wpłynie na zdrowie publiczne oraz pozwoli zaoszczędzić koszty⁷⁰.

Należy podkreślić, że całkowite osiągnięcie przez Teheran planu w zakresie rozwoju niskoemisyjnych środków transportu do 2030 r. może być zagrożone, ponieważ stolica Iranu boryka się również z wieloma problemami w związku z prowadzoną polityką. Sankcje nałożone od 2018 r. przez USA na Iran, m.in. embargo na sprowadzanie przez inne państwa irańskiej ropy naftowej⁷¹, oraz dodatkowo pandemia COVID-19 spowodowały problemy w gospodarce, w tym również w sektorze transportu, niemniej jednak miasto dąży do wprowadzenia zapisanych w TTMP zmian oraz na bieżąco monitoruje stan zanieczyszczenia powietrza.

Innym miastem, które znacząco rozwija niskoemisyjny transport publiczny jest Sztokholm. O ile Teheran jest na początku rozwoju i zmagają się z wieloma przeszkodami, o tyle stolica Szwecji ma wieloletnie doświadczenie w tym zakresie. Ważnym elementem polityki transportowej miasta było wprowadzenie w 2007 r. opłat za wjazd do centrum, którego celem było przede wszystkim zmniejszenia ruchu ulicznego. Następstwem tego rozwiązania jest wzrost podróży transportem publicznym w godzinach szczytu. Około 80% podróżnych przemieszcza się w ten sposób w godzinach szczytu do centrum miasta⁷².

Miasto dąży do zapewnienia najbardziej zrównoważonego transportu publicznego na świecie, o czym świadczy korzystanie przez autobusy tylko z energii ze źródeł odnawialnych (od 2017 r.)⁷³. Sztokholm w 2018 r. w raporcie Arthur D. Little *Future of Mobility 3.0*⁷⁴ zajął drugie miejsce na świecie w Indeksie Mobilności Miejskiej.

⁷⁰ H. Farzaneh et al., *Towards a Low Emission Transport System. Evaluating the Public Health and Environmental Benefits*, „Energies” 2019, t. 12, nr 19, s. 3747.

⁷¹ A. Bartkiewicz, *Nieoficjalnie. USA nałożą kolejne sankcje na Iran*, <https://www.rp.pl/swiat/art487161-nieoficjalnie-usa-naloza-kolejne-sankcje-na-iran> (dostęp: 2.04.2021).

⁷² M. Savén, *Here's How the Swedish Capital Changed the Debate on Urban Transportation*, <http://www.citymetric.com/transport/heres-how-swedish-capital-changed-debate-urban-transportation-566> (dostęp: 21.04.2021).

⁷³ *Sustainable Public Transport in Stockholm*, <https://smartcitysweden.com/best-practice/368/sustainable-public-transport-in-stockholm/> (dostęp: 16.04.2021).

⁷⁴ *The Future of Mobility 3.0*, https://www.adlittle.com/sites/default/files/viewpoints/adl_uitp_future_of_mobility_3.0_1.pdf (dostęp: 4.03.2025).

W indeksie tym dokonywana jest ocena miast uwzględniająca ich dojrzałość, innowacyjność i wydajność ich rozwiązań w zakresie mobilności miejskiej. Miasto przez wielu badaczy uważane jest za prekursora wdrażania rozwiązań dotyczących zrównoważonego rozwoju poprzez działania nad zmniejszeniem emisji gazów cieplarnianych, nowoczesnym transportem niskoemisyjnym oraz paliwami alternatywnymi⁷⁵.

Wprowadzenie w Sztokholmie infrastruktury do ładowania pojazdów elektrycznych i alternatywnych paliw transportowych, takich jak biometan i bioetanol, jest przedmiotem badań wielu autorów (m.in.: Linnea Hjalmarsson⁷⁶, Joram H.M. Langbroek, Joel P. Franklin, Yusak O. Susilo⁷⁷, Tomas Lönnqvist, Alessandro Sanches-Pereira i Thomas Sandberg⁷⁸, Anne-Lorène Vernay, Karel F. Mulder, Linda M. Kamp, Hans de Bruijn⁷⁹ oraz Maria Xylia, Sylvain Leduc, Piera Patrizio, Florian Kraxner, Semida Silveira⁸⁰) zajmujących się wpływem wdrażania niskoemisyjnego transportu publicznego na zrównoważony rozwój. Inne działania podjęte przez władze Sztokholmu zostały ujęte w dokumencie Strategia Miejskiej Mobilności⁸¹, który obejmował plany związane z rozwojem transportu publicznego do roku 2021, w tym m.in.:

- budowę nowego tunelu dla kolei podmiejskiej Citybanan,
- wydłużenie linii kolejowych w kierunku obrzeży miasta – Solny i Kisty,
- nowe linie tramwajowe,
- rozbudowę metra.

Autobusy i tramwaje w Sztokholmie traktowane są priorytetowo, o czym świadczy wzrost udziału transportu publicznego w ruchu miejskim w centrum. Wizja Sztokholmu przyjaznego klimatowi stanowi podstawę Strategii Sztokholmu 2040 bez paliw kopalnych. Kluczowymi obszarami są elektryfikacja i efektywny transportowo rozwój miasta.

⁷⁵ N. Francart et al., *Requirements Set by Swedish Municipalities to Promote Construction with Low Climate Change Impact*, „Journal of Cleaner Production” 2019, t. 208, s. 117–131.

⁷⁶ L. Hjalmarsson, *Biogas as a Boundary Object for Policy Integration – The Case of Stockholm*, „Journal of Cleaner Production” 2015, t. 98, s. 185–193.

⁷⁷ J.H.M. Langbroek, J.P. Franklin, Y.O. Susilo, *Electric Vehicle Users and their Travel Patterns in Greater Stockholm*, „Transportation Research Part D” 2017, t. 52, s. 98–111.

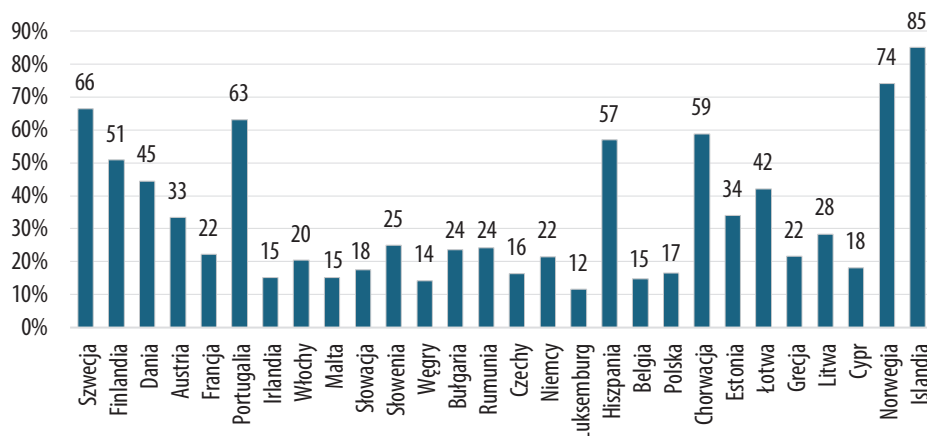
⁷⁸ T. Lönnqvist, A. Sanches-Pereira, T. Sandberg, *Biogas Potential for Sustainable Transport – a Swedish Regional Case*, „Journal of Cleaner Production” 2015, t. 108, s. 1105–1114.

⁷⁹ A-L. Vernay et al., *Exploring the Socio-Technical Dynamics of Systems Integration – The Case of Sewage Gas for Transport in Stockholm, Sweden*, „Journal of Cleaner Production” 2013, t. 44, s. 190–199.

⁸⁰ M. Xylia et al., *Locating Charging Infrastructure for Electric Buses in Stockholm*, „Transportation Research Part C” 2017, t. 78, s. 183–200.

⁸¹ A. Łomża, D. Larsson, *Zrównoważony transport miejski – wymiana doświadczeń między Szwecją i Polską*, Biuro Radcy Handlowego Ambasady Szwecji, Warszawa 2017, s. 13.

Charakterystyczne dla Szwecji jest to, że cały kraj odnotowuje wysoki udział energii odnawialnej w zużyciu paliw w transporcie, co przedstawiono na rysunku 14.



Rysunek 14. Udział energii ze źródeł odnawialnych w zużyciu paliw w UE w 2023 r. [%]

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Eurostatu.

Oprócz energii ze źródeł odnawialnych w transporcie publicznym wykorzystywany jest w Sztokholmie biometan. Jedną z jego najważniejszych cech jest sposób pozyskiwania, gdyż do produkcji biometanu wykorzystywane są organiczne odpady, które pochodzą z gospodarstw domowych, oczyszczalni ścieków, przetwórci żywności, lokali gastronomicznych, rolnictwa, hodowli, oraz odpady z terenów zielonych⁸². Doświadczenie i wcześniejsze praktyki pozwalają na stwierdzenie, że miasta liczące 100–200 tys. mieszkańców mogą wyprodukować z własnych odpadów organicznych ilość biogazu wystarczającą do zasilenia całego miejskiego taboru autobusowego⁸³. Autobusy w Sztokholmie wykorzystują w 100% paliwa odnawialne. Napędzane są etanolem lub zasilane biogazem i energią z innych odnawialnych źródeł. W przypadku lekkiej kolei, pociągów podmiejskich, linii metra i innych środków transportu zasilanych energią elektryczną miasto również pozyskuje i wykorzystuje wyłącznie energię elektryczną ze źródeł odnawialnych. W swoim dążeniu do inteligentniejszych i bardziej efektywnych sposobów prowadzenia transportu publicznego

⁸² A. Żółtowski, *Szwedzki model komunikacji miejskiej zasilanej biometanem*, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Transport” 2016, t. 111, s. 611–620.

⁸³ Ibidem.

Sztokholm wykazał zainteresowanie nowoczesnymi autobusami z napędem elektrycznym, które stopniowo zaczęto wdrażać. Autobusy elektryczne mają największy pozytywny wpływ, gdy są wprowadzane do gęstej zabudowy miejskiej, czyli na obszarach, w których autobusy z napędem konwencjonalnym przyczyniają się do hałasu i zanieczyszczenia powietrza, co negatywnie wpływa na zdrowie ludzi.

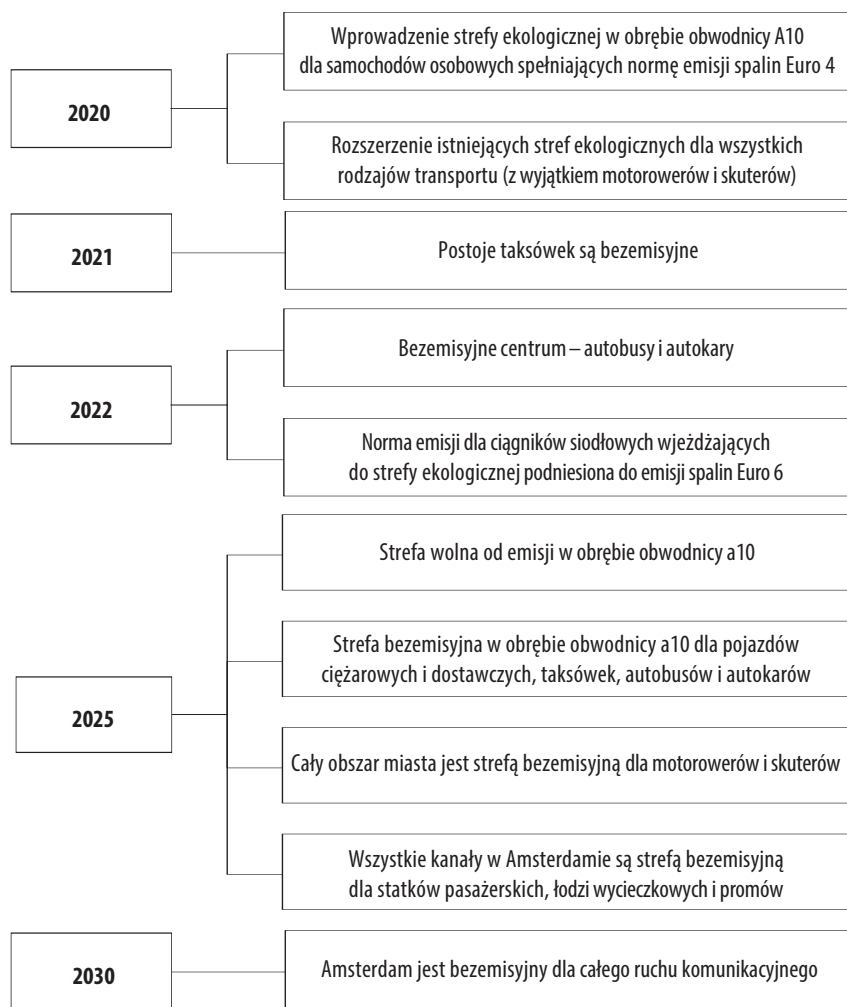
Z punktu widzenia klimatu przejście w Sztokholmie z autobusów na biopaliwa na autobusy elektryczne jest również strategicznie ważne, ponieważ uwalnia ograniczone ilości zrównoważonych biopaliw do innych sektorów gospodarki, których nie da się tak łatwo zelektryfikować⁸⁴.

Kolejnym miastem, które odniosło sukces we wdrażaniu niskoemisyjnego transportu publicznego, jest Amsterdam, dążący do spełnienia wytycznych Światowej Organizacji Zdrowia dotyczących jakości powietrza. Przyjęto Plan działania na rzecz czystego powietrza. Przewiduje się, że do 2030 r. poprawa jakości powietrza przyczyni się do wydłużenia średniego trwania życia mieszkańców Amsterdamu o trzy miesiące. Zmniejszenie natężenia ruchu i elektryfikowanie floty pojazdów sprawi, że powietrze w mieście będzie czystsze i pozwoli to na wydłużenie życia mieszkańców Amsterdamu. Będzie też miało pozytywny wpływ na zmniejszenie hałasu i ochronę środowiska. Jeśli energia dla transportu elektrycznego będzie wytwarzana w sposób zrównoważony, to realizacja planu pozwoli zmniejszyć emisję CO₂ w mieście o 9% w 2030 r.⁸⁵ Amsterdam jest miastem rozwijającym się, w którym rośnie liczba mieszkańców, a konsekwencją tych zmian jest powstawanie zjawiska kongestii. Jego następstwem jest wyższe zanieczyszczenie powietrza generowane przez sektor transportu, a dodatkowo brak zielonych stref relaksu i odpoczynku powoduje skrócenie średniego wieku ludności zamieszkującej miasto. Miasto, realizując Plan działania na rzecz czystego transportu, zamierza stworzyć strefy ekologiczne, a następnie strefy niskoemisyjne, w których będą mogły poruszać się tylko środki transportu publicznego o napędzie niskoemisyjnym. Strefy te obejmą obszary ruchu o wysokim poziomie zanieczyszczenia powietrza oraz charakteryzujące się wysokim hałasem. Amsterdam początkowo zastosuje to rozwiązanie dla autobusów i autokarów w centrum miasta, gdyż emisje z autobusów są stosunkowo wysokie.

⁸⁴ G. Englund, M. Westh, *Övergång till eldrivna bussar i Stockholm innerstads kollektivtrafik*, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1178155/FULLTEXT01> (dostęp: 4.03.2025).

⁸⁵ *Clean Air Action Plan*, <http://carbonneutralcities.org/wp-content/uploads/2020/01/Amsterdam-Clean-Air-Action-Plan.pdf> (dostęp: 16.06.2021).

Odpowiadają za 19% emisji tlenków azotu i 10% emisji cząstek stałych⁸⁶. Amsterdam spodziewa się, że w ciągu najbliższych kilku lat e-busy będą najlepszą opcją dla mieszkańców w zakresie wyboru środka transportu. Na rysunku 15 przedstawiono harmonogram realizacji działań w ramach omawianego planu do 2030 r.



Rysunek 15. Harmonogram realizacji działań w zakresie zrównoważonego rozwoju w niskoemisyjnym transporcie w Amsterdamie

Źródło: *Clean Air Action Plan*, <http://carbonneutralcities.org/wp-content/uploads/2020/01/Amsterdam-Clean-Air-Action-Plan.pdf> (dostęp: 16.06.2021).

⁸⁶ Ibidem.

Obecnie w Amsterdamie stosuje się trzy główne techniki ładowania: Opportunity Charging (OC), In-Motion Charging (IMC) oraz technologię plug-in. Autobus OC korzysta z długiego ładowania w nocy, a także z szybkiego ładowania w ciągu dnia. Autobus IMC ładuje się, poruszając się pod napowietrznym kablem, a autobus plug-in ładuje się tylko w nocy. Technologia OC jest najbardziej sprawdzoną i najczęściej wdrażaną przez władze miast⁸⁷.

Innym miastem, które wdrożyło niskoemisyjny transport publiczny, jest Singapur. Singapur stawia na rozwiązania, które będą odpowiedzią na nadchodzące problemy klimatyczne, gdyż jest to gęsto zaludnione miasto-państwo, które przystępuje do ochrony kraju przed podnoszącym się poziomem mórz, wyższymi temperaturami i intensywniejszymi opadami⁸⁸. Ponadto Singapur planuje stopniowe wdrażanie tranzytu poprzez tworzenie korytarzy priorytetowych dla autobusów.

Od 2018 r. miasto rozwija działania mające na celu ograniczenie wykorzystania prywatnych samochodów osobowych oraz motocykli. Poczyniło też znaczące inwestycje w transport publiczny. Władze Singapuru zakładają stopniowe wycofywanie silników o napędzie spalinowym w pojazdach do 2040 r., tak aby pozostały na rynku pojazdy użytkujące czystsza energię. Wszystkie nowo zakupione autobusy publiczne będą wykorzystywały niskoemisyjny napęd, będą to głównie modele elektryczne lub hybrydowe. Miasto planuje również rozbudowę publicznej infrastruktury służącej do ładowania pojazdów elektrycznych⁸⁹. Publiczny transport zbiorowy obsługuje 67% przejazdów w godzinach szczytu, a w przyszłości wartość ta ma osiągnąć nawet 75% (2030 r.) Singapur jako miasto-państwo boryka się z pewnymi ograniczeniami, które są wynikiem niewielkiej powierzchni i braku siły roboczej, dlatego skupia się na automatyzacji, aby osiągnąć wyznaczony cel⁹⁰. Jednym z rozwiązań są autonomiczne autobusy o napędzie elektrycznym. Pojazdy poruszają się w trybie wahadłowym, po ściśle wytyczonych trasach, a ładowanie odbywa się w czasie wsiadania lub wysiadania pasażerów na specjalnie zaprojektowanych stacjach, dlatego autobus

⁸⁷ Ibidem.

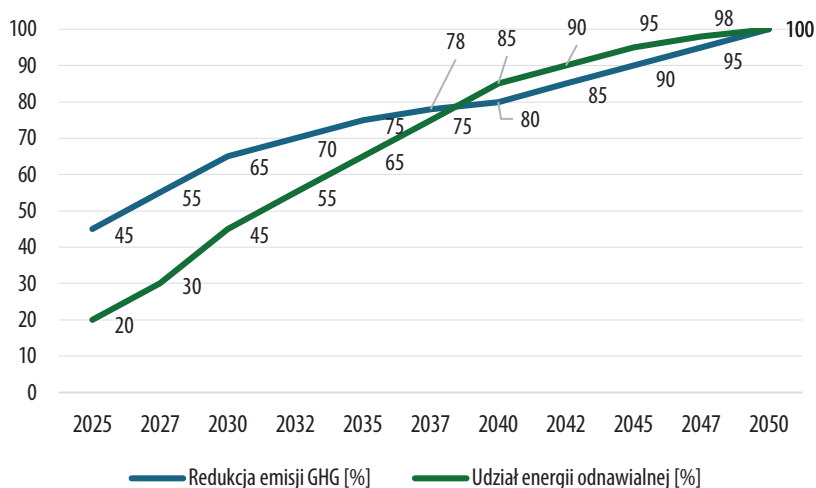
⁸⁸ *Singapur zamiast samochodów elektrycznych promuje transport publiczny*, <https://www.miaasto2077.pl/singapur-zamiast-samochodow-elektrycznych-promuje-transport-publiczny/> (dostęp: 23.06.2021).

⁸⁹ *Charting Singapore's Low-Carbon and Climate Resilient Future*, National Climate Change Secretariat, 2020, <https://www.nccs.gov.sg/docs/default-source/publications/nccsleds.pdf> (dostęp: 4.06.2021).

⁹⁰ *Autonomous buses*, <https://www.volvobuses.com/en/why-volvo/automation-buses.html> (4.03.2025).

ten może obsługiwać pasażerów w sposób ciągły. Koszty operacyjne autobusu są od 5 do 10 razy niższe niż w przypadku tramwajów⁹¹.

W Singapurze wzdłuż linii metra zlokalizowanych jest ok. 20 miast, w których osiedla mieszkaniowe, centra handlowe, obiekty użyteczności publicznej i otwarte przestrzenie dla mieszkańców są zrecznie połączone z węzłami komunikacyjnymi. W rezultacie połowa wszystkich Singapurczyków mieszka w promieniu jednego kilometra od stacji metra, co sprawia, że jest to dla nich jedna z najpopularniejszych opcji podróży⁹². Sieć metra jest ściśle połączona z miejskim systemem autobusowym, ponieważ linie biegną równoległe do korytarza metra lub obsługują obszary, które są niedostatecznie obsługiwane przez metro. Prawie wszyscy mieszkańcy nowego miasta mieszkają w odległości pięciu minut spacerem od dworca autobusowego⁹³. To świadczy o dobrej polityce urbanistycznej, która uwzględnia potrzeby transportowe, dając większe szanse na rozwój transportu publicznego.



Rysunek 16. Cele w zakresie zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych przyjęte przez Toronto do 2050 r.

Źródło: City of Toronto – Corporate Real Estate Management – Project Management Office, <https://www.tcaconnect.com/About-Us/Our-Committees/Environmental-Committee/City-Of-Toronto.html> (dostęp: 3.07.2021).

⁹¹ Singapurski uniwersytet NTU zaprezentował autobus elektryczny, w planach pojazdy autonomiczne, <https://orpa.pl/singapurski-universytet-ntu-zaprezentowal-autobus-elektryczny-w-planach-pojazdy-autonomiczne/> (dostęp: 23.06.2021).

⁹² W. Liu, B. Qin, op. cit.

⁹³ Ibidem.

Miastem stanowiącym przykład dobrej praktyki prowadzącej do implementacji niskoemisyjnego transportu publicznego jest także Toronto, które z sukcesem zakończyło pierwsze plany w zakresie zmian klimatycznych (2007 r. oraz 2009 r.). Miasto w 2017 r. przyjęło program, który zawiera zestaw długoterminowych, niskoemisyjnych celów i strategii ograniczania lokalnej emisji gazów cieplarnianych, poprawy zdrowia mieszkańców, rozwoju gospodarki i poprawy równości społecznej⁹⁴. Ponadto Toronto wyznaczyło cel zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych o 65% do 2030 r. oraz osiągnięcie zerowej emisji do 2050 r. lub wcześniej (rysunek 16), aby wspierać wizję bycia jednym z najbardziej zrównoważonych i prężnie rozwijających się miast na świecie⁹⁵.

Największym źródłem emisji zanieczyszczeń do atmosfery w Toronto są budynki – gaz ziemny wykorzystywany do ogrzewania budynków odpowiada za około 50% całkowitej emisji gazów cieplarnianych w mieście. Drugim co do wielkości źródłem jest transport. Miasto przystąpiło do polityki wdrażania niskoemisyjnych autobusów miejskich w 2017 r., zamawiając 30 całkowicie elektrycznych pojazdów, a drugie 30 sztuk zostało zakupionych rok później. Elektryfikacja autobusów, która jest celem do 2040 r., pokazuje zaangażowanie miasta w dawanie przykładu. Obecnie pojazdy generują około jednej trzeciej emisji gazów w Toronto. Nowe eBusy TTC działają w prawdziwie ekologicznej technologii napędowej z zerową emisją spalin⁹⁶. Rząd Kanady i miasto Toronto zainwestowały w ten projekt 140 mln dolarów w ramach federalnego Funduszu Infrastruktury Transportu Publicznego (PTIF). Pieniądze te zostały przeznaczone na autobusy elektryczne oraz na rozbudowę infrastruktury dla przyszłej bezemisyjnej floty⁹⁷. Należy również podkreślić, iż ważnym środkiem transportu w tak gęsto zaludnionym mieście jak Toronto jest metro, składające się z czterech linii. Władze miasta planują rozbudowę istniejących linii i tworzenie nowych w miarę rozwoju miasta.

⁹⁴ City of Toronto – Corporate Real Estate Management – Project Management Office, <https://www.tcaconnect.com/About-Us/Our-Committees/Environmental-Committee/City-Of-Toronto.html> (dostęp: 3.07.2021).

⁹⁵ Low-Carbon Transportation in Toronto, <https://www.toronto.ca/wp-content/uploads/2017/10/8800-TransformTO-TT-Transportation-Workbook-Summary-AODA.pdf> (dostęp: 3.07.2021).

⁹⁶ TTC Toronto. 60 E-buses from 3 Producers. The Largest E-bus Fleet in North America, <https://www.sustainable-bus.com/news/ttc-toronto-largest-e-bus-fleet-in-north-america/> (dostęp: 11.07.2021).

⁹⁷ Ibidem.

Podsumowując doświadczenia zagraniczne, można stwierdzić, iż widać, jak dużą rolę wyznaczają miasta niskoemisyjnemu publicznemu transportowi zbiorowemu. Istotnym czynnikiem, który wpłynął na zainteresowanie tym rodzajem transportu, są problemy, takie jak zanieczyszczenie powietrza czy eksurbanizacja. Jednym z głównych źródeł emisji pyłów, tlenków siarki, tlenków azotu i innych szkodliwych substancji jest sektor transportu, dlatego miasta na całym świecie próbują obniżyć zanieczyszczenie powietrza poprzez nisko- oraz zeroemisyjnej floty w transporcie publicznym. We flotę transportu publicznego opartą na pojazdach zasilanych sprężonym gazem ziemnym inwestuje się na całym świecie. Ogromny potencjał ma biogaz, który jest szeroko wykorzystywany w komunikacji miejskiej w Sztokholmie, mają go także cieszące się aktualnie dużym zainteresowaniem autobusy elektryczne. Warto wspomnieć, że Polska jest największym eksporterem autobusów elektrycznych w Unii Europejskiej, a największymi odbiorcami w 2020 r. autobusów produkowanych przez zlokalizowanych w Polsce trzech producentów: Solaris, Volvo oraz Man, były Niemcy i Włochy⁹⁸.

⁹⁸ Polska największym eksporterem... (dostęp: 15.07.2021).

Rozdział 4

Identyfikacja i pomiar efektów rozwoju niskoemisyjnego transportu publicznego w świetle badań wtórnych oraz pierwotnych

4.1. Analiza zmian w zakresie środków transportu niskoemisyjnego

Idea zrównoważonego rozwoju stała się jednym z głównych celów, które znalazły się w polityce transportowej Unii Europejskiej. Do głównych przyczyn wpływających na zainteresowanie UE zrównoważonym rozwojem transportu zaliczyć można¹:

- a) duże uzależnienie się od paliw kopalnych, co zagraża bezpieczeństwu gospodarczemu i negatywnie oddziałuje na środowisko naturalne oraz na społeczeństwo;
- b) stale rosnące zapotrzebowanie na zasoby naturalne, co zwiększa presję na środowisko;
- c) postępujące zmiany klimatu spowodowane m.in. emisją dwutlenku węgla oraz występowaniem klęsk żywiołowych oddziałujących destrukcyjnie na gospodarkę;
- d) zbyt powolny rozwój konkurencyjności transportu, który można zwiększyć poprzez wdrażanie rozwiązań ekologicznych, takich jak m.in. innowacyjne źródła energetyczne.

W świetle definicji przedstawionych w pracy należy zauważyć, że zjawisko zrównoważenia jest coraz bardziej popularne w ostatnich latach. W literaturze przedmiotu wskazuje się dodatkowo na następstwa zrównoważenia w odniesieniu do procesów

¹ Bakker S., *Transport and mobility*, <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/transport-and-mobility> (dostęp: 4.03.2025).

planowania i funkcjonowania systemu transportu². Polska, będąca państwem członkowskim Unii Europejskiej, również realizuje założenia polityki zrównoważonego rozwoju. Zostało to zagwarantowane w Konstytucji Rzeczypospolitej Polskiej. W prawodawstwie polskim poprzez zrównoważony rozwój rozumie się taki

rozwój społeczno-gospodarczy, w którym następuje proces integrowania działań politycznych, gospodarczych i społecznych, z zachowaniem równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych procesów przyrodniczych, w celu zagwarantowania możliwości zaspokajania podstawowych potrzeb poszczególnych społeczności lub obywateli, zarówno współczesnego pokolenia, jak i przyszłych pokoleń³.

Definicja ta pozwala wyodrębnić zasadnicze wymiary zrównoważenia w transporcie, które można ująć w aspektach: środowiskowym, ekonomicznym oraz społecznym, co przedstawione zostało w tabeli 19.

Tabela 19. Wymiary zrównoważenia w transporcie

Zrównoważony rozwój transportu		
Wymiar społeczny	Wymiar ekonomiczny	Wymiar środowiskowy
– mobilność – dostępność – płynność – bezpieczeństwo – spójność społeczna – integralność systemu transportowego	– konkurencyjność – warunki pracy w sektorze – infrastruktura (rozwój/modernizacja/zainteresowanie/nośność/ilość i jakość sieci transportowej)	– przyjazność środowiska transportu (minimalizacja wpływów na środowisko) – przeciwdziałanie skutkom transportowych zagrożeń środowiskowych i ich likwidacja

Źródło: opracowanie własne na podstawie: T. Borys, *Pomiar zrównoważonego rozwoju transportu*, [w:] *Ekologiczne problemy zrównoważonego rozwoju*, red. D. Kielczewski, B. Dobrzyńska, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Białymstoku, Białystok 2009.

Wymiary zrównoważenia w transporcie można odnieść do poszczególnych działów gospodarki, których nadrzędnym celem powinno być efektywne korzystanie z zasobów przy jak najniższym stopniu oddziaływania na środowisko. Jednym z działów gospodarki narodowej jest transport, który może być bardziej konkurencyjny w stosunku do stanu obecnego. Jest on więc także objęty zasadami zrównoważonego rozwoju,

² T. Litman, D. Burwell, *Issues in Sustainable Transportation*, „International Journal of Global Environmental Issues” 2006, t. 6, nr 4, s. 331–347.

³ Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska. (Dz.U. z 20 czerwca 2001 r.).

zgodnie z którymi środki transportu oraz infrastruktura powinny być efektywnie wykorzystywane przy jednoczesnej minimalizacji wpływu na środowisko naturalne.

Dokumenty wyrażające stanowisko krajów Unii Europejskiej oraz Polski w zakresie transportu wskazują na ważne miejsce, jakie zajmuje koncepcja zrównoważonego transportu. System zapewniający harmonię między czynnikami społecznymi i gospodarczymi a jednocześnie rozwojem przestrzennym i ochroną środowiska w danym kraju nazwać można zrównoważonym systemem transportowym, który uwzględnia zarówno czynniki gospodarcze i społeczne, jak i trudności dotyczące ochrony środowiska.

W literaturze występuje wiele określeń zrównoważonego systemu transportowego. Definicja, która została zaaprobowana przez największe grono specjalistów, jest następująca⁴:

System zrównoważonego transportu to taki system, który:

- a) zapewnia możliwość realizacji podstawowej potrzeby dostępu do niego przez jednostki i społeczeństwa, tak aby zachować wysoki poziom bezpieczeństwa, który jednocześnie będzie spójny z potrzebami zdrowia ludzkiego i ekosystemów;
- b) jest przystępny cenowo, a jednocześnie działa w sposób skuteczny, zachowując przy tym szeroki wachlarz środków transportu z uwzględnieniem prężnego wsparcia rozwijającej się gospodarki;
- c) prowadzi do redukcji emisji i odpadów z uwzględnieniem możliwości ziemi do ich wchłonięcia, ogranicza zużycie zasobów nieodnawialnych, a zarazem konsumpcję zasobów odnawialnych do poziomu zrównoważenia, przetwarza i wtórnie wykorzystuje ich komponenty oraz minimalizuje wykorzystanie gruntów, a także ogranicza natężenie hałasu.

Definicja ta pozwala stwierdzić, że transport zrównoważony w równym stopniu powinien uwzględniać cele gospodarcze, społeczne i środowiskowe. Polska jako kraj nie uzyskała równowagi w rozwoju systemu transportowego, na co wskazują zadania, które określono w aktualnych dokumentach dotyczących polityki transportowej. Do głównych problemów polskiego transportu, które powinny być rozwiązane do roku 2025, należą⁵:

- duże natężenie ruchu na drogach,
- zwiększający się negatywny wpływ na środowisko naturalne i cywilizacyjne,

⁴ T. Borys, M. Markowska, T. Brzozowski, *Raport z realizacji ekspertyzy „Analiza istniejących danych statystycznych pod kątem ich użyteczności dla określenia poziomu zrównoważonego rozwoju transportu wraz z propozycją ich rozszerzenia”*, Jelenia Góra–Warszawa 2008.

⁵ Ministerstwo Infrastruktury, *Polityka Transportowa Państwa na lata 2006–2025*, http://www.europedirect-katowice.pl/ed_stara_strona/dokumenty/2/polityka-transportowa-panstwa.pdf (dostęp: 30.09.2021).

- wysoki poziom zagrożenia zdrowia i życia w transporcie, zwłaszcza drogowym,
- niewłaściwy stan infrastruktury technicznej – zwłaszcza drogowej,
- niska produktywność kolei i mała konkurencyjność,
- zagrożenia wynikające z otwarcia rynku.

Jeden z wymienionych problemów dotyczy negatywnego wpływu na środowisko naturalne i cywilizacyjne. Wyraża się on poprzez⁶:

- emisję gazów cieplarnianych, które wpływają na zmiany klimatyczne,
- lokalną emisję zanieczyszczeń powietrza, które mogą prowadzić do zagrożenia ludzkiego zdrowia i negatywnie oddziaływać na przyrodę,
- zajmowanie sporych obszarów przyrodniczych przez elementy infrastruktury technicznej,
- występowanie hałasu, który negatywnie wpływa na życie ludzi.

Ograniczenie niekorzystnego wpływu transportu na środowisko związane jest z podjęciem dodatkowych wyzwań w zakresie ekologii. Należy uwzględnić⁷:

- prowadzoną przez Unię Europejską politykę ochrony środowiska, w kierunku ochrony klimatu i redukcji gazów cieplarnianych,
- nieustanne zainteresowanie nieodnawialnymi surowcami energetycznymi oraz coraz bardziej utrudniony dostęp do nich, czego efektem jest wzrost cen paliw prowadzący do zmniejszenia konkurencyjności całej gospodarki,
- zmiany klimatyczne, które uznać należy za czynnik niekorzystnie wpływający na infrastrukturę i usługi transportowe,
- konieczność zachowania różnorodności biologicznej i swobodnej migracji gatunków.

Z dokumentów polityki transportowej oraz strategii rozwoju transportu wynika, że wymienione powyżej problemy powinny zostać zminimalizowane do 2025 r. Należy poszukiwać narzędzi, które będą wspierały realizację celów polityki transportowej Polski oraz strategii rozwoju transportu, zwłaszcza w aspekcie środowiskowym. Unia Europejska od trzydziestu lat aktywnie działa w kierunku osiągnięcia zrównoważonego transportu, ukierunkowanego w dużej mierze na zrównoważony transport miejski. W tabeli 20 w bardzo ogólnym zakresie przedstawiono główne kierunki działań UE wraz z przykładami instrumentów i inicjatyw na rzecz zrównoważonego rozwoju transportu miejskiego.

⁶ Ibidem.

⁷ Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, Strategia rozwoju transportu do 2020 roku (z perspektywą do 2030 roku), <http://mir.gov.pl> (dostęp: 4.10.2021).

Tabela 20. Główne kierunki działań UE wraz z przykładami instrumentów i inicjatyw na rzecz zrównoważonego rozwoju transportu miejskiego

Kierunki działań	Wybrane przykłady instrumentów i inicjatyw
Stymulowanie władz lokalnych do działań na rzecz zrównoważonego rozwoju transportu miejskiego (ZRTM)	– zmiany legislacyjne (dotyczy np. bezpieczeństwa w transporcie, obowiązku opracowywania tzw. map hałasu czy planów transportu publicznego dla większych miast i aglomeracji) – promowanie dobrych praktyk – udostępnianie gotowych narzędzi, ekspertyz i opracowań pozwalających budować politykę ZRTM – wsparcie finansowe, np. rozbudowy infrastruktury w ramach m.in. Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego – podnoszenie jakości transportu publicznego – wspieranie tworzenia stowarzyszeń, inicjatyw i platform działających na rzecz ZRTM, takich jak CIVITAS i ELTIS, i zapewnienie im pomocy finansowej
Kreowanie zrównoważonych zachowań transportowych	– edukacja na rzecz ZRTM – inicjatywy zachęcające do rezygnacji z podróżowania samochodem (np. Tydzień Zrównoważonego Transportu) – wsparcie finansowe dla lokalnych inicjatyw na rzecz ZRTM – szkolenia i konferencje dla władz, instytucji, uczelni, podnoszące kwalifikacje w zakresie edukacji na rzecz ZRTM
Poprawa efektywności i wydajności miejskich systemów transportowych	– rozwój inteligentnych systemów transportowych (ITS) poprzez finansowanie badań, finansowanie implementacji ITS w miejskich systemach transportowych oraz zmiany legislacyjne na rzecz wdrażania ITS – rozwój Transeuropejskich Sieci Transportowych – wsparcie finansowe na rzecz rozbudowy i modernizacji infrastruktury drogowej, szynowej, kolejowej, śródlądowej, rowerowej – wsparcie finansowe na rzecz poprawy jakości transportu zbiorowego – udostępnianie i promowanie dobrych praktyk
Redukcja negatywnych efektów zewnętrznych transportu	– rozwój i rozbudowa infrastruktury różnych gałęzi transportu – wprowadzanie norm emisji spalin – rozwój technologii służących do konstrukcji ekologicznych (głównie niskoemisyjnych i energooszczędnych) pojazdów – konieczność opracowywania map hałasu i planów transportu publicznego na szczeblu lokalnym/regionalnym – nacisk na internalizację kosztów zewnętrznych transportu poprzez nakładanie opłat za korzystanie z motoryzacji indywidualnej – działania na rzecz zmiany zachowań transportowych i wybór bardziej przyjaznych środowisku i człowiekowi gałęzi i środków transportu

Źródło: opracowanie własne na podstawie: M. Paradowska, *Polityka zrównoważonego rozwoju transportu UE w kontekście wybranych aspektów ekonomiki polskich miast*, „Ekonomia i Środowisko” 2013, nr 3.

Koncepcja rozwoju zrównoważonego uwzględniająca rozwój transportu w państwach członkowskich UE znajduje swoje odzwierciedlenie w Białych Księgach UE. Elżbieta Załoga wskazuje, że zmiany w polityce transportowej, jakie nastąpiły w latach 90. XX w., skutkowały wyodrębnieniem trzech wyraźnych paradygmatów, tj.:

- przesunięcia (ang. *shift*) – oznacza przesunięcia gałęziowe w przewozach osób i ładunków i skupia się na potrzebie ograniczenia roli transportu samochodowego,
- rozdzielania (ang. *decoupling*), w którym należy rozpatrywać wzrost gospodarczy przy jednoczesnej redukcji potrzeb przewozowych, co skutkuje przebudową relacji zachodzących między gospodarką, społeczeństwem oraz środowiskiem,
- efektywnego wykorzystania zasobów (ang. *resource efficiency*), które zapisane zostało w Białej Księdze transportu z 2011 r. i zostało powiązane z rozwojem konkurencyjnego transportu⁸.

Zrównoważony rozwój nie oznacza rozwoju szybkiego i jednakowego dla wszystkich. Może być traktowany jako pewien plan składający się z określonych działań, które są ze sobą ściśle powiązane i zintegrowane, a docelowo mają doprowadzić do osiągnięcia celów strategicznych związanych z rozwojem zrównoważonym. Należy w tym aspekcie uwzględnić wymiar ekonomiczny, który przejawia się podążaniem w kierunku usprawnienia efektywności ekonomicznej transportu osób i ładunków. Aspekt społeczny koncentruje swoje działania na doprowadzeniu do wzrostu dostępności, jakości i bezpieczeństwa transportu. Ostatni, trzeci aspekt (środowiskowy) ma ograniczyć negatywny wpływ transportu i obniżyć emisję gazów cieplarnianych oraz zredukować zanieczyszczenie pyłami przy jednoczesnym zredukowaniu poziomu zużycia energii oraz poziomu emisji hałasu. Przedstawione w tabeli 18 działania, wynikające z polityki transportowej UE oraz strategii rozwoju transportu Polski⁹, mają bezpośrednio oraz pośrednio przyczynić się do rozwoju konkurencyjnego i zasobooszczędnego transportu, co z kolei może korzystnie oddziaływać na realizację celów zrównoważonego rozwoju. Warto również wskazać efekty negatywne, które łączą się z dużym przywiązaniem do motoryzacji indywidualnej, dużym udziałem starych pojazdów w użytkowanej flocie oraz niedostatecznym poziomem rozwoju infrastruktury transportowej. Prawdłowo realizowane działania w sferze ekonomicznej mogłyby zagwarantować konkurencyjność transportu Polski i UE na innych rynkach. Przemawiać za tym mogą przystępne koszty oraz wysoka jakość

⁸ E. Załoga, *Nowa polityka transportowa Unii Europejskiej*, [w:] *Transport. Nowe wyzwania*, red. K. Wojewódzka-Król, E. Załoga, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2016.

⁹ Uchwała nr 6 Rady Ministrów z dnia 22 stycznia 2013 r. w sprawie Strategii Rozwoju Transportu do 2020 r. (z perspektywą do 2030 r.), M.P. 2013 poz. 75, <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WMP20130000075> (dostęp: 17.10.2021).

oferowanych usług transportowych. To właśnie efektywność transportu może być czynnikiem, który będzie warunkował konkurencyjność przedsiębiorstw państw członkowskich UE w skali światowej. Wzrost transportu prowadzi do rozwoju gospodarczego UE, ponieważ są perspektywy szybkiego przemieszczania towarów, istnieje możliwość tworzenia warunków do kreowania nowych miejsc pracy, rozszerzania rynku i zmniejszania niektórych kategorii kosztów transakcyjnych oraz pozyskiwania czynników produkcji.

Władze miast, podejmując działania na rzecz poprawy konkurencyjności, ale również ekologiczności publicznego transportu zbiorowego, zmagają się w kierunku poprawy jakości życia mieszkańców, a jednocześnie realizują w ten sposób cele uchwalonych polityk transportowych. Główną rolę w realizacji celów polityki zrównoważonego rozwoju w zespołach miejskich odgrywa poznanie zachowań transportowych mieszkańców, które również powinny być obszarem badań władz miejskich i spółek świadczących usługi komunikacji miejskiej. Należy realizować działania z zakresu zarządzania mobilnością¹⁰, gdyż mobilność trzeba rozpatrywać w odniesieniu do koncepcji zrównoważonego rozwoju przy jednoczesnym zapewnieniu swobody przemieszczania się i dobrej jakości życia. Implementując koncepcję zrównoważonego rozwoju transportu, można zredukować negatywne aspekty szeroko rozumianej ruchliwości, które przejawiają się w postaci występowania zjawiska kongestii, zanieczyszczeniem powietrza, hałasem, emisją spalin, konsumpcją nieodnawialnych zasobów, społecznym wykluczeniem, eksurbanizacją oraz wypadkami drogowymi¹¹. Aby mówić o zrównoważonym transporcie w miastach, należy skupić się na zmniejszeniu odległości wykonywanych podróży na obszarach miejskich, a także zredukowaniu ich ogólnej liczby. Powinno się ponadto kontrolować rozrost miast, ponieważ niekontrolowane rozlewanie się ich na tereny podmiejskie prowadzi do zwiększenia potrzeb przewozowych, które często mogą być zaspokojone tylko przez transport indywidualny¹².

Analiza zmian w zakresie transportu miejskiego może uwzględniać długość linii komunikacyjnych oraz środki transportu. W 2023 r. komunikacja miejska w Polsce realizowana była przez przedsiębiorstwa komunikacji miejskiej na ogólnej długości linii komunikacyjnych zbliżonej do roku 2020 i wynoszącej 59 263,2 km. W tabeli 21 zaprezentowano długość linii komunikacyjnych w Polsce w latach 2015–2023.

¹⁰ O. Wyszomirski, *Planowanie transportu miejskiego jako instrument kształtowania jego rozwoju*. „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Gdańskiego. Ekonomia Transportu Lądowego” 2011, nr 41.

¹¹ B. Molecki, *Rola samorządu w kształtowaniu transportu regionalnego w Polsce i w Europie*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2010.

¹² *Mobility Management. The Smart Way to Sustainable Mobility in European Countries, Regions and Cities*, <http://www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/1162281.pdf> (dostęp: 18.10.2021).

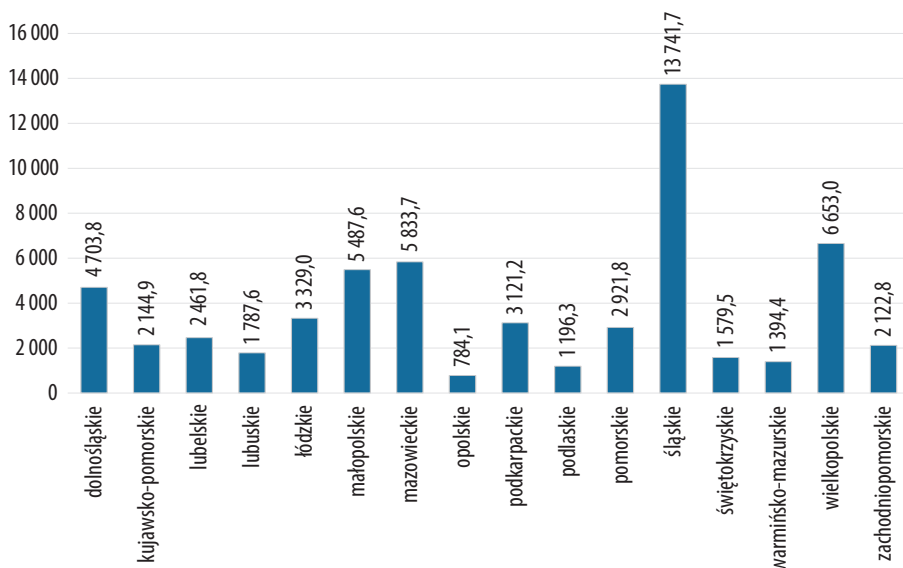
Tabela 21. Długości linii komunikacji miejskiej w Polsce w latach 2015–2023 [km]

2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
56 763,1	56 549,9	57 780,5	58 736,1	60 077,3	60 092,4	59 776,3	58 093,7	59 263,2

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

W analizowanym okresie w Polsce ogólna długość linii komunikacji miejskiej swoją największą wartość osiągnęła w 2020 r. W 2023 r., w stosunku do 2022 r., nastąpił wzrost ogólnej długości linii komunikacyjnych o 1163,5 km. W 2021 r., w porównaniu z rokiem 2020, nastąpił spadek ogólnej długości linii komunikacyjnych o 316,1 km.

Analiza długości linii komunikacyjnych została przedstawiona na rysunku 17.



Rysunek 17. Długość linii komunikacyjnych w poszczególnych województwach w 2023 r. [km]

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Jak wynika z rysunku 17, największa długość linii komunikacyjnych znajduje się w województwie śląskim. Jest to ponad 13 tys. km linii. Dla porównania, w największym województwie w Polsce, w którym zlokalizowana jest stolica Polski (województwo mazowieckie), znajduje się o ponad połowę mniej linii – 5833,7 km. Najmniej linii komunikacji miejskiej znajduje się w województwie opolskim – 784,1 km.

Tabela 22. Tabor komunikacji miejskiej w Polsce w latach 2022–2023 [szt.]

	2022	2023
Autobusy ogółem	12 271	12 466
Tramwaje	3 070	3 042
Trolejbusy	235	233

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Tabela 23. Tabor komunikacji miejskiej [szt.] według województw (stan na 31.12.2023)

Województwo	Autobusy	Tramwaje	Trolejbusy
dolnośląskie	866	339	0
kujawsko-pomorskie	481	203	0
lubelskie	478	0	99
lubuskie	232	22	0
łódzkie	794	405	0
małopolskie	1023	365	0
mazowieckie	2528	762	0
opolskie	184	0	0
podkarpackie	504	0	0
podlaskie	366	0	0
pomorskie	759	139	107
śląskie	2137	324	27
świętokrzyskie	302	0	0
warmińsko-mazurskie	271	54	0
wielkopolskie	997	229	0
zachodniopomorskie	544	200	0

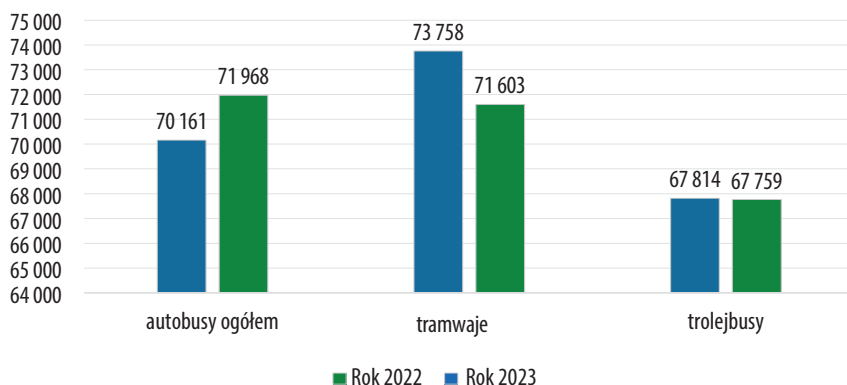
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Przewozy pasażerów na liniach komunikacyjnych wykonywane są przez tabor komunikacji miejskiej. Oprócz autobusów można wyróżnić m.in. tramwaje i trolejbusy. W tabeli 22 przedstawiono dane dotyczące stanu wykorzystania i eksploatacji taboru komunikacji miejskiej w Polsce w latach 2022–2023.

W porównaniu z 2022 r. w 2023 wzrosła liczba autobusów (o 195 szt.), zmniejszyła się natomiast liczba tramwajów (o 28 szt.) i trolejbusów (o 2 szt.). Liczba autobusów ogółem w 2023 r. wyniosła 12 466 szt. Liczba tramwajów ukształtowała się na poziomie 3042 szt., a trolejbusów na poziomie 233 szt.

Najwięcej autobusów posiada województwo mazowieckie (2528 szt.), następnie województwo śląskie (2137 szt.) oraz małopolskie (1023 szt.). Są to jedyne trzy województwa, które posiadają w swojej flocie powyżej 1000 sztuk autobusów. Najmniejsza liczba autobusów znajduje się w województwach: opolskim (184 szt.), lubuskim (232 szt.) oraz warmińsko-mazurskim (271 szt.). Najwięcej tramwajów można spotkać w województwie mazowieckim (762 szt.) oraz łódzkim (405 szt.). Województwa, w których nie występuje komunikacja tramwajowa, to: lubelskie, opolskie, podkarpackie, podlaskie i świętokrzyskie. Trolejbusy w Polsce wspierają system transportu publicznego w trzech województwach: lubelskim, pomorskim oraz śląskim.

Wartościowe dla analizy jest poznanie aspektów związanych z wykorzystaniem posiadanego taboru przez przedsiębiorstwa komunikacji miejskiej w Polsce. Na rysunku 18 zaprezentowano przeciętny przebieg w ciągu roku.



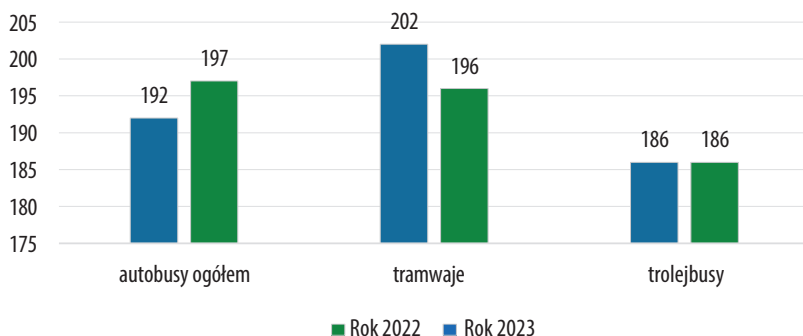
Rysunek 18. Przeciętny przebiegu autobusu w ciągu roku (w wozokilometrach) – dane za lata 2022–2023

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

W roku 2023 interesującą sytuację odnotowano w przypadku środka transportu, jakim jest trolejbus (przyrost – 2). Trolejbus nie jest w Polsce popularnym pojazdem, o czym dodatkowo świadczy to, że jest on dostępny jedynie w dwóch województwach. Niemniej jednak jest to proekologiczny środek transportu, który może

odgrywać główną rolę w sprawnym przemieszczaniu się w aglomeracjach silnie zurbanizowanych. Unia Europejska wspiera zielone inwestycje, takie jak np. zastosowanie energii odnawialnej w postaci energii z paneli fotowoltaicznych, która w kolejnym etapie trafia do sieci trakcyjnej, z której mogą skorzystać m.in. trolejbusy w Gdyni.

Wartość dodaną w analizach stanowi przedstawienie przeciętnego przebiegu środka transportu komunikacji miejskiej (w km) w ciągu doby (rys. 19).



Rysunek 19. Przeciętny przebiegu wozu (w km) w ciągu doby – dane za lata 2022–2023

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Jak wynika z rysunku 19, przeciętny dzienny przebieg autobusów w 2023 r. wyniósł 192 km, co stanowi spadek w porównaniu z rokiem 2022, kiedy to wartość ta osiągnęła 197 km. Oznacza to zmniejszenie o 5 km, co może sugerować optymalizację tras, zmniejszenie intensywności eksploatacji lub inne czynniki operacyjne, takie jak zmiany w rozkładzie jazdy czy strukturalne ograniczenia w ruchu miejskim. W przypadku tramwajów zaobserwowano wzrost przeciętnego dziennego przebiegu. W 2023 r. osiągnął on wartość 202 km, co oznacza wzrost o 6 km względem roku 2022, kiedy to wynosił 196 km. Wzrost ten może wynikać z większej liczby kursów, lepszego wykorzystania taboru lub rozbudowy infrastruktury tramwajowej, co umożliwiło zwiększenie efektywności operacyjnej tego środka transportu. Dane dotyczące trolejbusów wskazują na stabilność wartości przeciętnego dziennego przebiegu, który w obu analizowanych latach wyniósł 186 km, a to sugeruje utrzymanie niezmiennych parametrów eksploatacyjnych, takich jak liczba kursów, długość tras czy poziom zapotrzebowania na ten środek transportu.

Dostępność do transportu publicznego jest ważnym zagadnieniem poruszonym w literaturze przedmiotu. Uwzględniając kontekst zrównoważonego rozwoju, warto zwrócić uwagę na możliwość korzystania z transportu publicznego przez osoby

z niepełnosprawnościami. Dane dotyczące tego zagadnienia zostały przedstawione na rysunkach 20 oraz 21. Przyjmując za początek analizowanego okresu rok 2015 (implementacja Agendy na rzecz zrównoważonego rozwoju 2030 pt. Przekształcamy nasz świat), dostrzegamy zwiększenie się odsetka autobusów oraz tramwajów przystosowanych do przewozu osób niepełnosprawnych.

Na rysunku 20 przedstawiono odsetek autobusów komunikacji miejskiej przystosowanych do przewozu osób niepełnosprawnych w Polsce w latach 2015–2023. Analizując dane, można zauważyć wyraźny trend wzrostowy, który wskazuje na postępującą adaptację taboru autobusowego do potrzeb osób z ograniczoną mobilnością.

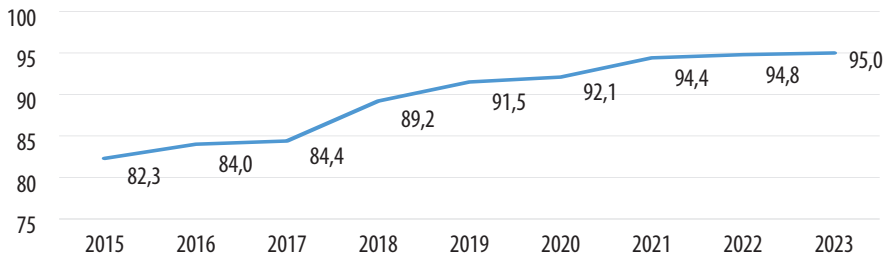
W 2015 r. odsetek autobusów dostosowanych wynosił 82,3%, a w kolejnych latach obserwuje się stopniowy wzrost: w 2016 r. osiągnął 84%, w 2017 r. – 84,4%. Znaczący wzrost nastąpił w 2018 r., kiedy wartość ta wzrosła do 89,2%, a w 2019 r. odnotowano dalszy wzrost do 91,5%. Kolejne lata charakteryzują się umiarkowanym, ale stałym wzrostem: w 2020 r. osiągnięto poziom 92,1%, w 2021 r. – 94,4%, a w 2022 r. – 94,8%. W roku 2023 odsetek autobusów przystosowanych do przewozu osób niepełnosprawnych osiągnął wartość 95%, co sugeruje bliskie osiągnięcie pełnej dostępności.

Zaobserwowany trend wskazuje na skuteczność polityk transportowych oraz inwestycji w nowoczesny, bardziej dostępny tabor komunikacyjny. Możliwe czynniki sprzyjające temu wzrostowi to m.in. wymogi prawne, programy finansowania modernizacji taboru oraz rosnąca świadomość społeczna w zakresie potrzeb osób z niepełnosprawnościami.

Na rysunku 21 przedstawiono odsetek tramwajów komunikacji miejskiej przystosowanych do przewozu osób niepełnosprawnych w Polsce w latach 2015–2023. Analiza danych wskazuje na wyraźny trend wzrostowy w analizowanym okresie, co świadczy o postępującej modernizacji taboru tramwajowego.

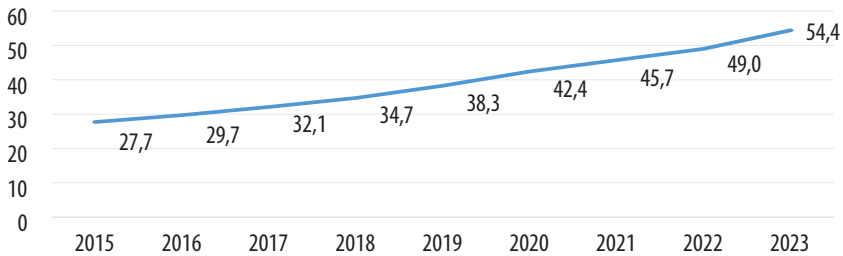
W 2015 r. odsetek dostosowanych tramwajów wynosił 27,7%, a w kolejnych latach obserwowano stopniowy wzrost: w 2016 r. osiągnięto 29,7%, w 2017 r. – 32,1%, a w 2018 r. – 34,7%. W latach 2019–2023 odsetek ten rósł bardziej dynamicznie, osiągając 38,3% w 2019 r., 42,4% w 2020 r., 45,7% w 2021 r., 49% w 2022 r. i 54,4% w 2023 r.

Zauważalna tendencja wzrostowa może wynikać z realizacji programów modernizacyjnych oraz wdrażania polityk dostępności transportu publicznego, zgodnych z wymogami prawnymi oraz oczekiwaniami społecznymi. Pomimo pozytywnego trendu skala dostosowania tramwajów wciąż pozostaje niższa w porównaniu z autobusami, co wskazuje na potrzebę dalszych działań inwestycyjnych i organizacyjnych. Na rysunku 22 przedstawiono tabor autobusowy komunikacji miejskiej przystosowany do przewozu osób niepełnosprawnych w poszczególnych województwach w 2023 r. [%].



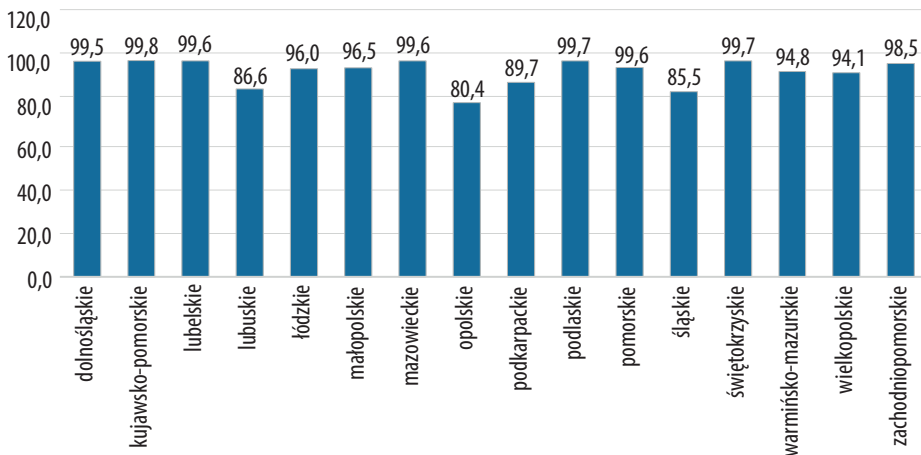
Rysunek 20. Odsetek autobusów komunikacji miejskiej przystosowanych do przewozu osób niepełnosprawnych w Polsce w latach 2015–2023 [szt.]

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.



Rysunek 21. Odsetek tramwajów komunikacji miejskiej przystosowanych do przewozu osób niepełnosprawnych w Polsce w latach 2015–2023 [szt.]

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.



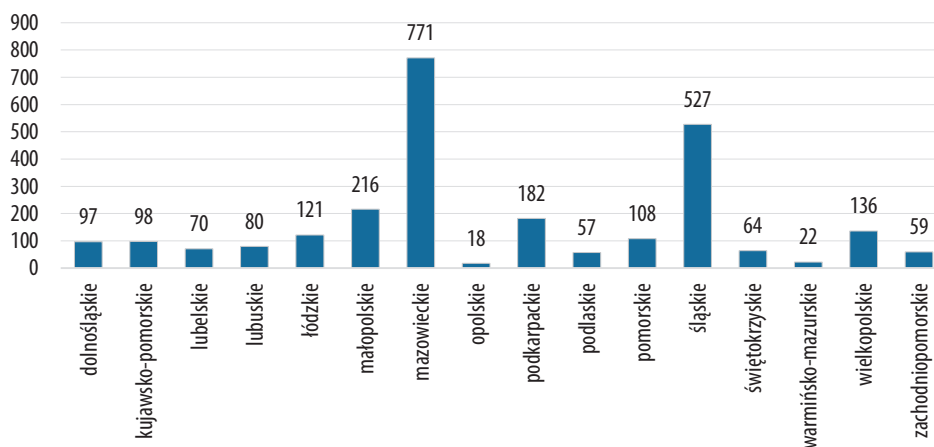
Rysunek 22. Tabor autobusowy komunikacji miejskiej przystosowany do przewozu osób niepełnosprawnych w poszczególnych województwach w 2023 r. [%]

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Najwięcej autobusów przystosowanych do potrzeb osób niepełnosprawnych w 2023 r. użytkowano w województwie podlaskim, świętokrzyskim oraz mazowieckim, natomiast najmniej w województwie opolskim, śląskim i lubuskim. Tendencję polegającą na zwiększeniu liczby środków transportu przystosowanych do przewozów osób z niepełnosprawnościami należy ocenić pozytywnie.

W kontekście zmian polegających na rozwoju transportu niskoemisyjnego trzeba zwrócić uwagę na to, aby autobusy elektryczne również były przystosowane do obsługi osób niepełnosprawnych. Nowoczesny tabor niskoemisyjny powinien uwzględniać i łączyć aspekty środowiskowe i społeczne, zatem powinien być niskopodłogowy, mieć szerokie wejście, specjalną strefę wydzieloną dla wózków inwalidzkich oraz posiadać funkcję obniżenia podwozia.

Poziom dostępności infrastruktury tramwajowej dla osób niepełnosprawnych znacząco różni się w zależności od regionu kraju, mimo że część tramwajów komunikacji miejskiej jest do ich przewozu przystosowana. Najwyższy odsetek dostosowanego taboru odnotowano w województwie pomorskim, gdzie wynosi on 100%, co świadczy o pełnym przystosowaniu tramwajów do potrzeb osób z ograniczoną mobilnością. Wysoki poziom dostępności występuje także w województwach: małopolskim (81,6%), wielkopolskim (78,6%) oraz warmińsko-mazurskim (75,9%). Najniższy poziom dostępności występuje w województwie zachodniopomorskim (19,0%). W 2023 r. w Polsce było pięć województw, które nie posiadały taboru tramwajowego – lubelskie, opolskie, podkarpackie, podlaskie i świętokrzyskie.



Rysunek 23. Województwa z największą flotą niskoemisyjnych autobusów 2023 r. [szt.]

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Flota komunikacji miejskiej w Polsce w 2023 r. składała się z 2626 szt. autobusów na alternatywne paliwo. Na rysunku 23 przedstawiono województwa, w których najwięcej miast zadeklarowało posiadanie floty niskoemisyjnego transportu publicznego.

Jak można zauważyć, przodujące w tej dziedzinie województwa to mazowieckie (771 szt.), śląskie (527 szt.) oraz małopolskie (216 szt.). Drugie miejsce w tym zestawieniu, które przypadło województwu śląskiemu, w dużej mierze może być rezultatem realizacji Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych Subregionu Centralnego woj. śląskiego. Należy podkreślić, że dotacje na sektor niskoemisyjnego transportu publicznego w polskich miastach są tak wysokie, że sektor ten znajduje się na trzecim miejscu pod względem wielkości w Programie Infrastruktura i Środowisko 2014–2020. Dotychczasowe projekty skoncentrowane były na budowie nowych, a także modernizacji istniejących linii tramwajowych wraz z zakupem taboru tramwajowego na terenie miast Aglomeracji Śląsko-Zagłębiowskiej, zakup niskoemisyjnych autobusów w Katowicach, Gliwicach, Tychach i Jaworznie, budowę węzła przesiadkowego w Katowicach oraz rozszerzenie systemu ITS na terenie Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii¹³.

4.2. Analiza preferencji klientów transportu niskoemisyjnego

4.2.1. Założenia badawcze

Dla analizy rozwoju niskoemisyjnego transportu publicznego ważne jest poznanie preferencji klientów komunikacji miejskiej. Zarówno osób, które korzystają z tego typu usług, jak i potencjalnych pasażerów, którzy korzystają z alternatywnych sposobów przemieszczania się. Do tego zagadnienia nawiązują takie pojęcia, jak zachowania komunikacyjne czy też szerzej analizowane w tym podpunkcie preferencje klientów transportu.

¹³ *Dodatkowe 81 mln na transport miejski na Śląsku*, <https://www.gov.pl/web/fundusze-regiony/dodatkowe-81-mln-na-transport-miejski-na-slasku> (dostęp: 26.03.2023).

W Polsce badania dotyczące preferencji pasażerów miejskiego transportu zbiorowego prowadzi Katarzyna Hebel¹⁴, Olgierd Wyszomirski¹⁵ i Wiesław Starowicz¹⁶. W szczególności wymienieni autorzy poruszają zagadnienia dotyczące wymagań w zakresie sposobu realizacji potrzeb przewozowych w miastach (postulatów przewozowych).

W obszarze preferencji niskoemisyjny transport publiczny powinien uwzględniać:

- bezproblemową dostępność dla każdego mieszkańca z uwzględnieniem osób z ograniczoną sprawnością ruchową lub innymi dysfunkcjami,
- regularność kursowania z uwzględnieniem zgłaszanych potrzeb transportowych w czasie rzeczywistym,
- punktualność kursowania niskoemisyjnego transportu publicznego,
- wysoką jakość obsługi przy oszczędnym gospodarowaniu zasobami,
- wysokie standardy i idący za tym komfort podróżowania,
- dostępność przestrzenną przystanków oraz węzłów przesiadkowych,
- przystępność cenową usługi transportowej,
- właściwy system informacji – ITS.

Organizatorzy transportu (a w praktyce władze miasta) powinni uwzględniać postulaty i preferencje klientów transportu. Ważne przy tym jest, aby przekonać społeczeństwo do podejmowanych przez organizatorów działań. Bez społecznej akceptacji dla sposobu organizacji transportu publicznego niemożliwe jest uzyskanie istotnych efektów, zwłaszcza w kwestii rozwijania priorytetów w ruchu drogowym. Dla zmian w funkcjonowaniu i postrzeganiu funkcji transportu publicznego w miastach w szerszym kontekście uwzględnia się zasady zrównoważonego rozwoju opartego m.in. na użyciu środków transportu niskoemisyjnego.

Opinia społeczna powinna odgrywać ważną rolę w zrównoważonym rozwoju miast, w związku z tym wartościowe jest poznanie opinii na temat niskoemisyjnego transportu publicznego w tym aspekcie.

Poznanie opinii pozwala na rozwój transportu publicznego. Ważne jest, aby w badaniach uwzględnione zostały zasady zrównoważonego rozwoju. Aby poznać opinię

¹⁴ K. Hebel, *Preferencje pasażerów miejskiego transportu zbiorowego*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego”, EPU „Innowacje w transporcie: korzyści dla użytkownika” 2010, nr 59, s. 145–158; eadem, *Zmiany preferencji i zachowań komunikacyjnych mieszkańców jako determinanty kształtowania oferty przewozowej i polityki transportowej w mieście w Gdyni*, „Transport Miejski i Regionalny” 2007, nr 6.

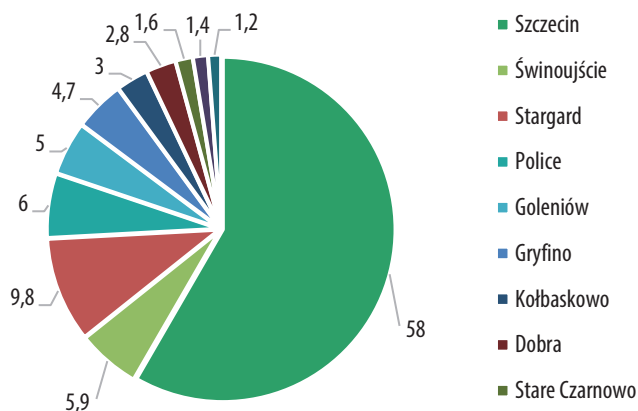
¹⁵ Eadem, O. Wyszomirski, *Preferencje i zachowania komunikacyjne ludności miejskiej w świetle wyników badań marketingowych z lat 1985–2000*, „Ekonomika Transportu Lądowego” 2003, nr 25.

¹⁶ W. Starowicz, *Jakość przewozów w miejskim transporcie zbiorowym*, Politechnika Krakowska, Kraków 2007.

w tym zakresie, na potrzeby mniejszej pracy sformułowano następujące pytanie badawcze: „Czy niskoemisyjny transport publiczny jest czynnikiem zrównoważonego rozwoju miast?”. Do realizacji empirycznej części opracowania wykorzystana została metoda sondażu diagnostycznego. Jest to jedna z najpopularniejszych metod ilościowych¹⁷. Badania przeprowadzono wśród użytkowników oraz potencjalnych pasażerów na terenie Szczecińskiego Obszaru Metropolitalnego (SOM).

W monografii wykorzystano metody ilościowe i jakościowe oraz różnorodne źródła danych, co umożliwiło dogłębną analizę aspektów ekonomicznych, społecznych i środowiskowych związanych z niskoemisyjnym transportem publicznym. Analiza wtórna objęła przegląd dostępnych danych z literatury naukowej oraz statystyk branżowych dotyczących rozwoju systemów niskoemisyjnych. W szczególności skupiono się na danych makroekonomicznych, raportach organizacji krajowych i międzynarodowych oraz aktach prawnych regulujących transport niskoemisyjny. W ramach badań pierwotnych przeprowadzono ankiety skierowane zarówno do użytkowników transportu publicznego, jak i organizatorów (samorządów terytorialnych). Ankiety te pozwoliły na zbadanie preferencji użytkowników oraz opinii interesariuszy dotyczących barier i wyzwań związanych z wdrażaniem niskoemisyjnych rozwiązań transportowych. Próba badawcza została zróżnicowana pod względem demograficznym i obejmowała różne grupy wiekowe, zawodowe i edukacyjne. Próba uwzględniała także różnorodne typy miast, co pozwoliło na porównanie wyników w różnych kontekstach urbanistycznych. Kwestionariusze zostały zaprojektowane z uwzględnieniem kluczowych aspektów ekonomicznych, środowiskowych i społecznych. Przykładowe pytania obejmowały ocenę dostępności infrastruktury, wygody podróży oraz kosztów użytkowania transportu publicznego. Uzyskane dane zostały poddane analizie statystycznej w celu identyfikacji korelacji między preferencjami użytkowników a barierami wdrożeniowymi. Wykorzystano metody analizy statystycznej, takie jak analiza czynnikowa, w celu zidentyfikowania kluczowych determinant rozwoju transportu niskoemisyjnego. Wyniki te zostały następnie poddane interpretacji z wykorzystaniem podejścia dedukcyjnego i indukcyjnego. W badaniach uwzględniono perspektywę systemową oraz dokonano analizy transportu niskoemisyjnego w kontekście jego roli w strukturach miejskich. Oceniono efekty wdrażania niskoemisyjnych technologii w aspekcie środowiskowym (redukcja emisji), ekonomicznym (koszty operacyjne) i społecznym (akceptacja użytkowników). Na rysunku 24 przedstawiono zakres przestrzenny badań.

¹⁷ M. Krajewski, *O metodologii nauk i zasadach pisarstwa naukowego. Uwagi podstawowe*, Uniwersytet Śląski, Gliwice 2010.



Rysunek 24. Zakres przestrzenny badań [%]

Źródło: <http://www.zit-som.szczecin.pl/index.php/o-ssom/czlonkowie-som> (dostęp: 23.12.2021).

Szczeciński Obszar Metropolitalny jest miejskim obszarem funkcjonalnym o powierzchni 2795 km², na którym zamieszkuje 627 tys. mieszkańców (2021). Liczba ludności SOM przedstawiona została w tabeli 24.

Tabela 24. Liczba ludności SOM (stan na dzień 31.06.2021)

Gmina	Liczba ludności
m. Szczecin	396 472
Stargard	67 430
Świnoujście	40 696
Police	32 034
Dobra (Szczecińska)	22 511
Goleniów	21 876
Gryfino	20 792
Kołbaskowo	12 633
Kobyłanka	5 248
Stare Czarnowo	3 797
Stepnica	2 447
Nowe Warpno	1 624
Ogółem	627 560

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

SOM jest układem osadniczym ciągłym przestrzennie, złożonym z odrębnych administracyjnie jednostek i obejmuje zwarty obszar miejski oraz powiazaną z nim funkcjonalną strefę zurbanizowaną wraz z ośrodkami bliskiego sąsiedztwa. Jego potencjał ludnościowy (40% ogółu mieszkańców województwa), przestrzenny (11,35% powierzchni województwa) i gospodarczy (45,8% ogółu podmiotów gospodarczych) określa rangę SOM w skali regionu zachodniopomorskiego, wskazuje także na skalę powiązań funkcjonalnych (społecznych, gospodarczych, przestrzennych, komunikacyjnych) w ramach obszaru. Gminy miejskie, wiejskie i wiejsko-miejskie SOM zajmują łącznie 12,2% obszaru województwa, a zamieszkuje w nich 39,9% populacji regionu (2021).

SOM składa się z ośrodka centralnego – miasta wojewódzkiego Szczecina – i powiazanego z nim funkcjonalnie najbliższego otoczenia. W planie zagospodarowania przestrzennego województwa zachodniopomorskiego za najsilniej powiazany ze Szczecinem uznano obszar gmin: Dobra (Szczecińska), Goleniów, Gryfino, Kobyłanka, Kołbaskowo, Nowe Warpno, Stepnica, Police, Stare Czarnowo, Stargard, Świnoujście.

Należy podkreślić, że Szczecin jest jednym z dziesięciu ośrodków metropolitalnych w Polsce wskazanych przez Koncepcję Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030¹⁸. Pod wpływem oddziaływania Szczecina jest jednak znacznie szerszy obszar – o nieco słabszych, choć wciąż silnych powiazaniach funkcjonalnych (przyrodniczych i infrastrukturalnych), budujący wspólny potencjał społeczno-gospodarczy. Obszar ten, określany jako subregion metropolitalny, obejmuje dalszych 13 gmin (Międzyzdroje, Wolin, Dziwnów, Kamień Pomorski, Przybiernów, Nowogard, Osina, Warnice, Pyrzyce, Bielice, Kozielice, Banie i Widuchowa).

Obszarem tradycyjnie ciążącym do Szczecina, jako centrum funkcjonalnego, są również tereny gmin po stronie Niemiec (część obszaru Meklemburgii Pomorza Przedniego), na które rozciąga się wpływ Szczecina głównie jako ośrodka gospodarczego i kulturalnego, a dla których nie powstał ośrodek konkurencyjny. Obszar ten obejmujący gminy po stronie polskiej i niemieckiej stanowi strukturę przestrzenną określaną mianem transgranicznego regionu metropolitalnego Szczecina.

Zgodnie z założeniami badawczymi badaną populację w ramach przeprowadzonego sondażu stanowiły osoby korzystające z komunikacji miejskiej i będące mieszkańcami obszarów najsilniej powiazanych ze Szczecinem w zakresie Szczecińskiego

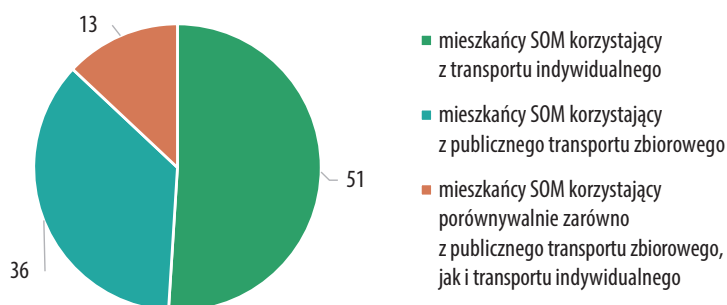
¹⁸ Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Koncepcja przestrzennego zagospodarowania kraju 2030, Warszawa 2011.

Obszaru Metropolitalnego, a także osoby, które korzystają z alternatywnych sposobów przemieszczania się. Realizacja ankiety odbyła się na przełomie lat 2021/2022. Biorąc pod uwagę liczbę ludności SOM (627 560 osób), wymaganą próbę badawczą określono na poziomie 384 osób. Badania przeprowadzono zarówno w formie rozmowy bezpośredniej (87 osób), jak i z wykorzystaniem kwestionariusza umieszczonego na dedykowanej stronie internetowej (zwrot ankiet: 391 szt.). Pytania dotyczyły publicznego transportu zbiorowego ze szczególnym uwzględnieniem niskoemisyjnego transportu publicznego oraz jego funkcjonowania na terenie SOM. Respondenci pytani byli również o czynniki zrównoważonego rozwoju wpływające na jakość ich życia.

4.2.2. Opinia mieszkańców na temat transportu niskoemisyjnego na obszarze SOM

Celem określenia statusu zawodowego respondentów wyszczególniono pięć możliwych odpowiedzi, tj.: osoba aktywna zawodowo, emeryt/rencista, uczeń/student, osoba bezrobotna. Przeprowadzone badania pozwoliły na określenie profilu podróżujących. Zgodnie z ich wynikami największy odsetek badanej populacji stanowili uczniowie i studenci (48%), znaczną grupę stanowiły również osoby aktywne zawodowo (36%), kolejna część badanych to emeryci i renciści (11%), najmniej podróżujących to bezrobotni (5%).

Część badań ankietowych dotyczyła poznania zachowań komunikacyjnych mieszkańców SOM. Wyniki badań z tego zakresu przedstawiono na rysunku 25.



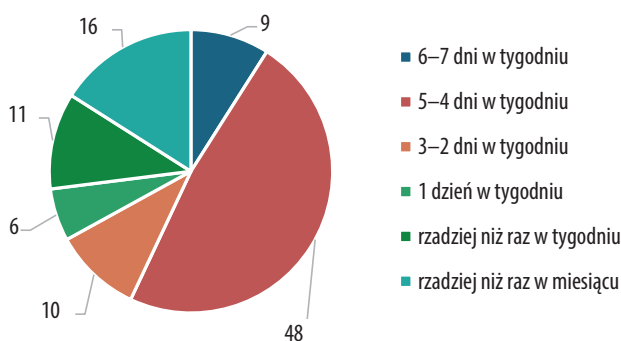
Rysunek 25. Zachowania komunikacyjne mieszkańców Szczecińskiego Obszaru Metropolitalnego [%]

Źródło: opracowanie własne na podstawie badań przeprowadzonych wśród mieszkańców Szczecińskiego Obszaru Metropolitalnego na terenie Szczecina oraz online.

Zgodnie z przedstawionymi na rysunku 25 danymi aż 51% badanych respondentów zadeklarowało, że najczęściej korzysta z transportu indywidualnego. Jest to zjawisko dość niepokojące ze względu na szkodliwy wpływ transportu indywidualnego na środowisko wobec bardziej ekologicznego publicznego transportu zbiorowego.

Ważna jest również informacja, że dla 85% badanych użytkowników publicznego transportu zbiorowego nie ma znaczenia, jakim środkiem transportu się poruszają. Głównymi czynnikami wpływającymi na wybór rodzaju środka transportu są: cena biletu, którą wskazało 42% badanych respondentów, krótszy czas podróży – 38% użytkowników, oraz docelowość i komfort – 20%.

Kolejny obszar analizy dotyczył częstotliwości korzystania z transportu publicznego. Wśród badanych 48% respondentów z komunikacji zbiorowej korzysta 5–4 razy w tygodniu. Uwzględniając częstotliwość korzystania z komunikacji publicznej przez mieszkańców SOM, można stwierdzić, że główną potrzebą korzystania z komunikacji miejskiej jest pokonanie drogi do pracy bądź szkoły. Znaczna część badanych korzysta jednak z komunikacji zaledwie raz w tygodniu lub rzadziej, w związku z czym można stwierdzić, iż osoby zmotoryzowane sporadycznie korzystają z komunikacji zbiorowej, wybierając ją jako alternatywę, a nie główny środek transportu. Wyniki badań przedstawiono na rysunku 26.



Rysunek 26. Częstotliwość korzystania z publicznego transportu zbiorowego [%]

Źródło: opracowanie własne na podstawie badań przeprowadzonych wśród mieszkańców Szczecińskiego Obszaru Metropolitalnego na terenie Szczecina oraz online.

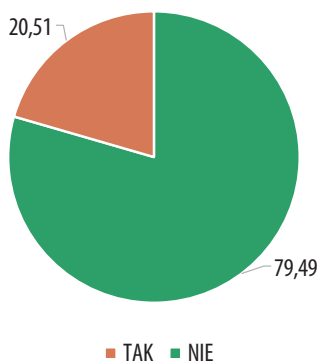
Dalsza część ankiety zawierała pytanie dotyczące wiedzy respondentów na temat środka transportu w kontekście jego niskoemisyjności. Wśród badanych użytkowników publicznego transportu zbiorowego aż 98% nie ma wiedzy na ten temat.

Taka informacja mogłaby być podawana np. na tablicach zmiennej treści, podobnie jak informacja o obsłudze danego kursu przez środek transportu z niską podłogą.

4.3. Opinia organizatorów transportu (JST) w zakresie rozwoju transportu niskoemisyjnego

Oprócz analizy zmian środków transportu w kontekście ich niskoemisyjności (pkt 4.1.) oraz badań pasażerów komunikacji miejskiej (pkt 4.2) warto jest przedstawić opinię władz terytorialnych o potrzebie rozwoju transportu niskoemisyjnego na obszarach miast w Polsce. Do tego służyło przygotowanie ankiety. Dane Głównego Urzędu Statystycznego wskazują, że w Polsce według stanu na dzień 1 stycznia 2021 r. znajdowały się 954 miasta¹⁹. Badania przeprowadzono w okresie grudzień 2021 – styczeń 2022 wśród urzędów miast w Polsce. Zwrotność ankiet wyniosła 234 sztuki.

Na rysunku 27 przedstawiono odsetek miast, które posiadają w swojej flocie tabor niskoemisyjny (autobusy/tramwaje).



Rysunek 27. Udział miast posiadających w swojej flocie tabor niskoemisyjny (autobusy/tramwaje) [%]

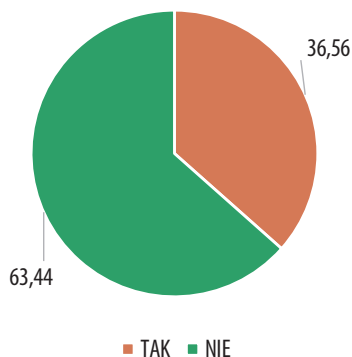
Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań sondażowych.

¹⁹ 10 nowych miast na mapie Polski od 1 stycznia 2022 roku, <https://www.gov.pl/web/mswia/10-nowych-miast-na-mapie-polski-od-1-stycznia-2022-roku> (dostęp: 3.04.2023).

Z badań wynika, że tylko 20,5% miast w Polsce posiada transport niskoemisyjny. Należy zauważyć, że zgodnie z Białą Księgą z 2011 r. powinno się doprowadzić do zmniejszenia o połowę liczby środków transportu publicznego o napędzie konwencjonalnym w transporcie miejskim do 2030 r.²⁰

Dla rozwoju transportu niskoemisyjnego w Polsce ważne są uwarunkowania finansowe. Z uwagi na wysoki koszt zakupu środków transportu niskoemisyjnego niezbędne wydaje się wsparcie finansowe dla JST. Mogą nim być środki pochodzące z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW). Wprowadzono program „Zielony transport publiczny”, który ma wspierać upowszechnianie ekologicznej, niskoemisyjnej komunikacji miejskiej w całej Polsce. Ponadto, uwzględniając jeden z celów strategicznych Polski określony w Polityce Energetycznej Polski do 2040 r., każdy przetarg na autobus w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców już od roku 2025 powinien dotyczyć wyłącznie zero- i niskoemisyjnych autobusów (elektrycznych i wodorowych), co oznacza, że do 2030 r. w największych polskich miastach powinna poprawić się struktura taboru publicznego na korzyść pojazdów niskoemisyjnych²¹.

Kolejna część badań dotyczyła poznania opinii władarzy miast o przyczynach braku w ramach posiadanych środków transportu takich, które można uznać za niskoemisyjne. Postanowiono zapytać, czy planowane są zakupy takich środków do 2030 r. (rys. 28).



Rysunek 28. Plany wdrożenia niskoemisyjnego transportu publicznego do 2030 r. [%]

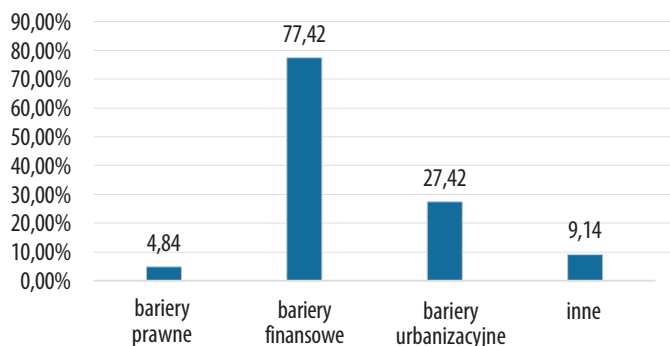
Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań sondażowych.

²⁰ Biała Księga. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu, KOM (2011) 144, <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0144:FIN:PL:PDF> (dostęp: 12.02.2025).

²¹ NFOŚiGW wspiera miasta, które chcą inwestować w autobusy zeroemisyjne, <https://biznesalert.pl/nfosigw-wspiera-miasta-ktore-chca-inwestowac-w-autobusy-zeroemisyjne/> (dostęp: 23.04.2023).

Wyniki badań wskazują, że aż 63,44% respondentów nie planuje wdrożyć do 2030 r. niskoemisyjnego transportu publicznego. Taki wynik pozwala na stwierdzenie, że trudno będzie zrealizować cele polegające na zmniejszeniu o połowę liczby m.in. środków transportu publicznego o napędzie konwencjonalnym w transporcie miejskim do 2030 r.

Dla rozwoju transportu niskoemisyjnego kluczowe było zidentyfikowanie głównych barier we wdrażaniu niskoemisyjnych środków transportu. Według respondentów główne bariery we wdrożeniu niskoemisyjnego transportu publicznego (rys. 29) to bariery finansowe (77,42%), następnie bariery urbanizacyjne (27,42%), a za rzadziej występujące uznano bariery prawne (4,84%). Takie wyniki potwierdzają tezę o potrzebie wsparcia finansowego na rzecz rozwoju transportu niskoemisyjnego w polskich miastach.



* Respondenci mogli wybrać więcej niż jedną odpowiedź, dlatego wartości liczbowe nie sumują się do 100%

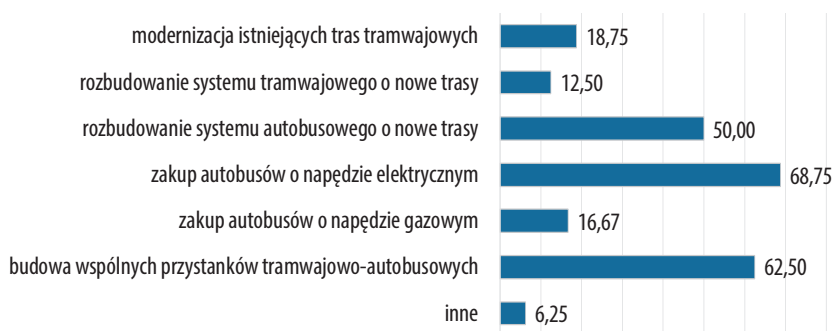
Rysunek 29. Bariery we wdrażaniu niskoemisyjnego transportu publicznego w Państwa mieście [%]

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań sondażowych.

Wyróżnienie bariery finansowej jako najważniejszej może wynikać z wielu przyczyn. Ważne są te, które związane są z zakupem nowych środków transportu (przeciętnie autobusy elektryczne są dwa razy droższe od autobusu konwencjonalnego, okres użytkowania baterii jest ograniczony (około 7–8 lat), a jej wydajność spada, co wpływa na użyteczność środka napędzanego energią elektryczną (krótsze zasięgi). Ponadto wysokie koszty związane są z zapewnieniem właściwej obsługi środków transportu napędzanych energią elektryczną, tj. budową (modernizacją) warsztatów, infrastruktury czy też zapewnieniem kadry do obsługi z odpowiednimi uprawnieniami.

Respondenci mieli również możliwość wskazania na inne bariery, które utrudniają wdrożenie niskoemisyjnego transportu publicznego. Grupa ta stanowiła 9,14%. Wśród odpowiedzi wskazano m.in. bariery eksploatacyjne oraz techniczno-technologiczne: niską opłacalność ze względu na relatywnie mały udział komunikacji miejskiej w podróżach wykonywanych ogółem, niewielki obszar miasta, konieczność dostosowania oferty do możliwości taboru, a nie potrzeb mieszkańców, częste perturbacje na rynku energii (wzrost kosztów prądu, ukryte lub niedoszacowane koszty, trudno dostępny i drogi wodór) oraz niewystarczającą moc infrastruktury energetycznej do budowy stacji do ładowania.

Dalsza część ankiety skierowana była do miast, które posiadają w swojej flocie tabor niskoemisyjny. Respondenci mieli możliwość wskazania, jakie działania podejmowane są w miastach w celu usprawnienia funkcjonowania niskoemisyjnego transportu publicznego (rys. 30).



Rysunek 30. Działania podejmowane w celu usprawnienia funkcjonowania niskoemisyjnego transportu publicznego [%]

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań sondażowych.

Zgodnie z wynikami badań zakup autobusów o napędzie elektrycznym jest głównym działaniem podejmowanym w celu usprawnienia funkcjonowania niskoemisyjnego transportu publicznego (68,75%). Zwrócono również szczególną uwagę na budowę wspólnych przystanków tramwajowo-autobusowych (62,5%). Respondenci wskazali także rozbudowanie systemu autobusowego o nowe trasy jako planowane rozwiązanie (50%). W mniejszości są miasta, które planują modernizację istniejących tras tramwajowych (18,75%), zakup autobusów o napędzie gazowym (16,67%) czy rozbudowanie systemu tramwajowego o nowe trasy (12,5%).

To wszystko ma też służyć ograniczeniu emisji CO₂ oraz osiągnięciu przyjętych celów. Wśród innych sugestii pojawiło się:

- wdrożenie e-biletu,
- uproszczenie rozkładu jazdy,
- rozbudowanie systemu metra,
- wprowadzenie bądź kontynuacja oferty wspólnego biletu,
- budowanie infrastruktury do ładowania.

Wartościową z punktu widzenia tematu pracy była ocena czynników ekonomicznych, środowiskowych oraz społecznych wpływających na funkcjonowanie oraz rozwój niskoemisyjnego transportu publicznego. Respondenci zostali poproszeni o ocenę wyżej wymienionych czynników w skali od 1 do 5, przy czym 1 oznacza mało ważny, a 5 – bardzo ważny.

Ocenę czynników ekonomicznych wpływających na funkcjonowanie i rozwój niskoemisyjnego transportu publicznego przedstawiono w tabeli 25.

Tabela 25. Ocena czynników ekonomicznych wpływających na funkcjonowanie i rozwój niskoemisyjnego transportu publicznego [%]

Kryterium/czynnik	Skala				
	1	2	3	4	5
Ekonomiczne					
Koszty budowy infrastruktury zasilania publicznego transportu zbiorowego	4,17	6,25	25,00	18,75	45,83
Zasięg publicznego transportu zbiorowego	0,00	2,08	27,08	33,33	37,50
Ogólna dostępność technologii	0,00	8,33	29,17	37,50	25,00
Koszty inwestycyjne infrastruktury zasilania	6,25	2,08	10,42	22,92	58,33
Koszty inwestycyjne publicznego transportu zbiorowego	2,08	2,08	6,25	20,83	68,75
Koszty eksploatacyjne infrastruktury	0,00	4,17	8,33	37,50	50,00
Koszty eksploatacyjne środków publicznego transportu zbiorowego	0,00	2,08	12,50	27,08	58,33
Możliwość uzyskania wsparcia finansowego	0,00	2,08	2,08	18,75	77,08

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań sondażowych.

Zgodnie z wynikami badań najważniejsze czynniki ekonomiczne wpływające na funkcjonowanie i rozwój niskoemisyjnego transportu publicznego związane są z możliwością uzyskania wsparcia finansowego, kosztami inwestycyjnymi oraz kosztami eksploatacyjnymi środków publicznego transportu zbiorowego. Uwzględniając przedstawione w tabeli poszczególne czynniki, wyniki można zaprezentować od czynnika najważniejszego do najmniej istotnego:

- możliwość uzyskania wsparcia finansowego – 4,71,
- koszty inwestycyjne publicznego transportu zbiorowego – 4,52,
- koszty eksploatacyjne środków publicznego transportu zbiorowego – 4,42,
- koszty eksploatacyjne infrastruktury – 4,33,
- koszty inwestycyjne infrastruktury zasilania – 4,25,
- zasięg publicznego transportu zbiorowego – 4,06,
- łatwość budowy infrastruktury zasilania publicznego transportu zbiorowego – 3,96,
- ogólna dostępność technologii – 3,79.

Ogólnie można stwierdzić wysoką ważność czynników ekonomicznych. Podobną zależność obserwuje się w przypadku czynników środowiskowych (tabela 26).

Tabela 26. Ocena czynników środowiskowych wpływających na funkcjonowanie niskoemisyjnego transportu publicznego [%]

Kryterium/czynnik	Skala				
	1	2	3	4	5
Czynniki środowiskowe					
Przeciwdziałanie emisji substancji szkodliwych	0,00	2,08	2,08	29,17	66,67
Przeciwdziałanie emisji hałasu	0,00	2,08	12,50	35,42	50,00

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań sondażowych.

W ujęciu środowiskowym przyjęto, że na funkcjonowanie i rozwój niskoemisyjnego transportu publicznego wpływają dwa rodzaje czynników:

- przeciwdziałanie emisji substancji szkodliwych – 4,6,
- przeciwdziałanie emisji hałasu – 4,33.

W tabeli 27 przedstawiono ocenę czynników społecznych oddziałujących na funkcjonowanie niskoemisyjnego transportu publicznego.

Tabela 27. Ocena czynników społecznych wpływających na funkcjonowanie niskoemisyjnego transportu publicznego [%]

Kryterium/czynnik	Skala				
	1	2	3	4	5
Czynniki społeczne					
Stopień zaspokojenia potrzeb komunikacyjnych mieszkańców miasta	0,00	2,08	12,50	41,67	43,75
Wpływ na jakość życia mieszkańców	0,00	0,00	6,25	31,25	62,50
Wpływ na wizerunek i ocenę atrakcyjności miasta	0,00	0,00	8,33	41,67	50,00

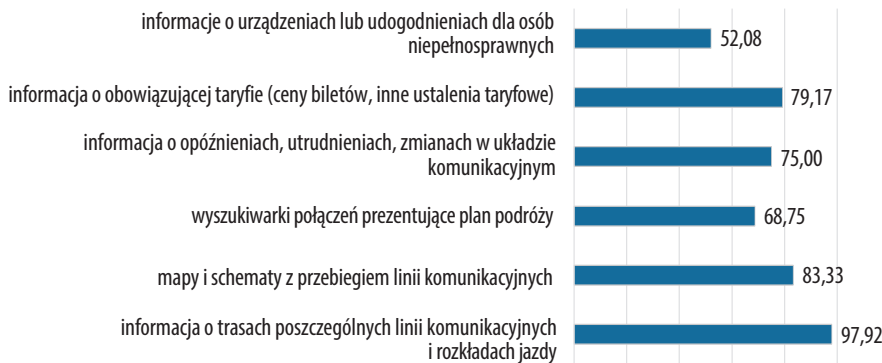
Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań sondażowych.

Warto zauważyć, że wśród czynników społecznych najistotniejszą rolę ma oddziaływanie na jakość życia mieszkańców, wpływ na wizerunek i ocenę atrakcyjności miasta został jednak oceniony również wysoko.

Podsumowując wyniki badań, można stwierdzić, że zaprezentowane czynniki mają ważny wpływ na postrzeganie niskoemisyjnego transportu publicznego. Gwałtowny rozwój miast w ujęciu społecznym i gospodarczym oraz rosnące wymagania środowiskowe warunkują konieczność dostosowywania publicznego transportu zbiorowego do zmieniających się potrzeb, zatem niskoemisyjny transport publiczny kształtowany przez omówione determinanty ekonomiczne, środowiskowe oraz społeczne może być czynnikiem zrównoważonego rozwoju miast.

Należy również podkreślić znaczenie dostępu pasażerów do informacji, które umieszczane są w Internecie, co przedstawiono na rysunku 31.

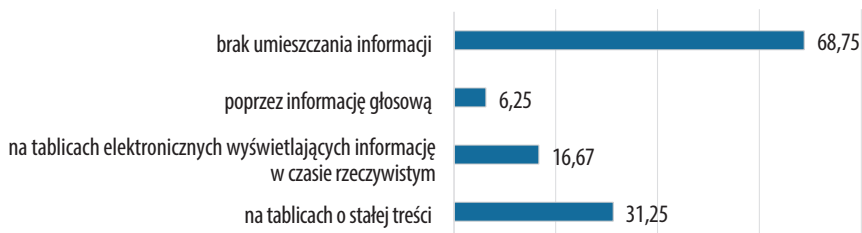
Współcześnie ważną rolę w funkcjonowaniu transportu na obszarach miast odgrywa informacja. Zdecydowana większość badanych, tj. 97,92%, wskazała, że w Internecie dostępne są informacje o trasach poszczególnych linii komunikacyjnych i rozkładach jazdy. Następnie były informacje takie, jak mapy i schematy z przebiegiem linii komunikacyjnych (83,33%), informacje o obowiązującej taryfie (79,17%), informacje o opóźnieniach, utrudnieniach, zmianach w układzie komunikacyjnym (75%) oraz wyszukiwarki połączeń prezentujące plan podróży (68,75%). Niewiele ponad 50% ankietowanych wskazało, że w Internecie dostępne są informacje o urządzeniach lub udogodnieniach dla osób niepełnosprawnych.



Rysunek 31. Rodzaje informacji dla pasażerów w publicznym transporcie zbiorowym dostępne w Internecie [%]

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań sondażowych.

Respondenci zostali poproszeni również o podanie, czy, a jeżeli tak to gdzie, umieszczana jest informacja o realizacji danego kursu taborem niskoemisyjnym, jeżeli taki występuje w badanym mieście (rys. 32).



Rysunek 32. Miejsca umieszczania informacji o realizacji danego kursu taborem niskoemisyjnym [%]

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań sondażowych.

Jak wynika z rysunku 32, aż 68,75% ankietowanych stwierdziło, że brak jest informacji o tym, iż dany kurs realizowany jest taborem niskoemisyjnym. Ponad 1/3 wskazała, iż informacja ta zamieszczana jest na tablicach o stałej treści, a jedynie niecałe 17% informację tę znalazło na tablicach elektronicznych wyświetlających dane w czasie rzeczywistym. Tylko 6,25% badanych podało, że informacja ta przekazywana jest w formie głosowej.

Kwestionariusz ankiety przewidywał również pytanie otwarte, w którym należało wymienić efekty wdrożenia niskoemisyjnych środków publicznego transportu zbiorowego wpływające na zrównoważony rozwój miast. Ankietowani wskazywali przede wszystkim na:

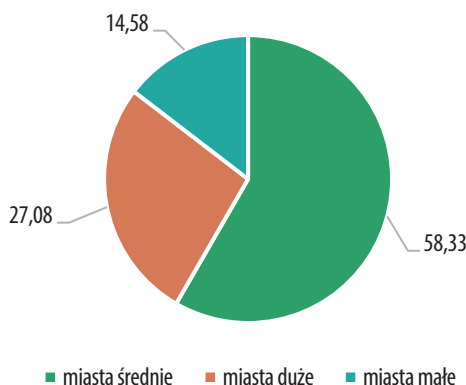
- podwyższenie jakości usług świadczonych przez publiczny transport zbiorowy,
- niższą emisję spalin, czego efektem jest poprawa jakości powietrza,
- zmniejszenie kongestii drogowej,
- zmniejszenie uciążliwości związanych z hałasem,
- korzyści wizerunkowe,
- obniżenie poziomu wykluczenia komunikacyjnego,
- rezygnację z indywidualnych środków transportu na rzecz niskoemisyjnych,
- obniżenie kosztów eksploatacyjnych,
- zwiększenie komfortu życia mieszkańców miast,
- dostępność dla osób z niepełnosprawnościami.

Podsumowując wyniki badań ankietowych przeprowadzonych wśród organizatorów transportu (JST), zauważamy, że 1/5 miast w Polsce posiada w swojej flocie pojazdy niskoemisyjne. Jako główną przeszkodę w implementacji tego typu pojazdów wskazuje się bariery finansowe. Działania podejmowane przez władze miasta w celu usprawnienia funkcjonowania niskoemisyjnego transportu publicznego koncentrują się na zakupie autobusów o napędzie elektrycznym, budowie wspólnych przystanków autobusowo-tramwajowych oraz rozbudowie systemu autobusowego o nowe trasy. Istotnym elementem jest ocena czynników wpływających na funkcjonowanie i rozwój niskoemisyjnego transportu publicznego.

4.4. Wyniki badań ankietowych dotyczących rozwoju niskoemisyjnego transportu publicznego w kontekście typologii miast

Wartościową częścią pracy może być analiza rozwoju niskoemisyjnego transportu w zależności od wielkości miast. Przyjmując grupy wielkościowe miast za Głównym Urzędem Statystycznym, należy założyć, że małe miasta to takie, w których liczba ludności kształtuje się poniżej 20 tys. mieszkańców, średnie miasta – 20 tys. – 100 tys., duże miasta – 100 tys. i więcej. Miasta duże stanowią 27,08% miast, które posiadają flotę niskoemisyjną. Są to: Warszawa, Katowice, Wrocław, Olsztyn, Rzeszów oraz Kielce. Średnie miasta stanowią największy udział, tj. 58,33%. Do tej grupy można zaliczyć m.in.: Bolesławiec, Szczecinek, Kołobrzeg, Nowy Targ i Skierniewice.

Uwzględniając wyniki badań, można stwierdzić, że to średnie miasta dominują w Polsce, jeśli chodzi o ich udział w rozwoju niskoemisyjnego transportu publicznego, co przedstawiono na rysunku 33.



Rysunek 33. Miasta posiadające w swojej flocie tabor niskoemisyjny (podział według wielkości) [%]

Źródło: opracowanie własne.

Większość dużych i średnich miast posiada systemy transportu publicznego, ale wciąż wiele z nich nie ma w strukturze swojego taboru niskoemisyjnych środków transportu. Do miast takich można zaliczyć: Płock, Gniezno, Opole oraz Opoczno. Miasta te planują do 2030 r. wdrożyć niskoemisyjny transport publiczny. Jako główną barierę wskazują kwestie finansowe. Niektóre z miast ponadto jako przeszkodę w implementacji wskazują bariery urbanizacyjne. Jarosław (średniej wielkości), położony w województwie podkarpackim, zmaga się dodatkowo z niewystarczającą mocą infrastruktury energetycznej do budowy stacji ładowania pojazdów elektrycznych. Wśród miast małych występują również miasta liczące kilka tysięcy mieszkańców, takie jak: Pogorzela (woj. wielkopolskie), Szepietowo (woj. podlaskie) czy Radymno (woj. podkarpackie). Miasta te najczęściej nie posiadają transportu publicznego, a jako przyczynę podają, że są zbyt małe i nie opłaca się im utrzymywać własnej floty transportu publicznego. W miastach tych usługi transportowe realizowane są przez prywatnych przewoźników.

Rozwój niskoemisyjnego transportu publicznego jako czynnik zrównoważonego rozwoju miast w Polsce w przypadku dużych miast można najlepiej przedstawić na przykładzie stolicy Polski – Warszawy. W wyniku przeprowadzonych badań pozyskano dane z Zarządu Transportu Miejskiego w Warszawie. Najmniejszy tabor, jakim obsługiwani są mieszkańcy miasta, to autobusy o pojemności ok. 50 osób (88 sztuk).

Najliczniejszą grupę stanowią pojazdy o pojemności powyżej 52 osób. Szczegółowy rozkład floty przedstawiono w tabeli 28.

Tabela 28. Flota autobusów o pojemności powyżej 52 osób w Warszawie (stan na 30.11.2021) [szt.]

Autobusy o pojemności powyżej 52 osób (szt.)						
Pojazdy o napędzie gazowym (CNG)	Pojazdy o napędzie gazowym (LNG)	Pojazdy o napędzie elektrycznym	Pojazdy o napędzie hybrydowym	Pojazdy napędzane biopaliwem	Pojazdy spalinalowe	RAZEM
283	35	162	70	5	1177	1732

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań sondażowych.

Analiza danych z tabeli 28 pozwala dostrzec, że pojazdy o napędzie gazowym CNG stanowią 16,34% floty ogółem, pojazdy o napędzie gazowym LNG jedynie 2,02%, a pojazdy o napędzie elektrycznym 9,35%. Oznacza to, że prawie co trzeci autobus o pojemności powyżej 52 osób w Warszawie jest autobusem niskoemisyjnym. Średni wiek taboru autobusowego to 6,6 roku. Autobusy elektryczne ładowane są za pomocą ładowarek plug-in oraz pantografu. 22 ładowarki pantografowe zlokalizowane są na pętlach autobusowych, a 5 ładowarek pantografowych znajduje się w zajezdniach. Dodatkowo w zajezdniach umieszczone są ładowarki typu plug-in (130 szt. o mocy 30 kW, 22 szt. o mocy 40 kW i 8 szt. o mocy 120 kW – łącznie 160 szt.).

W przypadku taboru tramwajowego mieszkańców stolicy obsługuje flota złożona z 726 wagonów – 415 szt. stanowią wagony pojedyncze, które najczęściej wykorzystywane są w złączeniach dwuwagonowych, oraz 311 szt. to składy jednoprzestrzenne. Średni wiek taboru tramwajowego to 19,3 roku.

Warte uwagi jest spostrzeżenie, że władze miast wśród głównych barier implementacji niskoemisyjnego transportu wymieniają bariery finansowe, urbanizacyjne i prawne. Jednocześnie jako efekty wdrożenia wymieniają poprawę warunków życia mieszkańców poprzez zmniejszenie wartości emisji szkodliwych substancji i hałasu pochodzących z transportu oraz poprawę komfortu mieszkańców w wyniku wykorzystywania środków transportu szynowego posiadających największe możliwości przewozowe.

Wśród średnich miast szczegółowe dane do analizy pozyskano z Urzędu Miejskiego w Suwałkach. Miasto nie posiada w swojej flocie minibusów oraz pojazdów specjalnych do przewozu osób z dysfunkcją ruchową, autobusów o pojemności

do 30 osób, 31–40 osób oraz 41–52 osób. Suwałki nie posiadają również komunikacji tramwajowej. Miasto opiera swój transport publiczny na autobusach o pojemności powyżej 52 osób – 48 szt., w tym flota niskoemisyjna stanowi 40% pojazdów. Są to autobusy gazowe z napędem CNG. Średni wiek taboru to 8,4 roku. Suwałki jako główne bariery wdrażania niskoemisyjnego transportu publicznego wskazują bariery finansowe i urbanizacyjne. Jako główne efekty wdrożenia niskoemisyjnych środków transportu władze miasta podają podniesienie komfortu użytkowania komunikacji publicznej, poprawę jakości powietrza w mieście i zmniejszenie poziomu hałasu. Dodatkowo widzą w tego typu inwestycjach szansę na pozyskanie nowych użytkowników suwalskiej komunikacji miejskiej.

Wyniki badań małych miast skoncentrowano na jednym z nielicznych miast, które posiadają tabor niskoemisyjny – mowa o Strzelinie. Miasto ma w swojej flocie jedynie 9 minibusów oraz pojazdów specjalnych do przewozu osób z dysfunkcją ruchową o pojemności do 30 osób. Na uwagę zasługuje fakt, że wśród 9 pojazdów, jakie posiada Strzelin, aż 4 stanowią tabor niskoemisyjny – są to autobusy elektryczne. Podobnie jak w przypadku miast dużych i średnich, jako główne bariery wymienia się bariery finansowe i urbanizacyjne. Mimo to władze miasta inwestują znacząco w tabor niskoemisyjny. Przedstawiciel Urzędu Miasta i Gminy Strzelin jako efekty wdrożenia niskoemisyjnych środków transportu wskazuje zaspokojenie potrzeb w zakresie mobilności, ograniczenie negatywnego wpływu tradycyjnych środków transportu z silnikami spalinowymi na środowisko naturalne, ograniczenie emisji spalin i natężenia hałasu, ograniczenie wykluczenia transportowego wszystkich mieszkańców gminy Strzelin, w tym osób z niepełnosprawnościami, ograniczenie korzystania z własnych środków transportu na rzecz komunikacji publicznej, poprawę jakości życia przez zwiększenie dostępności do zaspokajania bieżących potrzeb (służba zdrowia, obiekty użyteczności publicznej, urzędy, sklepy, zakłady usługowe itp.) przez mieszkańców, których domostwa są oddalone od tych miejsc, poprawa atrakcyjności miasta i gminy Strzelin.

Podsumowując rozważania, należy podkreślić, iż zarówno małe, średnie, jak i duże miasta borykają się z podobnymi barierami. Aby jednak szczegółowo określić problemy związane z wdrożeniem niskoemisyjnego transportu publicznego w miastach, w rozdziale 5 wyodrębniono bariery dla miast z uwzględnieniem ich wielkości.

Rozdział 5

Koncepcja rozwoju transportu publicznego w miastach w kontekście jego niskoemisyjności

5.1. Priorytety dla Polski w obszarze wzmocnienia zdolności miast w kierunku zrównoważonego rozwoju

Przekształcamy nasz świat: Agenda na rzecz zrównoważonego rozwoju 2030¹ to nazwa dokumentu, który przyjęty został przez wszystkie 193 państwa członkowskie Organizacji Narodów Zjednoczonych w 2015 r. i zastąpił wcześniejsze Milenijne Cele Rozwoju. Agenda określa model zrównoważonego rozwoju na poziomie globalnym poprzez realizację 17 celów oraz odpowiadających im 169 zadań z uwzględnieniem aspektów gospodarczych, społecznych i środowiskowych. Zgodnie z dokumentem cele powinny być osiągnięte do 2030 r., a instytucją monitorującą w Polsce postępy w realizacji z wykorzystaniem szczegółowych wskaźników jest Główny Urząd Statystyczny.

Problematyka poruszana w niniejszej monografii znajduje swoje odniesienie w celu nr 11, który dotyczy zrównoważonych miast i społeczności. Zgodnie z tym celem należy uczynić miasta i osiedla ludzkie bezpiecznymi, stabilnymi, zrównoważonymi oraz sprzyjającymi włączeniu społecznemu.

¹ *Agenda na rzecz zrównoważonego rozwoju 2030*, https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/international-strategies/sustainable-development-goals/eu-and-united-nations-common-goals-sustainable-future_pl#agenda-na-rzecz-zr%C3%B3wnowa%C5%BConego-rozwoju-2030 (dostęp: 29.04.2023).

Priorytety dla Polski w obszarze wzmocnienia zdolności miast i obszarów zurbanizowanych dla zrównoważonego rozwoju i tworzenia miejsc pracy oraz poprawy jakości życia mieszkańców wyrażone są wskaźnikami²:

- obniżenia poziomu hałasu (tabela 29) – wskaźnik 11.1.a – narażenie na nadmierny hałas – mierzy odsetek ludności, która deklaruje, że odczuwa w odniesieniu do swojego miejsca zamieszkania nadmierny hałas w mieszkaniu, pochodzący od sąsiadów lub z zewnątrz (ruch uliczny, zakłady przemysłowe, działalność gospodarcza);
- zwiększenie udziału autobusów na alternatywne paliwo w ogólnej liczbie autobusów służących do obsługi transportu miejskiego (alternatywne paliwo obejmuje paliwo gazowe oraz elektryczne);
- zwiększenie liczby przewozów pasażerskich w przeliczeniu na 1 mieszkańca na obszar miejski – przewozy pasażerów komunikacją miejską to suma pasażerów przewiezionych wszystkimi środkami komunikacji miejskiej powszechnie dostępnymi dla ludności, tj. autobusami, tramwajami i trolejbusami. Za przewiezionego pasażera środkami komunikacji miejskiej uważa się jednokrotny przejazd;
- zwiększenie długości linii komunikacji miejskiej na 1 tys. mieszkańców [km] – jest to suma długości wszystkich stałych dziennych linii autobusowych, tramwajowych i trolejbusowych, po których kursują pojazdy komunikacji miejskiej, przypadająca na 1 tys. mieszkańców;
- ograniczenie emisji zanieczyszczeń pyłowych w miastach na prawach powiatu ogółem [t] – emisja zanieczyszczeń, które powstają m.in. przy spalaniu paliw stałych.

Ocena wskaźnika zanieczyszczenia hałasem jest subiektywna, dlatego należy zauważyć, że wskaźnik uwzględnia zarówno poziom zanieczyszczenia hałasem³, jak i standardy ludzi dotyczące poziomu, który uważają za akceptowalny. Wskaźnik (wyrażony w procentach) mierzy odsetek ludności, która deklaruje, że odczuwa w odniesieniu do swojego miejsca zamieszkania nadmierny hałas w mieszkaniu, pochodzący od sąsiadów lub z zewnątrz (ruch uliczny, zakłady przemysłowe, działalność gospodarcza). Dlatego wzrost wartości wskaźnika niekoniecznie musi wskazywać na wzrost poziomu hałasu, ale również na spadek akceptowalności hałasu i odwrotnie.

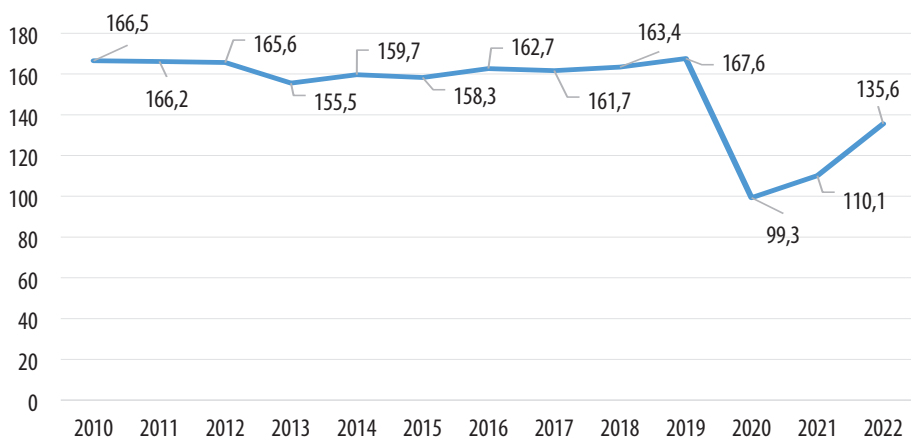
² Cel 11 – Zrównoważone miasta i społeczności, https://sdg.gov.pl/statistics_nat/sustainable-cities-communities/ (dostęp: 29.04.2023).

³ Zanieczyszczenie hałasem to nadmierne narażenie na dźwięki oraz hałasy o natężeniu powyżej 65 decybeli (dB), czyli progu ustalonego przez Światową Organizację Zdrowia (WHO). Każdy dźwięk powyżej 75 dB jest uważany za szkodliwy dla słuchu, podczas gdy próg bólu zaczyna się około 120 dB. Zanieczyszczenie hałasem stanowi poważne zagrożenie dla zdrowia publicznego; WHO szacuje, że 360 milionów ludzi na całym świecie cierpi na utratę słuchu.

Tabela 29. Wskaźnik 11.1.a – odsetek ludności narażonej na nadmierny hałas [%]

Rok	Ogółem
2010	16,2
2011	14,5
2012	14,2
2013	14,0
2014	13,4
2015	12,4
2016	13,0
2017	12,4
2018	13,8
2019	12,6
2020	brak danych
2021	brak danych
2022	brak danych
2023	9,3

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.



Rysunek 34. Wskaźnik 11.1.e – liczba przewozów pasażerskich w przeliczeniu na 1 mieszkańca obszarów miejskich w latach 2010–2022

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Realizacja celu 11, który dotyczy zrównoważonego rozwoju w Polsce⁴, obejmuje również monitorowanie liczby przewozów pasażerskich w przeliczeniu na 1 mieszkańca obszarów miejskich (rys. 34).

Wskaźnik przedstawiony na rysunku 34 obrazuje stosunek liczby przewozów pasażerskich komunikacją miejską do liczby ludności w miastach. Przedstawiony wykres ilustruje zmienność liczby przewozów pasażerskich w przeliczeniu na 1 mieszkańca obszarów miejskich w latach 2010–2022. Dane wykazują względnie stabilny poziom przewozów w okresie 2010–2019, z wartościami wynoszącymi mniej więcej 160 przejazdów rocznie na osobę.

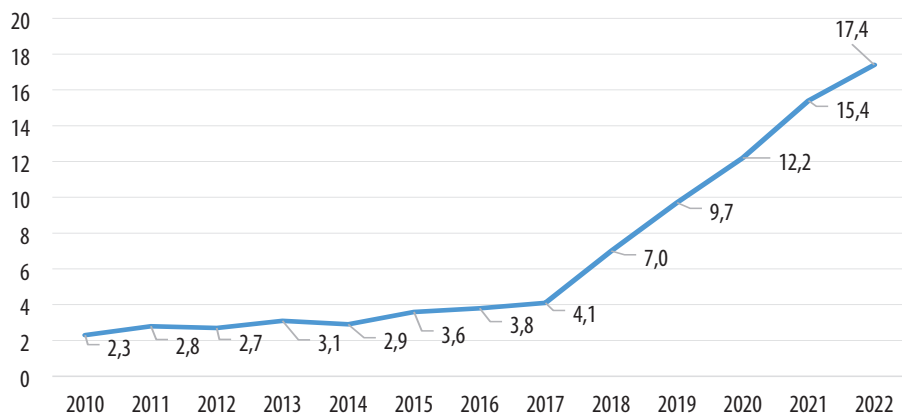
W latach 2010–2014 nastąpił nieznaczny trend spadkowy, z najwyższą wartością 166,5 w 2010 r. do 155,5 w 2014 r. Po niewielkim wzroście w latach 2015–2019, osiągając szczyt 167,6 w 2019 r., w 2020 r. nastąpił gwałtowny spadek do 99,3, co można wiązać z wpływem pandemii COVID-19 i ograniczeniami w przemieszczaniu się.

W kolejnych latach (2021–2022) widoczna jest stopniowa odbudowa liczby przewozów, osiągającej wartości 110,1 w 2021 r. oraz 135,6 w 2022 r. Mimo wzrostowego trendu poziom przewozów w 2022 r. nie powrócił jeszcze do wartości sprzed pandemii. Niezwykle ważnym weryfikatorem jest również wskaźnik 11.1.d – udział autobusów na alternatywne paliwo w ogólnej liczbie autobusów służących do obsługi transportu miejskiego (rys. 35).

Alternatywne paliwo obejmuje paliwo gazowe oraz elektryczne. Należy mieć na uwadze fakt, że dane:

- a) dotyczą przedsiębiorstw i zakładów komunikacji miejskiej, w których liczba pracujących przekracza 9 osób;
- b) nie obejmują działalności przedsiębiorstw prowadzących głównie komunikację zamiejską, a świadczących również usługi komunikacji miejskiej w niektórych miastach oraz linii komunikacyjnych obsługujących wyłącznie zakłady pracy;
- c) wskazują (zob. rys. 35) na wyraźną tendencję wzrostową w latach 2010–2020. Należy również podkreślić, że do roku 2017 są to niewielkie wzrosty, a od roku 2018 widoczne są zwiększenia liczby autobusów na paliwo alternatywne średnio o 2,5–3% rocznie. Przyczyną może być przyjęcie Ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych. Można również przyjąć, że niskoemisyjny transport publiczny w Polsce odnotowuje systematyczne wzrosty z uwagi na bardzo dobrze rozwinięty sektor produkcyjny. Polska w tym zakresie jest jednym ze światowych liderów. Ważną rolę w produkcji autobusów niskoemisyjnych odgrywa firma Solaris.

⁴ Cele zrównoważonego rozwoju. Cel 11, <https://www.un.org.pl/cel11> (dostęp: 29.04.2023).

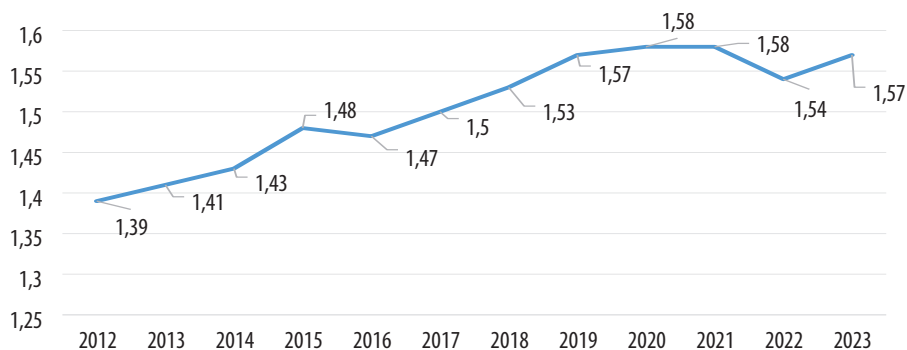


Rysunek 35. Wskaźnik 11.1.d – udział autobusów na alternatywne paliwo w ogólnej liczbie autobusów służących do obsługi transportu miejskiego w latach 2010–2022

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Budowa zrównoważonego systemu transportu publicznego opiera się na rozwoju floty autobusów, a także na stałym rozwoju linii komunikacyjnych, po których poruszają się środki transportu publicznego.

Na rysunku 36 przedstawiono długość linii komunikacji miejskiej na 1 tys. mieszkańców w Polsce.



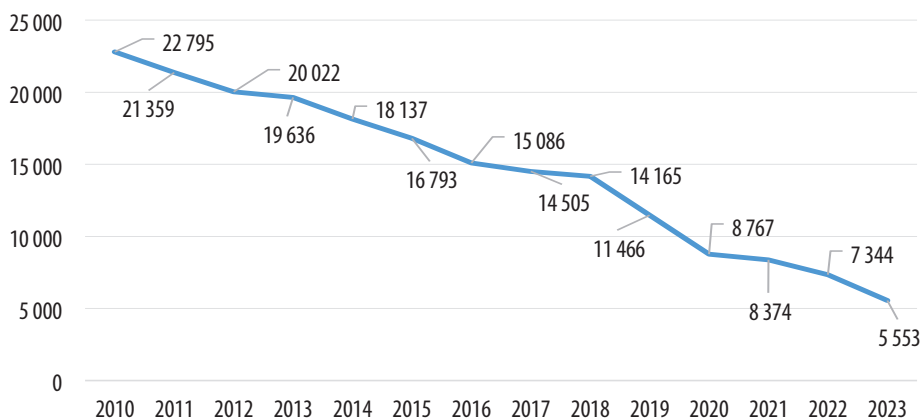
Rysunek 36. Wskaźnik 11.4.a – długość linii komunikacji miejskiej na 1 tys. mieszkańców [km] w latach 2012–2023

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Przedstawione na rysunku 36 dane dotyczą linii autobusowych, tramwajowych i trolejbusowych. W latach 2012–2015 obserwowano stopniowy wzrost wskaźnika, z wartości 1,39 km w 2012 r. do 1,48 km w 2015 r. Następnie, w 2016 r., odnotowano niewielki spadek do 1,47 km, po czym powrócił trend wzrostowy, osiągając 1,58 km w 2020 r. W latach 2021–2022 nastąpiła stabilizacja na poziomie 1,58 km, wreszcie w 2023 r. niewielki spadek do 1,54 km, a następnie ponowny wzrost do 1,57 km.

Ogólnie dane wskazują na długoterminowy trend wzrostowy, z niewielkimi fluktuacjami w poszczególnych latach. Może to sugerować rozwój i modernizację sieci transportu publicznego w miastach, choć okresowe spadki mogą być związane z ograniczeniami budżetowymi, zmianami w planowaniu przestrzennym lub spadkiem liczby mieszkańców.

Rozwój niskoemisyjnych form transportu publicznego w miastach skutkuje ograniczeniem emisji zanieczyszczeń pyłowych. Wielkość emisji zanieczyszczeń pyłowych w miastach na prawach powiatu ogółem została przedstawiona na rysunku 37. Należy jednak pamiętać, że w warunkach Polski energia elektryczna niezbędna do ładowania autobusów elektrycznych pochodzi z elektrowni węglowych. Oznacza to, że poprawa, którą obserwuje się na obszarach miejskich, odbywa się po części przy pogorszeniu jakości powietrza poza nimi.



Rysunek 37. Wskaźnik 11.6.a – emisja zanieczyszczeń pyłowych w miastach na prawach powiatu ogółem [t] w latach 2010–2023

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

Zanieczyszczenia pyłowe to niewielkie cząstki różnych substancji w stanie stałym lub ciekłym, które unoszą się w powietrzu. Zawierają one różne pierwiastki i związki chemiczne wpływające na obniżenie jakości powietrza, zatem pozytywnym aspektem jest malejąca ilość zanieczyszczeń pyłowych w miastach na prawach powiatu. Na rysunku 37 przedstawiono emisję zanieczyszczeń pyłowych w latach 2010–2023. Widoczny jest wyraźny trend spadkowy, co sugeruje skuteczną redukcję emisji w badanym okresie. W 2010 r. emisja wynosiła 22 795 t, do 2023 r. spadła do 5553 t, co oznacza redukcję o ponad 75%. Szczególnie intensywne spadki nastąpiły w latach 2010–2016, gdy wartości zmniejszyły się o ponad 7000 t. W kolejnych latach, choć trend się utrzymał, dynamika zmian była nieco mniej gwałtowna. Największe redukcje w emisji widoczne były w latach 2016–2020, kiedy emisja spadła z 14 505 do 8374 t. Po 2020 r. tempo spadku nieco osłabło, ale proces redukcji emisji kontynuowano.

Możliwe przyczyny tego trendu to wprowadzenie bardziej restrykcyjnych norm środowiskowych, modernizacja systemów ogrzewania, redukcja emisji przemysłowych oraz rozwój niskoemisyjnego transportu miejskiego. Dane te sugerują, że miasta skutecznie wdrażają politykę poprawy jakości powietrza, dalsze działania mogą jednak być konieczne w celu osiągnięcia jeszcze niższych poziomów zanieczyszczeń.

W podsumowaniu można stwierdzić, że zagwarantowanie odpowiedniego, niezawodnego i bezpiecznego transportu publicznego jest podstawową potrzebą miejską. Dotyczy to zapewnienia wszystkim obywatelom bezpiecznych, niedrogich, dostępnych i zrównoważonych systemów transportu do 2030 r. poprzez rozwój transportu publicznego. Czyniąc to, należy zwrócić szczególną uwagę na potrzeby osób znajdujących się w trudnej sytuacji, kobiet, dzieci, osób niepełnosprawnych i osób starszych. Podczas pandemii COVID-19 transport publiczny został mocno ograniczony pod względem liczby pasażerów, podczas gdy nadal zapewniał podstawową usługę osobom, które najbardziej potrzebowały niedrogiego i bezpiecznego transportu. Transport publiczny musi dodatkowo przejść w kierunku rozwiązań niskoemisyjnych. Ich rozwój utrudniony jest przez pewne bariery, którym władze miejskie muszą przeciwdziałać.

5.2. Bariery rozwoju niskoemisyjnego transportu publicznego w miastach w Polsce i propozycje ich zmniejszenia

Rozwój niskoemisyjnego transportu publicznego związany jest z występowaniem pewnych barier. Ważna jest ich identyfikacja. Uwzględniając przyjęty temat pracy, można je przedstawić w ujęciu:

- a) społecznym – zdolność społeczeństwa lub dowolnego systemu społecznego do trwałego osiągania dobrego samopoczucia społecznego. Osiągnięcie rozwoju społecznego zapewnia długoterminowy dobrobyt społeczny kraju, organizacji lub społeczności;
- b) środowiskowym – zużywanie zasobów naturalnych, takich jak materiały, paliwa energetyczne, ziemia, woda, w zrównoważonym tempie. Niektóre zasoby są bardziej obfite niż inne, dlatego należy wziąć pod uwagę niedobór materiałów, a także szkody dla środowiska spowodowane wydobywaniem tych materiałów oraz to, czy zasoby można utrzymać w ramach zasad gospodarki o obiegu zamkniętym. Należy dążyć do zerowej emisji dwutlenku węgla netto, aby ostatecznie osiągnąć efekty pozytywne dla klimatu;
- c) gospodarczym – działalność gospodarcza powinna uwzględniać efektywność wykorzystywania zasobów, aby mogły działać w zrównoważony sposób i konsekwentnie generować zysk operacyjny. Bez zysku operacyjnego jednostka gospodarcza nie może utrzymać swojej działalności. Bez odpowiedzialnego działania i efektywnego wykorzystania posiadanych zasobów nie można utrzymać swojej działalności w dłuższej perspektywie.

Na podstawie przeprowadzonych badań ankietowych w dalszej części pracy przedstawiono bariery rozwoju niskoemisyjnego transportu publicznego, uwzględniając aspekty zrównoważonego rozwoju (tabela 30). Poszczególnym zmiennym (barierom) przyporządkowano symbole w celu późniejszego rozszerzenia analizy o przypisanie do symboli propozycji usprawnień (niwelowania barier). Ponadto w analizie uwzględniono typologię miast ze względu na ich wielkość.

Tabela 30. Bariery wdrażania niskoemisyjnego transportu publicznego

Wielkość miast		Małe miasta (liczba ludności kształtuje się poniżej 20 tys. mieszkańców)		Bariery wdrażania niskoemisyjnego transportu publicznego w obszarze aspektów zrównoważonego rozwoju miast						
1	2	3	4	Aspekt społeczny		Aspekt środowiskowy		Aspekt gospodarczy		
				5	6	7	8			
		MS1	brak znajomości transportu niskoemisyjnego i zasad zrównoważonego rozwoju po stronie mieszkańców i władarzy miast	MS1	organizacja przewozu i ukształtowanie terenu	MG1	brak sfinansowania instrumentów umożliwiających zakup i wdrożenie pojazdów niskoemisyjnych			
				MS2	zapotrzebowanie na prąd, którego źródłem są surowce nieodnawialne	MG2	brak infrastruktury punktów ładowania			
						MG3	duża masa pojazdów, w tym szczególnie ich baterii			
					MS3		MG4	długi czas ładowania pojazdów		
							MG5	brak sfinansowania kosztu posiadania i eksploatacji pojazdu elektrycznego		
				MS3	brak potrzeby korzystania z niskoemisyjnego transportu publicznego ze względu na pokonywane niewielkie odległości			MG6	duże zużycie prądu przy niskich temperaturach powietrza	

1	2	3	4	5	6	7	8
Wielkość miast	Średnie miasta (liczba ludności kształtuje się od 20 tys. do 100 tys. mieszkańców)	§S1	postrzeganie pojazdów elektrycznych jako technologii zbyt drogiej, a jednocześnie niedojrzałej w polskich warunkach	§§1	terenochłonność inwestycji infrastrukturalnych	§G1	sfinansowanie instrumentów umożliwiających zakup i wdrożenie pojazdów niskoemisyjnych
				§§2		§G2	brak infrastruktury punktów ładowania
				§§3	niezrozumiałe wytyczne dotyczące utylizacji baterii litowo-jonowych	§G3	duża masa pojazdów, w tym szczególnie ich baterii
						§G4	nadmiernie długi czas ładowania pojazdów
						§G5	sfinansowanie kosztu posiadania i eksploatacji pojazdu elektrycznego
						§G6	wzrost zużycia prądu przy niskich temperaturach powietrza

1	2	3	4	5	6	7	8
Wielkość miast	Duże miasta (liczba ludności kształtuje się od 100 tys. i więcej mieszkańców)	DS1	postrzeganie niskoemisyjnego transportu publicznego jako szkodliwego dla życia i zdrowia pasażerów (oddziaływanie pola magnetycznego)	DS1	terenochłonność inwestycji infrastrukturalnych	DG1	sfinansowanie instrumentów umożliwiających zakup i wdrożenie pojazdów niskoemisyjnych
				DS2	poszukiwanie innych rodzajów akumulatorów, wydajnych i bardziej wytrzymałych niż baterie litowo-jonowe	DG2	uboga infrastruktura punktów ładowania
				DS3	zapotrzebowanie na prąd, którego źródłem są surowce nieodnawialne	DG3	zbyt mały zasięg pojazdów elektrycznych bez konieczności ładowania
				DS4	wysoka emisja CO ₂ podczas produkcji niskoemisyjnego taboru	DG4	duża masa pojazdów, w tym szczególnie ich baterii
						DG5	nadmierne długi czas ładowania pojazdów
						DG6	sfinansowanie kosztu posiadania i eksploatacji pojazdu elektrycznego
				DS5	niezrozumiałe wytyczne dotyczące utylizacji baterii litowo-jonowych	DG7	wzrost zużycia prądu przy niskich temperaturach powietrza
						DG8	zbyt wysokie zapotrzebowanie na prąd do ładowania autobusów niskoemisyjnych

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Na podstawie badań własnych w dalszej części pracy przedstawiono macierz barier wdrażania niskoemisyjnego transportu publicznego w miastach w kontekście ich zrównoważonego rozwoju. Ponadto przyjęta została klasyfikacja małych, średnich i dużych miast wraz z własną interpretacją wyników. Uwzględniając aspekt społeczny zrównoważonego rozwoju, w małych miastach zauważono, że głównymi barierami są:

1. Brak wiedzy na temat transportu niskoemisyjnego, ale również ogólnej koncepcji zrównoważonego rozwoju – z przeprowadzonych badań wśród mieszkańców miast oraz operatorów jednoznacznie wynika, że ponad 80% respondentów nie stosuje się do zasad zrównoważonego rozwoju. Wynika to z braku świadomości, czym jest zrównoważony rozwój i jakie niesie konsekwencje w przypadku jego implementacji. Dodatkowo z przeprowadzonych badań ankietowych wśród JST wywnioskować można, że w małych polskich miastach (gdzie liczba ludności kształtuje się poniżej 20 tys. mieszkańców) nie ma publicznego taboru niskoemisyjnego. Determinantą wyboru rodzaju napędu środka transportu przez władarzy miast jest przede wszystkim cena zakupu nowej floty, a częstym zjawiskiem jest dokonywanie modernizacji już zakupionych środków transportu. Postępowanie to wynika z braku środków finansowych na zakup nowego taboru oraz – jak wskazują badani władarze – braku przekonania mieszkańców co do konieczności ochrony środowiska w obszarze transportu publicznego.
2. Postrzeganie pojazdów elektrycznych jako technologii zbyt drogiej, a jednocześnie niedojrzałej w polskich warunkach – w badaniach respondentów zarówno po stronie mieszkańców, jak i JST wskazywano nierównomierne relacje pomiędzy poniesionymi kosztami a uzyskanymi efektami inwestycji związanymi z zakupem transportu niskoemisyjnego. W opinii uczestników badań, transport publiczny w małych miastach generuje niski poziom zanieczyszczenia środowiska i nie ma przesłanek do wymiany obecnej konwencjonalnej floty na niskoemisyjną.
3. Brak potrzeby rozwoju niskoemisyjnego transportu publicznego ze względu na pokonywane niewielkie odległości – aspekt ten podawany był wśród badań przeprowadzonych na JST najczęściej. Z 42 kompletnych ankiet aż w 36 wykazano, że władarze małych miast nie widzą potrzeby wdrażania niskoemisyjnego transportu publicznego ze względu na fakt zbyt małych odległości, które pokonuje tabor publiczny. Władarze uznają wdrożenie niskoemisyjnego transportu publicznego za nieuzasadnione i w perspektywie kolejnych pięciu lat nie zakładają zmiany scenariusza rozwoju miast.

W aspekcie środowiskowym zrównoważonego rozwoju w małych miastach w opinii respondentów na rozwój i funkcjonowanie transportu niskoemisyjnego wpływ mają następujące bariery:

1. Organizacja przewozu i ukształtowanie terenu – z przeprowadzonych badań ankietowych wynika, że publiczny transport zbiorowy w małych miastach często odgrywa również rolę w obsłudze potrzeb transportowych ościennych miejscowości. W takiej sytuacji (długie odcinki między przystankami, brak kongestii) wykorzystywany obecnie konwencjonalny transport publiczny jest na takich trasach relatywnie tańszy w eksploatacji niż niskoemisyjny, tj. tabor elektryczny. Ponadto trasy przejazdu publicznego transportu zbiorowego przebiegają po różnych rodzajach nawierzchni. Zdarzają się sytuacje, gdy autobus miejski pokonuje część dystansu po nieutwardzonej, żwirowej i górzystej drodze. Te aspekty powodują, że przy wdrożeniu i dalszej eksploatacji niskoemisyjnego taboru do użytku publicznego korzyści nie byłyby widoczne. Tabor niskoemisyjny ma zastosowanie w sytuacji, gdy mamy możliwość dalekobieżnych połączeń i stosunkowo równomiernego rozkładu energii potrzebnej na pokonanie odcinka całej trasy oraz duże zagęszczenie ruchu i dużą gęstość przystanków.
2. Zapotrzebowanie na prąd, którego źródłem są surowce nieodnawialne – aspekt ten poruszony został wśród 25 z 42 ankiet, które wpłynęły z małych miast. Ponad 59% badanych miast zwróciło uwagę na problem w sposobie pozyskiwania energii elektrycznej potrzebnej do wykorzystania potencjału niskoemisyjnego transportu publicznego w swoich miastach. W ankietach wskazano, że prąd wykorzystywany do ładowania taboru nie jest tzw. czystą energią (czyli energią czerpaną z naturalnych i co ważne – odnawialnych źródeł, tj. słońca, wiatru, wody i energii geotermalnej).
3. Niezrozumiałe wytyczne dotyczące utylizacji baterii litowo-jonowych – bariera ta wynika z nadal niejasnych dla władarzy miast przepisów prawa. Ciągłe nie są oni przekonani, czy po okresie gwarancji baterii litowo-jonowej nie dojdzie do sytuacji, gdy konieczna będzie kolejna inwestycja – tym razem dotycząca skomplikowanego oraz drogiego procesu utylizacji baterii. Obawa ta wykazana została w 85% ankiet, które wpłynęły z małych miast.

W aspekcie ekonomicznym zrównoważonego rozwoju w małych miastach zauważono kolejne bariery rozwoju niskoemisyjnego transportu publicznego. Do głównych można zaliczyć:

1. Sfinansowanie instrumentów umożliwiających zakup i wdrożenie pojazdów niskoemisyjnych – jest to bariera, którą wykazano we wszystkich 46 ankietach, które wpłynęły z małych miast. Po dodatkowej konsultacji

z wybranymi JST wyciągnięte zostały dodatkowe wnioski w tym zakresie. Małe miasta w większości nie mają wystarczającego wsparcia finansowego, które pozwoliłoby na zakup niskoemisyjnej floty. Wielokrotnie wskazywano, że choćby miasto w dalszej perspektywie rozwoju wygospodarowało część środków pieniężnych na zakup 1 czy 2 autobusów niskoemisyjnych, to liczba eksploatowanych konwencjonalnych autobusów będzie nadal kilkukrotnie większa od liczby autobusów wykorzystujących napęd niskoemisyjny. Efektem tego będzie nieracjonalna inwestycja (np. oprócz zakupów – inwestycja w infrastrukturę, zaplecze do obsługi itd.), niemająca większego wpływu na środowisko naturalne.

2. Brak infrastruktury punktów ładowania – jest to kolejna bariera, która podana została we wszystkich ankietach zwrotnych, które wpłynęły z małych miast. Włodarze widzą ogromny problem z pokryciem dodatkowych kosztów, które muszą zostać poniesione wraz z inwestycją bazową – zakup nowej niskoemisyjnej floty. W ponad 60% ankiet małe miasta sygnalizowały dodatkowo, że w ramach tego kosztu należy uwzględnić, oprócz konieczności zakupienia systemów do ładowania autobusów elektrycznych, również szkolenia dla pracowników (konieczność posiadania stosownych uprawnień dla mechaników i operatorów środka transportu). Zdaniem włodarzy małych miast jest to znacząca bariera, która eliminuje w dalszych planach inwestycyjnych zakup niskoemisyjnej floty.
3. Duża masa pojazdów, w tym szczególnie ich baterii – bariera ta dotyczy aspektów eksploatacji niskoemisyjnego taboru. Jak zauważają w badaniach JST, wzrost masy powoduje większy pobór energii potrzebnej do świadczenia usługi przewozu.
4. Nadmiernie długi czas ładowania pojazdów – teza to została przedstawiona przez ponad 35% badanych respondentów. Włodarze małych miast uważają, że czas potrzebny do naładowania elektrycznego autobusu jest większy niż czas potrzebny na pokonanie danej trasy. Aspekt ten powoduje, że inwestycja nie jest uzasadniona ekonomicznie, dlatego nie ma przesłanek do jej wdrożenia.
5. Sfinansowanie kosztu posiadania i eksploatacji pojazdu elektrycznego – ten wymiar ekonomiczny poruszony został przez 95% badanych miast. Decydenci wskazują ten problem jako przeszkodę, która ogranicza osiąganie wymiernych korzyści i efektów w eksploatacji niskoemisyjnej floty. Ograniczenia zarówno pod względem ilości, jak i jakości oszczędności po zakupie nowej floty sprawiają, że brakuje motywacji do dalszego rozwoju niskoemisyjnego systemu transportu publicznego w miastach.
6. Wzrost zużycia prądu przy niskich temperaturach powietrza – bariera ta dotyczy sezonu jesienno-zimowego, gdy temperatura otoczenia spada,

a efektem tego jest większe zapotrzebowanie na energię elektryczną. W autobusach o napędzie konwencjonalnym temperatura otoczenia nie wpływa tak drastycznie na zużycie energii, jak ma to miejsce w przypadku eksploatacji taboru elektrycznego, gdzie współczynnik energetyczny, czyli ilość energii zużywanej na jednostkę przejechanego dystansu, może znacząco wzrastać w niskich temperaturach.

Analiza barier wdrażania niskoemisyjnego transportu publicznego dla średnich miast w niektórych przypadkach pokrywa się z małymi miastami. Do pokrewnych barier w aspekcie społecznym zalicza się m.in.:

- postrzeganie pojazdów elektrycznych jako technologii zbyt drogiej, a jednocześnie niedojrzałej w polskich warunkach – tę barierę wskazało ponad 45% badanych respondentów.

W przypadku barier w aspekcie środowiskowym sytuacja wygląda podobnie. W przesłanych opiniach widoczne jest zbliżone postrzeganie niskoemisyjnego transportu publicznego, co dowodzi określenie tych samych barier, tj.:

1. Zapotrzebowanie na prąd, którego źródłem są surowce nieodnawialne – bariera wskazana została przez ponad 38% badanych uczestników.
2. Niezrozumiałe wytyczne dotyczące utylizacji baterii litowo-jonowych – tak uważało ponad 89% respondentów.

Za nową barierę wyróżniającą średnie miasta od małych w aspekcie środowiskowym można uznać m.in.:

- terenochłonność inwestycji infrastrukturalnych – to bariera wdrożenia niskoemisyjnego transportu publicznego w miastach uwarunkowana aspektami przestrzenno-urbanizacyjnymi. Włodarze średnich miast wskazywali na problemy z brakiem miejsc do rozpoczęcia inwestycji dotyczącej budowy nowej sieci transportowej (zajezdni, punktów napraw technicznych) czy stacji do ładowania autobusów elektrycznych. Już rozwinięta zabudowa średnich miasta powoduje ograniczenia przestrzenne.

Dalsza część analizy wyników przeprowadzonych badań dotyczy dużych miast. W ich przypadku widać dużą zbieżność w udzielanych odpowiedziach w stosunku do średnich i małych miast. Występują jednak różnice, do których zalicza się w przypadku aspektu środowiskowego:

1. Niedoskonały obecnie wykorzystywany rodzaj akumulatora (poszukiwanie innych rodzajów akumulatorów, wydajnych i bardziej wytrzymałych niż baterie litowo-jonowe) – tę barierę wykazało ponad 63% badanych respondentów. JST w swoich opiniach na ten temat wskazywały, że przeprowadzone testy na m.in. autobusach elektrycznych są niezadowalające. Uwarunkowania przestrzenne i rozległość dużych miast powodują, że taki tabor nie może być wykorzystywany

na wszystkich trasach. Sprawdzić się może tylko na tych, które przebiegają przez centrum miasta (uwarunkowane jest to chęcią poprawy jakości powietrza w skupiskach najbardziej zanieczyszczonych).

2. Wysoka emisja CO₂ podczas produkcji niskoemisyjnego taboru – bariera ta jest charakterystyczna dla dużych miast ze względu na większe możliwości finansowe. Duże miasta mają możliwość rozbudowy systemu transportu publicznego nie tylko o autobusy elektryczne, ale również tramwaje, trolejbusy czy tak jak w przypadku Warszawy – metro. Całkowity koszt inwestycji w niskoemisyjny transport publiczny rozkłada się na większą skalę niskoemisyjnych środków transportu. Bariera ta skupia również aspekt technologiczny. Przy produkcji większej liczby środków transportowych wzrasta emisja CO₂. Bilans zysków i strat może ulec zrównoważeniu jedynie wtedy, gdy emisja ta zwiększy wydajność nowej – niskoemisyjnej floty publicznego transportu zbiorowego w miastach. Jak wskazują wcześniejsze bariery, nie jest to oczywiste rozwiązanie całej inwestycji, stąd częściowe zatrzymanie popytu na niskoemisyjny tabor.
3. Uboga infrastruktura punktów ładowania – na tę barierę powołało się ponad 58% badanych JST. Zdaniem włodarzy miast, brak miejsc do rozbudowy kolejnych stacji ładowania pojazdów jest powodem częściowego zwolnienia rozwoju niskoemisyjnych autobusów. W wielu ankietach wskazywano na problem z brakiem możliwości wykorzystania potencjału niskoemisyjnej floty miejskiej.
4. Zbyt mały zasięg pojazdów elektrycznych bez konieczności ładowania – bariera ta po części pokrywa się z założeniami bariery dotyczącej konieczności poszukiwania innych rodzajów akumulatorów, wydajnych i bardziej wytrzymałych niż baterie litowo-jonowe. W ocenie JST zasięg jest priorytetową determinantą warunkującą opłacalność inwestycyjną w ten rodzaj napędu. Ze względu na mnogość czynników mających wpływ na zasięg (tj. masa całkowita pojazdu, prędkość, liczba punktów zatrzymania, ergonomia jazdy itp.) trudno jest określić wiarygodne dobre praktyki eksploatacji niskoemisyjnego pojazdu.
5. Zbyt wysokie zapotrzebowanie na prąd do ładowania autobusów niskoemisyjnych – aspekt ten wykazano w ponad 87% ankiet przeprowadzonych wśród JST. Bariera ta uwzględnia podejście całościowe do systemu energetycznego miast. JST wskazują, że duże miasta zgłaszają znaczące zapotrzebowanie na prąd, który jest konieczny do funkcjonowania całej zabudowy miejskiej i jej systemu aglomeracyjnego. Wdrażając niskoemisyjny transport publiczny, spowodujemy dodatkowy wzrost tego zapotrzebowania, czego efektem jest częściowy deficyt energetyczny mimo wzrostu kosztów dystrybucji energii elektrycznej.

Tabela 31. Działania służące do ograniczenia barier wdrażania niskoemisyjnego transportu publicznego

Propozycje zmniejszania barier wdrażania niskoemisyjnego transportu publicznego w obszarze aspektów zrównoważonego rozwoju miast							
Aspekt społeczny			Aspekt środowiskowy			Aspekt gospodarczy	
1	2	3	4	5	6	7	8
Wielkość miast	(liczba ludności kształtuje się poniżej 20 tys. mieszkańców)	MS1	szkolenia/eventy edukacyjne w zakresie zrównoważonego rozwoju i wpływu niskoemisyjnego transportu na jakość życia mieszkańców	MS1	dostosowanie tras dla autobusów elektrycznych z ominięciem wzniesień terenu	MG1	dotacje unijne umożliwiające zakup i wdrożenie pojazdów niskoemisyjnych
		MS2			MG2	budowa infrastruktury punktów ładowania	
						MG3	zmniejszenie masy pojazdu poprzez wykorzystanie lekkich i bezpiecznych komponentów
				MS3	uszczegółowienie ram dotyczących sposobu utylizacji baterii wraz z ich kosztem oraz prowadzenie badań nad technologią utylizacji baterii z ograniczonym negatywnym wpływem na środowisko naturalne	MG4	zwiększenie mocy ładowania floty i dostosowanie sieci do efektywnej pracy
		MS2	rozpowszechnianie wyników badań porównujących transport konwencjonalny z niskoemisyjnym			MG5	szkolenia kierowców z <i>eco-drivingu</i>
				MS3	rozszerzenie sieci komunikacyjnej poza granice administracyjne miast na pobliskie obszary ościennie		MG6

1	2	3	4	5	6	7	8
Wielkość miast	Srednie miasta (liczba ludności kształtuje się od 20 tys. do 100 tys. mieszkańców)	§S1	rozpowszechnianie wyników badań porównujących transport konwencjonalny z niskoemisyjnym	§§1	określenie własności gruntów/ zakup terenów pod nowe inwestycje infrastrukturalne	§G1	dotacje unijne umożliwiające zakup i wdrożenie pojazdów niskoemisyjnych
						§G2	budowa infrastruktury punktów ładowania
						§G3	zmniejszenie masy pojazdu poprzez wykorzystanie lekkich i bezpiecznych komponentów
				§§2		§G4	zwiększenie mocy ładowania floty i dostosowanie sieci do efektywnej pracy
						§G5	szkolenia kierowców z <i>eco-drivingu</i>
				§§3	uszczegółowienie ram dotyczących sposobu utylizacji baterii wraz z ich kosztem oraz prowadzenie badań nad technologią utylizacji baterii z ograniczonym negatywnym wpływem na środowisko naturalne	§G6	rozwój badań dotyczących ochrony baterii przed stratami energii w warunkach zmiennej temperatury

1	2	3	4	5	6	7	8
Wielkość miast	Duże miasta (liczba ludności kształtuje się od 100 tys. i więcej mieszkańców)	DS1	upublicznianie wyników badań dotyczących działania pola magnetycznego na kierowców i pasażerów we flocie elektrycznej – zestawienie wyników z przyjętymi normami	DS1	określenie własności gruntów/ zakup terenów pod nowe inwestycje infrastrukturalne	DG1	dotacje unijne umożliwiające zakup i wdrożenie pojazdów niskoemisyjnych
				DS2	usprawnianie baterii wykorzystywanych we flocie elektrycznej	DG2	rozbudowa infrastruktury punktów ładowania
				DS3	pozyskiwanie energii ze źródeł odnawialnych	DG3	dostosowanie ładowarek o szybkim czasie ładowania i propagowanie <i>eco-drivingu</i>
				DS4		zwiększenie udziału energii słonecznej i wiatru w miksie energetycznym	DG4
				DS5	uszczegółowienie ram dotyczących sposobu utylizacji baterii wraz z ich kosztem oraz prowadzenie badań nad technologią utylizacji baterii z ograniczonym negatywnym wpływem na środowisko naturalne	DG5	zwiększenie mocy ładowania floty i dostosowanie sieci do efektywnej pracy
						DG6	szkolenia kierowców z <i>eco-drivingu</i>
						DG7	rozwoj badań dotyczących ochrony baterii przed stratami energii w warunkach zmiennej temperatury
						DG8	wzmocnienie wydajności sieci energetycznej w miastach – technologia <i>Smart Grid</i>

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Przedstawiony w niniejszej pracy wykaz barier stanowi swego rodzaju przewodnik dla małych, średnich i dużych miast do wykorzystania w celu przygotowania ich do bezpiecznego wdrożenia floty niskoemisyjnej i jej dalszego rozwoju. Zaprezentowane bariery są ważne dla decydentów, aby mogli zrozumieć etap rozwoju systemów transportu publicznego i problemy, które występują przy zwiększaniu floty pojazdów niskoemisyjnych. Autor oprócz zidentyfikowania barier dla miast z uwzględnieniem ich wielkości zaproponował również możliwe rozwiązania i usprawnienia w celu przezwyciężenia barier i rozszerzenia floty (tabela 31). Należy zaznaczyć, że badania nad taborem niskoemisyjnym to szybko zmieniający się cel, gdyż programy autobusów elektrycznych czy wodorowych szybko ewoluują na całym świecie, a biorąc pod uwagę szybkie tempo zmian technologicznych i decyzji zakupowych, miasta muszą być elastyczne w prowadzeniu swojej polityki transportowej, dostosowując się do aktualnych trendów i przepisów prawa.

Zaproponowane usprawnienia dotyczą zakupu pojazdów niskoemisyjnych, które powinny być realizowane systematycznie jako długoterminowy plan strategiczny w zakresie zrównoważonego rozwoju transportu publicznego. Miasta małe i średnie muszą dążyć do budowy infrastruktury do ładowania pojazdów elektrycznych, a duże miasta do jej rozbudowy. Jest to możliwe dzięki wykorzystaniu dofinansowań unijnych i rządowych, których celem jest obniżenie wykorzystania energii ze źródeł nieodnawialnych w miejskim transporcie zbiorowym. Należy śledzić dobre praktyki w zakresie wdrażania niskoemisyjnej floty transportu publicznego, a jednocześnie rozpowszechniać wśród mieszkańców zalety tego typu pojazdów w celu zmiany przekonań społeczeństwa do nowoczesnego taboru. Ważnym elementem jest dekarbonizacja sieci elektrycznej poprzez zwiększenie produkcji energii odnawialnej w mieście oraz wykorzystanie siły nabywczej miasta do stymulowania wytwarzania czystej energii w regionie.

5.3. Scenariusze rozwoju miast z uwzględnieniem niskoemisyjnego transportu publicznego w Polsce

Współczesne miasta stają się elementem zaawansowanych technologicznie systemów. Chronicznie zmieniające się warunki i niestabilność otoczenia uniemożliwiają wyciąganie właściwych wniosków bazujących jedynie na podstawie zachodzących zmian i obserwacji procesów. W rzeczywistości gospodarczej występuje wiele zjawisk o charakterze nieciągłym, a ich incydentalne pojawienie się może oddziaływać na zachowania organizacji zarówno w sposób korzystny, jak i niekorzystny. Do właściwej oceny

rzeczywistości konieczne jest uwzględnienie wielowymiarowych i wielowariantowych możliwości stanów otoczenia.

Rządzą się one swoimi prawami, które interesariusz (mieszkaniec) musi poznać, aby być świadomym podmiotem działania tego systemu. Koniecznością jest postrzeganie procesów zachodzących w miastach w sposób kompleksowy. Mieszkaniec musi więc widzieć i myśleć systemowo, ma obowiązek analizować zachowanie się systemu, którego jest częścią, w odniesieniu do jego całości. Najkorzystniejszym rozwiązaniem problemów systemu będzie odszukanie właściwego rozwiązania dla prawidłowo sformułowanego problemu. Poprawność i trafność rozwiązanego problemu zależy nie tylko od nauki czy techniki, ale także od koncepcji i idei oraz metod, którymi się posługuje⁵.

Przedstawienie przyszłości umożliwiają metody prognozowania i planowania, wśród których na szczególną uwagę zasługuje metoda scenariuszowa. Jej istota sprowadza się do ciągłego poszukiwania oraz identyfikacji czynników, które mogą wpłynąć na bieg danych zdarzeń, wpływając tym samym na tworzenie różnych wersji scenariuszy⁶. Stan badanego systemu staje się więc punktem wyjścia, od którego tworzy się ciąg przyszłych zdarzeń. W praktyce polega to na stworzeniu opisu z wyszczególnieniem maksymalnej ilości ważnych czynników na niego oddziałujących oraz wskazaniu dalszych możliwości rozwojowych. W związku z tym ważne jest, aby dostrzegać zmiany i móc je przewidywać oraz odpowiednio się do nich przygotowywać (stworzyć działania zaradcze/korygujące). Pozwala to na podejmowanie działań, które przyczyniają się do przetrwania systemu oraz jego rozwoju przy wykorzystaniu nowych możliwości.

Opracowanie tylko jednego obrazu przyszłości, który byłby wiarygodny oraz prawdopodobny, jest praktycznie niemożliwe⁷. Wynika to z dużej zmienności otoczenia systemu, który nieustannie musi dopasowywać cały swój potencjał oraz sposób zarządzania do wymagań stawianych przez popyt na jego produkty czy usługi⁸.

⁵ A. Szewczuk, *Zachowania przedsiębiorstw transportu samochodowego w konkurencyjnym otoczeniu*, ITS, Warszawa 2001, s. 90.

⁶ E. Badzińska, *Metody scenariuszowe w badaniach nad przyszłością*, [w:] *Budowa scenariuszy transformacji wiedzy wspierających innowacyjną Wielkopolskę*, red. M.K. Wyrwicka, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2011, s. 11.

⁷ T. Dyr, P. Kozubek, *Wykorzystanie metod scenariuszowych w kształtowaniu strategii marketingowej przedsiębiorstw pasażerskiego transportu zbiorowego*, „Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2001, nr 7–8, s. 44.

⁸ W. Bąkowski, *Wizja rozwoju przedsiębiorstw PKS*, „Przegląd Komunikacyjny” 1996, nr 10, s. 14.

Planowanie scenariuszowe jest więc sztuką praktyczną. Przez lata powstawało wiele jego reguł i zasad ogólnych, z których większość miała swe źródła w codziennej praktyce. Można stwierdzić, że planowanie scenariuszowe to bez wątpienia coś o wiele więcej niż tylko tworzenie historii o przyszłości. Bez wątpienia ma ono znaczenie dla wielu dziedzin praktyki organizacyjnej oraz umożliwia dokonanie badań naukowych i przyjrzenie się wielu wariantom przyszłości. Warianty te traktowane są jako jednakowo prawdopodobne, co odzwierciedla tkwiący w nich aspekt niepewności⁹. Dlatego też planowanie scenariuszowe jest narzędziem stosowanym z powodzeniem do oceny ryzyka, dedukcji obszarów niepewności w otoczeniu. Z dużą skutecznością pozwala również określić wpływ badanych czynników na funkcjonowanie systemu. Niemniej jednak, będąc w swojej naturze narzędziem opisowym, trudno je stosować do samego pomiaru ryzyka.

W tym aspekcie największym wyzwaniem dla badań naukowych jest oś czasu. Jej część stale biegnąca w przyszłość określana jest jako wielka niewiadoma, która zależna jest od splotu losowych przypadków. Tezę tę potwierdza również Peter F. Drucker, według którego wszystkie instytucje żyją oraz funkcjonują w dwóch wymiarach czasu naraz: w wymiarze teraźniejszym i w wymiarze przyszłym. Jutro tworzy się właśnie dzisiaj, w większości przypadków nieodwracalnie. W związku z tym menedżerowie zawsze muszą zarządzać zarówno dniem dzisiejszym, w sferze problemów o zasadniczym znaczeniu, jak i dniem jutrzejszym, w sferze perspektyw dalszego rozwoju. W czasach burzliwych menedżerowie nie mogą zakładać, że dzień jutrzejszy będzie przedłużeniem dnia dzisiejszego. Przeciwnie, powinni zarządzać z myślą o zmianach – jako szansie i jako zagrożeniu¹⁰. W związku z tym należy przyjąć za Henrykiem J. Wnorowskim, że „każda organizacja potrzebuje zarządzających, a przedsiębiorstwa ponad wszystko potrzebują twórczych przywódców, skoncentrowanych na aspektach przyszłości, z praktycznym doświadczeniem menedżerskim i odnoszącym się do działań tu i teraz”¹¹.

Nie ulega wątpliwości, że ważna jest również wiedza na temat przyszłości, która pozwalałaby zmniejszać ryzyko popełniania błędów oraz neutralizować skutki katastrofalnych przemian. Jeśli zakłada się wariant, że bez materii nie ma nic, a bez energii wszystko staje się nieruchome, to należy twierdzić, że bez należytej wiedzy

⁹ M. Lisiński, *Metody planowania strategicznego*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2004, s. 99.

¹⁰ P.F. Drucker, *Zarządzanie w czasach burzliwych. Nowoczesność*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 1995, s. 9.

¹¹ H.J. Wnorowski, *Rola przywództwa w organizacji. Optimum*, „Studia Ekonomiczne” 2009, nr 4 (44), s. 122.

jest tylko chaos. Na tej podstawie można przyjąć, że to właśnie wiedza, a nie aspekt pracy, surowce czy też kapitał, jest obecnie kluczowym zasobem w przedsiębiorstwie. Stąd w opinii wielu badaczy oraz praktyków wiedza jest aspektem podstawowym, a nie pomocniczym, ponieważ nadaje społeczeństwu zupełnie nowy oraz unikatowy charakter, dla którego nierówność społeczna opierająca się na wiedzy jest głównym wyzwaniem¹².

W świetle powyższych rozważań można skonstatować, że przyszłość wymaga kreatywnego myślenia, nieograniczonej wyobraźni oraz zdolności analitycznego oceniania zdarzeń. Do takiego sposobu postrzegania zdarzeń trzeba mieć określone predyspozycje, gdyż nie wystarczy długo myśleć, by mieć twórcze pomysły. Wiele interesujących pomysłów/założeń oraz propozycji praktycznych rozwiązań można uzyskać, stosując techniki kreatywnego myślenia opisywane w literaturze jako techniki twórczego poszukiwania rozwiązań problemu¹³. W związku z tym drogą dedukcji można wywnioskować, iż „nie ma złych interesów oraz problemów nie do rozwiązania, może być jedynie złe, nieudolne zarządzanie”¹⁴. Określenie Józefa Penca dokładnie wskazuje na fakty oraz trendy w transporcie XXI w., gdzie nadal kluczową kwestią pozostają często rutynowe działania, które nie przedstawiają pełnego obrazu badanego zjawiska.

Jest to dość popularna tendencja wśród naukowców do zbyt szybkiego rozstrzygania pojawiających się problemów transportowych oraz automatycznego przypisywania im gotowego, często opartego na stereotypach rozwiązania. Oczywiście, w tej sytuacji rozwiązanie typu „droga na skróty” – to najczęściej zgubna droga. Natomiast szczegółowa analiza wszystkich etapów myślenia procesowego twórczo oddziałuje na wyobraźnię decydentów oraz obliuguje ich tym samym do całościowego spojrzenia na przyszłość systemu transportowego¹⁵.

Są to ważne zagadnienia zarówno w świetle praktyki, jak i nauki, które wymagają, aby założenia prowadzące do nadania systemom transportowym w przyszłości nowego kształtu oraz nowych cech realizowane były tylko i wyłącznie na podstawie skryształizowanej, przemyślanej koncepcji, która formalnie może przyjąć postać

¹² B. Poskrobko, *Droga do gospodarki opartej na wiedzy*, [w:] *Małe i średnie przedsiębiorstwa w drodze do gospodarki opartej na wiedzy*, red. B. Poskrobko, B. Powichrowska, Agencja Wydawniczo-Edytorska EkoPress, Białystok 2008, s. 11–28.

¹³ Z. Mikołajczyk, *Techniki organizatorskie w rozwiązywaniu problemów zarządzania*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1994, s. 93–108.

¹⁴ J. Penc, *Strategiczne zarządzanie. Perspektywiczne myślenie, systemowe działanie*, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 1997, s. 226.

¹⁵ A. Szewczuk, op. cit., s. 90.

harmonogramu, planu badawczo-rozwojowego, strategii zarządzania, programu, wizji czy prognozy. Warto wskazać, że nie jest tylko kwestią semantyczną to, jak nazwana i ukształtowana jest ta koncepcja. Ważne jest to, aby jej rozwój odbywał się w sposób uporządkowany, na podstawie stworzonej mapy planów zarówno o różnej skali przestrzennej, jak i różnym horyzoncie czasowym. Jak wskazuje Adam Szewczuk,

myślenie o systemach transportowych w perspektywie przyszłości oraz antycypowanie dla nich najbardziej prawdopodobnych kierunków rozwoju oraz trudności, jakich należy się strzec, wymagają przewidywania przyszłych zdarzeń na badanym rynku transportowym. Dodatkowo konieczne jest przygotowywanie transportu do stawiania czoła stale pojawiającym się zakłóceniom, mając rozeznanie w tym, co jest możliwe do wykonania, a co nie, co jest pożądane wśród interesariuszy, a czego należy unikać¹⁶.

Tak więc, reasumując, kluczem do sukcesu, jest stała obserwacja rynku transportowego oraz zdobywanie rzetelnych informacji o aktualnym stanie badanego systemu.

W rezultacie takich działań możliwe jest dokonywanie stałego przeglądu wariantów przyszłości opartych tylko na takich przesłankach rozwoju, które sprawdzają się w rzeczywistości, a nie na abstrakcyjnych założeniach i modelach czy też wzorach matematycznych pretendujących do miana prawd uniwersalnych. Dlatego też konieczność prowadzenia systematycznych studiów przypadku (*case study*) nad przyszłością systemów, oparcie ich na wariantowym, całościowym podejściu, uwzględnienie w badaniach nieustrukturalizowanego i zmiennego otoczenia oraz formułowanie obrazów przyszłości jako syntezy oraz spójnego opisu ewolucji wraz z sytuacją zjawisk to tylko niektóre podstawowe przesłanki, które decydują o wykorzystaniu metod scenariuszowych w celu kształtowania systemów, w tym transportu miejskiego.

Przechodząc do określenia typów scenariuszy, należy stwierdzić, iż w świetle rozważań nauki istnieje wiele rodzajów, podziałów oraz koncepcji scenariuszy, które mogą mieć różny poziom teoretyczny oraz różną przydatność praktyczną. Klasyfikacja scenariuszy polega na agregowaniu ich w podgrupy z punktu widzenia różnych kryteriów/czynników. W ujęciu wykonalności scenariusze mogą być: pewne, pożądane, prawdopodobne, niespodziewane, nieuchronne oraz niemożliwe. Inny podział scenariuszy, ze względu na ocenę tworzonej nowej rzeczywistości, uwzględnia scenariusze: pozytywne i negatywne, optymistyczne i pesymistyczne, realistyczne czy też umiarkowane. Odmiennie przedstawia się podział scenariuszy pod względem siły oraz charakteru zmian, gdzie wyróżnia się scenariusze: rewolucyjne, ewolucyjne oraz zachowawcze i stabilizujące. Ponadto pod względem charakteru

¹⁶ Ibidem, s. 91.

przebiegu scenariusze można dzielić się na: linearne, chaotyczne, z punktami zwrotnymi i różnicujące się. Biorąc pod uwagę potwierdzoną praktycznie użyteczność metody planowania scenariuszowego, w pracy przyjęto podział metod scenariuszowych opracowany przez Grażynę Gierszewską i Marię Romanowską, który stał się przedmiotem dalszych dociekań. Obejmuje on¹⁷:

- a) scenariusze możliwych zdarzeń, oparte na logice intuicyjnej, ale wykorzystujące również doświadczenie ekspertów, służące do formułowania zbioru potencjalnych wydarzeń, które mogą zaistnieć w przyszłości;
- b) scenariusze symulacyjne, umożliwiające ocenę poszczególnych zdarzeń strategicznych z wykorzystaniem symulacji komputerowych, nieuwzględniające wszystkich istotnych czynników, prawdopodobieństwa ich wystąpienia czy też prognoz skutków¹⁸;
- c) scenariusze stanów otoczenia, najbardziej rozpowszechnione narzędzie szacowania prawdopodobieństwa wystąpienia w przyszłości zdarzeń z otoczenia organizacji oparte na podstawie wiedzy ekspertów, należące do jakościowych instrumentów badawczych¹⁹;
- d) scenariusze procesów w otoczeniu, stanowiące rozwinięcie oraz uszczegółowienie ww. metody scenariuszy stanów otoczenia, koncentrują się na procesach najbardziej istotnych, które cechują się potencjalnie dużą siłą wpływu na organizację²⁰.

Powyższy wykaz jest tylko zarysem ważniejszych obszarów tematycznych scenariuszy. Część z nich może mieć charakter krótkoterminowy, inna zaś część będzie przydatna przy podejmowaniu decyzji w ramach dłuższego horyzontu. Niemniej jednak wybór odpowiedniego rodzaju scenariusza dla przedstawienia sposobu dochodzenia do przyszłego stanu rzeczywistości zależy od charakteru przedmiotu objętego wizją. Istnieje skrajna odmienność w naturze dokonujących się zmian w przypadku tworzenia obiektów materialnych, np. sieci infrastruktury transportowej i w przypadku tworzenia nowych mechanizmów funkcjonowania badanego systemu²¹. Efektem tego jest konieczność uwzględniania zarówno wielowymiarowych, jak i wielowariantowych

¹⁷ G. Gierszewska, M. Romanowska, *Analiza strategiczna przedsiębiorstwa*, PWE, Warszawa 2003, s. 65–91.

¹⁸ A. Stabryła, *Zarządzanie projektami ekonomicznymi i organizacyjnymi*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006, s. 256.

¹⁹ M. Lisiński, op. cit., s. 109.

²⁰ H. Bieniok et al., *Metody sprawnego zarządzania. Planowanie, organizowanie, motywowanie, kontrola*, Wydawnictwo PLACET, Warszawa 2004, s. 17.

²¹ J. Burnewicz, *Nowoczesna wizja transportu i jej potencjalny wpływ na zagospodarowanie przestrzenne*, „Biuletyn Polskiej Akademii Nauk. Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju” 2008, t. 122, s. 110.

możliwych stanów otoczenia. Każdy z czynników oddziałujących na system w danym czasie może w przyszłości zmieniać się w różny sposób, zarówno w aspektach pozytywnych, jak i negatywnych.

Dlatego więc przyszłość trudno jest przewidywać, a jeszcze trudniej rozsądnie ją tworzyć. Jak wskazuje Szewczuk, „fakty przyszłe w rzeczywistości nie istnieją i nie są dostępne w empirycznej obserwacji. Są one jedynie teoretycznie możliwe i nie ma pewności, że zostaną potwierdzone przez przyszłą rzeczywistość”²². Należy zatem stwierdzić na tej podstawie, że przyszłość nie jest stanem gotowym, lecz tylko jedną z możliwych realizacji potencjalnych scenariuszy w otaczającej rzeczywistości. Dlatego przyszłość należy przewidywać, bardziej lub mniej precyzyjnie próbować określać jej kształty i czynić ją bardziej realną – prawdopodobną. Wizja przyszłości ma swoje konsekwencje ekonomiczne, społeczne oraz przestrzenne nie tylko dla obecnego, ale ównież dla przyszłych pokoleń.

W prognozowaniu scenariuszowym dla badanego zagadnienia, zgodnie z metodyką, przedstawiono trzy scenariusze:

- optymistyczny – tworzony w taki sposób, że w poszczególnych sferach dla każdego procesu wybiera się ten trend, który ma największy pozytywny wpływ na rozwój miast,
- pesymistyczny, tworzą te trendy, które w odniesieniu do danego czynnika wywierają największy negatywny wpływ na wskaźnik życia mieszkańców,
- realny – składa się z trendów, które mają największe prawdopodobieństwo wystąpienia, niezależnie o potencjalnej sily pozytywnego czy negatywnego wpływu.

Ponadto, nie przesądzając o ważności wyszczególnionych aspektów, należy wskazać, że wiele planów dotyczących transportu miejskiego opiera się na określonych inwestycjach, choć ich szczegóły bywają mniej lub bardziej dopracowane. Część z tych przedsięwzięć realizowanych jest w ramach projektów związanych z rozwojem, a scenariusze mogą odgrywać ważną rolę w formułowaniu oraz wyborze odpowiedniego projektu. Planiści czy też decydenci transportu miejskiego, którzy uważnie słuchają potrzeb swoich mieszkańców, nie mają problemów z trafnością scenariuszy dotyczących kierunków rozwoju transportu miejskiego. Niemniej jednak można zauważyć również przypadki, że niektórym z nich sprawia trudność umieszczenie spraw ważnych dla mieszkańców miast w centrum uwagi projektu planistycznego, szczególnie jeśli są przekonani, że punkt widzenia pasażera transportu miejskiego nie daje właściwej oceny sytuacji. Taki stan rzeczy jest potencjalnie niebezpieczny, ponieważ planista scenariuszy chodzący własnymi ścieżkami stwarza usługę dla

²² A. Szewczuk, op. cit., s. 90.

mieszkańców, która będzie odbierana jako nietrafiona. Reasumując, problemy z trafnością wyboru odpowiedniego i dopasowanego do odbiorców scenariusza rozwoju transportu miejskiego występują często. Można jednak ich uniknąć, jeśli tylko ich planista potrafi dostrzegać oraz uwzględniać potrzeby komunikacyjne mieszkańców.

Scenariusze otoczenia mają w założeniu charakter jakościowy, co oznacza, że oceny potencjalnej siły wpływu poszczególnych procesów oraz szacowania prawdopodobieństw dokonano na podstawie własnej wiedzy oraz przeprowadzonych badań.

Na podstawie opracowanych barier oraz propozycji przedstawiono w monografii scenariusze rozwoju zbiorowego niskoemisyjnego transportu publicznego w miastach w Polsce:

1. Scenariusze rozwoju zbiorowego niskoemisyjnego transportu publicznego w małych miastach w Polsce (poniżej 20 tys. mieszkańców):
 - a) scenariusz optymistyczny – uwzględnia rozwój zbiorowego niskoemisyjnego transportu publicznego w małych miastach, dzięki skorzystaniu z dofinansowań na zakup ekologicznej floty, np. dofinansowania w ramach programu „Zielony transport publiczny” – inicjatywa podejmowana przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Programy tego typu są szansą dla małych miast, które najbardziej potrzebują impulsów rozwojowych. Dzięki dofinansowaniom małe miasta mogą zakupić pojazdy niskoemisyjne oraz wybudować infrastrukturę punktów ładowania, co dodatkowo poprawi spójność przestrzenną między miastem w jego granicach administracyjnych a pobliskimi obszarami wiejskimi oraz pozwoli zbudować właściwą sieć połączeń komunikacyjnych. Odpowiednie na takich trasach mogą być małe elektrobusy. Pojazdy takie zapewniają dynamikę, niezawodność i duży zasięg, a ze względu na swój rozmiar łatwiej jest poruszać się tego typu pojazdem poza granicami administracyjnymi miast. Scenariusz ten zakłada również wyposażenie autobusów elektrycznych w panele fotowoltaiczne. Energia pozyskana ze słońca umożliwi zasilanie urządzeń elektrycznych i elektronicznych w pojeździe, np. biletomatów, klimatyzacji, monitoringu czy informacji wewnętrznej i zewnętrznej, a docelowo zaoszczędzi olej napędowy zużywany w elektrobusach do ogrzewania pojazdu. Dodatkowo należy dostosować trasy dla autobusów elektrycznych z ominięciem wzniesień terenu. Jedną z inicjatyw zrównoważonego rozwoju, zmierzającą do zmniejszenia zanieczyszczenia powietrza małych miastach, może być również darmowa komunikacja miejska. Władze miejskie powinny organizować szkolenia/eventy edukacyjne w zakresie zrównoważonego rozwoju i wpływu niskoemisyjnego transportu na jakość życia mieszkańców oraz rozpowszechniać wyniki badań

porównujących transport konwencjonalny z niskoemisyjnym. Nowoczesne pojazdy mogą charakteryzować się mniejszą masą dzięki wykorzystaniu lekkich i bezpiecznych komponentów. Należy również podkreślić, że każdy kierowca powinien odbyć szkolenie z *eco-drivingu*;

- b) scenariusz realny – stopniowy rozwój niskoemisyjnego publicznego transportu zbiorowego. W celu zmiany nastawienia mieszkańców do nowoczesnych rozwiązań należy wprowadzić kampanie informacyjne zwiększające świadomość konsumentów co do potrzeby wdrażania tego typu rozwiązań przy jednoczesnym zmniejszaniu wykluczenia transportowego. Przeprowadzenie szczegółowych analiz celem wyboru najkorzystniejszych tras, na których można wprowadzić autobusy niskoemisyjne, ponieważ przy niekorzystnym ukształtowaniu terenu (jazda pod wzniesienia) autobus elektryczny pobiera więcej energii z baterii, co docelowo wpłynie na skrócenie czasu między doładowaniami. Największe szanse na wdrożenie niskoemisyjnego taboru mają małe miasta o charakterze uzdrowiskowym lub turystycznym, których władze zwracają szczególną uwagę na kwestie ochrony środowiska oraz cichą eksploatację takich pojazdów. Miasta posiadające wiedzę i doświadczenie powinny korzystać z programu „Zielony transport publiczny”, gdyż nowoczesny tabor stanowi wizytówkę miasta i umożliwia komfortowe podróżowanie mieszkańców oraz turystów przy zachowaniu dbałości o środowisko i jakość powietrza. Może być dostosowany do potrzeb zamawiającego, zgodnie z aktualnymi wymogami pasażerów (niska podłoga, klimatyzacja, rampa dla wózków inwalidzkich, Wi-Fi, ładowarki do telefonów, podgrzewane fotele, miejsca do przewozu wózków dziecięcych, możliwość składania foteli w celu zaoszczędzenia miejsca w pojeździe czy siedzenia z powłoką z miedzi przeciwdrobnoustrojowej). Energia wykorzystywana do ładowania pojazdów powinna w coraz większym stopniu pochodzić ze źródeł odnawialnych;
- c) scenariusz pesymistyczny – małe miasta nie mają możliwości rozwoju społeczno-gospodarczego, a przy tym z dużym prawdopodobieństwem spotykają się z problemem wykluczenia transportowego. Nie korzystają ze wsparcia, co wynika z braku doświadczenia w aplikowaniu po środki unijne. Problemy komunikacyjne mogą być przede wszystkim efektem niewłaściwie prowadzonej polityki transportowej lub też braku integracji polityki transportowej z innymi wymiarami polityki miejskiej – w zakresie planowania przestrzennego czy prowadzonych inwestycji. Scenariusz ten zakłada brak dążenia do wdrażania systemów transportu publicznego z uwagi na bariery finansowe, urbanizacyjne czy przestrzenne, ale również brak zainteresowania decydentów.

Ważnym elementem może być bariera społeczna – przekonanie, że w danym mieście z uwagi na jego wielkość nie ma potrzeby wdrażania publicznego transportu zbiorowego (w tym pojazdów niskoemisyjnych), gdyż zapotrzebowanie zgłaszane przez mieszkańców na tego typu usługi jest całkowicie zaspokajane przez prywatnych przewoźników oraz motoryzację indywidualną. Jeżeli małe miasta decydują się na realizację publicznego transportu zbiorowego, to głównym czynnikiem jest cena taboru, a jak powszechnie wiadomo, flota niskoemisyjna jest kilkukrotnie droższa niż pojazdy o napędzie konwencjonalnym. Istnieje również silne przekonanie, że realizacja założeń zrównoważonej polityki transportowej może budzić opór mieszkańców, którzy na co dzień poruszają się samochodem, w związku z tym działania zapisane w strategii nie są realizowane. Ambitne cele odwołujące się do koncepcji zrównoważonego rozwoju służą jedynie celom marketingowym oraz dają możliwość starania się o różne środki zewnętrzne, ale w rzeczywistości ramy programowe danej inwestycji przygotowywane są pośpiesznie, gdy pojawi się szansa uzyskania środków, a nie jest to efekt długofalowych działań i przemysłów w zakresie rozwoju zbiorowego niskoemisyjnego transportu publicznego. Mieszkańcy małych miast nie czują również potrzeby wdrażania niskoemisyjnej floty, gdyż uważają, że miasta te nie są tak zanieczyszczone jak duże aglomeracje.

2. Scenariusze rozwoju zbiorowego niskoemisyjnego transportu publicznego w średnich miastach w Polsce (20 tys.–100 tys. mieszkańców):
 - a) scenariusz optymistyczny – rozwój komunikacji miejskiej i aglomeracyjnej poprzez systematyczną wymianę floty na tabor niskoemisyjny (autobusy elektryczne, wodorowe, zakup nowych tramwajów czy trolejbusów). Należy zauważyć, że wśród czynników wpływających na motywację wymiany taboru na niskoemisyjny wskazuje się wymogi zawarte w ustawie o elektromobilności, którą objęte są jednostki liczące co najmniej 50 tys. mieszkańców. Miasta te od 2028 r. powinny posiadać w swojej flocie co najmniej 30% pojazdów niskoemisyjnych lub napędzanych biometanem (progi pośrednie: 10% w 2023 r. i 20% w 2025 r.)²³. Optymistyczny scenariusz zakłada realizację wieloletnich programów inwestycyjnych w celu osiągnięcia wymaganych wskaźników. Działania te mogą zostać zrealizowane poprzez dofinansowania pozyskane w ramach programów rządowych i unijnych. Zwiększenie udziału floty niskoemisyjnej w taborze ogółem motywowane jest również próbą ochrony

²³ Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz.U. z 2018 r., poz. 317).

środowiska przez samorządy. Należy wskazać, że miasta równolegle do wymiany taboru prowadzą inne działania z zakresu zrównoważonego rozwoju promujące inne formy niskoemisyjnego transportu, takie jak modernizacja i rozwój tras rowerowych, wdrożenie ogólnodostępnych rowerów publicznych czy rozwój rozwiązań typu *Park & Ride*. Samorządy oczekują stabilizacji cen na rynku energii elektrycznej z uwagi na rosnący udział energii odnawialnej wykorzystywanej do zasilania pojazdów elektrycznych. Scenariusz ten, podobnie jak scenariusz optymistyczny dla małych miast, zakłada również wyposażenie autobusów elektrycznych w panele fotowoltaiczne;

- b) scenariusz realny – postępujący, ale zbyt wolny rozwój zbiorowego niskoemisyjnego transportu publicznego w średnich miastach. Zrealizowanie bieżących planów zakupowych prawdopodobnie nie doprowadzi do osiągnięcia wymaganego ustawowo 30-procentowego udziału pojazdów niskoemisyjnych we flocie, co oznacza, że najbliższe lata powinny być skupione na dalszych inwestycjach w elektrobusy czy autobusy wodorowe, a plany takie nie znajdują się jeszcze nawet w przygotowaniu. Ważną rolę w dążeniu do rozwoju elektromobilności w zbiorowym transporcie publicznym odgrywa administracja samorządowa, która może prowadzić działania mające na celu popularyzację elektromobilności przez wymianę dobrych praktyk, a sama rola administracji jest istotna dla zmiany świadomości społecznej. Zainteresowanie flotą niskoemisyjną mogą zwiększyć prowadzone projekty pilotażowe, które pokazują, że pojazdy niskoemisyjne mogą funkcjonować sprawniej niż konwencjonalne, a dodatkową korzyścią jest poprawa życia i zdrowia mieszkańców;
- c) scenariusz pesymistyczny – zahamowanie rozwoju zbiorowego niskoemisyjnego transportu publicznego w miastach. Z uwagi na kryzys energetyczny i rosnące ceny energii elektrycznej średnie miasta wstrzymają zakup floty niskoemisyjnej, gdyż koszt wykonania jednego kilometra przez autobus spalinowy będzie niższy niż koszt wykonania jednego kilometra przez autobusy gazowe, elektryczne czy hybrydowe. Należy zauważyć, że średnie miasta mogą dążyć do odkupienia używanych autobusów elektrycznych, które były eksploatowane np. w dużych miastach. Wtedy autobusy ze znacząco zużytymi bateriami będą wykorzystywane w średnich miastach, na krótszych dystansach, a z dużym prawdopodobieństwem utylizacja baterii będzie odwlekana do momentu krytycznego, gdy autobus nie będzie mógł być już wykorzystywany nawet na krótkich trasach. Wtedy utylizacja akumulatorów odbędzie się na koszt ich właściciela, co będzie dużym obciążeniem finansowym dla średnich miast. W przypadku miast na wczesnym etapie rozwoju floty,

które wciąż rozważają wady i zalety elektrobusów, jedną z istotnych barier może być brak informacji na temat stosowanej technologii. Ponadto z uwagi na fakt, że pojazdy niskoemisyjne są nowoczesnym rozwiązaniem, niektóre średnie miasta mogą mieć trudności ze znalezieniem wiarygodnych, aktualnych źródeł informacji, które umożliwiłyby sporządzenie dokładnej analizy kosztów i korzyści płynących z wdrożenia takiej floty. Większość średnich miast nie rozważa również zastąpienia swoich konwencjonalnych autobusów pojazdami niskoemisyjnymi, dopóki ich obecne autobusy nie zakończą okresu swojej żywotności. W miastach, które niedawno zakupiły autobusy z silnikiem Diesla, pojazdy niskoemisyjne mogą nie być używane przed długi czas.

3. Scenariusze rozwoju zbiorowego niskoemisyjnego transportu publicznego w dużych miastach w Polsce (powyżej 100 tys. mieszkańców):
 - a) scenariusz optymistyczny – dynamiczny rozwój zbiorowego niskoemisyjnego transportu publicznego w miastach. Korzystanie z dofinansowań unijnych i programów rządowych. Duże miasta muszą w pełni zrozumieć bariery dla wprowadzenia floty niskoemisyjnej, by działać szybko i zdecydowanie w celu ich przezwyciężania. Pojazdy niskoemisyjne mogą przyczynić się do globalnej redukcji emisji CO₂, jeżeli energia elektryczna jest wytwarzana z czystej sieci (odnawialne źródła energii), a także mogą być narzędziem poprawy efektywności energetycznej, gdy są strategicznie zintegrowane i wykorzystywane jako zasoby sieciowe. W przypadku zmniejszenia zależności od paliw kopalnych należy zaznaczyć również wpływ na zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego. Ważnym elementem jest również ustalenie wytycznych w zakresie maksymalnych odległości przystanków transportu publicznego od zabudowy (300–400 m). Jest to działanie prospołeczne zachęcające do korzystania z transportu publicznego, a jednocześnie pokazujące przewagę nad konwencjonalnym napędem. Należy dodatkowo przyjąć pewne zasady w zakresie tworzenia lokalnych standardów projektowania infrastruktury transportowej na podstawie doświadczeń innych miast rozwijających flotę niskoemisyjną. Zadaniem władz miejskich jest również rozwijanie kontaktów z władzami miast, w których skutecznie wdrożono rozwiązania transportowe, w celu wymiany doświadczeń (konferencje, seminaria, wizyty studyjne);
 - b) scenariusz realny – rozwój zbiorowego niskoemisyjnego transportu publicznego w dużych miastach jest możliwy dzięki licznym dotacjom, ponieważ samorządy często działają na zasadzie rekompensaty i inwestycje są napędzane środkami unijnymi pozyskiwanymi w ramach dofinansowań. Realny scenariusz zakłada wprowadzenie stref czystego transportu w mieście, a także wyłączenie

centrum miasta z ruchu drogowego, co dodatkowo może zachęcić mieszkańców do zwiększonego zainteresowania przemieszczaniem się pojazdami niskoemisyjnymi tworzącymi flotę publicznego transportu zbiorowego. Inwestycje w nowoczesny tabor mają zachęcić do rezygnacji z poruszania się po mieście samochodem, co pozwoli odciążyć układ drogowy, zwłaszcza na trasach o największym natężeniu ruchu w godzinach szczytu. Rozwój publicznego transportu zbiorowego w miastach jest koniecznością, gdyż jego eliminacja doprowadziłaby do paraliżu komunikacyjnego. W pewnym momencie rozwoju duże miasta napotykają bariery (przede wszystkim finansowe), co może sprawić, że polityka wspierania transportu publicznego nie pozwoli zaspokoić wszystkich potrzeb mieszkańców i oczekiwań władz rządowych co do rozwoju niskoemisyjnych form transportu w mieście. Należy również wspomnieć o możliwych problemach związanych z niestabilnością sieci. Może to być związane z obecnym kryzysem energetycznym i przejawiać się trudnościami z zapewnieniem niezawodnego przepływu energii elektrycznej w punktach ładowania. Może się również wydarzyć sytuacja, gdy jedna niesprawna podstacja spowoduje utrudnienia w ładowaniu całej floty;

- c) scenariusz pesymistyczny – brak rozwoju zbiorowego niskoemisyjnego transportu publicznego w dużych miastach, mimo obowiązku ustawowego, z uwagi m.in. na brak długoterminowych opcji finansowania i brak środków unijnych. Biorąc pod uwagę ryzyko, niepewność, „nowość” pojazdów (np. hybrydowych), długofalowe finansowanie jest barierą, z którą miasta muszą się zmierzyć, jeśli elektrobusy miałyby być wdrażane na dużą skalę. Przeszkodą w rozwoju niskoemisyjnej floty może być brak dostępu samorządów do gruntów i nieruchomości, co stanowi ważną przeszkodę w modernizacji i wdrażaniu infrastruktury do ładowania. Pomimo wzrostu zasięgu i możliwości elektrycznych autobusów w ciągu ostatnich kilku lat wciąż pojawiają się ograniczenia wydajnościowe w zakresie zasięgu i mocy e-autobusów, co może być główną barierą rozwoju w dużych miastach. Scenariusz pesymistyczny zakłada trudności z utrzymaniem istniejącej floty elektrycznej, wzrostem ceny biletów i skracaniem tras autobusowych. Dodatkowo zmiany klimatu mogą prowadzić do uszkodzeń infrastruktury czy przegrzewania się systemów elektrycznych, co wpłynie negatywnie na rozwój elektromobilności w transporcie publicznym.

Zaproponowane dalsze kierunki rozwoju otwierają kolejne pole badawcze i pokazują możliwość rozbudowy niskoemisyjnego transportu publicznego w systemie transportowym każdego miasta, bez względu na wielkość i zasięg linii sieci komunikacyjnych.

Zakończenie

Dekarbonizacja transportu ma przyczynić się do rozwiązania dwóch bardzo ważnych problemów społecznych: degradacji jakości powietrza na skutek zanieczyszczeń oraz skutków zmian klimatycznych. Ważność podjętego tematu wynika z konieczności podjęcia pewnych działań w celu zmniejszenia ilości zanieczyszczeń powietrza emitowanych przez pojazdy w miastach. Należy zauważyć, że przejście transportu publicznego z silników napędzanych paliwami kopalnymi na paliwa alternatywne, np. baterie zasilane energią elektryczną, jest krokiem naprzód w kierunku dekarbonizacji sektora transportowego. Zadaniem władz terytorialnych jest podejmowanie działań na rzecz zrównoważonego rozwoju transportu miejskiego mających na celu poprawę efektywności i wydajności miejskich systemów transportowych oraz kreowanie zrównoważonych zachowań transportowych, aby zredukować negatywne efekty zewnętrzne transportu. W związku z tym ważną rolę odgrywają również strategie samorządów i miejskich przedsiębiorstw transportowych, a także organizacja transportu miejskiego, która znacznie różni się w poszczególnych miastach.

Należy podkreślić, że istotnym elementem wpływającym na rozwój niskoemisyjnego publicznego transportu miejskiego w Polsce jest fakt, że kraj stał się jednym z głównych producentów autobusów w Europie – co jest efektem zarówno wielkoobszarowych inwestycji, jak i sukcesów polskich producentów.

Tendencja do ograniczania udziału tradycyjnych napędów w transporcie spowodowana jest nie tylko nowym podejściem do środowiska, ale także koniecznością zmniejszenia zależności od paliw kopalnych, których dostępność w przyszłości jest niepewna. Wyzwanie energetyczne będzie zmuszało decydentów do poszukiwania nowych rozwiązań, a najbardziej prawdopodobnym zamiennikiem ropy naftowej jest energia elektryczna, stąd też widoczna jest szansa na rozwój autobusów elektrycznych.

W polskich miastach obserwuje się wzrost liczby autobusów na paliwo alternatywne. Zjawisko to jest wynikiem zaleceń Białej Księgi z 2011 r., dotyczących doprowadzenia do zmniejszenia o połowę liczby m.in. środków transportu publicznego o napędzie konwencjonalnym w transporcie miejskim do 2030 r. Ponadto, uwzględniając jeden z celów strategicznych Polski określony w Polityce Energetycznej Polski do 2040 r., każdy przetarg na autobus w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców już od roku 2025 powinien dotyczyć wyłącznie autobusów zero- i niskoemisyjnych (elektrycznych i wodorowych).

Wydaje się zatem, że w większości przypadków autobusy elektryczne mogą być właściwym rozwiązaniem stosowanym szczególnie w centrach miast, na płaskich terenach i w dzielnicach uzdrowiskowych. W wielu polskich miastach wymiana całego taboru autobusowego, przynajmniej na razie, wciąż wydaje się jednak niemożliwa.

O wyborze problematyki badawczej zdecydowała zidentyfikowana luka badawcza. Dotychczas prowadzone badania koncentrowały się na transporcie publicznym oraz kwestiach związanych z elektromobilnością. Brak jest opracowań, które odnoszą się do rozwoju niskoemisyjnego transportu publicznego z uwagi na typologię miast (małe, średnie, duże) w kontekście ich zrównoważonego rozwoju.

Procedura badawcza przeprowadzona w ramach monografii przebiegła zgodnie z nakreślonym planem. Wyznaczono dwa cele badawcze, tj. cel poznawczy (określenie czynników środowiskowych, społecznych oraz ekonomicznych wpływających na funkcjonowanie i rozwój niskoemisyjnego transportu publicznego w miastach w Polsce) oraz cel aplikacyjny (budowa scenariuszy rozwoju małych, średnich oraz dużych miast z uwzględnieniem niskoemisyjnego transportu publicznego w Polsce). Oba cele zostały osiągnięte. Uzyskanie pozytywnych rezultatów było wynikiem wcześniej podjętej krytycznej analizy literatury oraz przeprowadzonych badań. Wyznaczono również pomocnicze cele badawcze, do których należało: przedstawienie rozwoju środków niskoemisyjnego transportu publicznego w Polsce, przeprowadzenie analizy najlepszych praktyk wykorzystania transportu niskoemisyjnego w świetle doświadczeń polskich oraz zagranicznych oraz dokonanie analizy porównawczej barier wdrożenia niskoemisyjnego transportu publicznego w miastach Polski (małych, średnich oraz dużych). Cele te również zostały osiągnięte.

Przeprowadzona identyfikacja i ocena czynników ekonomicznych wpływających na funkcjonowanie i rozwój niskoemisyjnego transportu publicznego pozwoliły zhierarchizować determinanty. Zgodnie z wynikami badań najważniejsze czynniki ekonomiczne związane są z możliwością uzyskania wsparcia finansowego, kosztami inwestycyjnymi publicznego transportu zbiorowego oraz kosztami eksploatacyjnymi środków publicznego transportu zbiorowego. Ogólnie można stwierdzić wysoką

rangę czynników ekonomicznych. Podobną zależność obserwuje się w przypadku czynników środowiskowych, wśród których ocenie poddano przeciwdziałanie emisji substancji szkodliwych oraz przeciwdziałanie emisji hałasu. Warto zauważyć, że wśród czynników społecznych dostrzeżono istotność wpływu na jakość życia mieszkańców i stopień zaspokojenia ich potrzeb komunikacyjnych, a także istotność wpływu na wizerunek i ocenę atrakcyjności miasta.

Należy podkreślić, że problematyka poruszana w niniejszej monografii znajduje swoje odniesienie w celu nr 11, który dotyczy zrównoważonych miast i społeczności. Zgodnie z tym celem należy uczynić miasta i osiedla ludzkie bezpiecznymi, stabilnymi, zrównoważonymi oraz sprzyjającymi włączeniu społecznemu. Jednym z działań, które może do tego doprowadzić, jest zwiększenie udziału autobusów na alternatywne paliwo w ogólnej liczbie autobusów służących do obsługi transportu miejskiego. Rozwój niskoemisyjnego transportu publicznego związany jest także z występowaniem pewnych barier. Ważna jest ich identyfikacja z uwzględnieniem typologii miast celem wprowadzenia środków zaradczych mogących wyeliminować bariery wdrażania niskoemisyjnego transportu publicznego.

Przeprowadzone na potrzeby monografii badania weryfikują pozytywnie postawioną w pracy hipotezę badawczą, zgodnie z którą niskoemisyjny transport publiczny przyczynia się do zrównoważonego rozwoju miasta. Gwałtowny rozwój miast w ujęciu społecznym i gospodarczym oraz rosnące wymagania środowiskowe warunkują konieczność dostosowywania publicznego transportu zbiorowego do zmieniających się potrzeb, zatem niskoemisyjny transport publiczny, kształtowany przez omówione w monografii determinanty ekonomiczne, środowiskowe oraz społeczne, może być czynnikiem zrównoważonego rozwoju miast.

Niewątpliwie transport niskoemisyjny wpływa na poprawę jakości życia mieszkańców miast. Pozytywny wpływ związany jest z niższą emisją spalin, czego efektem jest poprawa jakości powietrza, zmniejszenie kongestii drogowej czy ograniczenie emisji hałasu w miastach.

W świetle badań ankietowych działania podejmowane przez władze miast w celu usprawnienia funkcjonowania niskoemisyjnego transportu publicznego koncentrują się na zakupie autobusów o napędzie elektrycznym. Autobusy elektryczne postrzegane są wśród mieszkańców, jak i jednostek samorządu terytorialnego, jako technologia zbyt droga. Dodatkowo widoczny jest problem braku infrastruktury punktów ładowania i obsługi serwisowej niskoemisyjnego taboru.

Doceniając znaczenie sprawnego systemu transportu publicznego dla funkcjonowania i zrównoważonego rozwoju miasta, władze miejskie powinny podjąć pilnie działania mające na celu wdrożenie niskoemisyjnych środków transportu. Przyczyni się

to do realizacji potrzeb transportowych na wysokim poziomie, a docelowo doprowadzi do rozwoju społeczno-gospodarczego miast.

Przeprowadzone w monografii badania nie wyczerpują problematyki rozwoju niskoemisyjnego transportu publicznego jako czynnika zrównoważonego rozwoju miast, ale stanowią przyczynek do dalszych badań, które mogłyby obejmować analizę wykorzystania innych paliw alternatywnych w warunkach polskich na dużą skalę, takich jak biometan czy wodór. Dodatkowo zagadnienia te można poszerzyć o wykorzystanie pojazdów niskoemisyjnych w innych procesach związanych z obsługą mieszkańców (np. transport odpadów komunalnych czy przesyłek kurierskich).

Aneks

Załącznik 1 – Kwestionariusz badania dla jednostek samorządu terytorialnego

ANKIETA

KWESTIONARIUSZ BADANIA DLA JEDNOSTEK SAMORZĄDU TERYTORIALNEGO

UWAGA: Poniższe dane mają charakter informacyjny i zostaną wykorzystane wyłącznie w celu przygotowania monografii naukowej pt. *Niskoemisyjny transport publiczny jako czynnik zrównoważonego rozwoju miast*.

DANE O JEDNOSTCE SAMORZĄDU TERYTORIALNEGO	
NAZWA MIASTA	

1. Czy posiadają Państwo w swojej flocie tabor niskoemisyjny (autobusy/tramwaje)?
 - ☐ TAK *(proszę przejść do pytania 3)*
 - ☐ NIE *(proszę przejść do pytania 2)*
2. Czy planują Państwo wdrożyć niskoemisyjny transport publiczny do 2025 r.?
 - ☐ TAK
 - ☐ NIE *(proszę przejść do pytania 3, które kończy ankietę dla miast nieposiadających oraz nieplanujących wdrożenia taboru niskoemisyjnego)*
3. Jakie bariery widzą Państwo we wdrażaniu niskoemisyjnego transportu publicznego w Państwa mieście?
 - ☐ bariery prawne
 - ☐ bariery finansowe
 - ☐ bariery urbanizacyjne
 - ☐ INNE (proszę o podanie przykładów)

.....

4. Proszę o zaznaczenie, które działania podejmowane są w celu usprawnienia funkcjonowania niskoemisyjnego transportu publicznego:

- ☐ modernizacja istniejących tras tramwajowych
- ☐ rozbudowanie systemu tramwajowego o nowe trasy
- ☐ rozbudowanie systemu autobusowego o nowe trasy
- ☐ zakup autobusów o napędzie elektrycznym
- ☐ zakup autobusów o napędzie gazowym
- ☐ budowa wspólnych przystanków tramwajowo-autobusowych
- ☐ INNE (proszę o podanie przykładów)

5. Proszę ocenić w skali od 1 do 5 (zaznaczyć jeden X w każdym wierszu) czynniki wpływające na funkcjonowanie niskoemisyjnego transportu publicznego w Państwa mieście:

KRYTERIUM/CZYNNIK	SKALA				
	1	2	3	4	5
EKONOMICZNE					
Łatwość budowy infrastruktury zasilania publicznego transportu zbiorowego					
Zasięg publicznego transportu zbiorowego					
Ogólna dostępność technologii					
Koszty inwestycyjne infrastruktury zasilania					
Koszty inwestycyjne publicznego transportu zbiorowego					
Koszty eksploatacyjne infrastruktury					
Koszty eksploatacyjne środków publicznego transportu zbiorowego					
Możliwość uzyskania wsparcia finansowego					
Inne					
<i>(proszę o podanie przykładów)</i>					

ŚRODOWISKOWE					
Przeciwdziałanie emisji substancji szkodliwych					
Przeciwdziałanie emisji hałasu					
Inne <i>(proszę o podanie przykładów)</i>					
SPOŁECZNE					
Wpływ na jakość życia mieszkańców					
Stopień zaspokojenia potrzeb komunikacyjnych mieszkańców miast					
Wpływ na wizerunek i ocenę atrakcyjności miasta					
Inne <i>(proszę o podanie przykładów)</i>					

6. Proszę o zaznaczenie, które informacje dla pasażerów w publicznym transporcie zbiorowym dostępne są w Internecie (możliwe zaznaczenie więcej niż jednej odpowiedzi):
- ☐ informacja o trasach poszczególnych linii komunikacyjnych i rozkładach jazdy
 - ☐ mapy i schematy z przebiegiem linii komunikacyjnych
 - ☐ wyszukiwarki połączeń prezentujące plan podróży
 - ☐ informacja o opóźnieniach, utrudnieniach, zmianach w układzie komunikacyjnym
 - ☐ informacja o obowiązującej taryfie (ceny biletów, inne ustalenia taryfowe)
 - ☐ informacje o urządzeniach lub udogodnieniach dla osób niepełnosprawnych
7. Proszę o zaznaczenie, czy informacja o realizacji danego kursu taborem nisko-emisyjnym umieszczana jest (możliwe zaznaczenie więcej niż jednej odpowiedzi):
- ☐ na tablicach o stałej treści
 - ☐ na tablicach elektronicznych wyświetlających informację w czasie rzeczywistym
 - ☐ poprzez informację głosową
 - ☐ brak umieszczania informacji

8. Proszę o uzupełnienie tabeli zgodnie ze stanem faktycznym na dzień 31.12.2020.

Czy posiadają Państwo własny tabor zbiorowej komunikacji publicznej?
TAK / NIE (<i>jeśli tak, to proszę o dalsze uzupełnienie tabeli</i>)
Liczby sztuk poszczególnych rodzajów taboru: <i>minibusy oraz pojazdy specjalne do przewozu osób z dysfunkcją ruchową</i>, <i>w tym pojazdy o napędzie:</i> • gazowym CNG • LNG • elektrycznym <i>autobusy o pojemności do 30 osób</i>, <i>w tym pojazdy o napędzie:</i> • gazowym CNG • LNG • elektrycznym <i>autobusy o pojemności 31–40 osób</i>, <i>w tym pojazdy o napędzie:</i> • gazowym CNG • LNG • elektrycznym <i>autobusy o pojemności 41–52 osoby</i>, <i>w tym pojazdy o napędzie:</i> • gazowym CNG • LNG • elektrycznym <i>autobusy o pojemności ponad 52 osoby</i>, <i>w tym pojazdy o napędzie:</i> • gazowym CNG • LNG • elektrycznym <i>tramwaje</i> <i>inne (<i>proszę o podanie przykładów</i>)</i>
Proszę o podanie średniego wieku Państwa taboru:

9. W jaki sposób ładowane są Państwa autobusy elektryczne:

- ☐ PLUG-IN
- ☐ PANTOGRAF
- ☐ INNE (*proszę o podanie przykładów*)

.....

10. Proszę podać, ile punktów do ładowania znajduje się na terenie Państwa miasta?

.....

11. Proszę o wymienienie efektów wdrożenia niskoemisyjnych środków publicznego transportu zbiorowego, które Państwa zdaniem wpływają na zrównoważony rozwój miast.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Załącznik 2 – Kwestionariusz badania dla mieszkańców Szczecińskiego Obszaru Metropolitalnego (SOM)

ANKIETA

KWESTIONARIUSZ BADANIA DLA MIESZKAŃCÓW SZCZECIŃSKIEGO OBSZARU METROPOLITALNEGO

UWAGA: Poniższe dane mają charakter informacyjny i zostaną wykorzystane wyłącznie w celu przygotowania monografii pt. *Niskoemisyjny transport publiczny jako czynnik zrównoważonego rozwoju miast*.

1. Jakiego środka transportu najczęściej Pani/Pan używa do codziennego przemieszczania się?

- ☐ środków publicznego transportu zbiorowego
- ☐ samochodu prywatnego lub służbowego
- ☐ motocykla
- ☐ roweru
- ☐ podróżuję pieszo
- ☐ INNY (proszę o podanie przykładów)

.....

☐ nie przemieszczam się wcale lub prawie wcale

2. Jaki jest najczęstszy powód Pani/Pana podróży?

- ☐ praca
- ☐ szkoła/uczelnia
- ☐ rekreacja/wypoczynek
- ☐ spotkania towarzyskie
- ☐ zakupy
- ☐ INNY (proszę o podanie przykładów)

.....

3. Jak często korzysta Pani/Pan z publicznego transportu zbiorowego?

- ☐ 1 dzień w tygodniu
- ☐ 2–3 dni w tygodniu
- ☐ 4–5 dni w tygodniu

- ☐ 6–7 dni w tygodniu
- ☐ rzadziej niż raz w tygodniu
- ☐ rzadziej niż raz w miesiącu

4. Jeżeli podróżuje Pani/Pan publicznym transportem zbiorowym, jakiego środka transportu Pani/Pan używa?

- ☐ autobusu miejskiego
- ☐ autobusu podmiejskiego
- ☐ autobusu PKS
- ☐ kolei
- ☐ INNY (proszę o podanie przykładów)

-
- ☐ nie podróżuję publicznym transportem zbiorowym

5. Jeżeli podróżuje Pani/Pan publicznym transportem zbiorowym, jakie są przyczyny wyboru takiego środka transportu? Proszę wskazać maksymalnie 4 odpowiedzi:

- ☐ jest tańszy niż inne środki transportu
- ☐ jest szybciej niż innymi środkami transportu
- ☐ jest wygodniej
- ☐ pasuje mi istniejące połączenie
- ☐ nie mam możliwości korzystania z innych rodzajów transportu
- ☐ INNE (proszę o podanie przykładów)

6. Jeżeli nie korzysta Pani/Pan z publicznego transportu zbiorowego, jakie są tego przyczyny? Proszę wymienić 4 najważniejsze:

- ☐ niepunktualność
 - ☐ duża awaryjność środków transportu
 - ☐ długotrwałość podróży
 - ☐ zbyt mała częstotliwość kursowania
 - ☐ utrudniony/daleki dostęp do przystanków
 - ☐ wysoka cena biletów
 - ☐ INNE (proszę o podanie przykładów)
-

METRYCZKA

1. Płeć:

- ☐ kobieta
- ☐ mężczyzna

2. Wiek:

- ☐ poniżej 18 lat
- ☐ od 18 do 26 lat
- ☐ od 27 do 35 lat
- ☐ od 36 do 60 lat
- ☐ powyżej 60 lat

3. Wykształcenie:

- ☐ podstawowe
- ☐ gimnazjalne
- ☐ zasadnicze zawodowe
- ☐ średnie
- ☐ policealne/pomaturalne
- ☐ wyższe

4. Status zawodowy:

- ☐ uczeń/student
- ☐ emeryt/rencista
- ☐ bezrobotny
- ☐ pracujący w domu
- ☐ pracujący poza domem
- ☐ pracujący w trybie mieszanym (w domu i poza domem)

Bibliografia

- 10 nowych miast na mapie Polski od 1 stycznia 2022 roku*, <https://www.gov.pl/web/mswi-a/10-nowych-miast-na-mapie-polski-od-1-stycznia-2022-roku> (dostęp: 3.04.2023).
- 20 niskopodłogowych autobusów elektrycznych dla mieszkańców Krakowa*, <https://www.mpk.krakow.pl/pl/aktualnosci/news,5454,20-niskopodlogowych-autobusow-elektrycznych-dla-mieszkancow-krakowa.html> (dostęp: 21.04.2021).
- Adheesh S., Vasisht M., Ramasesha S., *Air-Pollution and Economics. Diesel Bus Versus Electric Bus*, „Current Science” 2016, t. 110.
- Agenda na rzecz zrównoważonego rozwoju 2030*, https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/international-strategies/sustainable-development-goals-eu-and-united-nations-common-goals-sustainable-future_pl#agenda-na-rzecz-zr%C3%B3wnowa%C5%BConego-rozwoju-2030 (dostęp: 29.04.2023).
- Air in Tehran ‘Unbreathable’ as Pollution Peaks*, <https://www.aa.com.tr/en/environment/air-in-tehran-unbreathable-as-pollution-peaks/2109552> (dostęp: 8.03.2021).
- Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Gnieźnie*, https://cms-v1-files.idcom-jst.pl/sites/972/wiadomosci/152687/files/akk_gniezno_projekt_do_konsultacji_spoecznych.pdf (dostęp: 2.04.2023).
- Autobusy elektryczne*, <https://www.mpk.krakow.pl/pl/tabor/autobusy-elektryczne/> (dostęp: 14.03.2021).
- Autobusy elektryczne naładują baterie w centrum miasta*, <http://www.mpk.krakow.pl/pl/aktualnosci/news,3474,autobusy-elektryczne-naladuja-baterie-w-centrum-miasta.html> (dostęp: 21.04.2021).
- Autobusy gazowe odpowiedzą na problemy smogowe polskich miast*, <https://serwisy.gazetaprawna.pl/ekologia/artykuly/8122374,autobusy-gazowe-odpowiedzia-na-problemy-smogowe-polskich-miast.html> (dostęp: 22.05.2023).

- Autonomous buses*, <https://www.volvobuses.com/en/why-volvo/automation-buses.html> (04.03.2025).
- Badanie ocenia wady i zalety alternatywnych technologii paliwowych*, <https://cordis.europa.eu/article/id/28102-study-assesses-pros-and-cons-of-alternative-fuel-technologies/pl> (dostęp: 12.03.2021).
- Badzińska E., *Metody scenariuszowe w badaniach nad przyszłością*, [w:] *Budowa scenariuszy transformacji wiedzy wspierających innowacyjną Wielkopolskę*, red. M.K. Wyrwicka, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2011.
- Bakker S., *Transport and mobility*, <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/transport-and-mobility> (dostęp: 4.03.2025).
- Bąkowski W., *Wizja rozwoju przedsiębiorstw PKS*, „Przegląd Komunikacyjny” 1996, nr 10.
- Banak M., Brdulak J., Krysiuk C., Pawlak P., *Kierunki rozwoju infrastruktury transportu samochodowego w Polsce*, ITS, Warszawa 2014.
- Banister D., Watson S., Wood C., *Sustainable Cities. Transport, Energy, and Urban Form*, „Environ. Plan. B Urban Anal. City Sci” 1997, t. 24.
- Baran J., Zych M., *Porównanie systemów transportowych w Polsce z uwzględnieniem oczekiwań różnych interesariuszy*, „Roczniki Naukowe SGGW” 2015, t. 17, z. 3.
- Bartkiewicz A., *Nieoficjalnie. USA nałożą kolejne sankcje na Iran*, <https://www.rp.pl/swiat/art487161-nieoficjalnie-usa-naloza-kolejne-sankcje-na-iran> (dostęp: 2.04.2021).
- Benevolo C., Dameri R.P., D’auria B., *Smart Mobility in Smart City. Action Taxonomy, ICT Intensity and Public Benefits*, [w:] *Empowering Organizations. Enabling Platforms and Artefacts*, red. T. Torre, A. Braccini, R. Spinelli, Springer, Cham 2017.
- Biała Księga. *Europejska polityka transportowa w horyzoncie do 2010 r. Czas wyborów*, COM(2001) 370, Komisja Europejska, Bruksela 2001.
- Biała Księga. *Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu*, KOM (2011) 144, <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0144:FIN:PL:PDF> (dostęp: 12.02.2025).
- Bieniok H. et al., *Metody sprawnego zarządzania. Planowanie, organizowanie, motywowanie, kontrola*, Wydawnictwo PLACET, Warszawa 2004.
- Borys T., *Analiza istniejących danych statystycznych pod kątem ich użyteczności dla określenia poziomu zrównoważonego transportu wraz z propozycją ich rozszerzenia*, Raport z realizacji pracy badawczej, Ministerstwo Infrastruktury, Jelenia Góra–Warszawa 2008.
- Borys T., *Pomiar zrównoważonego rozwoju transportu*, [w:] *Ekologiczne problemy zrównoważonego rozwoju*, red. D. Kiełczewski, B. Dobrzyńska, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Białymstoku, Białystok 2009.

- Borys T., Markowska M., Brzozowski T., *Raport z realizacji ekspertyzy „Analiza istniejących danych statystycznych pod kątem ich użyteczności dla określenia poziomu zrównoważonego rozwoju transportu wraz z propozycją ich rozszerzenia”*, Jelenia Góra–Warszawa 2008.
- Brzeziński A., Rezwow M., *Zrównoważony transport – ekologiczne rozwiązania transportowe*, [w:] *Ekorozwój i Agenda 21. Interdyscyplinarny model kształcenia*, red. P. Pieczyński, SSW Collegium Balticum, Szczecin 2007.
- Burnewicz J., *Nowoczesna wizja transportu i jej potencjalny wpływ na zagospodarowanie przestrzenne*, „Biuletyn Polskiej Akademii Nauk. Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju” 2008, t. 122.
- Cavalcanti C.O., Limont M., Dziedzic M., Fernandes V., *Sustainability of Urban Mobility Projects in the Curitiba Metropolitan Region*, „Land Use Policy” 2017, t. 60.
- Cel 11 – Zrównoważone miasta i społeczności, https://sdg.gov.pl/statistics_nat/sustainable-cities-communities/ (dostęp: 29.04.2023).
- Cele zrównoważonego rozwoju. Cel 11, <https://www.un.org.pl/cel11> (dostęp: 29.04.2023).
- Chamier-Gliszczyński N., *Zrównoważony miejski system transportowy*, „Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2011, nr 5.
- Charting Singapore’s Low-Carbon and Climate Resilient Future*, National Climate Change Secretariat, 2020, dostęp: <https://www.nccs.gov.sg/docs/default-source/publications/nccsleds.pdf> (dostęp: 4.06.2021).
- Chmiel M., *Autosan wyprodukował swoje pierwsze autobusy elektryczne. Na razie będą jeździć po ulicach Częstochowy*, <https://rzeszow.wyborcza.pl/rzeszow/7,34962,26987107,autosan-wyprodukowal-woje-pierwsze-autobusy-elektryczne-na.html> (dostęp: 15.02.2023).
- Churski P., *Pojęcie, funkcje i rozwój transportu publicznego*, „Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna” 2010.
- City of Toronto – Corporate Real Estate Management – Project Management Office*, <https://www.tcconnect.com/About-Us/Our-Committees/Environmental-Committee/City-Of-Toronto.html> (dostęp: 3.07.2021).
- Clean Air Action Plan*, <http://carbonneutralcities.org/wp-content/uploads/2020/01/Amsterdam-Clean-Air-Action-Plan.pdf> (dostęp: 16.06.2021).
- Czernicki Ł., Maj M., Miniszewski M., *Jak wspierać elektromobilność?*, Wydawnictwo Polski Instytut Ekonomiczny, Warszawa 2019.
- Czym jest zanieczyszczenie środowiska?*, Europejska Agencja Środowiska 2023, <https://www.eea.europa.eu/pl/sygna142y/sygna142y/infografika/czym-jest-zanieczyszczenie-srodowiska/view> (dostęp: 1.04.2023).

- Dane o przetargach za: <https://www.transport-publiczny.pl/watki/rynek-autobusowy.html> (dostęp: 21.03.2021).
- Denant-Boemont L., Gaigné C., Gaté R., *Urban Spatial Structure, Transport-related Emissions and Welfare*, „Journal of Environmental Economics and Management” 2018, nr 91.
- Dhokal S., *GHG Emissions from Urbanization and Opportunities for Urban Carbon Mitigation*, „Current Opinion Environmental Sustainability” 2010, t. 2.
- Dobrzycki A., Filipiak M., Jajczyk J., *Zasilanie układów ładowania akumulatorów autobusów elektrycznych*, „Poznan University of Technology Academic Journals. Electrical Engineering” 2017, nr 92.
- Dodatkowe 81 mln na transport miejski na Śląsku, <https://www.gov.pl/web/fundusze-regiony/dodatkowe-81-mln-na-transport-miejski-na-slasku> (dostęp: 26.03.2023).
- Doody B.J., Schwanen T., Loorbach D.A., Oxenaar S., Arnfalk P., Svennevik E.M.C., Julsrud T.E., Forstad E., *Entering, Enduring and Exiting. The Durability of Shared Mobility Arrangements and Habits*, „Mobilities” 2021, t. 17, nr 4.
- Drewnowski A., *Teoretyczne aspekty pasażerskiego transportu regionalnego*, [w:] *Pasażerski transport regionalny*, red. E. Załoga, T. Kwarciański, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2019.
- Drożdź P., Opielak M., Rybicka I., *Autobusy miejskie, bezpieczeństwo ruchu drogowego, komunikacja miejska*, <https://www.logistyka.net.pl/bank-wiedzy/transport-i-spedycja/item/84302-autobusy-miejskie-bezpieczenstwo-ruchu-drogowego-komunikacja-miejska?tmpl=component&text=1> (dostęp: 2.04.2019).
- Drożdź W., Szczerba P., Kruszyński D., *Issues Related to the Development of Electromobility from the Point of View of Polish Utilities*, „Polityka Energetyczna” 2020, nr 23.
- Drucker P.F., *Zarządzanie w czasach burzliwych. Nowoczesność*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 1995.
- Dyr. T., Kozubek P., *Wykorzystanie metod scenariuszowych w kształtowaniu strategii marketingowej przedsiębiorstw pasażerskiego transportu zbiorowego*, „Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2001, nr 7–8.
- Dyrektiva Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych.
- Engenberger M., Partidario M., *Development of Framework to Assist the Integration of Environmental, Social and Economic Issues in Spatial Planning*, „Impact Assessment and Project Appraisal” 2000, t. 3.
- E-hulajnogi – sharing – Polska. Drugi kwartał 2021 roku, https://smartride.pl/Strefa_Danych/e-hulajnogi-sharing-polska-drugi-kwartal-2021-roku/ (dostęp: 11.04.2023).

- Ekonomika transportu*, red. A. Piskozub, WKiŁ, Warszawa 1979.
- Ekovolt już jeździ po ulicach Lublina*, <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/ekovolt-juz-jezdzi-po-ulicach-lublina-49648.html> (dostęp: 4.03.2025).
- Electric Bus Market Europe 2022, All the Figures. Guess the Leaders!*, <https://www.sustainable-bus.com/news/electric-bus-market-europe-2022/> (dostęp: 2.04.2023).
- Elektryczne autobusy już w Inowrocławiu*, https://www.inowroclaw.pl/aktualnosc-2301-elektryczne_autobusy_juz_w_inowroclawiu.html (dostęp: 22.04.2021).
- Elektryczne autobusy Volvo w Inowrocławiu*, <https://www.volvobuses.com/pl/news/2019/jan/elektryczne-autobusy-volvo-w-inowroclawiu-.html> (dostęp: 23.04.2021).
- Elektryfikacja linii komunikacji miejskiej w Zielonej Górze*, <https://mapadotacji.gov.pl/projekty/1108982/> (dostęp: 4.03.2025).
- Emisje CO₂ z samochodów. Fakty i liczby (infografiki)*, Parlament Europejski 2023, https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2019/4/story/20190313STO31218/20190313STO31218_pl.pdf (dostęp: 1.04.2023).
- Englund G., Westh M., *Övergång till eldrivna bussar i Stockholm innerstads kollektivtrafik*, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1178155/FULLTEXT01> (dostęp: 4.03.2025).
- Fajczak-Kowalska A., Kowalska M., *Zrównoważony rozwój publicznego transportu zbiorowego – Gmina Miejska Pabianice*, „Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2017, nr 12.
- Farsecwicz P., *Polska największym eksporterem autobusów elektrycznych w UE*, <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/polska-najwiekszym-eksporterem-autobusow-elektrycznych-w-ue-67498.html> (dostęp: 15.07.2021).
- Farzaneh H., de Oliveira J.A.P., McLellan B., Ohgaki H., *Towards a Low Emission Transport System. Evaluating the Public Health and Environmental Benefits*, „Energies” 2019, t. 12, nr 19.
- Fertsch M., *Podstawy logistyki*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2008 (Biblioteka Logistyka).
- Fijak M., *Pierwsza w Polsce Strefa Czystego Transportu wprowadzona w Krakowie*, <https://smoglab.pl/strefa-czystego-transportu-przyjeta/> (dostęp: 9.01.2023).
- Flejterski S., Panasiuk A., Perenc J., Rosa G., *Współczesna ekonomika usług*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005.
- Francart N., Larsson M., Malmqvist T., Erlandsson M., Florell J., *Requirements Set by Swedish Municipalities to Promote Construction with Low Climate Change Impact*, „Journal of Cleaner Production” 2019, t. 208.

- Gadziński J., *Funkcjonowanie lokalnego systemu transportowego na tle współczesnych procesów urbanizacyjnych w aglomeracji poznańskiej*, rozprawa doktorska napisana w Zakładzie Polityki Regionalnej i Integracji Europejskiej pod kierunkiem prof. dra hab. T. Strykiewicza, Poznań 2013.
- Gaz ziemny i skroplony gaz ziemny LNG, <https://pgnig.pl/odolanow/produkty/gaz-ziemny-i-skroplony-gaz-ziemny-lng> (dostęp: 13.02.2021).
- Gebhardt L., Ehrenberger S., Wolf C., Cyganski R., *Can Shared E-Scooters Reduce CO₂ Emissions by Substituting Car Trips in Germany?*, „Transportation Research Part D: Transport and Environment” 2022, t. 109.
- Gierszewska G., Romanowska M., *Analiza strategiczna przedsiębiorstwa*, PWE, Warszawa 2003.
- Gronowski F., *System transportowy państwa socjalistycznego. Elementy teorii*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Szczecińskiej” 1965.
- Grzelakowski A., *System transportowy jako przedmiot regulacji. Aspekty metodologiczne*, „Prace Wydziału Nawigacyjnego Akademii Morskiej w Gdyni” 2010, z. 24.
- Grzelec K., *Integracja komunikacji miejskiej w aglomeracjach miejskich*, „Transport Miejski” 2003, nr 5.
- Grzywacz W., Burnewicz J., *Ekonomika transportu*, WKŁ, Warszawa 1989.
- Grzywacz W., *Ekonomiści i systemy ekonomiczne*, PTE, Szczecin 2005.
- Grzywacz W., *Infrastruktura transportu. Charakterystyka, cechy, rozwój*, WKiŁ, Warszawa 1982.
- Grzywacz W., *Infrastruktura transportu*, WKŁ, Warszawa 1982.
- Grzywacz W., *Polityka społeczno-gospodarcza*, PTE, Szczecin 2003.
- GUS, Transport – wyniki działalności w 2021 r., <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/transport-i-lacznosc/transport/transport-wyniki-dzialalnosci-w-2021-roku,9,21.html> (dostęp: 12.01.2023).
- Heather A., *An Integrated Approach to Public Transport, Tehran Islamic Republic of Iran, Case study for Global Report on Human Settlements 2013*, https://unhabitat.org/sites/default/files/2013/06/GRHS.2013.Case_Study_Tehran.Iran_.pdf (dostęp: 12.04.2021).
- Hebel K., *Preferencje pasażerów miejskiego transportu zbiorowego*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego”, EPU „Innowacje w transporcie: korzyści dla użytkownika” 2010, nr 59.
- Hebel K., *Zmiany preferencji i zachowań komunikacyjnych mieszkańców jako determinanty kształtowania oferty przewozowej i polityki transportowej w Gdyni*, „Transport Miejski i Regionalny” 2007, nr 6.

- Hebel K., Wyszomirski O., *Preferencje i zachowania komunikacyjne ludności miejskiej w świetle wyników badań marketingowych z lat 1985–2000*, „*Ekonomika Transportu Lądowego*” 2003, nr 25.
- Heinen E., van Wee B., Maat K., *Commuting by Bicycle. An Overview of the Literature*, „*Transport Reviews*” 2010, t. 30.
- Hjalmarsson L., *Biogas as a Boundary Object for Policy Integration – the Case of Stockholm*, „*Journal of Cleaner Production*” 2015, t. 98.
- Hofman L., *Ekonomika żegluga śródlądowego*, Wydawnictwo Morskie, Gdynia 1968.
- Igliński H., *Wyzwania polityki transportowej miast*, [w:] *Wydajność systemów transportowych*, red. A. Krych, J. Rychlewski, Poznań 2013.
- Inowrocław – Miasto o najczystszym powietrzu, <https://www.miasta.pl/aktualnosci/inowroclaw-miasto-o-najczystszym-powietrzu> (dostęp: 4.03.2025).
- Inowrocław. Pierwsze w Polsce autobusy hybrydowe plug-in, <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/inowroclaw-pierwsze-w-polsce-autobusy-hybrydowe-plug-in-59936.html> (dostęp: 23.04.2021).
- Jacyna M., *Kształtowanie systemów w wybranych obszarach transportu i logistyki*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2014.
- Jagiello A., *Rola Bus Rapid Transit w zbiorowym transporcie miejskim*, „*Przegląd Komunikacyjny*” 2017, t. 2.
- Jak planować sieć linii transportu zbiorowego obsługiwaną autobusami elektrycznymi? Raport Polskiego Stowarzyszenia Paliw Alternatywnych oraz Izby Gospodarczej Komunikacji Miejskiej, Warszawa 2019.
- Janecki R., Karoń G., Sierpiński G., Krawiec S., Krawiec K., Markusik S., *Aspekty ekonomiczne procesu wdrażania autobusów elektrycznych w publicznym transporcie zbiorowym*, „*Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej*” 2015, t. 108.
- Jendryczka V., *Efektywność ekonomiczna łańcuchów transportowych*, „*Logistyka*” 2014, nr 3.
- Kacprzyk D., Żabicki M., Wolański M., Kierecki A., Maciocha M., Grzyb A., Chłopek Z., *Raport o gązomobilności w komunikacji miejskiej*, Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej, Warszawa 2021.
- Kager R., Bertolini L., te Brömmelstroet M., *Characterisation of and Reflections on the Synergy of Bicycles and Public Transport*, „*Transportation Research Part A: Policy and Practice*” 2016, t. 85.
- Kiba-Janiak M., *Rola interesariuszy w kształtowaniu logistyki miejskiej na rzecz poprawy jakości życia mieszkańców*, „*Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*” 2011, nr 234.

- Kolejna stacja do ładowania autobusów elektrycznych*, https://www.krakow.pl/aktualnosci/218005,1912,komunikat,kolejna_stacja_do_ladowania_autobusow_elektrycznych.html (dostęp: 21.04.2021).
- Kolejne elektryczne Solarisy już wkrótce w Krakowie*, <https://www.solarisbus.com/pl/biuro-prasowe-solaris-bus-coach-sp-z-o-o/kolejne-elektryczne-solarisy-juz-wkrotce-w-krakowie-1795> (dostęp: 2.03.2023).
- Komunikacja miejska. Organizacja, zarządzanie i finansowanie*, red. C. Rozkwitalska, IGPIK, Warszawa 1994.
- Krajewski M., *O metodologii nauk i zasadach pisarstwa naukowego. Uwagi podstawowe*, Uniwersytet Śląski, Gliwice 2010.
- Kraków inwestuje w niskoemisyjny transport. Kupi autobusy hybrydowe*, <https://www.portalsamorzadowy.pl/ochrona-srodowiska/krakow-inwestuje-w-niskoemisyjny-transport-kupi-autobusy-hybrydowe,75747.html> (dostęp: 14.03.2021).
- Kramar U., Topolšek D., *Applications of Fuzzy Analytic Hierarchy Process in Urban Mobility System*, „Tehnički vjesnik – Technizal Gazette” 2018, 25 (5).
- Krawiec K., *Ocena parametrów linii publicznego transportu zbiorowego a możliwość ich obsługi przez autobusy elektryczne*, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport” 2017, t. 118.
- Krawiec K., *Proces wprowadzania autobusów elektrycznych do eksploatacji w przedsiębiorstwach komunikacji miejskiej – wybrane zagadnienia*, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport” 2016, t. 112.
- Krawiec S., *Rozwój elektromobilności w Polsce. Uwarunkowania, cele i bariery*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” 2017, t. 332.
- Krawiec S., *Wpływ telematyki na postrzeganie użyteczności transportu publicznego w województwie śląskim*, „Studia Ekonomiczne” 2013, nr 143.
- Langbroek J.H.M., Franklin J.P., Susilo Y.O., *Electric Vehicle Users and their Travel Patterns in Greater Stockholm*, „Transportation Research Part D” 2017, t. 52.
- Letkiewicz A., *Samoregulacyjne funkcje organizacji pozarządowych jako interesariuszy rynku publicznego transportu zbiorowego*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2013.
- Letnik T., Marksel M., Luppino G., Bardi A., Bożiżnik S., *Review of policies and measures for sustainable and energy efficient urban transport*, „Energy” 2018, nr 163.
- Liberadzki B., *Fiskalizm a strategiczne cele transportu*, „Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów” 2013, nr 123.
- Liberadzki B., *Transport. Popyt, podaż, równowaga*, Wyższa Szkoła Ekonomiczno-Informatyczna w Warszawie, Warszawa 1999.

- Licznik elektromobilności*, <https://pspa.com.pl/> (dostęp: 11.02.2023).
- Licznik elektromobilności. Kolejny rekordowy rok na polskim rynku e-mobility*, <https://pspa.com.pl/2023/informacja/licznik-elektromobilnosci-kolejny-rekordowy-rok-na-polskim-rynku-e-mobility/> (dostęp: 12.02.2023).
- Lisiński M., *Metody planowania strategicznego*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2004.
- Lista projektów wybranych do dofinansowania*, https://rpo.wzp.pl/sites/default/files/lista_projektu_wybranych_do_dofinasowania_2_2_20221109.pdf (dostęp: 15.04.2023).
- Litman T., Burwell D., *Issues in Sustainable Transportation*, „International Journal of Global Environmental Issues” 2006, t. 6, nr 4.
- Litman T., *Mobility as a Positional Good. Implications for Transport Policy and Planning*, VTPI, 2011, www.vtpi.org, www.vtpi.org/prestige.pdf (dostęp: 28.08.2020).
- Liu W., Qin B., *Low-Carbon City Initiatives in China. A Review From the Policy Paradigm Perspective*, „Cities” 2016, t. 51.
- Low-Carbon Transportation in Toronto*, <https://www.toronto.ca/wp-content/uploads/2017/10/8800-TransformTO-TT-Transportation-Workbook-Summary-AODA.pdf> (dostęp: 3.07.2021).
- Lönnqvist T., Sanches-Pereira A., Sandberg T., *Biogas Potential for Sustainable Transport – a Swedish Regional Case*, „Journal of Cleaner Production” 2015, t. 108.
- Lublin ze strategią rozwoju elektromobilności*, <https://ztm.lublin.eu/pl/aktualnosci/lublin-ze-strategia-rozwoju-elektromobilnosci.html> (dostęp: 1.03.2023).
- Łomża A., Larsson D., *Zrównoważony transport miejski – wymiana doświadczeń między Szwecją i Polską*, Biuro Radcy Handlowego Ambasady Szwecji, Warszawa 2017.
- Majewska M., *European Union Transportation Policy – From the Treaty of Maastricht up to now*, „Studia Juridica Et Politica Jaurinensis” 2014.
- Makarova I., Shubenkova K., Gabsalikhova L., *Analysis of the City Transport System’s Development Strategy Design Principles With Account of Risks and Specific Features of Spatial Development*, „Transport Problems” 2017, t. 12.
- Małek P., *Ekonomika transportu*, PWE, Warszawa 1977.
- Martens K., *Promoting Bike-and-Ride. The Dutch Experience*, „Transportation Research Part A. Policy and Practice” 2007, t. 41.
- Mendyk E., *Ekonomika i organizacja transportu*, Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2002.
- Metody oceny rozwoju regionalnego*, red. D. Stahl, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2006.
- Mężyk A., Zamkowska S., *Problemy transportowe miast. Stan i kierunki rozwoju*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2019.

- Mikołajczyk Z., *Techniki organizatorskie w rozwiązywaniu problemów zarządzania*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1994.
- Ministerstwo Energii, Plan rozwoju elektromobilności w Polsce „Energia do przyszłości”, Warszawa 2017, <https://www.gov.pl/attachment/7cbc60f4-fec6-4dc1-b950-548cb0e52e9e> (dostęp: 23.05.2023).
- Ministerstwo Energii, Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych, Projekt, Warszawa 2016.
- Ministerstwo Infrastruktury, Polityka Transportowa Państwa na lata 2006–2025, http://www.europedirect-katowice.pl/ed_stara_strona/dokumenty/2/polityka-transportowa-panstwa.pdf (dostęp: 30.09.2021).
- Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Polityka energetyczna Polski do 2040 roku, Warszawa 2021, <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WMP20210000264/O/M20210264.pdf> (dostęp: 9.05.2022).
- Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Koncepcja przestrzennego zagospodarowania kraju 2030, Warszawa 2011.
- Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, Strategia rozwoju transportu do 2020 roku (z perspektywą do 2030 roku), <https://sip.lex.pl/akty-prawne/mp-monitor-polski/strategia-rozwoju-transportu-do-2020-r-z-perspektywa-do-2030-r-17953349> (dostęp: 4.10.2021).
- Mobility Management. The Smart Way to Sustainable Mobility in European Countries, Regions and Cities*, <http://www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/1162281.pdf> (dostęp: 18.10.2021).
- Molecki B., *Rola samorządu w kształtowaniu transportu regionalnego w Polsce i w Europie*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2010.
- Moore T., Pulidindi J., *Understanding Urban Transportation Systems. An Action Guide for City Leaders*, National League of Cities, Washington 2013.
- Motowidlak U., *Rozwój transportu a paradygmat zrównoważonego rozwoju*, „Studia Ekonomiczne” 2017, nr 337.
- Møller T.H., Simlett J., Mugnier E., *Micromobility. Moving Cities Into a Sustainable Future*, EY, London 2020.
- MPK Lublin. *Historia*, https://mpk.lublin.pl/index.php?id_site=30&id=63 (dostęp: 18.05.2021).
- Mulley C., Nelson J., *Interoperability and Transport Policy. The Impediments to Interoperability in the Organisation of Trans-European Transport Systems*, „Journal of Transport Geography” 1999.

- Na nowo, <https://veturilo.waw.pl/nanowo/> (dostęp: 15.04.2023).
- Nix J., *Cities are buying more electric buses, but an EU deadline is needed*, <https://www.transportenvironment.org/discover/cities-are-buying-more-electric-buses-but-an-eu-deadline-is-needed/> (dostęp: 1.05.2023).
- NFOŚiGW wspiera miasta, które chcą inwestować w autobusy zeroemisyjne, <https://biznesalert.pl/nfosigw-wspiera-miasta-ktore-chca-inwestowac-w-autobusy-zeroemisyjne/> (dostęp: 23.04.2023).
- Nowoczesne polskie autobusy w kolejnym samorządzie, <https://wgospodarcze.pl/informacje/29464-nowoczesne-polskie-autobusy-w-kolejnym-samorzadzcie> (dostęp: 14.03.2021).
- Okraszewska R., Romanowska A., Wolek M., Oskarbski J., Birr K., Jamroz K., *Integration of a Multilevel Transport System Model into Sustainable Urban Mobility Planning*, „Sustainability” 2018, t. 10.
- Olkuski T., Grudziński Z., *Polityka energetyczna Polski – nowe wyzwania*, „Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN” 2019, nr 108.
- Paradowska M., *Polityka zrównoważonego rozwoju transportu UE w kontekście wybranych aspektów ekonomiki polskich miast*, „Ekonomia i Środowisko” 2013, nr 3.
- Partnerstwo publiczno-prywatne w dziedzinie usług komunalnych*, red. M. Moszoro, Wydawnictwo Municipium, Warszawa 2000.
- Parvizi P., Mohammadi S., Fard F.N., *Intelligent BRT in Tehran*, „Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems” 2012, vol. 6, nr 1 (dostęp: 12.04.2021).
- Pasażerowie komunikacji miejskiej w Krakowie jeżdżą nowymi wygodnymi autobusami niskoemisyjnymi*, https://ec.europa.eu/regional_policy/pl/projects/Poland/krakow-commuters-enjoy-comfort-of-new-low-emission-bus-fleet (dostęp: 13.03.2021).
- Patlins A., *Improvement of Sustainability Definition Facilitating Sustainable Development of Public Transport System*, „Procedia Engineering” 2017, t. 192.
- Penc J., *Strategiczne zarządzanie. Perspektywiczne myślenie, systemowe działanie*, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 1997.
- PGNiG obniża ceny gazu CNG i LNG w wyniku wprowadzenia przez rząd zerowej stawki akcyzy, <https://www.pap.pl/centrum-prasowe/510295%2Cpgnig-obniza-ceny-gazu-cng-i-lng-w-wyniku-wprowadzenia-przez-rzad-zerowej> (dostęp: 23.04.2021).
- Piersiak T., Pluskota A., *Strategia Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych Miejskiego Obszaru Funkcjonalnego Zielonej Góry (Strategia ZIT MOF ZG)*, <https://www.zielona-gora.pl/wp-content/uploads/2024/10/Strategia-ZIT-MOF-ZG-v-3.pdf> (dostęp: 4.03.2025).

- Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego w zakresie sieci komunikacyjnej w międzywojewódzkich i międzynarodowych przewozach pasażerskich w transporcie kolejowym. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 9 października 2012 r. w sprawie planu zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego w zakresie sieci komunikacyjnej w międzywojewódzkich i międzynarodowych przewozach pasażerskich w transporcie kolejowym (Dz.U. z 2012 r., poz. 1151).
- Po ulicach Lublina kursują już 32 elektrobusy od Solarisa, <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/po-ulicach-lublina-kursuja-juz-32-elektrobusy-od-solarisa-73443.html> (dostęp: 5.03.2023).
- Pokorzyński M., *Autobusy elektryczne droższe w eksploatacji niż spalinowe. Mają też kilka wad*, <https://www.auto-swiat.pl/wiadomosci/aktualnosci/warszawa-autobusy-elektryczne-drozsze-w-eksploatacji-niz-spalinowe-nie-sa-tez/0l7b81t> (dostęp: 2.04.2023).
- Polska na drodze do elektromobilności, https://www.cire.pl/pliki/1/2018/zdgtor_polska_na_drozdze_do_elektromobilnosci.pdf (dostęp: 14.01.2025).
- Poskrobko B., *Droga do gospodarki opartej na wiedzy*, [w:] *Małe i średnie przedsiębiorstwa w drodze do gospodarki opartej na wiedzy*, red. B. Poskrobko, B. Powichrowska, Agencja Wydawniczo-Edytorska EkoPress, Białystok 2008.
- Przybyłowski A., *Publiczny transport zbiorowy w Trójmieście w kontekście równoważenia rozwoju aglomeracji*, „Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania” 2015, nr 41, t. 2.
- Raport Międzynarodowej Agencji Energetycznej 2022, <https://www.iea.org/news/global-co2-emissions-rose-less-than-initially-feared-in-2022-as-clean-energy-growth-offset-much-of-the-impact-of-greater-coal-and-oil-use> (dostęp: 23.05.2023).
- Revamp of Tehran Public Transport Faces Funding Challenges. Report*, http://www.xinhuanet.com/english/2019-12/30/c_138665288.htm (dostęp: 12.04.2021).
- Rodrigue J.-P., Comtois C., Slack B., *The Geography of Transport Systems*, Routledge, New York 2006.
- Rokicka E., Woźniak W., *W kierunku zrównoważonego rozwoju. Koncepcje, interpretacje, konteksty*, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny UŁ, Katedra Socjologii Ogólnej, 2016.
- Rolbiecki R., *Infrastruktura transportu jako czynnik kształtujący warunki rozwoju przedsiębiorstw w otoczeniu społeczno-gospodarczym*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2009.
- Rouwenhorst B., Reuter B., Stockrahm V., Houtum G.J. van, Mantel R.J., Zijm W.H.M., *Warehouse Design and Control. A Framework and a Literature Review*, „European Journal of Operational Research” 2000, t. 122, nr 3.

- Rybski J., *Kraków jest najbardziej zanieczyszczonym miastem na świecie*, <https://www.national-geographic.pl/artukul/krakow-jest-najbardziej-zanieczyszczonym-miastem-na-swiecie-211215040040> (dostęp: 2.01.2023).
- Rydzkowski W., Wojewódzka-Król K., *Transport*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.
- Sanders R.L., da Silva Brum-Bastos V., Nelson T.A., *Insights from a Pilot Investigating the Impacts of Shared E-Scooter Use on Physical Activity Using a Single-Case Design Methodology*, „Journal Transport & Health” 2022, t. 25.
- Savén M., *Here's How the Swedish Capital Changed the Debate on Urban Transportation*, <http://www.citymetric.com/transport/heres-how-swedish-capital-changed-debate-urban-transportation-566> (dostęp: 21.04.2021).
- Shaheen S., Zhang H., Martin E., Guzman S., *China's Hangzhou Public Bicycle. Transportation Research Record*, „Journal of the Transportation Research Board” 2011, t. 2247, nr 1.
- Sielski M., *Autobusy jeżdżą już kontrapasem w Gdyni*, <https://www.trojmiasto.pl/wiadomosci/Autobusy-jezdza-juz-kontrbuspasem-w-Gdyni-n140642.html> (dostęp: 12.01.2025).
- Singapur zamiast samochodów elektrycznych promuje transport publiczny*, <https://www.miaasto2077.pl/singapur-zamiast-samochodow-elektrycznych-promuje-transport-publiczny/> (dostęp: 23.06.2021).
- Singapurski uniwersytet NTU zaprezentował autobus elektryczny, w planach pojazdy autonomiczne*, <https://orpa.pl/singapurski-uniwersytet-ntu-zaprezentowal-autobus-elektryczny-w-planach-pojazdy-autonomiczne/> (dostęp: 23.06.2021).
- Solaris Urbino 12 z tytułem „Bus of the Year 2017” dla elektrycznego autobusu*, <https://wgospodarce.pl/informacje/29556-solaris-urbino-12-z-tytułem-bus-of-the-year-2017-dla-elektrycznego-autobusu> (dostęp: 19.09.2020).
- Solecka K., *Integration of Public Transport in Polish and EU Documents and Examples of Solutions for Integration of Public Transport in Poland and in the World*, „Transport Problems” 2011, t. 6.
- Specyfikacja techniczna autobusu Solaris Urbino III 18 Hybrid*, <http://www.solaris-club.com/solaris-hybrid.php> (dostęp: 19.09.2020).
- Stabryła A., *Zarządzanie projektami ekonomicznymi i organizacyjnymi*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.
- Starowicz W., *Jakość przewozów w miejskim transporcie zbiorowym*, Politechnika Krakowska, Kraków 2007.
- Strategia Rozwoju Zielonej Góry – Część II: Analiza SWOT, misja, wizja, cele i zadania strategiczne, Zielona Góra 2012.

- Sustainable Public Transport in Stockholm*, <https://smartcitysweden.com/best-practice/368/sustainable-public-transport-in-stockholm/> (dostęp: 16.04.2021).
- Szada-Borzyszkowski W., Szada-Borzyszkowska M., *Usprawnienie trasy autobusu komunikacji miejskiej. Buspas*, „Autobusy. Technika, eksploatacja, systemy transportowe” 2017, t. 18.
- Szewczuk A., *Zachowania przedsiębiorstw transportu samochodowego w konkurencyjnym otoczeniu*, ITS, Warszawa 2001.
- Szołtysek J., *Logistyczne aspekty zarządzania przepływami osób i ładunków w miastach*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice 2009.
- Szumska B., Witkowski Ł., *Elektromobilność w transporcie publicznym*, Polski Fundusz Rozwoju, Warszawa, 2018.
- Take e-bus!*, red. T. Motowidlak, J. Wiśniewski, Ł. Witkowski, M. Żabicki, Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych, Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej, Warszawa 2019.
- TAQCC. Tehran Air Quality Control Center. Annual Report of Air Quality in Tehran, <http://air.tehran.ir/portals/0/ReportFiles/AirPollution/New/39.pdf> (dostęp: 13.02.2021).
- Tarski I., *Ekonomika i organizacja transportu międzynarodowego*, PWE, Warszawa 1973.
- Tehran, Iran Population*, <https://worldpopulationreview.com/world-cities/tehran-population> (dostęp: 8.03.2021).
- Tomanek R., *Konkurencyjność transportu miejskiego*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. K. Adamieckiego w Katowicach, Katowice 2002.
- Transport publiczny uruchamia elektromobilność*, <https://www.wnp.pl/logistyka/transport-publiczny-uruchamia-elektromobilnosc,297994.html> (dostęp: 6.12.2019).
- TTC Toronto. *60 E-buses from 3 Producers. The Largest E-bus Fleet in North America*, <https://www.sustainable-bus.com/news/ttc-toronto-largest-e-bus-fleet-in-north-america/> (dostęp: 11.07.2021).
- Turoń K., *Car-Sharing Systems in Smart Cities. A Review of the Most Important Issues Related to the Functioning of the Systems in Light of the Scientific Research*, „Smart Cities” 2023, t. 6.
- Uchwała nr 578xlv/2014 Rady Dzielnicy IV Prądnik Biały z dnia 14 stycznia 2014 r. w sprawie zmian w komunikacji miejskiej na terenie Dzielnicy IV, <http://metropoliakrakowska.pl/sektory/transport-i-mobilnosc/tabor> (dostęp: 13.03.2021).
- Uchwała nr 6 Rady Ministrów z dnia 22 stycznia 2013 r. w sprawie Strategii Rozwoju Transportu do 2020 r. (z perspektywą do 2030 r.), M.P. 2013 poz. 75, <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WMP20130000075> (dostęp: 17.10.2021).

- Uchwała nr C/2707/22 Rady Miasta Krakowa z dnia 23 listopada 2022 r. w sprawie ustanowienia Strefy Czystego Transportu w Krakowie, https://www.bip.krakow.pl/?dok_id=167&sub_dok_id=167&sub=uchwala&query=id%3D26808%26typ%3Du (dostęp: 23.04.2023).
- Ustawa tworząca Fundusz Niskoemisyjnego Transportu przyjęta przez Sejm, <https://www.gov.pl/web/aktywa-panstwowe/ustawa-tworzaca-funduszu-niskoemisyjnego-transportu-przyjeta-przez-sejm> (dostęp: 4.03.2025).
- Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz.U. z 2018 r., poz. 317).
- Ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym, Dz.U. z 2011 r., nr 5, poz. 13.
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska, Dz.U. z 20 czerwca 2001 r.
- Ustawa z dnia 6 września 2001 r. o transporcie drogowym, Dz.U. z 2001 r., nr 125, poz. 1371.
- Vernay A.L., Mulder K.F., Kamp L.M., de Bruijn H., *Exploring the Socio-technical Dynamics of Systems Integration – The Case of Sewage Gas for Transport in Stockholm, Sweden*, „Journal of Cleaner Production” 2013, t. 44.
- Voigt F., *Integrationswirkungen von Verkehrssystemen und ihre Bedeutung für die EG*, „Verkehrswissenschaftliche Forschungen” 1985, t. 44, Duncker & Humblot, Berlin.
- Vuchic V.R., *Transport for Livable Cities*. Center for Urban Policy Research, Rutgers University, New Brunswick 1999.
- Walkiewicz Ł., *Elektromobilność w komunikacji miejskiej ma się o wiele lepiej niż na rynku samochodowym*, <https://businessinsider.com.pl/technologie/nowe-technologie/polskie-autobusy-elektryczne-jak-wyglada-rynek-elektromobilnosci/ps7ew6d> (dostęp: 19.09.2020).
- Warszawa. *Pierwszy ze 130 elektrycznych przegubowców już w MZA*, <https://www.transport-publiczny.pl/mobile/warszawa-pierwszy-ze-130-elektrycznych-przegubowcow-juz-w-mza-63626.html> (dostęp: 22.04.2021).
- Warszawa. *Za 3 lata 130 autobusów elektrycznych*, <https://gramwzielone.pl/auto-ekologiczne/25620/warszawa-za-3-lata-130-autobusow-elektrycznych> (dostęp: 21.04.2021).
- Wąsowicz K., *Efektywność przedsiębiorstw użyteczności publicznej lokalnego transportu zbiorowego*, Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków 2018.
- Wegener M., *The Future of Mobility in Cities. Challenges for Urban Modelling*, „Transport Policy” 2013, t. 29.
- Wei T., Wu J., Chen S., *Keeping Track of Greenhouse Gas Emission Reduction Progress and Targets in 167 Cities Worldwide*, „Frontiers in Sustainable Cities” 2021, nr 3.

- Witkowski J., *Modelowanie logistyki miejskiej. W poszukiwaniu celów i kryteriów oceny modelu*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2011, nr 234.
- Wnorowski H.J., *Rola przywództwa w organizacji. Optimum*, „Studia Ekonomiczne” 2009, nr 4.
- Wojewódzka-Król K., Rolbiecki R., *Infrastruktura transportu*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2009.
- Wyszomirski O., *Planowanie transportu miejskiego jako instrument kształtowania jego rozwoju*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Gdańskiego. Ekonomia Transportu Lądowego” 2011, nr 41.
- Wyszomirski O., *Transport miejski – infrastruktura transportu miejskiego*, [w:] *Transport. Nowe wyzwania*, red. K. Wojewódzka-Król, E. Załoga, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2016.
- Xylia M., Leduc S., Patrizio P., Kraxner F., Silveria S., *Locating Charging Infrastructure for Electric Buses in Stockholm*, „Transportation Research Part C” 2017, t. 78.
- Ye Y., Wang C., Zhang Y., Wu K., Wu Q., Su Y., *Low-Carbon Transportation Oriented Urban Spatial Structure. Theory, Model and Case Study*, „Sustainability” 2018, t. 10.
- Zakład Komunikacji Miejskiej w Polkowicach, *Tabor*, <https://zkmp.pl/strona/informacje-zkm/736-tabor> (dostęp: 3.02.2023).
- Załoga E., Gozdek A., *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju transportu w Unii Europejskiej. Analiza zmian*, „Logistyka” 2016, nr 4.
- Załoga E., *Nowa polityka transportowa Unii Europejskiej*, [w:] *Transport. Nowe wyzwania*, red. K. Wojewódzka-Król, E. Załoga, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2016.
- Załoga E., *Teoretyczne aspekty pasażerskiego transportu regionalnego*, [w:] *Pasażerski transport regionalny*, red. E. Załoga, T. Kwarciński, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2019.
- Zamkowska A., Mężyk A., *Aspekty ekonomiczne polityki transportowej miasta*, „Problemy Ekonomiki Transportu” 2001, nr 1.
- Zhou B., Wu Y., Zhou B., Wang R., Ke W., Zhang S., Hao J., *Real-World Performance of Battery Electric Buses and Their Life-Cycle Benefits With Respect to Energy Consumption and Carbon Dioxide Emissions*, „Energy” 2016, t. 96.
- Zielona Księga. *W kierunku nowej kultury mobilności w mieście*, COM(2007) 551, Komisja Europejska, Bruksela 2007.
- Zrównoważona Europa dla lepszego świata: Strategia zrównoważonego rozwoju dla Unii Europejskiej, Komisja Europejska, Bruksela 15.5.2001, COM(2001) 264 wersja ostateczna.
- Żółtowski A., *Szwedzki model komunikacji miejskiej zasilanej biometanem*, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport” 2016, t. 11.

Spis rysunków

Rysunek 1.	Zakres pracy	11
Rysunek 2.	Schemat organizacji monografii.....	12
Rysunek 3.	Schemat strukturalno-organizacyjny systemu transportowego miasta.....	35
Rysunek 4.	Podsystemy, cechy i rodzaje systemu transportowego.....	37
Rysunek 5.	Interesariusze miejskiego transportu publicznego.....	49
Rysunek 6.	Determinanty wpływające na jakość systemu transportowego w miastach	52
Rysunek 7.	Cechy zrównoważenia systemu transportu publicznego w miastach	60
Rysunek 8.	Emisja CO ₂ według rodzajów transportu w Unii Europejskiej w 2019 r. [%]	70
Rysunek 9.	Rodzaje paliw wykorzystywanych w transporcie drogowym UE w 2019 r. [%]	71
Rysunek 10.	Uwarunkowania rozwoju elektromobilności w Polsce	74
Rysunek 11.	Struktura kosztów w submodelu ekonomicznym: a) wartość bieżąca kosztów infrastruktury, b) wartość bieżąca kosztów zewnętrznych, c) wartość bieżąca z procesu likwidacji	85
Rysunek 12.	Strategie organizacyjne wdrażania autobusów elektrycznych.....	87
Rysunek 13.	Przyrost długości ścieżek rowerowych w Polsce w latach 2011–2023 [km]	98
Rysunek 14.	Udział energii ze źródeł odnawialnych w zużyciu paliw w UE w 2023 r. [%]	120
Rysunek 15.	Harmonogram realizacji działań w zakresie zrównoważonego rozwoju w niskoemisyjnym transporcie w Amsterdamie	122

Rysunek 16.	Cele w zakresie zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych przyjęte przez Toronto do 2050 r.....	124
Rysunek 17.	Długość linii komunikacyjnych w poszczególnych województwach w 2023 r. [km]	134
Rysunek 18.	Przeciętny przebiegu autobusu w ciągu roku (w wozokilometrach) – dane za lata 2022–2023.....	136
Rysunek 19.	Przeciętny przebiegu wozu (w km) w ciągu doby – dane za lata 2022–2023	137
Rysunek 20.	Odsetek autobusów komunikacji miejskiej przystosowanych do przewozu osób niepełnosprawnych w Polsce w latach 2015–2023 [szt.].....	139
Rysunek 21.	Odsetek tramwajów komunikacji miejskiej przystosowanych do przewozu osób niepełnosprawnych w Polsce w latach 2015–2023 [szt.]	139
Rysunek 22.	Tabor autobusowy komunikacji miejskiej przystosowany do przewozu osób niepełnosprawnych w poszczególnych województwach w 2023 r. [%]	139
Rysunek 23.	Województwa z największą flotą niskoemisyjnych autobusów 2023 r. [szt.]	140
Rysunek 24.	Zakres przestrzenny badań [%]	144
Rysunek 25.	Zachowania komunikacyjne mieszkańców Szczecińskiego Obszaru Metropolitalnego [%]	146
Rysunek 26.	Częstotliwość korzystania z publicznego transportu zbiorowego [%].....	147
Rysunek 27.	Udział miast posiadających w swojej flocie tabor niskoemisyjny (autobusy/tramwaje) [%]	148
Rysunek 28.	Plany wdrożenia niskoemisyjnego transportu publicznego do 2030 r. [%].....	149
Rysunek 29.	Barierzy we wdrażaniu niskoemisyjnego transportu publicznego w Państwa mieście [%]	150
Rysunek 30.	Działania podejmowane w celu usprawnienia funkcjonowania niskoemisyjnego transportu publicznego [%]	151
Rysunek 31.	Rodzaje informacji dla pasażerów w publicznym transporcie zbiorowym dostępne w Internecie [%].....	155
Rysunek 32.	Miejsca umieszczania informacji o realizacji danego kursu taboru niskoemisyjnym [%]	155

Rysunek 33.	Miasta posiadające w swojej flocie tabor niskoemisyjny (podział według wielkości) [%]	157
Rysunek 34.	Wskaźnik 11.1.e – liczba przewozów pasażerskich w przeliczeniu na 1 mieszkańca obszarów miejskich w latach 2010–2022.....	163
Rysunek 35.	Wskaźnik 11.1.d – udział autobusów na alternatywne paliwo w ogólnej liczbie autobusów służących do obsługi transportu miejskiego w latach 2010–2022	165
Rysunek 36.	Wskaźnik 11.4.a – długość linii komunikacji miejskiej na 1 tys. mieszkańców [km] w latach 2012–2023	165
Rysunek 37.	Wskaźnik 11.6.a – emisja zanieczyszczeń pyłowych w miastach na prawach powiatu ogółem [t] w latach 2010–2023	166

Spis tabel

Tabela 1.	Charakterystyka poszczególnych rodzajów przewozów w ramach publicznego transportu zbiorowego.....	24
Tabela 2.	Elementy decydujące o popycie na usługi przewozowe transportem publicznym.....	42
Tabela 3.	Kryteria oceny miejskich systemów transportu i ich ważność dla poszczególnych grup interesu	45
Tabela 4.	Oczekiwania interesariuszy w stosunku do logistyki miejskiej.....	51
Tabela 5.	Wyzwania wobec systemu transportu publicznego na podstawie dokumentów strategicznych Unii Europejskiej.....	58
Tabela 6.	Obszary i zakres działań przy tworzeniu sieci obywatelskiej	62
Tabela 7.	Porównanie wad i zalet różnych typów autobusów z napędem alternatywnym	79
Tabela 8.	Liczba autobusów napędzanych CNG i LNG w Polsce	93
Tabela 9.	Ranking województw w Polsce z autobusami o napędzie CNG i LNG.....	95
Tabela 10.	Liczba sprzedanych autobusów gazowych w latach 2010–2020.....	95
Tabela 11.	Producenci autobusów gazowych z liczbą wyprodukowanego taboru.....	96
Tabela 12.	Specyfikacja linii obsługiwanych przez autobusy elektryczne w Krakowie	104
Tabela 13.	Specyfikacja linii obsługiwanych przez autobusy elektryczne w Warszawie	106
Tabela 14.	Specyfikacja linii obsługiwanych przez autobusy elektryczne w Inowrocławiu	108
Tabela 15.	Specyfikacja linii obsługiwanych przez autobusy elektryczne w Zielonej Górze	110

Tabela 16.	Specyfikacja linii obsługiwanych przez autobusy elektryczne w Lublinie.....	113
Tabela 17.	Najczęściej występujące źródła zanieczyszczenia powietrza generowane przez poszczególne środki transportu w Teheranie [%]	116
Tabela 18.	Struktura wykorzystywanych paliw ze względu na różne środki transportu w mieście Teheran.....	116
Tabela 19.	Wymiary zrównoważenia w transporcie.....	128
Tabela 20.	Główne kierunki działań UE wraz z przykładami instrumentów i inicjatyw na rzecz zrównoważonego rozwoju transportu miejskiego.....	131
Tabela 21.	Długości linii komunikacji miejskiej w Polsce w latach 2015–2023 [km]	134
Tabela 22.	Tabor komunikacji miejskiej w Polsce w latach 2022–2023 [szt.]	135
Tabela 23.	Tabor komunikacji miejskiej [szt.] według województw (stan na 31.12.2023).....	135
Tabela 24.	Liczba ludności SOM (stan na dzień 31.06.2021)	144
Tabela 25.	Ocena czynników ekonomicznych wpływających na funkcjonowanie i rozwój niskoemisyjnego transportu publicznego [%]	152
Tabela 26.	Ocena czynników środowiskowych wpływających na funkcjonowanie niskoemisyjnego transportu publicznego [%]	153
Tabela 27.	Ocena czynników społecznych wpływających na funkcjonowanie niskoemisyjnego transportu publicznego [%]	154
Tabela 28.	Flota autobusów o pojemności powyżej 52 osób w Warszawie (stan na 30.11.2021) [szt.]	158
Tabela 29.	Wskaźnik 11.1.a – narażenie na nadmierny hałas	163
Tabela 30.	Bariery wdrażania niskoemisyjnego transportu publicznego	169
Tabela 31.	Działania służące ograniczaniu barier wdrażania niskoemisyjnego transportu publicznego	177

Abstrakt

Niskoemisyjny transport publiczny jako czynnik zrównoważonego rozwoju miast

W obliczu globalnych wyzwań związanych z urbanizacją, zmianami klimatycznymi i koniecznością poprawy jakości życia mieszkańców miast monografia dr. inż. Konrada Henryka Bachanka podejmuje złożoną problematykę niskoemisyjnego transportu publicznego jako narzędzia wspierającego zrównoważony rozwój aglomeracji. Autor dokonuje wnikliwej analizy jakościowej związków przyczynowo-skutkowych między dynamicznymi zmianami w systemach transportowych miast a scenariuszami ich rozwoju. Publikacja integruje wątki środowiskowe, społeczne i ekonomiczne, przedstawiając transport publiczny nie tylko jako element infrastruktury, ale także jako katalizator zmian poprawiających funkcjonowanie współczesnych miast.

Monografia wyróżnia się unikatowym podejściem, które łączy interdyscyplinarną analizę z pragmatycznym spojrzeniem na wdrażanie innowacji transportowych. Autor nie tylko identyfikuje główne wyzwania związane z elektromobilnością i niskoemisyjnymi rozwiązaniami transportowymi, ale także proponuje szczegółowe strategie ich implementacji dostosowane do polskich realiów. Na tle dostępnych prac monografia ta podkreśla znaczenie współpracy międzysektorowej i angażowania lokalnych społeczności w proces transformacji systemów transportowych.

Opracowanie obejmuje szczegółowe studia przypadków zarówno z Polski, jak i z zagranicy, wskazując najlepsze praktyki i ich potencjał adaptacyjny. Przeprowadzone badania własne dostarczają wartościowych wniosków dotyczących preferencji użytkowników transportu, opinii organizatorów, a także barier i wyzwań stojących przed polskimi miastami. Autor uwzględnia specyfikę małych, średnich i dużych miast, proponując scenariusze rozwoju dostosowane do ich zróżnicowanych potrzeb i możliwości.

Monografia stanowi wyjątkowe połączenie wiedzy teoretycznej i praktycznej, oferując kompleksowe spojrzenie na transformację transportu miejskiego w kierunku niskoemisyjności. Dzięki integracji podejścia naukowego z praktycznymi rekomendacjami książka jest nie tylko cennym źródłem wiedzy dla badaczy, ale również użytecznym narzędziem dla decydentów, urbanistów i liderów polityki miejskiej, którzy kształtują przyszłość zrównoważonych miast.

Abstract

Low emission public transport as a factor of sustainable urban development

In the face of global challenges related to urbanization, climate change and the need to improve the quality of life of city dwellers, the monograph by Dr. Eng. Konrad Henryk Bachanek addresses the complex issue of low-emission public transport as a tool supporting the sustainable development of agglomerations. The author conducts an in-depth qualitative analysis of the cause-and-effect relationships between dynamic changes in the transport systems of cities and their development scenarios. The publication integrates environmental, social and economic threads, presenting public transport not only as an element of infrastructure, but also as a catalyst for changes improving the functioning of modern cities.

The monograph stands out with its unique approach, which combines interdisciplinary analysis with a pragmatic view of implementing transport innovations. The author not only identifies key challenges related to electromobility and low-emission transport solutions, but also proposes detailed strategies for their implementation adapted to Polish realities. Against the background of available works, this monograph emphasizes the importance of intersectoral cooperation and engaging local communities in the process of transforming transport systems.

The study includes detailed case studies from Poland and abroad, indicating best practices and their adaptation potential. The conducted own research provides valuable conclusions regarding the preferences of transport users, opinions of organizers, as well as barriers and challenges facing Polish cities. The author takes into account the specificity of small, medium and large cities, proposing development scenarios adapted to their diverse needs and possibilities.

The monograph is a unique combination of theoretical and practical knowledge, offering a comprehensive view of the transformation of urban transport towards low-emission. By integrating a scientific approach with practical recommendations, the book is not only a valuable source of knowledge for researchers, but also a useful tool for decision-makers, urban planners and urban policy leaders who shape the future of sustainable cities.



71-101 Szczecin, ul. Mickiewicza 64
tel. 91 444 20 06, 91 444 20 09
e-mail: wydawnictwo@usz.edu.pl
www.wn.usz.edu.pl

ISBN 978-83-7972-926-5 (online)
ISBN 978-83-7972-925-8 (print)



9 788379 729258