



UNIWERSYTET SZCZECIŃSKI
**INSTYTUT EKONOMII
I FINANSÓW**

mgr inż. Konrad Henryk Bachanek

Autoreferat rozprawy doktorskiej pt.:

**NISKOEMISYJNY TRANSPORT PUBLICZNY
JAKO CZYNNIK ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU MIAST**

Promotor:

dr hab. Tomasz Kwarciański, prof. US

Uniwersytet Szczeciński

Promotor pomocniczy:

dr Karolina Drela

Uniwersytet Szczeciński

Recenzenci:

dr hab. inż. Stanisław Krawiec, prof. PŚ

Politechnika Śląska

dr hab. Ryszard Rolbiecki, prof. UG

Uniwersytet Gdański

SZCZECIN 2023

Spis treści

1. UZASADNIENIE WYBORU TEMATU	3
2. CEL PRACY I HIPOTEZY BADAWCZE.....	7
3. STRUKTURA PRACY	7
4. METODYKA BADANIA	9
5. WYNIKI PRZEPROWADZONYCH BADAŃ	12
5.1. Opinia mieszkańców na temat transportu niskoemisyjnego na obszarze SOM	12
5.2. Opinia organizatorów transportu (JST) w zakresie rozwoju transportu niskoemisyjnego.....	14
5.3. Wyniki badań ankietowych dotyczących rozwoju niskoemisyjnego transportu publicznego w kontekście typologii miast.....	21
6. WNIOSKI.....	32
BIBLIOGRAFIA	35
SPIS TABEL	36
SPIS RYSUNKÓW	36

1. UZASADNIENIE WYBORU TEMATU

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 przemieszczaniu się środków transportu, wykorzystujących silniki spalinowe.

Podejmowane przez władze terytorialne działania służące ograniczaniu 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 transportu 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 między innymi przez transport. Potwierdzają to badania opublikowane w czasopiśmie *Frontiers in Sustainable Cities* (2021 r.)¹, które dotyczą miast wytwarzających największą ilość CO₂. Autorzy: Wei, Wu oraz Chen, przeprowadzili badanie wśród 167 globalnych regionów miejskich (miast lub obszarów metropolitalnych) w 53 krajach na całym świecie. Próba została wyłoniona na podstawie globalnego zasięgu i reprezentatywności pod względem wielkości miast i dystrybucji regionalnej. 25 największych miast odpowiadało za 52% całkowitej miejskiej emisji gazów cieplarnianych. Miasta w Europie, Australii i Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej 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. Tymczasem mniej niż 15% całkowitej emisji pochodziło z transportu kolejowego, żeglugi wodnej śródlądowej oraz transportu lotniczego.

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. 696381.

Poza oddziaływaniem na środowisko naturalne, transport pełni ważne funkcje społeczne (m.in. przeciwdziała 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 przemieszczenia użytkowników transportu. Brak spójności między rozwojem transportu a pozostałymi obszarami gospodarki miasta, osłabia jego możliwości rozwojowe.

Modelowanie i tworzenie optymalnych (np. pod względem czasu, odległości) połączeń w sieci komunikacji miejskiej, na potrzeby zapewnienia pasażerom odpowiedniego narzędzia ułatwiającego zaplanowanie podróży, staje się dziś kluczowym 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 potrzeb transportowych jego mieszkańców.

Jednym z narzędzi umożliwiających ograniczenie emisji gazów cieplarnianych powodowanych 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.

W tym celu wykorzystywane jest szersze ujęcie, opierające się na perspektywie zrównoważonego systemu transportowego, który³:

- a) zapewnia dostępność celów komunikacyjnych w sposób bezpieczny, nie zagrażający zdrowiu ludzi i środowisku, w sposób równy dla obecnej i następnych generacji;

² T. Letnik, M. Marksel, i inni: *Review of policies and measures for sustainable and energy efficient urban transport*. "Energy" 2018, nr 163, s. 245-257.

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

- 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 oraz 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 obecnych 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 system komunikacji miejskiej. Uwzględnienie koncepcji zrównoważonego rozwoju w tej dziedzinie wpływa na atrakcyjność miasta dla życia mieszkańców, ich aktywności zawodowej, pozyskiwania turystów czy inwestorów oraz ograniczenie szeroko pojętego negatywnego wpływu funkcji transportowej na jakość lokalnego środowiska.

System 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 będzie mieć miejsce 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.

W ostatnich latach zintensyfikowano prace mające na celu transformację transportu w miastach (w kierunku rozwoju transportu niskoemisyjnego) ze względu,

⁴ Zrównoważona Europa dla lepszego świata: Strategia zrównoważonego rozwoju dla Unii Europejskiej, Komisja Europejska, Bruksela 15.5.2001, COM(2001) 264 wersja ostateczna.

między innymi, na wzrastającą dbałość społeczeństw o ochronę środowiska, rozwój metod pomiaru szkodliwego oddziaływania na środowisko, rozwój metod oceny ekonomicznej wpływu transportu na środowisko. Takie podejście pozwala na bardziej precyzyjne określenie negatywnych skutków działalności transportowej.

Mieszkańcy miast coraz większą wagę przywiązują do komfortu i jakości życia, dlatego 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 decydom i operatorom systemów transportowych w aglomeracjach miejskich w ocenie stanu usług transportowych publicznego transportu zbiorowego i jego oddziaływaniu na środowisko naturalne. Niekonwencjonalne podejście do transportu publicznego przyczyni się do eliminacji przestojów i idącego za tym zjawiska kongestii w całym procesie przemieszczania oraz zwiększy satysfakcję i komfort życia mieszkańców.

Uwarunkowania rozwoju niskoemisyjnego transportu publicznego w miastach, w literaturze przedmiotu, zarówno polskiej, jak i zagranicznej, wydają się być zagadnieniem marginalizowanym. Główna uwaga autorów 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. Tym samym zidentyfikowano **lukę badawczą**, a w celu jej uzupełnienia zasadnym jest również określenie barier wdrożenia niskoemisyjnego transportu publicznego w miastach w Polsce.

Poznanie opinii pozwala na rozwój transportu publicznego, dlatego na potrzeby mniejszej pracy sformułowano następujące **pytanie badawcze**: „Czy *niskoemisyjny transport publiczny jest czynnikiem zrównoważonego rozwoju miast?*”. Znaczna część dysertacji poświęcona jest rozważaniom dotyczącym niskoemisyjnego transportu

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.

publicznego w miastach w odniesieniu do autobusów, ponieważ najbardziej powszechnym i najczęściej stosowanym podsystemem transportu zbiorowego jest komunikacja autobusowa.

2. CEL PRACY I HIPOTEZY BADAWCZE

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 miast małych, średnich oraz dużych, 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 (miasta małe, średnie oraz duże).

Na podstawie powyższych założeń w pracy, sformułowano 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.

3. STRUKTURA PRACY

Dysertacja ma charakter teoretyczno-empiryczny, dlatego jej struktura została podzielona na dwie części. Pierwsza część obejmuje trzy rozdziały teoretyczne, które stanowią przekrojową i krytyczną analizę literatury przedmiotu, a także studia przypadków wykorzystania transportu niskoemisyjnego w miejskim transporcie

publicznym. Druga część złożona z dwóch rozdziałów stanowi empiryczne ujęcie podjętych rozważań. Część pierwsza poprzedzona jest wstępem, a dysertacja zwieńczona jest zakończeniem, bibliografią oraz spisem 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 przedstawiono interesariuszy miejskiego transportu publicznego.

W rozdziale drugim przedstawiono wyzwania środowiskowe, społeczne i ekonomiczne wobec systemu transportu publicznego w oparciu o dokumenty strategiczne 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 związany z funkcjonowaniem niskoemisyjnego transportu publicznego. Określono obecny stan infrastruktury transportu miejskiego oraz, na podstawie badań własnych, przedstawiono 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.

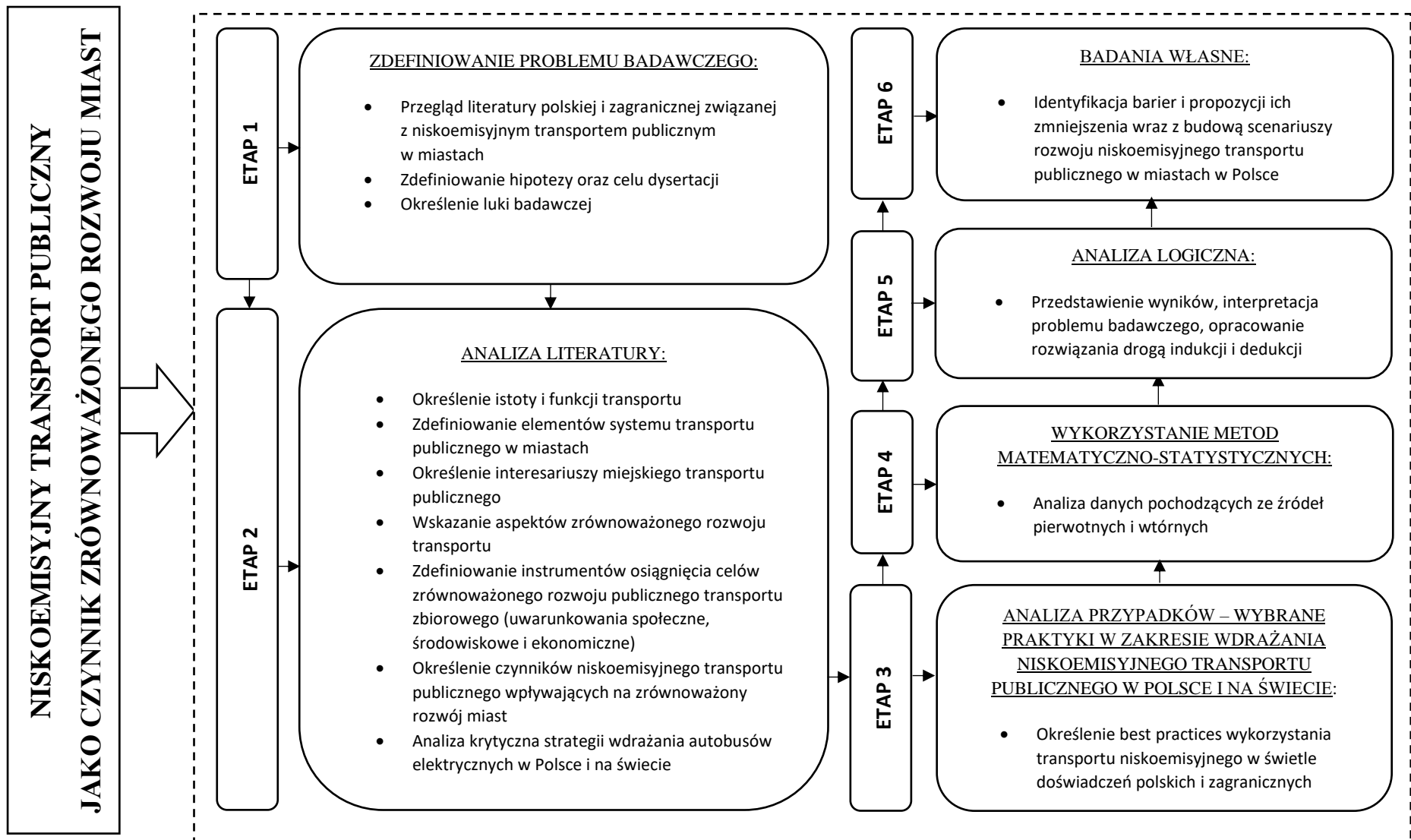
Ostatni, **piąty rozdział** poświęcony został analizie priorytetów dla Polski w obszarze wzmocnienia zdolności miast w kierunku zrównoważonego rozwoju. W wyniku przeprowadzonych badań zdefiniowano bariery rozwoju niskoemisyjnego transportu publicznego w miastach w Polsce z podziałem na miasta małe, średnie i duże, 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 rozprawy oraz zweryfikować hipotezę badawczą i hipotezy pomocnicze. Dysertacja 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.

4. METODYKA BADANIA

Proces badawczy w niniejszej dysertacji składał się z sześciu etapów. Pierwszy etap polegał na zdefiniowaniu problemu badawczego w oparciu o przegląd literatury polskiej i zagranicznej związanej z niskoemisyjnym transportem publicznym. Etap drugi obejmował analizę literatury, zaś etap trzeci polegał na analizie przypadków na podstawie wybranych praktyk w zakresie wdrażania niskoemisyjnego transportu publicznego w mieście. Etap trzeci wieńczy część teoretyczną pracy. Empiryczną część dysertacji rozpoczyna czwarty etap procedury badawczej, w ramach którego zaprezentowano wykorzystanie metod matematyczno-statystycznych na podstawie danych pochodzących ze źródeł pierwotnych oraz wtórnych. Badania pierwotne dotyczyły strony popytowej – analizy preferencji klientów transportu niskoemisyjnego oraz strony podażowej - opinii organizatorów transportu (JST) w zakresie rozwoju transporty niskoemisyjnego. Przedstawienie wyników, interpretacja problemu badawczego oraz opracowanie rozwiązania drogą indukcji i dedukcji stanowiło etap piąty (analizę logiczną). Ostatni, szósty etap badań, to identyfikacja barier i propozycji ich zmniejszenia wraz z budową scenariuszy rozwoju niskoemisyjnego transportu publicznego w miastach w Polsce. Całościowy schemat organizacji dysertacji przedstawiono na rysunku 1.



Rysunek 1. Schemat organizacji dysertacji

Źródło: opracowanie własne.

Do realizacji empirycznej części opracowania, wykorzystana została metoda sondażu diagnostycznego. Jest to jedna z najpopularniejszych metod ilościowych⁶. Badania przeprowadzono wśród użytkowników oraz potencjalnych pasażerów na terenie Szczecińskiego Obszaru Metropolitalnego (SOM), który jest miejskim obszarem funkcjonalnym o powierzchni 2 795 km², który zamieszkuje 627 tys. mieszkańców (2021).

Zgodnie z założeniami badawczymi, badaną populację, w ramach przeprowadzonego sondażu, stanowiły osoby korzystające z komunikacji miejskiej i będące mieszkańcami obszarów najsilniej powiązanych ze Szczecinem w zakresie Szczecińskiego Obszaru Metropolitalnego, a także osoby, które korzystają z alternatywnych sposobów przemieszczania się. Realizacja ankiety miała miejsce na przełomie 2021/2022. Biorąc pod uwagę liczbę ludności SOM (627560 osób), wymagana próba badawcza określona została na poziomie 384 osób. Badania przeprowadzono zarówno w formie rozmowy bezpośredniej (87 osób) jak i wykorzystując kwestionariusz umieszczony na dedykowanej stronie internetowej (zwrot ankiet: 391 sztuk). Łącznie uzyskano 478 ankiet. Pytania dotyczyły publicznego transportu zbiorowego ze szczególnym uwzględnieniem niskoemisyjnego transportu publicznego oraz jego funkcjonowania na terenie SOM. Kwestionariusz ankiety składał się z 10 pytań, z czego 4 stanowiła metryczka. Respondenci strony odpowiadali na pytania zamknięte (jednokrotnego oraz wielokrotnego wyboru).

Poza badaniem pasażerów komunikacji miejskiej przedstawiono w pracy opinię władz terytorialnych w postrzeganiu potrzeby rozwoju transportu niskoemisyjnego na obszarach miast w Polsce. Temu służyła opracowana ankiety. Dane Głównego Urzędu Statystycznego wskazują, że w Polsce według stanu na dzień 1 stycznia 2021 roku znajdowały się 954 miasta⁷. Badanie przeprowadzono w okresie grudzień 2021-styczeń 2022 wśród Urzędów Miast w Polsce. Zwrotność ankiet wyniosła 234 sztuki. Kwestionariusz ankiety składał się z 11 pytań, które przygotowano w różnych formach:

- pytania zamknięte dychotomiczne,
- pytania zamknięte wielokrotnego wyboru,
- pytania oceniające (pytania ze skalą Likerta),

⁶ M. Krajewski: *O metodologii nauk i zasadach pisarstwa naukowego. Uwagi podstawowe*. Uniwersytet Śląski, Gliwice 2010.

⁷ <https://www.gov.pl/web/mswia/10-nowych-miast-na-mapie-polski-od-1-stycznia-2022-roku> (dostęp: 03.04.2023).

- pytania otwarte.

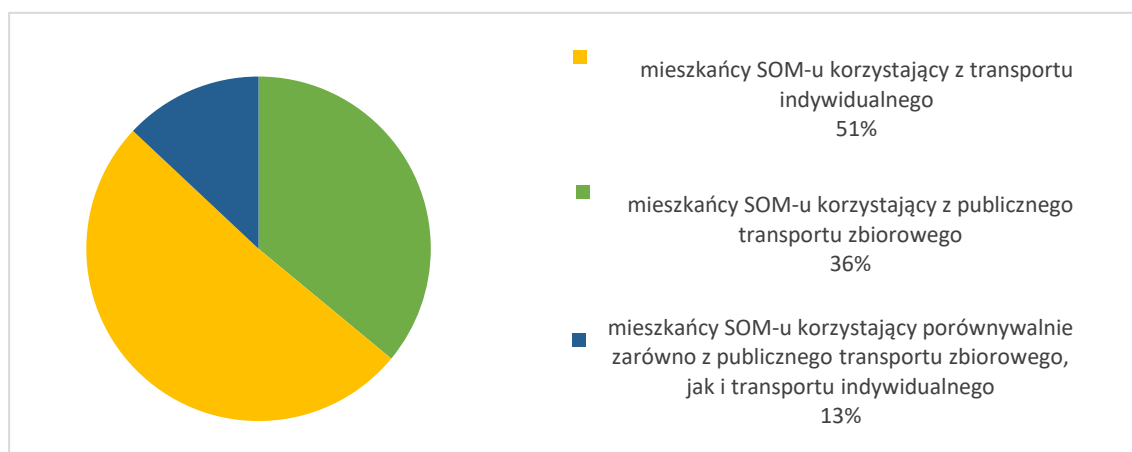
Wszystkie kroki przedstawione w procedurze badawczej doprowadziły do zrealizowania celu poznawczego oraz celu aplikacyjnego dysertacji, a także dowiedzenia postawionych hipotez badawczych.

5. WYNIKI PRZEPROWADZONYCH BADAŃ

5.1. 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 wynikami badań największy odsetek badanej populacji stanowili uczniowie i studenci (48%), znaczną grupę stanowiły również osoby aktywne zawodowo (36%), kolejną część badanych to emeryci i renciści (11%), najmniej podróżujących to bezrobotni (5%).

Część badania ankietowego dotyczyła poznania zachowań komunikacyjnych mieszkańców Szczecińskiego Obszaru Metropolitalnego. Wyniki badań z tego zakresu przedstawiono na rysunku 2.



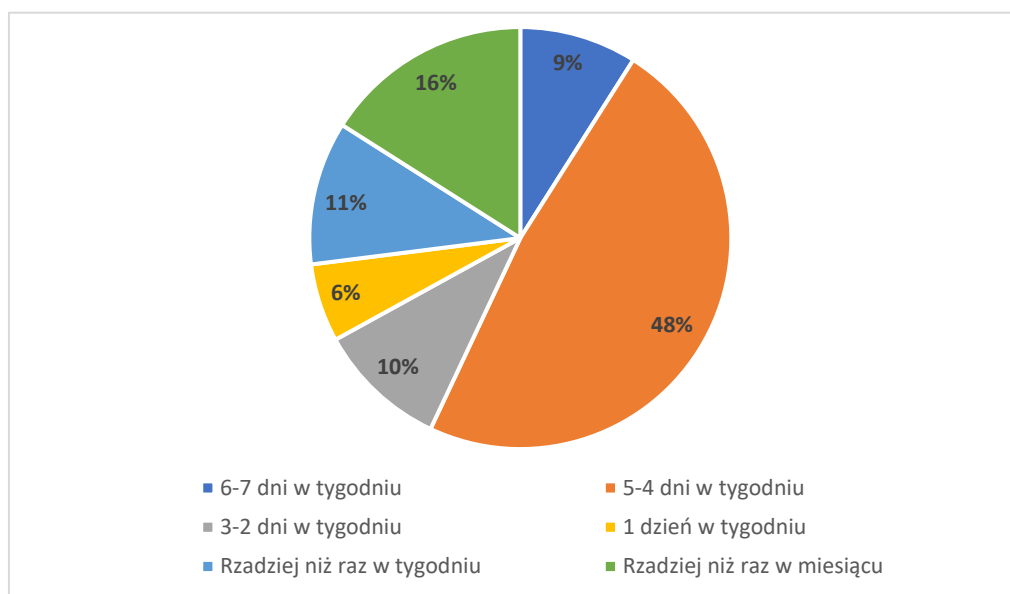
Rysunek 2. Zachowania komunikacyjne mieszkańców Szczecińskiego Obszaru Metropolitalnego [w %]

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonego badania bezpośredniego wśród mieszkańców Szczecińskiego Obszaru Metropolitalnego na terenie miasta Szczecin oraz online.

Zgodnie z przedstawionymi na rys. 2 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 wskazująca, że dla 85% badanych użytkowników publicznego transportu zbiorowego nie ma znaczenia jakim środkiem transportu (rodzaj napędu) 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 przyczyną korzystania z komunikacji miejskiej jest potrzeba dotarcia 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 dodatkową alternatywę, a nie główny środek transportu. Wyniki badań przedstawiono na rysunku 3.



Rysunek 3. Częstotliwość korzystania z publicznego transportu zbiorowego

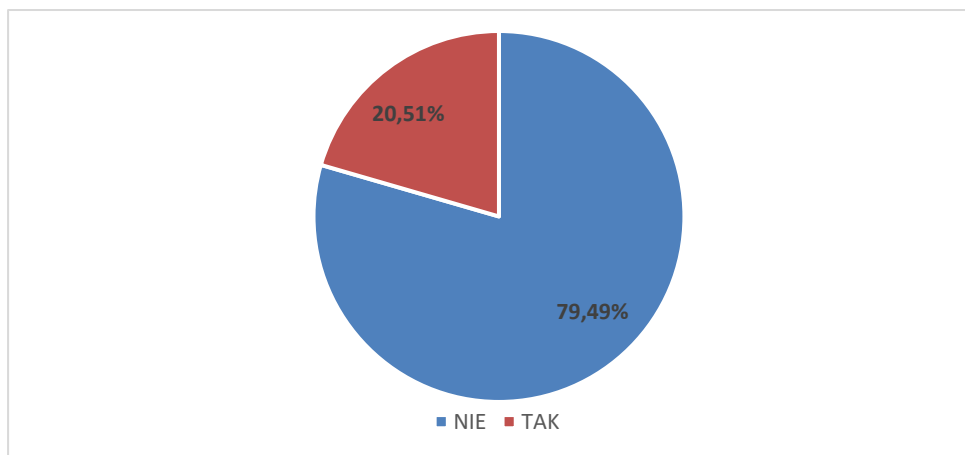
Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonego badania bezpośredniego wśród mieszkańców Szczecińskiego Obszaru Metropolitalnego na terenie miasta Szczecin oraz online.

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 o niskiej podłodze.

5.2. Opinia organizatorów transportu (JST) w zakresie rozwoju transportu niskoemisyjnego

Poza analizą zmian środków transportu w kontekście ich niskoemisyjności oraz badaniem pasażerów komunikacji miejskiej, w dysertacji przedstawiono opinię władz terytorialnych w postrzeganiu potrzeby rozwoju transportu niskoemisyjnego na obszarach miast w Polsce.

Na rysunku 4 przedstawiono odsetek miast, które posiadają w swojej flocie tabor niskoemisyjny (autobusy/tramwaje).



Rysunek 4. Udział miast posiadających w swojej flocie tabor niskoemisyjny (autobusy/tramwaje)

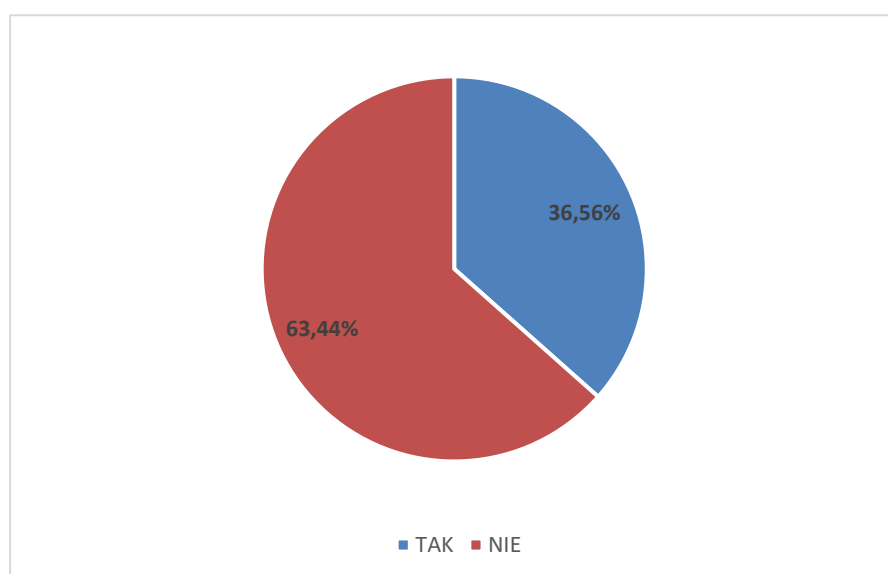
Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań sondażowych.

Z badań wynika, że tylko 20,5% miast Polsce posiada transport niskoemisyjny. Zwraca uwagę wysoki udział miast bez autobusów niskoemisyjnych oraz tramwajów. Należy zauważyć, że zgodnie z Białą Księgą z 2011 r. należy doprowadzić do zmniejszenia o połowę liczby środków transportu publicznego o napędzie

konwencjonalnym w transporcie miejskim do 2030 r⁸. Oznacza to, że miasta mają jeszcze 7 lat na dokonanie zmian technologicznych i znaczącą wymianę floty na niskoemisyjną.

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. Takie wsparcie jest możliwe wykorzystując do tego celu 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 tysięcy mieszkańców już od roku 2025 powinien dotyczyć wyłącznie zero- i niskoemisyjnych autobusów (elektrycznych i wodorowych), co oznacza, że do 2030 roku w największych polskich miastach powinna poprawić się struktura taboru publicznego na korzyść pojazdów niskoemisyjnych⁹.

Kolejna część badania dotyczyła poznania opinii władarzy miast w zakresie zakupu niskoemisyjnego taboru do 2030 r. (rys. 5).



Rysunek 5. Planowane wdrożenia niskoemisyjnego transportu publicznego do 2030 roku w polskich miastach

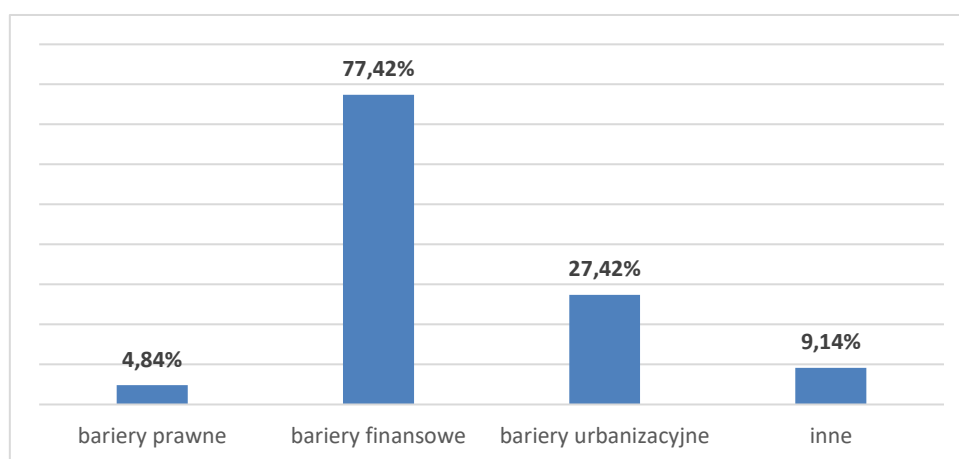
Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań sondażowych.

⁸ Biała Księga Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu, KOM (2011) 144.

⁹ <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 ważne było poznanie głównych barier we wdrażaniu środków transportu niskoemisyjnego. Według respondentów do głównych utrudnień we wdrożeniu niskoemisyjnego transportu publicznego (rys. 6) można zaliczyć bariery finansowe (77,42%), 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 stąd wartości liczbowe nie sumują się do 100%.

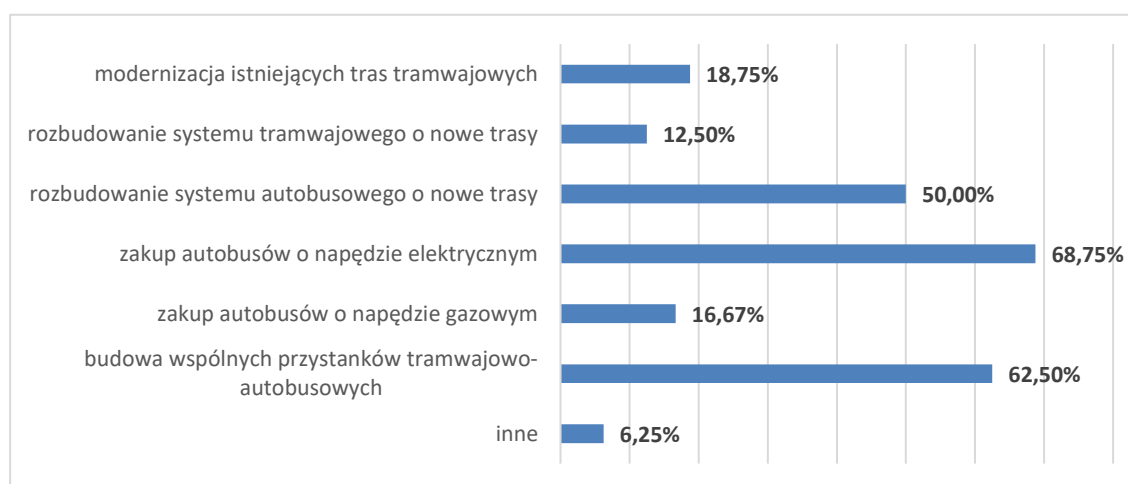
Rysunek 6. Bariery we wdrażaniu niskoemisyjnego transportu publicznego w Państwa mieście

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań sondażowych.

Wyróżnienie bariery finansowej jako najistotniejszej, 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) i okresem użytkowania baterii, który jest ograniczony (około 7-8 lat), a wydajność jej 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 innych barier, 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 cen prądu, ukryte lub niedoszacowane koszty, trudnodostępny 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. 7).



Rysunek 7. 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 również 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 jeden oznacza mało ważny, a 5 bardzo ważny.

Ocenę czynników ekonomicznych wpływających na funkcjonowanie i rozwój niskoemisyjnego transportu publicznego przedstawia tabela 1.

Tabela 1. 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 publicznego transportu zbiorowego oraz kosztami eksploatacyjnymi środków publicznego transportu zbiorowego. Uwzględniając przedstawione w tabeli 1 poszczególne czynniki. Do najważniejszych można zaliczyć:

1. Możliwość uzyskania wsparcia finansowego – 4,71.
2. Koszty inwestycyjne publicznego transportu zbiorowego – 4,52.
3. Koszty eksploatacyjne środków publicznego transportu zbiorowego – 4,42.
4. Koszty eksploatacyjne infrastruktury – 4,33.
5. Koszty inwestycyjne infrastruktury zasilania – 4,25.
6. Zasięg publicznego transportu zbiorowego – 4,06.
7. Łatwość budowy infrastruktury zasilania publicznego transportu zbiorowego – 3,96.
8. Ogólna dostępność technologii – 3,79.

Ogólnie można stwierdzić wysoką wagę czynników ekonomicznych. W tabeli 2 przedstawiono czynniki środowiskowe wpływające na funkcjonowanie niskoemisyjnego transportu publicznego.

Tabela 2. 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.

Wyniki badań potwierdziły wysoką wagę czynników środowiskowych. W tabeli 3 przedstawiono ocenę czynników społecznych oddziałujących na funkcjonowanie niskoemisyjnego transportu publicznego.

Tabela 3. 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 wpływ na jakość życia mieszkańców, jednakże wpływ na wizerunek i ocenę atrakcyjności miasta został oceniony również wysoko.

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.

Kwestionariusz ankiety przewidywał również pytanie otwarte, w którym należało wymienić przewidywane efekty wdrożenia niskoemisyjnych środków publicznego transportu zbiorowego, wpływające na zrównoważony rozwój miast. Respondenci 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;

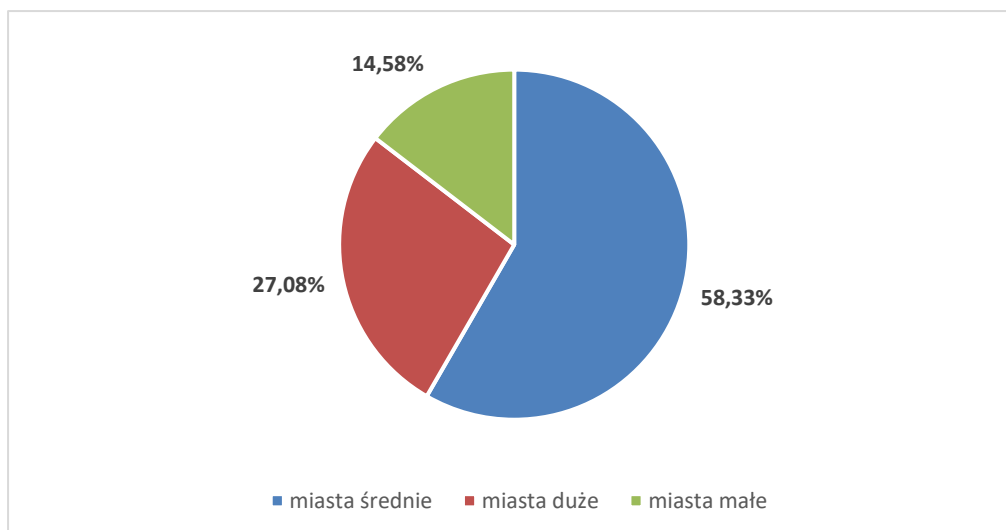
- dostępność dla osób z niepełnosprawnościami.

Podsumowując wyniki badań ankietowych przeprowadzonych wśród organizatorów transportu (JST) należy zauważyć, że $\frac{1}{5}$ miast w Polsce posiada w swojej flocie pojazdy niskoemisyjne. Jako główną barierę implementacji tego typu pojazdów organizatorzy wskazali na 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 decyzji o zakupie jest ocena czynników wpływających na funkcjonowanie i rozwój niskoemisyjnego transportu publicznego.

5.3. Wyniki badań ankietowych dotyczących rozwoju niskoemisyjnego transportu publicznego w kontekście typologii miast

Wartościową analizę dla pracy może stanowić odniesienie problematyki rozwoju środków transportu niskoemisyjnego w kontekście wielkości miast. Przyjmując grupy wielkościowe miast za Głównym Urzędem Statystycznym należy założyć, że miasta małe to takie, w których liczba ludności kształtuje się poniżej 20 tys. mieszkańców, miasta średnie – 20 tys.-100 tys., miasta duże – 100 tys. i więcej. Miasta duże stanowią 27,08% miast, które posiadają flotę niskoemisyjną. Są to miasta takie jak: Warszawa, Katowice, Wrocław, Olsztyn, Rzeszów czy Kielce. Miasta średnie stanowią największy udział, tj. 58,33%. Do tej grupy można zaliczyć m.in.: Bolesławiec, Szczecinek, Kołobrzeg, Nowy Targ, Skierniewice czy Bolesławiec.

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 8.



Rysunek 8. Miasta posiadające w swojej flocie tabor niskoemisyjny (podział według wielkości)

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań sondażowych.

Większość dużych i średnich miast posiada systemy transportu publicznego, ale wciąż wiele miast nie ma w strukturze swojego taboru niskoemisyjnych środków transportu. Do miast takich można zaliczyć: Płock, Gniezno, Opole czy 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. Miasto Jarosław (miasto o średniej wielkości) położone w województwie podkarpackim zmagają się dodatkowo z niewystarczającą mocą infrastruktury energetycznej do budowy stacji ładowania pojazdów elektrycznych. Wśród miast małych (poniżej 20 tys. mieszkańców) 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 brakuje im środków finansowych, które można by przeznaczyć na utrzymanie własnej floty transportu publicznego. W miastach tych procesy transportowe realizowane są przez prywatnych przewoźników.

Rozwój niskoemisyjnego transportu publicznego jako czynnik zrównoważonego rozwoju miast w Polsce, w przypadku miast dużych, można najlepiej przedstawić na przykładzie 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. Szczegółową strukturę autobusów przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Flota autobusów o pojemności powyżej 52 osób (szt.) w Warszawie (stan na 30.11.2021)

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 spalinowe	RAZEM
283	35	162	70	5	1177	1732

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań sondażowych.

Analiza tabeli 4 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 oraz 5 ładowarek pantografowych znajduje się w zajezdniach. Dodatkowo w zajezdniach umieszczone są ładowarki typu plug-in (130 szt. o mocy 30kW, 22 szt. o mocy 40kW 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 lat.

Warte uwagi jest spostrzeżenie, że władze miast wśród głównych implementacji niskoemisyjnego transportu wymieniają: bariery finansowe, bariery urbanizacyjne i bariery prawne, jednocześnie jako efekty wdrożenia wymieniając 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 miast średnich, 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. Nie posiada również komunikacji tramwajowej. Opiera swój transport publiczny o autobusy o pojemności powyżej 52 osób – 48 sztuk, w tym flota niskoemisyjna stanowi 40% pojazdów. Są to autobusy gazowe z napędem CNG. Średni wiek taboru to 8,4 lat. Suwałki jako główne bariery wdrażania niskoemisyjnego transportu publicznego wskazuje bariery finansowe i urbanizacyjne. Należy jednak zauważyć, że władze miasta, wśród głównych efektów wdrożenia niskoemisyjnych środków transportu, podają podniesienie komfortu użytkowania komunikacji publicznej, poprawę jakości powietrza w mieście i zmniejszenie poziomu hałasu. Dodatkowo władze miasta widzą w tego typu inwestycjach szansę na pozyskanie nowych użytkowników suwalskiej komunikacji miejskiej.

Wyniki badania miast małych skoncentrowano na jednym z nielicznych miast, które posiadają tabor niskoemisyjny – jest to Strzelin. Miasto posiada 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 pojazdy 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 wskazał:

- 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.

Należy podkreślić, iż zarówno miasta małe, średnie, jak i duże na ogół borykają się z podobnymi barierami. Aby jednak szczegółowo określić problemy związane z wdrożeniem niskoemisyjnego transportu publicznego w miastach, w części empirycznej dysertacji wyodrębniono bariery dla miast z uwzględnieniem ich wielkości oraz opracowano scenariusze rozwoju 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 miasta małe 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 w miastach małych 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 porównujące transport konwencjonalny z niskoemisyjnym. Nowoczesne pojazdy mogą charakteryzować się mniejszą masą pojazdy poprzez wykorzystanie 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 reklamowe mające na celu zwiększenie świadomości 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 miasta małe o charakterze uzdrowiskowym lub turystycznym, gdzie władze miast 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 efektem 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 przez samych 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 miasta małe 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 przemyśleń 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 samorządy 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.)¹⁰. Optymistyczny scenariusz zakłada realizację wieloletnich programów inwestycyjnych, celem 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 środowiska przez samorządy. Należy wskazać, że miasta równoległe do wymiany taboru prowadzą inne działania z zakresu zrównoważonego rozwoju promujące inne formy niskoemisyjnego transportu, takie jak modernizacja i rozwój tras rowerowych, zwiększenie 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 miast małych, zakłada również wyposażenie autobusów elektrycznych w panele fotowoltaiczne.

- b) Scenariusz realny – postępujący, ale zbyt wolny rozwój zbiorowego niskoemisyjnego transportu publicznego w miastach średnich. Zrealizowanie bieżących planów zakupowych prawdopodobnie nie doprowadzi do osiągnięcia wymaganego ustawowo 30% 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.

¹⁰ Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz.U. 2018 poz. 317).

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 kryzys energetyczny i rosnące ceny energii elektrycznej miasta średnie 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 krytycznego momentu, 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 miast średnich. W przypadku miast na wczesnym etapie rozwoju floty, które wciąż rozważają wady i zalety elektrobusesów 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. Miasta duże muszą w pełni

zrozumieć bariery dla wprowadzenia floty niskoemisyjnej, by działać szybko i zdecydowanie w celu przewycięzania tych przeszkód. 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 ale i jednocześnie pokazujące przewagę nad konwencjonalnym napędem. Należy dodatkowo przyjąć pewne standardy w zakresie tworzenia lokalnych standardów projektowania infrastruktury transportowej w oparciu o doświadczenia 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 samorzady 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 odciążyc 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 elektrobusey miałyby być wdrażane na dużą skalę. Przeszkodą w rozwoju niskoemisyjnej floty może być brak dostępu samorządów do gruntów i nieruchomości, co stanowi istotną 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 kluczową 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.

6. WNIOSKI

Dekarbonizacja transportu ma przyczynić się do rozwiązania dwóch bardzo wymagających problemów społecznych: degradacji jakości powietrza powstających 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 ze źródeł nieodnawialnych 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 istotną 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 i sukcesów polskich producentów.

Tendencja do ograniczania roli 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 dla wdrażania autobusów elektrycznych.

W miastach w Polsce 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 tysięcy mieszkańców już od roku

2025 powinien dotyczyć wyłącznie zero- i niskoemisyjnych autobusów (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. Jednak przynajmniej na razie wymiana na dużą skalę całego taboru autobusowego w wielu polskich miastach wciąż wydaje się 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 zrównoważonego rozwoju miast.

Procedura badawcza przeprowadzona w ramach rozprawy doktorskiej przebiegła zgodnie z określonym 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 miast małych, średnich oraz dużych 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 pozwoliła 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 zauważyć, wysoką ważność czynników ekonomicznych. Podobną zależność obserwuje się w przypadku czynników środowiskowych, wśród których ocenie poddano przeciwdziałanie emisji

substancji szkodliwych oraz przeciwdziałanie emisji hałasu. Warto zaznaczyć, że wśród czynników społecznych dostrzeżono istotność wpływu na jakość życia mieszkańców, wpływu na wizerunek i ocenę atrakcyjności miasta, a także, że istotną rolę odgrywa stopień zaspokojenia potrzeb komunikacyjnych mieszkańców miasta.

Należy podkreślić, że problematyka poruszana w niniejszej dysertacji znajduje swoje odniesienie w celu nr 11 Agendy na rzecz zrównoważonego rozwoju 2030, 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 w ramach dysertacji 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 dysertacji 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 również 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 dysertacji 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).

BIBLIOGRAFIA

1. 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: 03.04.2023).
2. Denant-Boemont L., Gaigné C., Gaté R.: *Urban spatial structure, transport-related emissions and welfare*. "Journal of Environmental Economics and Management" 2018, nr 91, s. 89.
3. Krajewski M.: *O metodologii nauk i zasadach pisanstwa naukowego. Uwagi podstawowe*. Uniwersytet Śląski, Gliwice 2010.
4. Letnik T., Marksel M, i inni: *Review of policies and measures for sustainable and energy efficient urban transport*. "Energy" 2018, nr 163, s. 245-257.
5. 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, s. 696381.
6. Załoga E., Gozdek A.: *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju transportu w Unii Europejskiej: analiza zmian*. „Logistyka” 2016, nr 4.
7. Zrównoważona Europa dla lepszego świata: Strategia zrównoważonego rozwoju dla Unii Europejskiej, Komisja Europejska, Bruksela 15.5.2001, COM(2001) 264 wersja ostateczna.

SPIS TABEL

Tabela 1. Ocena czynników ekonomicznych wpływających na funkcjonowanie i rozwój niskoemisyjnego transportu publicznego	18
Tabela 2. Ocena czynników środowiskowych wpływających na funkcjonowanie niskoemisyjnego transportu publicznego	19
Tabela 3. Ocena czynników społecznych wpływających na funkcjonowanie niskoemisyjnego transportu publicznego	20
Tabela 4. Flota autobusów o pojemności powyżej 52 osób (szt.) w Warszawie (stan na 30.11.2021).....	23

SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1. Schemat organizacji dysertacji.....	10
Rysunek 2. Zachowania komunikacyjne mieszkańców Szczecińskiego Obszaru Metropolitalnego [w %]	12
Rysunek 3. Częstotliwość korzystania z publicznego transportu zbiorowego.....	13
Rysunek 4. Udział miast posiadających w swojej flocie tabor niskoemisyjny (autobusy/tramwaje).....	14
Rysunek 5. Planowane wdrożenia niskoemisyjnego transportu publicznego do 2030 roku w polskich miastach	15
Rysunek 6. Bariery we wdrażaniu niskoemisyjnego transportu publicznego w Państwa mieście.....	16
Rysunek 7. Działania podejmowane w celu usprawnienia funkcjonowania niskoemisyjnego transportu publicznego	17
Rysunek 8. Miasta posiadające w swojej flocie tabor niskoemisyjny (podział według wielkości)	22