

Analiza kosztów i korzyści

związanych z wykorzystaniem autobusów
zeroemisyjnych przy świadczeniu usług
komunikacji miejskiej (AKK) dla Gminy Wrocław



Opracowanie pt.

**Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych,
przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej**

zostało przygotowane przez:



Zespół Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

ul. Sielecka 45
00-738 Warszawa
www.zdgtor.pl

na podstawie umowy nr 3/WIM/2024 pomiędzy Zamawiającym a Wykonawcą z dnia 09.07.2024 r.

Skład autorski i redakcyjny:

Maciej Mysona – kierownik

Bartłomiej Kasiuk – koordynator

Jakub Balik

Michał Męczyński

Robert Wojciechowski

i inni

Skład i opracowanie graficzne: Natalia Jamróz

Zdjęcie na okładce: MPK Wrocław

Spis treści

SPIS TREŚCI.....	3
WYKAZ POJĘĆ I SKRÓTÓW	4
STRESZCZENIE	5
WPROWADZENIE	7
1. ANALIZA STANU OBECNEGO	8
1.1. OGÓLNY OPIS OBSZARU TERYTORIALNEGO GMINY WROCŁAW.....	8
1.2. ANALIZA OTOCZENIA SPOŁECZNO-GOSPODARCZEGO NA TERENIE GMINY WROCŁAW	9
1.3. STAN ŚRODOWISKA W GMINIE WROCŁAW	12
1.4. SYSTEM TRANSPORTU ZBIOROWEGO WE WROCŁAWIU	15
1.5. PRZEGLĄD FLOTY AUTOBUSÓW KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ.....	18
1.6. WPŁYW KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ NA JAKOŚĆ ŚRODOWISKA I PRACA EKSPLOATACYJNA AUTOBUSÓW	22
1.7. ANALIZA OBECNEJ INFRASTRUKTURY W ASPEKcie WDROŻENIA AUTOBUSÓW ZEROEMISYJNYCH	26
1.8. PROBLEMATYKA WYMIANY TABORU W POPRZEDNICH AKK.....	27
2. PRZEGLĄD ŚRODKÓW TRANSPORTU MOŻLIWYCH DO ZASTOSOWANIA W KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ Z UWZGLĘDNIENIEM KOSZTÓW ZAKUPU I EKSPLOATACJI ORAZ BUDOWY INFRASTRUKTURY.....	28
2.1. ANALIZA RYNKU AUTOBUSÓW ZEROEMISYJNYCH.....	28
2.2. PLAN WYMIANY TABORU ORAZ OKREŚLENIE AKTUALNYCH WYMOGÓW ILOŚCIOWYCH W ZAKRESIE TABORU ZEROEMISYJNEGO	34
2.3. LINIE WYBRANE DO OBSŁUGI TABOREM ZEROEMISYJNYM	37
3. ANALIZA FINANSOWO-EKONOMICZNA.....	45
3.1. OCENA SYTUACJI FINANSOWEJ MIASTA I WPŁYWU PROGRAMU WYMIANY POJAZDÓW NA JEJ STABILNOŚĆ	45
3.2. OCENA SYTUACJI FINANSOWEJ PODMIOTU ODPOWIEDZIALNEGO ZA REALIZACJĘ USŁUG TRANSPORTOWYCH	46
3.3. DOSTĘPNE I PREFEROWANE MODELE NABYCIA POJAZDÓW ELEKTRYCZNYCH/WODOROWYCH	47
3.4. DOTYCHCZASOWY PRZEBIEG PROCESU WYMIANY POJAZDÓW ZEROEMISYJNYCH W LATACH 2021–2024.....	48
3.5. NAKŁADY INWESTYCYJNE	48
3.6. NAKŁADY ODTWORZENIOWE	49
3.7. KOSZTY OPERACYJNE I WARTOŚĆ REZYDUALNA	50
3.8. EFEKTYWNOŚĆ FINANSOWA.....	52
4. OSZACOWANIE EFEKTÓW ŚRODOWISKOWYCH ZWIĄZANYCH Z EMISJĄ SZKODLIWYCH SUBSTANCJI DLA POSZCZEGÓLNYCH KOMPONENTÓW ŚRODOWISKA NATURALNEGO ORAZ ZDROWIA LUDZI	54
5. ANALIZA SPOŁECZNO-EKONOMICZNA UWZGLĘDNIAJĄCA WYCENĘ KOSZTÓW ZWIĄZANYCH Z EMISJĄ SZKODLIWYCH SUBSTANCJI	57
5.1. OCENA KORZYŚCI WDROŻENIA POJAZDÓW ZEROEMISYJNYCH	57
5.2. OCENA WDROŻENIA POJAZDÓW ZEROEMISYJNYCH – WYNIKI ANALIZY KOSZTÓW I KORZYŚCI.....	59
5.3. KLUCZOWE WYZWANIA SPOŁECZNO-EKONOMICZNE	61

6.	ANALIZA RYZYKA I WRAŻLIWOŚCI	62
6.1.	ANALIZA WRAŻLIWOŚCI	62
6.2.	ANALIZA RYZYKA	64
6.3.	POWIĄZANIA Z DOKUMENTAMI O CHARAKTERZE PLANISTYCZNYM	71
7.	PODSUMOWANIE	82
8.	SPIS MAP, TABEL I WYKRESÓW	84
	ZAŁĄCZNIK A OPIS AKTUALNEGO STANU TABORU AUTOBUSOWEGO	86
	ZAŁĄCZNIK B SPIS TABORU	88
	ZAŁĄCZNIK C OPIS WARIANTÓW ORAZ NAKŁADY INWESTYCYJNE	118
	ZAŁĄCZNIK D OCENA EFEKTÓW ŚRODOWISKOWYCH	124

Wykaz pojęć i skrótów

Autobus zeroemisyjny	autobus w rozumieniu art. 2 pkt 41 ustawy z dnia 20 czerwca 1997 r. – Prawo o ruchu drogowym (Dz. U. z 2024 r., poz. 1251 z późn. zm.), wykorzystujący do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w autobusie ogniwach paliwowych lub wyłącznie silnik, którego cykl pracy nie prowadzi do emisji gazów.
BEV	pojazd napędzany energią elektryczną, którą magazynuje w wbudowanych bateriach.
B/C	wskaźnik zdyskontowanych korzyści do zdyskontowanych kosztów.
CUPT	Centrum Unijnych Projektów Transportowych.
ENPV	ekonomiczna wartość bieżąca projektu. Stanowi sumę zdyskontowanych różnic między całkowitymi korzyściami i kosztami, przy czym całkowite koszty obejmują wycenione w wartościach pieniężnych koszty zewnętrzne (np. zanieczyszczenie, hałas, emisja spalin) i wydatki, a całkowite korzyści – wycenione w wartościach pieniężnych korzyści zewnętrzne i wpływy.
FCEV	pojazd napędzany energią elektryczną generowaną przez ogniwo paliwowe.
FNPV	finansowa wartość bieżąca netto z inwestycji.
FRR	finansowa stopa zwrotu.
ERR	ekonomiczna stopa zwrotu. Określa efektywność ekonomiczną danego projektu, tj. uwzględniającą nie tylko koszty i przychody finansowe, ale także korzyści i koszty ekonomiczne (efekty zewnętrzne).
MINI	klasa autobusu, którego długość wynosi do 8,99 m.
MIDI	klasa autobusu, którego długość wynosi 9–10,99 m.
MAXI	klasa autobusu, którego długość wynosi 11–13 m.
MEGA15	klasa autobusu, którego długość wynosi 13–16 m.
MEGA18	klasa autobusu, którego długość wynosi powyżej 16 m.
Niebieska Księga	opracowanie pt. <i>Niebieska księga. Sektor transportu publicznego w miastach, aglomeracjach i regionach</i> , Jaspers 2023.
Organizator	właściwa jednostka samorządu terytorialnego, zapewniająca funkcjonowanie publicznego transportu zbiorowego na danym obszarze.
Operator	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.
Wozokilometr (wzkm)	jednostka odpowiadająca jednemu kilometrowi drogi wykonanej przez środek transportu.

Streszczenie

Niniejszy dokument stanowi analizę kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej, autobusów zeroemisyjnych. Dokument został przygotowany zgodnie z art. 37 ust. 2 ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1289 z późn. zm.).

W rozdziale pierwszym przeanalizowano stan obecny obszaru objętego analizą. Opisano jego sytuację demograficzną oraz społeczno-gospodarczą, stan środowiska, scharakteryzowano funkcjonujący system transportu zbiorowego, dokonano przeglądu floty autobusów komunikacji miejskiej oraz wpływu komunikacji miejskiej na jakość środowiska. Analizie poddano obecną infrastrukturę w aspekcie wdrożenia autobusów zeroemisyjnych oraz wskazano zagadnienia wymiany taboru ujęte w poprzedniej analizie kosztów i korzyści.

W kolejnym rozdziale dokonano przeglądu środków transportu możliwych do zastosowania w komunikacji miejskiej, uwzględniając koszty zakupu i eksploatacji, jak również budowy infrastruktury. Przeanalizowano rynek autobusów zeroemisyjnych, uwzględniając autobusy elektryczne z wodorowymi ogniwami paliowymi, autobusy elektryczne akumulatorowe oraz autobusy zasilane olejem napędowym. Przedstawiono plan wymiany taboru, określono aktualne wymogi ilościowe w zakresie taboru zeroemisyjnego oraz wybrano linie do obsługi taborem zeroemisyjnym. Są to:

- do 2025 r. – linia K, która jest już zelektryfikowana;
- po 2025 r. – linie: 106, 129, 124, 127, 128, 134, 142, 143, 148, 319, 115, 120, 121, 904, 911, 914, 920, 921, 923, 924, 928, 930, 931, 944, 945, 961, 964, 101, 104, 123, 327¹, 938;
- po 2028 r. – linie: 102, 111, 146, oraz A i 116 po modernizacji wiaduktu kolejowego nad al. Boya-Żeleńskiego.

Następnie przeprowadzono analizę finansowo-ekonomiczną, w której przyjęto następujące warianty inwestycyjne:

- Wariant 0 (W0 – bazowy) – wariant bazowy zakładający ponoszenie nakładów z wykorzystaniem pojazdów napędzanych silnikami spalinowymi o normie emisji EURO 6 oraz z uwzględnieniem wymogów i regulacji zawartych w art. 68a ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1289 z późn. zm.);
- Wariant 1 (W1 – ustawowy) – wariant zakładający uwzględnienie minimalnych udziałów opisanych w art. 68a ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych oraz spełnienie udziału autobusów zeroemisyjnych (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1289 z późn. zm.) opisanych w art. 36 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1289 z późn. zm.) poprzez autobusy zeroemisyjne;
- Wariant 2 (W2 – zeroemisyjny) – wariant zakładający zakup autobusów zeroemisyjnych, które będą stanowiły 100% nowego taboru.

Łącznie nakłady inwestycyjne w wariantcie W0 wyniosą 878,4 mln zł netto, w wariantcie W1 – 921,5 mln zł, w wariantcie W2 – 1,3 mld zł. Pod względem nakładów odtworzeniowych wartości wyniosły w wariantcie W0 – 602,2 mln zł netto, w wariantcie W1 – 599,4 mln zł, a w wariantcie W2 – 447,4 mln zł netto. Koszty operacyjne w wariantcie W1 generują w ciągu całego okresu analizy 40 mln zł straty. Wynika to z wyższych niż w wariantcie W0 kosztów zużytej energii elektrycznej oraz wyższych kosztów utrzymania odpowiedniej mocy przyłączeniowej. Lepszy wynik od wariantu W1 osiągnął wariant W2, który charakteryzuje się krótszym czasowo wykorzystaniem autobusów

¹ Linia planowana do uruchomienia.

zeroemisyjnych. Wynikiem analizy finansowej były wskaźniki efektywności finansowej FNPV i FRR, które wyniosły odpowiednio -54,6 mln zł i 1,11% dla wariantu W1 oraz - 80,1 mln zł i - 11,59% dla wariantu W2. Ujemna wartość wskaźnika FNPV w obu wariantach oznacza, że inwestycja w autobusy zeroemisyjne jest nieopłacalna pod względem finansowym. W przypadku wskaźnika FRR jego wartość nie przekroczyła założonej stopy dyskontowej, co oznacza brak opłacalności finansowej inwestycji. Warto podkreślić, że projekty z zakresu transportu publicznego zwykle nie odnotowują dodatnich wyników FNPV oraz FRR. Ujemna wartość wskaźników wskazuje też, że aktualna wartość przyszłych dochodów nie pokrywa poniesionych kosztów na wymianę taboru (wysoki koszt zakupu pojazdu elektrycznego i infrastruktury w porównaniu do autobusu z silnikiem napędzanym olejem napędowym).

W drugim etapie analizy kosztów i korzyści przeprowadzono analizę ekonomiczną, na którą składała się wycena kosztów emisji szkodliwych substancji oraz kosztów emisji hałasu. Pomiedzy wariantami największą różnicę można zaobserwować w spadku emisji CO₂, NO_x oraz SO₂. Niewielkie zmiany zachodzą podczas emisji pyłów zawieszonych PM_{2,5} i PM₁₀. Warto jednak zaznaczyć, że następuje zmiana charakteru emisji z lokalnej (emisji liniowej) na globalną (emisję punktową). W wariantach W1 i W2 można zauważyć także znaczny wzrost emisji SO₂, który jest wynikiem produkcji energii elektrycznej w elektrowni.

Największe oszczędności wygeneruje zmniejszenie emisji tlenków azotu w wyniku wprowadzenia wariantu W1 – 3,1 mln zł. Zwiększenie emisji SO₂ w wyniku zużycia energii elektrycznej spowoduje wzrost kosztów o 3,2 mln zł w wariantach W1 i o 8,2 mln zł w wariantach W2. Sumaryczna zmiana emisji szkodliwych substancji w wariantach W1 wygeneruje stratę w wysokości 508 tys. zł, a w wariantach W2 w wysokości 7 mln zł. W zakresie kosztów emisji hałasu wprowadzenie autobusów elektrycznych (emitują o ok. 15-20% mniejszy hałas niż autobusy konwencjonalne) wygeneruje korzyści w kwocie od 5,6 do 8 mln zł w zależności od wariantu.

Ostatecznym wynikiem analizy kosztów i korzyści było sprawdzenie efektywności ekonomicznej projektu na podstawie skorygowanych przepływów finansowych oraz wycenionej emisji szkodliwych substancji do atmosfery oraz hałasu. Wskaźniki efektywności ekonomicznej wykazały w większości ujemne wyniki dla obu wariantów (ENPV: -38,6 mln zł oraz -130,9 mln zł, ERR: 2,08% oraz -23,53%, B/C: 0,95). Oznacza to, że inwestycja w autobusy zeroemisyjne jest nieopłacalna pod względem ekonomicznym, a poniesione koszty finansowe nie przewyższają korzyści.

Negatywny wynik analizy wskazuje, że nie musi zostać spełniony ustawowy obowiązek dotyczący udziałów autobusów zeroemisyjnych we flocie obsługującej transport publicznych organizowany przez Gminę Wrocław przez najbliższe 36 miesięcy, tj. do sporządzenia następnej analizy.

Pomimo tego Gmina Wrocław, zważając na korzyści ekologiczne i eksploatacyjne autobusów elektrycznych, powinna podjąć się zakupu takich pojazdów przy uzyskaniu odpowiedniego wsparcia zewnętrznego (środków unijnych w ramach programów Funduszy Europejskich na Infrastrukturę, Klimat i Środowisko, Krajowego Planu Odbudowy i Zwiększania Odporności, Funduszy Europejskich dla Dolnego Śląska 2021-2027 oraz środków krajowych pochodzących z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej). Inwestycja w autobusy elektryczne akumulatorowe będzie korzystna przy poziomie finansowania zewnętrznego na poziomie 68%. W przypadku autobusów elektrycznych z wodorowymi ogniwami paliwowymi nawet przy 100% dofinansowaniu zakupu taboru, koszty eksploatacyjne takich autobusów przewyższą koszt zakupu i eksploatacji autobusu z napędem konwencjonalnym.

W obecnej perspektywie unijnej 2021–2027 Gmina Wrocław będzie się ubiegać o maksymalne dofinansowanie na poziomie 70%. W tym celu powinna zostać przeprowadzona odrębna analiza kosztów i korzyści dla danego projektu inwestycyjnego, np. wymiany pojazdów na nowe, która uzyska pozytywne wyniki wskaźników efektywności ekonomicznej wymaganych do uzyskania funduszy unijnych i krajowych.

Wprowadzenie

Celem niniejszego dokumentu jest przeprowadzenie analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej dla Gminy Wrocław, autobusów zeroemisyjnych oraz innych środków transportu, zgodnie z art. 37 ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2024 r., poz. 1289 z późn. zm.) i przepisami ustawy z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji (Dz. U. z 2022 r., poz. 673 z późn. zm.).

Wynik analizy jest podstawą do stwierdzenia, czy eksploatacja autobusów zeroemisyjnych jest korzystna pod względem społeczno-ekonomicznym. W przypadku wykazania braku korzyści, jednostka samorządu terytorialnego nie musi realizować ustawowego obowiązku osiągnięcia poziomu udziału autobusów zeroemisyjnych przez następne 36 miesięcy, do czasu sporządzenia następnej analizy kosztów i korzyści.

Poprzednia analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej została wykonana w 2021 r. Uzyskano wówczas wynik, który wskazywał na brak konieczności spełnienia ustawowego obowiązku dotyczącego udziału autobusów zeroemisyjnych we flocie obsługującej komunikację publiczną przez najbliższe 36 miesięcy (do czasu sporządzenia kolejnej analizy). Podkreślono, iż Gmina Wrocław powinna podjąć działania zmierzające do zakupu pojazdów zeroemisyjnych w przypadku pozyskania zewnętrznego wsparcia finansowego.

Analiza kosztów i korzyści została przeprowadzona zgodnie z wytycznymi realizacyjnymi w zakresie zawartym w umowie oraz ustawie o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1289 z późn. zm.), a także w oparciu o poniższe pozycje:

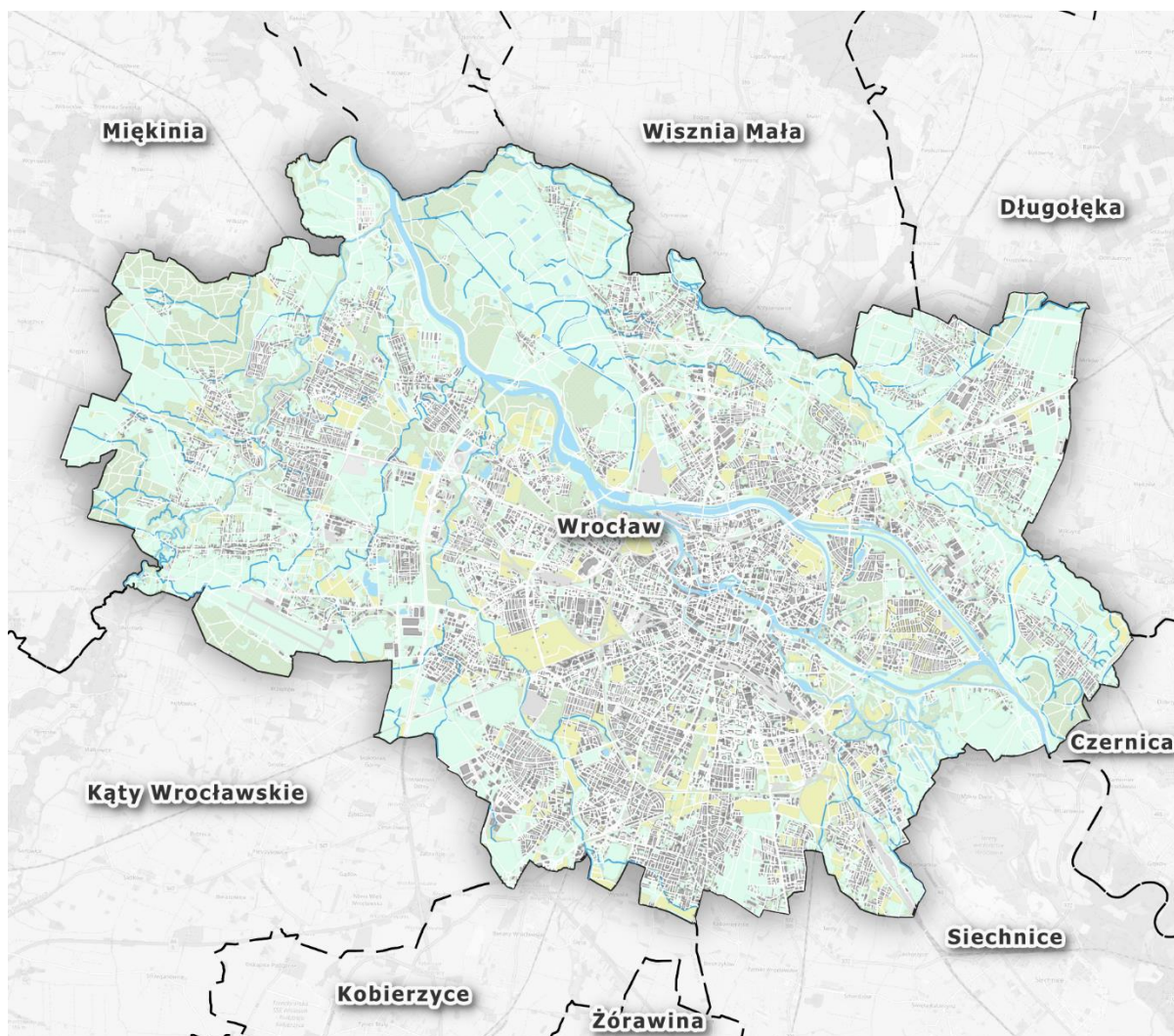
- M. Gromadzki, *Zasady opracowania wymaganej ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Praktyczny przewodnik dla samorządów*, Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej, Warszawa, czerwiec 2018;
- *Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach*. Nowa edycja, Jaspers, sierpień 2015;
- *Analiza kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej. Vademecum Beneficjenta*, CUPT 2016.

1. Analiza stanu obecnego

1.1. Ogólny opis obszaru terytorialnego Gminy Wrocław

Niniejsza analiza kosztów i korzyści została przygotowana na zlecenie Gminy Wrocław, które jest organizatorem transportu publicznego w rozumieniu przepisów Ustawy z dnia 6 grudnia 2010 roku o publicznym transporcie zbiorowym (t.j. Dz. U. z 2023 r., poz. 2778 z późn. zm.). Analiza obejmuje obszar gminy Wrocław oraz gmin, z którymi zostały podpisane porozumienie międzygminne, tj. Długołęka, Miękinia, Wisznia Mała, Czernica, Kąty Wrocławskie, Kobierzyce, Siechnice oraz Żórawina.

Mapa 1. Obszar analizy kosztów i korzyści



Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

1.2. Analiza otoczenia społeczno-gospodarczego na terenie Gminy Wrocław

Miasto Wrocław położone jest w południowo-zachodniej Polsce, w województwie dolnośląskim. Zajmuje powierzchnię 292,9 km². Według danych GUS na koniec 2023 r. miasto zamieszkiwało 673 743 osoby, z czego 356 782 stanowiły kobiety, natomiast 316 961 – mężczyźni. Gęstość zaludnienia we Wrocławiu wynosi 2 300 os./km². Oprócz oficjalnych danych dotyczących liczby zameldowanych mieszkańców należy wspomnieć o ludności napływowej. Według raportu „Szacowanie rzeczywistej liczby mieszkańców Wrocławia” na koniec 2022 r. miasto zamieszkiwało 893 506 osób.

Tabela 1. Liczba ludności Gminy Wrocław w latach 2019–2023

	2019	2020	2021	2022	2023
Gmina Wrocław	642 869	673 592	674 312	674 079	673 743

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o. na podstawie danych GUS (dostęp: 07.08.2024 r.).

Według prognozy demograficznej Głównego Urzędu Statystycznego, liczba mieszkańców miasta do 2040 r. wyniesie 666 590 osób. W porównaniu do innych dużych ośrodków miejskich w Polsce, Wrocław jako jeden z nielicznych, będzie w kolejnych latach utrzymywać mniej więcej taką samą liczbę mieszkańców.

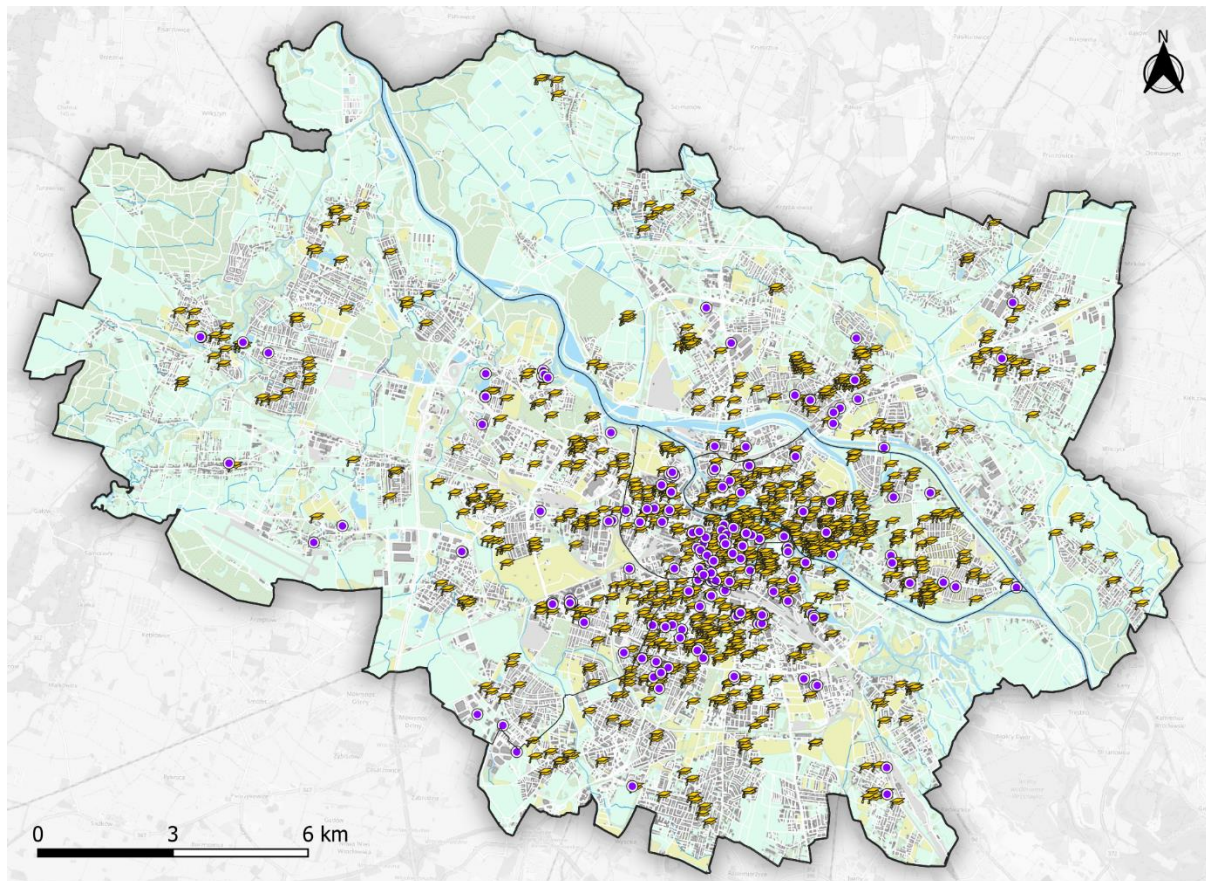
Tabela 2. Prognoza demograficzna dla Gminy Wrocław do 2040 r.

	2025	2030	2035	2040
Gmina Wrocław	674 049	685 437	677 818	666 590

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o. na podstawie danych GUS (dostęp: 07.08.2024 r.).

Niewątpliwie istotną rolę w kształtowaniu transportu publicznego pełnią generatory ruchu. Są to obiekty lub obszary, które powodują przemieszczanie się ludzi. Generatory ruchu kształtują powiązania, z których podstawowymi są relacje: praca-dom, dom – szkoła. Są to podstawowe relacje codzienne. Poza tym do generatorów ruchu wpływających na kształtowanie transportu zbiorowego zalicza się m.in.: obiekty handlowe i sportowe, jak również miejsca kultu religijnego. Na terenie miasta występuje duże nagromadzenie generatorów ruchu, zwłaszcza w jego ścisłym centrum (Stare Miasto, Przedmieście Świdnickie, Plac Grunwaldzki). To właśnie tam zlokalizowane są uczelnie wyższe, tj. Uniwersytet Wrocławski, Politechnika Wrocławska, Uniwersytet Medyczny, Uniwersytet Przyrodniczy, jak również obiekty handlowe (w tym wielkopowierzchniowe galerie handlowe), turystyczne i rozrywkowe.

Mapa 2. Generatory ruchu – placówki edukacyjne, obiekty kultury oraz budynki urzędów i administracji publicznej

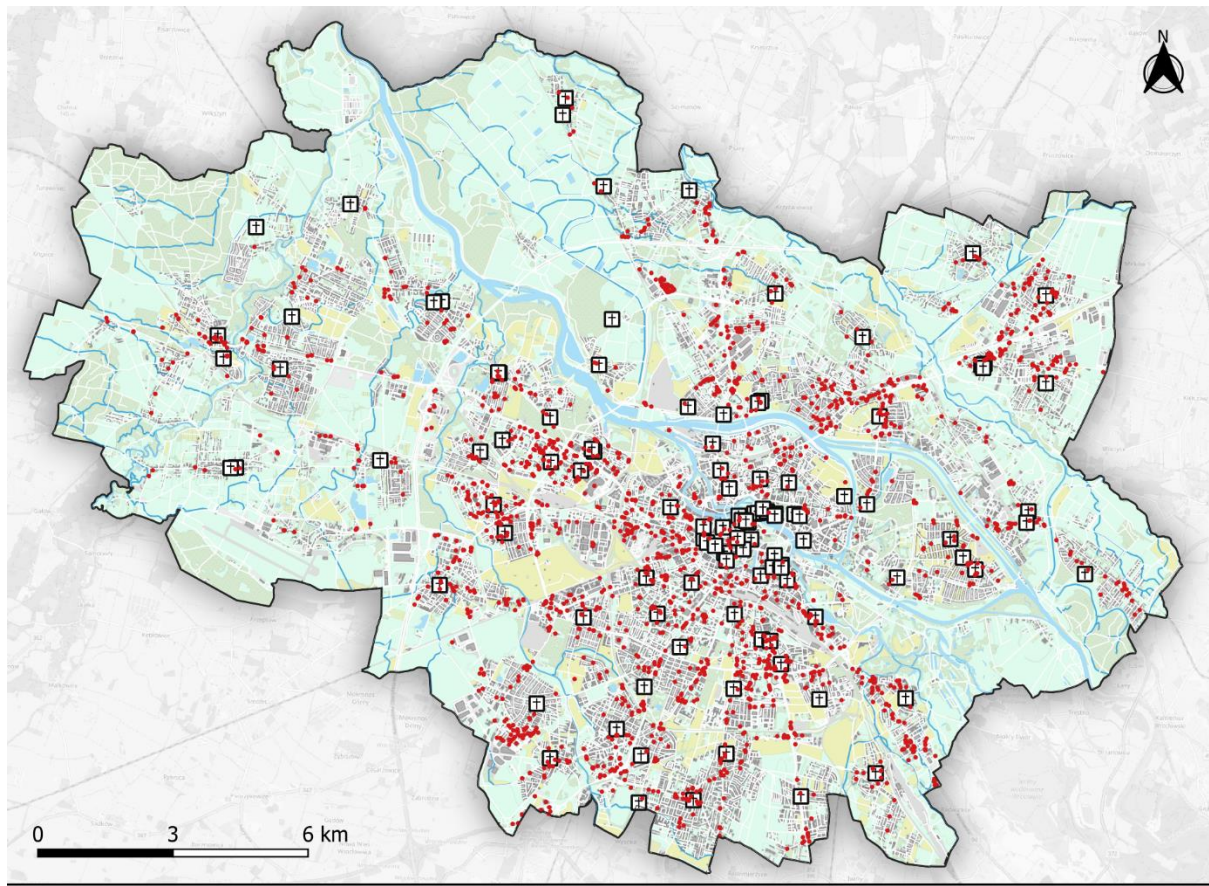


Legenda

- | | | |
|--|--|---|
|  Budynki placówek edukacyjnych i obiektów kultury |  Budynki urzędów i administracji publicznej |  Granica gminy Wrocław |
|--|--|---|

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

Mapa 3. Generatory ruchu – budynki handlowo-usługowe i miejsca kultu religijnego

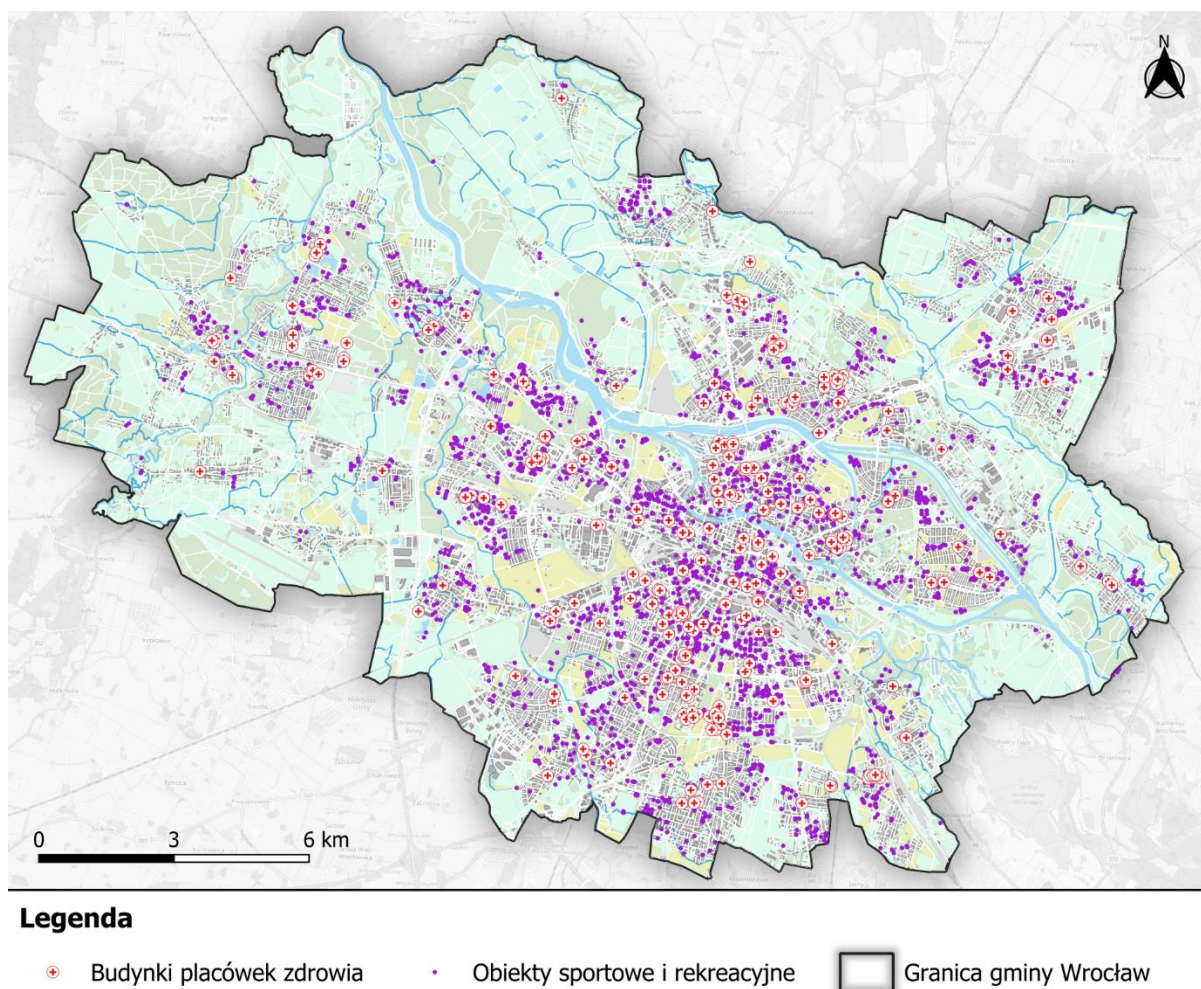


Legenda

- Budynki handlowo-usługowe ☒ Miejsca kultu religijnego □ Granica gminy Wrocław

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

Mapa 4. Generatory ruchu – budynki placówek zdrowia, obiekty sportowe i rekreacyjne



Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

1.3. Stan środowiska w Gminie Wrocław

1.3.1. Jakość powietrza

Jakość powietrza jest jednym z elementów, który wpływa na jakość życia mieszkańców miasta. Szacuje się, że transport odpowiada za ok. 40% sumy krajowej emisji zanieczyszczeń do atmosfery². Dlatego tak ważne jest wprowadzanie na ulice polskich miast pojazdów zeroemisyjnych, które przyczynią się do częściowego zmniejszenia oddziaływania transportu na środowisko.

Na terenie Wrocławia zlokalizowanych jest 5 stacji pomiarowych, należących do Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, które zbierają dane dotyczące zanieczyszczeń powietrza w mieście.

² Jakość powietrza w Polsce – stan obecny i propozycje działań naprawczych, UN Global Compact Network Poland, Warszawa 2022.

Tabela 3. Stacje pomiarowe GIOŚ we Wrocławiu

Nazwa stacji i typ lokalizacji	Substancje, metoda pomiarowa											
	Zanieczyszczenie gazowe					Zanieczyszczenie pyłowe						
	CO	NO ₂	O ₃	C ₆ H ₆	SO ₂	PM _{2,5}	PM ₁₀	BaP	As	Cd	Ni	Pb
al. Wiśniowa (komunikacyjna)	A	A				A						
ul. Bartnicza (podmiejska)		A	A									
ul. Na Grobli (miejska)						M						
ul. Orzechowa (miejska)							M	M				
Wyb. J. Conrada-Korzeniowskiego (miejska)	A	A	A	A	A	A	M	M	M	M	M	M

Oznaczenia:

A – pomiary automatyczne: 1-godzinne;

M – pomiary manualne: 24-godzinne (PM₁₀, PM_{2,5}) lub tygodniowe (As, Cd, Ni, Pb, B(a)P).

Źródło: Opracowanie własne na podstawie opracowania: Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska „Roczna ocena jakości powietrza w województwie dolnośląskim. Raport za rok 2023” Wrocław, 2024.

Główny Inspektorat Ochrony Środowiska na podstawie zebranych danych ze stacji pomiarowych opracował dokument „Roczna ocena jakości powietrza w województwie dolnośląskim. Raport wojewódzki za rok 2023”. Według niego głównym źródłem zanieczyszczenia w województwie dolnośląskim jest emisja antropogeniczna, pochodząca z sektora komunalno-bytowego (emisja powierzchniowa), działalności przemysłowej (emisja punktowa) oraz transportu (emisja liniowa). Dominującym źródłem emisji tlenków azotu oraz pyłu zawieszonego PM_{2,5} i PM₁₀ jest emisja związana z ruchem pojazdów, szczególnie na obszarach dużych miast oraz wzdłuż arterii komunikacyjnych, które charakteryzują się największym natężeniem ruchu samochodów w ciągu doby. W przypadku Wrocławia to szczególnie tereny wzdłuż dróg: A8, S5 i S8. Udział transportu drogowego w emisji NO_x we Wrocławiu to 53%. W skali województwa, miasto odpowiada za 13% emisji tlenków azotu i ponad 12% emisji pyłu PM₁₀ i PM_{2,5}. Głównymi źródłami zanieczyszczeń pyłem PM₁₀ i PM_{2,5} są indywidualne źródła grzewcze, dlatego też wysokie wartości stężeń rejestrowane są w okresach grzewczych (styczeń – marzec, październik – grudzień). W raporcie wskazano również, iż zanieczyszczenia z transportu drogowego z całego województwa dolnośląskiego odpowiadają za około 7% całości krajowej emisji tego rodzaju.

W ocenie rocznej w Aglomeracji Wrocławskiej odnotowano przekroczenie (107% normy) dopuszczalnego poziomu średniorocznego dwutlenku azotu na stacji komunikacyjnej we Wrocławiu przy al. Wiśniowej. Jednocześnie nie zanotowano na tej stacji przekroczenia poziomu dopuszczalnego dla stężeń 1-godzinnych. Najwyższe stężenie 1-godzinne (wyrażone jako 19 stężenie maksymalne z rocznej serii stężeń 1-godzinnych) wynosiło 69% normy. Warto odnotować, że na stacji komunikacyjnej we Wrocławiu przy al. Wiśniowej stężenia w 2023 roku obniżyły się o 19% - w odniesieniu do 2014 roku. Na większości stanowisk pomiarowych w 2024 roku był

zauważalny spadek średniorocznych stężeń w porównaniu z 2022 rokiem. Autorzy oceny rocznej opracowali rozkład przestrzenny stężeń średniorocznych dwutlenku azotu z wykorzystaniem metody szacowania na podstawie wyników modelowania jakości powietrza dla 2023 roku wykonanego przez IOŚ-PIB. Przekroczenie odnotowano we Wrocławiu w rejonie al. Wiśniowej na obszarze 0,2 km² (0,1% powierzchni strefy Aglomeracja Wrocławska) obejmującym 2,5 tys. mieszkańców (0,4% mieszkańców Aglomeracji Wrocławskiej). Pomimo tego mały obszar przekroczeń decyduje o wyniku klasyfikacji całej strefy do stref z odnotowanymi przekroczeniami.

1.3.2. Hałas akustyczny

Według art. 117 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo Ochrony Środowiska (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 54 z późn. zm.), ocena stanu akustycznego środowiska dla aglomeracji większej niż 100 tysięcy mieszkańców dokonywana jest obowiązkowo w ramach państwowego monitoringu środowiska. Najnowsza mapa akustyczna dla Wrocławia została sporządzona w 2022 r. Mapy takie sporządza się z uwzględnieniem dwóch wskaźników:

- **LDWN** – długookresowy średni poziom dźwięku A wyrażony w decybelach (dB), wyznaczony w ciągu wszystkich dób w roku, z uwzględnieniem pory dnia (od godz. 6:00 do godz. 18:00), pory wieczoru (od godz. 18:00 do godz. 22:00) oraz pory nocy (od godz. 22:00 do godz. 6:00);
- **LN** – długookresowy średni poziom dźwięku A wyrażony w decybelach (dB), wyznaczony w ciągu wszystkich pór nocy w roku (od godz. 22:00 do godz. 6:00).

Dopuszczalne wartości poziomu hałasu dla wskaźników, z podziałem na rodzaj terenu, przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 4. Dopuszczalne poziomy hałasu powodowanego przez drogi lub linie kolejowe

Rodzaj terenu	Dopuszczalny poziom hałasu [dB]	
	L _{AeqD} – pora dzienna	L _{AeqN} – pora nocna
a. Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej b. Tereny zabudowy związanej ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży c. Tereny domów opieki społecznej d. Tereny szpitali w miastach	64	59
a. Tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego b. Tereny zabudowy zagrodowej c. Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe d. Tereny mieszkaniowo-usługowe	68	59

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o. na podstawie Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. 2014, poz. 112).

Głównym źródłem hałasu w mieście jest transport, szczególnie drogowy, ale również kolejowy, tramwajowy i lotniczy, a także działalność przemysłowa. Według szacunków przedstawionych we wspomnianym dokumencie, na hałas drogowy w mieście w ciągu dnia narażonych jest ok. 23 800 osób (w tym 21 600 osób narażonych jest na przekroczenia hałasu do 5 dB, natomiast 2 200 osób

od 5,1 do 10 dB). Na hałas w nocy narażonych jest ok. 6 700 osób (w tym 6 300 osób na przekroczenia hałasu do 5 dB, natomiast 400 osób od 5,1 do 10 dB).

1.4. System transportu zbiorowego we Wrocławiu

Stary układ transportu miejskiego we Wrocławiu składa się ze 125 linii komunikacyjnych (23 tramwajowych i 102 autobusowych), z czego:

- 23 linie tramwajowe oznaczone są numerami 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23;
- 59 linii autobusowych dziennych normalnych oznaczonych jest numerami od 100 do 108, od 110 do 134, od 136 do 138, od 142 do 152 oraz 310, 315, 319, 345, 602, 607, 612, a także literami: A, D, K, N;
- 27 linii autobusowych dziennych strefowych oznaczonych jest numerami 903, 904, 905, 907, 908, 909, 911, 913, 914, 917, 920, 921, 923, 924, 927, 930, 931, 933, 934, 936, 937, 938, 941, 947, 948, 958, 967;
- 17 linii autobusowych nocnych oznaczonych jest numerami 206, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 253, 255, 257, 259;

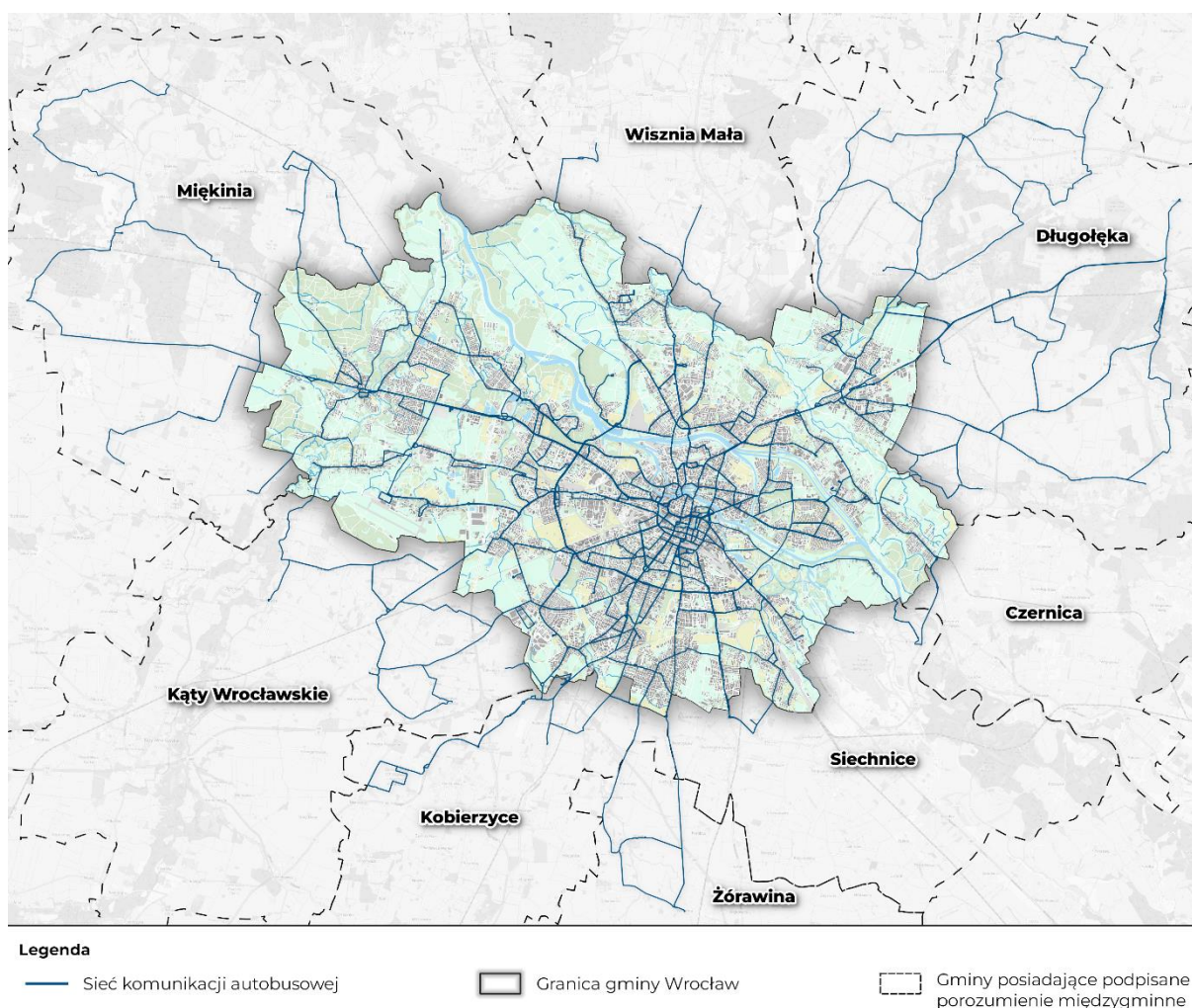
Transport publiczny organizowany przez Gminę Wrocław jest realizowany przez sześciu przewoźników. Najwięcej zadań przewozowych wykonuje spółka komunalna – Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne we Wrocławiu sp. z o.o. (MPK Wrocław). Oprócz miejskiego przewoźnika, przewozy realizują jego podwykonawcy, tj.:

- Michalczewski Sp. z o.o. obsługująca następujące linie – w dni robocze: 100, 112, 113, 120, 125, 133, 136, 147, 149, 150, 152; w dni weekendowe i święta: 100, 112, 113, 120, 125, 133, 136, 147, 148);
- Mobilis Sp. z o.o. obsługująca następujące linie – w dni robocze: 107, 114, 148; w dni weekendowe i święta 114, 115, 116, 118, 119.

Na zlecenie Wydziału Transportu Urzędu Miejskiego Wrocławia obsługę linii międzygminnych i miejskich na podstawie zawartych umów zapewniają:

- Dolnośląskie Linie Autobusowe Sp. z o.o.;
- Kłosok Sp. z o.o.;
- Bus Marco Polo Wratistavia 1992 Sp. z o.o.

Mapa 5. Linie komunikacji autobusowej



Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

W tabeli na następnej stronie przedstawiono pracę eksploatacyjną realizowaną w ramach systemu transportu publicznego organizowanego przez Gminę Wrocław w podziale na przewoźników. W latach 2021–2023 zwiększyła się ona z poziomu niemal 33,8 mln wozokilometrów rocznie do 34,0 mln wozokilometrów rocznie.

Tabela 5. Praca eksploatacyjna wykonana przez operatorów w tym MPK Wrocław wraz z podwykonawcami [wozokilometry] w latach 2021–2023

	2021	2022	2023
MPK Wrocław	24 001 802	24 125 234	23 796 642
Michalczewski Sp. z o.o.	4 327 369	4 062 722	3 884 273
Dolnośląskie Linie Autobusowe Sp. z o.o.	1 972 698	2 770 097	2 734 404
Mobilis Sp. z o.o.	1 711 143	1 753 727	1 826 528
Kłosok Sp. z o.o.	1 519 601	1 571 859	1 621 444
Bus Marco Polo Wroclavia 1992 Sp. z o.o.	244 652	251 725	179 533
Łącznie	33 777 265	34 535 364	34 042 824

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o. na podstawie danych od operatorów.

W latach 2021–2023 praca eksploatacyjna na terenie gmin podwrocławskich zwiększyła się o 27%. Łącznie, praca eksploatacyjna na terenie Wrocławia i gmin obsługiwanych przez komunikację publiczną w latach 2021-2023 zwiększyła się o 2,1%.

Tabela 6. Praca eksploatacyjna wykonana w ramach komunikacji międzygminnej [wozokilometry] w latach 2021–2023

Gmina	2021	2022	2023
Długotąka	1 103 365	1 117 195	1 105 729
Kąty Wrocławskie	151 522	385 200	387 126
Miękinia	331 897	360 861	347 180
Żórawina	66 516	171 891	172 029
Kobierzyce	53 156	141 230	144 456
Wisznia Mała	109 506	120 859	117 867
Czernica	3 956	15 824	28 143
Siechnice	11 187	30 190	15 763
Łącznie	1 831 105	2 343 250	2 318 293

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o. na podstawie danych Urzędu Miejskiego Wrocławia.

W 2023 r. pojazdy transportu publicznego organizowanego przez Gminę Wrocław przewiozły 195,7 mln pasażerów. W porównaniu do 2021 r. ich liczba wzrosła o 43,34%. Należy mieć na uwadze, iż ze względu na pandemię COVID-19 liczba osób korzystających z transportu publicznego znacząco spadła, a poziom sprzed pandemii nie został jeszcze osiągnięty. W 2019 r. z komunikacji miejskiej skorzystało niemalże 210 mln osób. Niemniej jednak, od zakończenia pandemii obserwowany jest stały wzrost liczby pasażerów.

Tabela 7. Roczna liczba przewiezionych pasażerów w latach 2021–2023

System	2021	2022	2023
Komunikacja miejska	135 636 000	173 089 000	194 490 000
Komunikacja międzygminna	878 010	1 138 606	1 193 000
Łącznie	136 514 010	174 227 606	195 683 000

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o. na podstawie danych z monitoringu Wrocławskiej Polityki Mobilności.

1.5. Przegląd floty autobusów komunikacji miejskiej

Na dzień 29 sierpnia 2024 roku transport publiczny organizowany przez Gminę Wrocław obsługuje 500 pojazdów, w tym 427 w ramach komunikacji miejskiej oraz 73 autobusy w ramach komunikacji międzygminnej³. Największą flotę posiada MPK Wrocław, które dysponuje 339 pojazdami.

Tabela 8. Spis taboru poszczególnych operatorów i podwykonawców MPK Wrocław

	Pojazd	Typ	Liczba pojazdów	Rodzaj napędu	Norma spalin	Wiek
MPK Wrocław	Solaris	MAXI	45	ON	EURO 6	10 lat
		MEGA18	12	ON	EURO 6	10 lat
	MB Citaro 1	MAXI	57	ON	EURO 5	16 lat (38 sztuk) 15 lat (19 sztuk)
		MEGA18	42	ON	EURO 5	16 lat (28 sztuk) 15 lat (14 sztuk)
	MB Citaro 2	MAXI	51	ON	EURO 6	7 lat (7 sztuk) 6 lat (13 sztuk) 4 lata (31 sztuk)
		MEGA18	119	ON	EURO 6	7 lat (11 sztuk) 6 lat (29 sztuk) 5 lat (50 sztuk)

³ Na dzień 31.12.2023 roku było to 513 pojazdów.

	Pojazd	Typ	Liczba pojazdów	Rodzaj napędu	Norma spalin	Wiek
						4 lata (29 sztuk)
	MB eCitaro	MEGA18	13	elektryczny	EV	1 rok
Michalczewski Sp. z o.o.	Man Lion's City	MAXI	19	ON	EURO 6	9 lat
		MEGA18	32	ON	EURO 6	10 lat
	Solaris Urbino	MINI	7	ON	EURO 5	11 lat
Mobilis Sp. z o.o.	Isuzu	MAXI	18	ON	EURO 6	5 lat
	Mercedes Conecto	MEGA18	12	ON	EURO 6	4 lata
Dolnośląskie Linie Autobusowe Sp. z o.o.	Anadolu Isuzu Novocity Life LE	MINI	3	ON	EURO 6	3 lata
	Man NL293 Lion's City	MAXI	4	ON	EURO 6	7 lat
	Mercedes Conecto	MAXI	2	ON	EURO 5 EEV	13 lat
	Mercedes Conecto	MAXI	8	ON	EURO 6	4 lata (7 sztuk) 5 lat (1 sztuka)
	Solaris Urbino 10,5	MIDI	13	ON	EURO 6	5 lat
	Solaris Urbino 12	MAXI	4	ON	EURO 6D	5 lat
	ZAZ A10C	MINI	1	ON	EURO 6	5 lat
Kłosok Sp. z o.o.	Autosan SanCity 12	MAXI	1	ON	EURO 6	10 lat
	MAZ 203	MAXI	1	ON	EURO 6	9 lat
	Mercedes Conecto LF	MAXI	4	ON	EURO 5	11 lat (2 sztuki) 12 lat (2 sztuki)
	Solaris Urbino 12	MAXI	2	ON	EURO 5	11 lat
	SOR BCN12	MAXI	3	ON	EURO 6	7 lat
	SOR BN12	MAXI	6	ON	EURO 6	9 lat

	Pojazd	Typ	Liczba pojazdów	Rodzaj napędu	Norma spalin	Wiek
	SOR BN13	MAXI	1	ON	EURO 5	11 lat
	SOR BN14	MAXI	1	ON	EURO 6	9 lat
	SOR BN15	MAXI	1	ON	EURO 6	8 lat
	SOR BN9,5	MIDI	2	ON	EURO 6	6 lat
Bus Marco Polo Wratlavia 1992 Sp. z o.o.	Mercedes Conecto G	MAXI18	4	ON	EURO 5	11 lat
	Mercedes-Benz Conecto	MAXI	12	ON	EURO 6	3 lata

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o. na podstawie danych od Urzędu Miejskiego Wrocławia.

Pod względem długości i klasy pojemnościowej, po Wrocławiu jeżdżą pojazdy MINI, MIDI, MAXI oraz MEGA18. Największą grupę stanowią pojazdy MAXI – łącznie 240 sztuk. Równie dużą grupę stanowią pojazdy MEGA18 – 234 sztuki. Najmniejsza grupa to pojazdy MINI – 11 sztuk.

Tabela 9. Pojazdy według długości i klasy pojemnościowej

MINI	MIDI	MAXI	MEGA15	MEGA18
Operatorzy wewnętrzni (wraz z podwykonawcami)				
7	0	190	0	230
Operatorzy zewnętrzni				
4	15	50	0	4
Łącznie				
11	15	240	0	234

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o. na podstawie danych od Urzędu Miejskiego Wrocławia.

Z punktu widzenia ochrony środowiska ważny jest napęd pojazdów eksploatowanych przez operatorów. Niemalże wszystkie (487 sztuk) wykorzystują olej napędowy, natomiast jedynie 13 sztuk jest napędzanych energią elektryczną.

Tabela 10. Pojazdy według rodzaju napędu

ON	Hybryda	BEV	FCEV	Trolejbus	CNG	LNG	Inne
Operatorzy wewnętrzni (wraz z podwykonawcami)							
414	0	13	0	0	0	0	0
Operatorzy zewnętrzni							
73	0	0	0	0	0	0	0
Łącznie							
487	0	13	0	0	0	0	0

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o. na podstawie danych od Urzędu Miejskiego Wrocławia.

Normę emisji EURO 6 spełnia 368 autobusów, 117 pojazdów spełnia normę emisji EURO 5, natomiast 2 pojazdy spełniają normę emisyjności EEV.

Tabela 11. Pojazdy według normy emisyjności

1 (lub brak normy)	2	3	4	5	EEV	6	EV
Operatorzy wewnętrzni (wraz z podwykonawcami)							
0	0	0	0	106	0	308	13
Operatorzy zewnętrzni							
0	0	0	0	11	2	60	0
Łącznie							
0	0	0	0	117	2	368	13

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o. na podstawie danych od Urzędu Miejskiego Wrocławia.

Pod względem wieku, największy udział mają autobusy do 5 lat – to 194 pojazdy. Kolejne 187 sztuk to autobusy należące do przedziału wiekowego od 6 do 10 lat.

Tabela 12. Pojazdy według wieku

Do 5 lat	6 – 10 lat	11 – 15 lat	Ponad 15 lat
Operatorzy wewnętrzni (wraz z podwykonawcami)			
153	168	40	66
Operatorzy zewnętrzni			
41	19	13	0
Łącznie			
194	187	53	66

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o. na podstawie danych od Urzędu Miejskiego Wrocławia.

1.6. Wpływ komunikacji miejskiej na jakość środowiska i praca eksploatacyjna autobusów

Wielkość zanieczyszczeń powietrza, jakie produkowane są przez autobusy komunikacji miejskiej jest uzależniona od: normy emisji spalin, jaką spełnia silnik danego autobusu, średniego zużycia paliwa, jak również pracy eksploatacyjnej wykonywanej przez pojazd. Autobusy miejskie generują: tlenki azotu (NO_x), cząstki stałe (PM), dwutlenki węgla (CO₂), niemetanowe węglowodory oraz niemetanowe lotne związki organiczne (NMHC, NMVOC).

Do oszacowania rocznej emisji zanieczyszczeń pogrupowano poszczególne pojazdy według normy emisji spalin oraz marki i modelu. W poniższej tabeli przedstawiono szacowaną emisję zanieczyszczeń powietrza na km w 2023 r., wykonaną na podstawie kalkulatora Centrum Unijnych Projektów Transportowych (CUPT).

Tabela 13. Wielkość emisji zanieczyszczeń do atmosfery w przeliczeniu na km

Model pojazdu	Norma emisji spalin	CO ₂ [g/km]	NMHC, NMVOC [g/km]	NO _x [g/km]	PM [g/km]
Mercedes Conecto G	EURO 5	1 312,28	2,32	10,10	0,10
Mercedes Conecto LF		877,33	1,55	6,75	0,07
Solaris Urbino 12		853,37	1,51	6,57	0,07
SOR BN12		844,54	1,50	6,50	0,07
Mercedes-Benz O530		1 033,73	1,83	7,96	0,08

Model pojazdu	Norma emisji spalin	CO ₂ [g/km]	NMHC, NMVOC [g/km]	NO _x [g/km]	PM [g/km]
Mercedes-Benz O530G		1 432,44	2,54	11,02	0,11
Solaris Urbino 12	EURO 6	1 084,19	0,54	1,67	0,04
Solaris Urbino 18		1 473,72	0,74	2,27	0,06
Mercedes-Benz 628 O2		983,41	0,49	1,51	0,04
Mercedes-Benz 628 O3		1 346,94	0,67	2,07	0,05
Solaris Urbino 8,6		1 023,84	0,51	1,58	0,04
MAN NL293 Lion's City		1 088,81	0,54	1,68	0,04
MAN NG323 Lion's City G		1 452,61	0,73	2,24	0,06
Isuzu Citiport		1 117,39	0,56	1,72	0,04
Mercedes-Benz Conecto G		1 368,28	0,68	2,11	0,05
Autosan SanCity 12 LF		896,51	0,45	1,38	0,03
Isuzu Novocity Life		567,01	0,28	0,87	0,02
MAN Lion's City		848,96	0,42	1,31	0,03
MAZ 203		878,32	0,44	1,35	0,03
Mercedes Conecto LF		770,95	0,39	1,19	0,03
Solaris Urbino 10,5		820,89	0,41	1,26	0,03
Solaris Urbino 12		834,14	0,42	1,28	0,03
SOR BN12		835,44	0,42	1,29	0,03
SOR BN9,5		745,79	0,37	1,15	0,03
SOR CN12		800,36	0,40	1,23	0,03
ZAZ A10C		484,12	0,24	0,75	0,02
Mercedes 628 11 eCitaro G	EV	1370,00	0,01	0,91	0,04

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Urzędu Miejskiego Wrocławia i kalkulatora emisji Centrum Unijnych Projektów Transportowych (CUPT).

Łączna emisja zanieczyszczeń w 2023 r. wyniosła 41,9 tys. ton CO₂, 118,2 ton tlenków azotu, 31,8 ton niemetanowych lotnych związków organicznych oraz 2 tony pyłów zawieszonych. W poniższej tabeli przedstawiono szacowaną emisję zanieczyszczeń powietrza w 2023 roku na podstawie kalkulatora Centrum Unijnych Projektów Transportowych (CUPT).

Tabela 14. Liczba przejechanych kilometrów oraz wielkość rocznej emisji zanieczyszczeń do atmosfery przez obecnie eksploatowane pojazdy w 2023 roku

Model pojazdu	Norma emisji spalin	Liczba przejechanych kilometrów	CO ₂ [t/rok]	NMHC, NMVOC [t/rok]	NO _x [t/rok]	PM [t/rok]
Mercedes Conecto G	EURO 5	331 200	435	0,77	3,35	0,03
Mercedes Conecto LF		315 170	277	0,49	2,13	0,02
Solaris Urbino 12		142 666	122	0,22	0,94	0,01
SOR BN12		56 200	47	0,08	0,37	0,00
Mercedes-Benz O530		4 711 499	4 870	8,62	37,49	0,37
Mercedes-Benz O530G		2 159 151	3 093	5,47	23,80	0,24
Solaris Urbino 12	EURO 6	3 788 352	4 107	2,05	6,32	0,16
Solaris Urbino 18		590 876	871	0,44	1,34	0,03
Mercedes-Benz 628 O2		4 586 569	4 510	2,26	6,94	0,17
Mercedes-Benz 628 O3		8 463 881	11 400	5,70	17,55	0,44
Solaris Urbino 8,6		406 351	416	0,21	0,64	0,02
MAN NL293 Lion's City		1 300 577	1 416	0,71	2,18	0,05
MAN NG323 Lion's City G		2 621 691	3 808	1,91	5,86	0,15
Isuzu Citiport		1 371 208	1 532	0,77	2,36	0,06
Mercedes-Benz Conecto G		798 885	1 093	0,55	1,68	0,04
Autosan SanCity 12 LF		58 000	52	0,03	0,08	0,00

Model pojazdu	Norma emisji spalin	Liczba przejechanych kilometrów	CO ₂ [t/rok]	NMHC, NMVOC [t/rok]	NO _x [t/rok]	PM [t/rok]
Isuzu Novocity Life		245 091	139	0,07	0,21	0,01
MAN Lion's City		203 148	172	0,09	0,27	0,01
MAZ 203		38 000	33	0,02	0,05	0,00
Mercedes Conecto LF		1 404 855	1 083	0,54	1,67	0,04
Solaris Urbino 10,5		869 323	714	0,36	1,10	0,03
Solaris Urbino 12		263 600	220	0,11	0,34	0,01
SOR BN12		425 831	356	0,18	0,55	0,01
SOR BN9,5		170 000	127	0,06	0,20	0,00
SOR CN12		237 000	190	0,09	0,29	0,01
ZAZ A10C		32 691	16	0,01	0,02	0,00
Mercedes 628 11 eCitaro G	EV	574 526	787	0,01	0,52	0,02
Suma:		36 166 341	41 887	31,80	118,24	1,94

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Urzędu Miejskiego Wrocławia i kalkulatora emisji Centrum Unijnych Projektów Transportowych.

1.7. Analiza obecnej infrastruktury w aspekcie wdrożenia autobusów zeroemisyjnych

Z punktu widzenia wdrożenia autobusów zeroemisyjnych ważne jest przeanalizowanie obecnej infrastruktury, która umożliwia eksploatację takich pojazdów. Według Ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1289 z późn. zm.), za autobus zeroemisyjny uznaje się pojazd, który wykorzystuje do napędu energię elektryczną zmagazynowaną w akumulatorach lub wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w nim ogniach oraz trolejbus w rozumieniu art. 2 pkt 83 Ustawy z dnia 20 czerwca 1997 r. – Prawo o ruchu drogowym (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1251 z późn. zm.). W kwestii istniejącej infrastruktury należy wskazać, że:

- na terenie kraju funkcjonuje obecnie 6 stacji tankowania wodoru (stacja Orlen w Poznaniu oraz 5 stacji Neso firmy PAK-PCE Stacje H2 Sp. z o.o.). W trakcie budowy jest stacja tankowania wodorem we Wrocławiu, przy ul. Obornickiej 193. Budowana jest ona przez firmę PAK-PCE Stacje H2 Sp. z o.o., która deklaruje oferowanie zielonego wodoru produkowanego w wyniku elektrolizy i z prądu pochodzącego z OZE;
- w Polsce funkcjonują jedynie trzy systemy trolejbusowe: w Tychach, Lublinie oraz Gdyni i Sopocie. Niewątpliwie uruchomienie systemu trolejbusowego wymaga wybudowania specjalnej kosztochłonnej infrastruktury do obsługi trolejbusów, w tym sieci trakcyjnej zasilanej prądem stałym oraz zajezdni, która będzie w stanie obsługiwać takie pojazdy;
- do autobusów zeroemisyjnych po nowelizacji ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych w grudniu 2021 roku zaliczono także autobusy zasilane biometanem. Problemem, który pojawia się w kontekście użytkowania autobusów zasilanych biometanem jest brak funkcjonującej w Polsce biometanowni, przez co znacząco jest utrudnione eksploataowanie autobusów zasilanych biometanem. Obecnie biometan w formie skroplonej można najbliżej Wrocławia zatankować na stacji tankowania w Rzepinie, do której dostarczane jest paliwo z Rotterdamu. Biometan to biogaz oczyszczony – naturalna mieszanina gazów, będących produktem beztlenowego rozkładu materii organicznej. Biometan wytwarza się jako produkt uboczny w oczyszczalniach ścieków (Wrocławska Oczyszczalnia Ścieków zarządzana przez Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji S.A. we Wrocławiu wykorzystuje biogaz do celów energetycznych i ciepłowniczych dla potrzeb własnych obiektów), składowiskach odpadów, gospodarstwach rolniczych, browarach oraz zakładach produkcji spożywczej. Na biometan składa się głównie metan oraz CO₂, a także siarkowodór, para wodna, tlenek węgla oraz siloksany. Jest on biogazem oczyszczonym do ok. 98% zawartości metanu. Istnieje kilka metod oczyszczania, w zależności od specyfiki lokalizacji instalacji. Biometan, jako zamiennik, nie wymaga zmian w konstrukcji i napędzie pojazdu, ponieważ silniki wykorzystujące sprężony gaz ziemny CNG, są już do tego przystosowane. W przypadku podjęcia decyzji o budowie biogazowni we Wrocławiu w przyszłości należałoby rozważyć przystosowanie jej do produkcji biometanu do celów transportowych;
- wdrożenie do użytkowania autobusów elektrycznych wymaga przygotowania zajezdni, jak również pętli autobusowych wyposażonych w stacje ładowania autobusów. Obecnie MPK Wrocław dysponuje 11 punktami ładowania pojazdów elektrycznych z bramownicy, 2 ładowarkami mobilnymi na terenie zajezdni przy ul. Obornickiej oraz ładowarką pantografową przy ul. Kamieńskiego. W ramach projektu pn. „Dostawa autobusów zeroemisyjnych wraz z wykonaniem niezbędnej infrastruktury technicznej dla MPK Sp. z o. o. we Wrocławiu” planowane są 2 ładowarki pantografowe o mocy max. 400 kW: 1 stacja na terenie Portu Lotniczego przy ul. Granicznej 190 oraz 1 stacja na terenie zajezdni

autobusowej przy ul. Obornickiej 131 we Wrocławiu, 1 ładowarka mobilna plug-in o mocy min. 60 kW oraz montaż systemu wolnego ładowania dla 9 autobusów na terenie zajezdni. W ramach prawa opcji możliwa jest dostawa 12 ładowarek mobilnych plug-in o mocy min. 60 kW oraz montaż 1 ładowarki pantografowej o mocy max. 400 kW na terenie Portu Lotniczego. Realizacja kolejnych inwestycji związanych z autobusami baterijnymi będzie wiązała się z koniecznością budowy nowej infrastruktury elektroenergetycznej celem zapewnienia odpowiedniej mocy przyłączeniowej.

1.8. Problematyka wymiany taboru w poprzednich AKK

Poprzednia analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych została sporządzona w 2021 r. Przeprowadzona wówczas analiza finansowo-ekonomiczna wykazała ujemną wartość wskaźnika efektywności finansowej w obu analizowanych wariantach. W wyniku analizy społeczno-ekonomicznej obliczono wskaźniki efektywności ekonomicznej, które uzyskały ujemne wartości w obu wariantach, tym samym wykazując brak zasadności ekonomicznej inwestycji. Na podstawie analizy finansowej i ekonomicznej otrzymano negatywny wynik analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych, tym samym wskazując, iż nie musi zostać spełniony ustawowy obowiązek dotyczący udziału autobusów zeroemisyjnych we flocie obsługującej komunikację publiczną przez najbliższe 36 miesięcy, tj. do sporządzenia następnej analizy.

2. Przegląd środków transportu możliwych do zastosowania w komunikacji miejskiej z uwzględnieniem kosztów zakupu i eksploatacji oraz budowy infrastruktury

2.1. Analiza rynku autobusów zeroemisyjnych

2.1.1. Autobusy elektryczne z wodorowymi ogniwami paliwowymi

Autobusy wodorowe wykorzystują energię elektryczną wytwarzaną z ogniw paliwowych. Produktem procesu produkcji energii z wodoru jest woda w postaci gazowej. Aby produktem ubocznym całego procesu wytworzenia i zużycia tego pierwiastka była jedynie para wodna, konieczne jest pozyskanie paliwa, uzyskanego w procesie elektrolizy wody z użyciem prądu z OZE (tzw. zielony wodór), a nie reformingu parowego gazu ziemnego, podczas którego wydzielą się tlenek węgla.

Na dachach autobusów zlokalizowane są zbiorniki, w których gromadzony jest wodór, a proces tankowania trwa około 10-15 minut. W porównaniu z czasem niezbędnym do naładowania autobusów zasilanych bateryjnie, tankowanie autobusów wodorowych jest zdecydowanie szybsze. Wraz z rozwojem i udoskonaleniem technologii produkcji baterii dla autobusów elektrycznych, pojazdy mogą pokonywać coraz dłuższe trasy pomiędzy ładowniami, jednakże maksymalnie deklarowane przez producentów zasięgi w większości przypadków nie zgadzają się z osiągniętymi w warunkach codziennej eksploatacji. Wiąże się to z koniecznością doładowania pojazdów pomiędzy kursami, co uniemożliwia realizację całodziennych kursów. Pojazdy wodorowe z kolei, zatankowane do maksymalnego poziomu, mogą pokonać dystans średnio ok. 400 km (istnieją rozbieżności w zależności od producenta pojazdów i pojemności zbiornika).

Na rynku autobusów wodorowych funkcjonuje kilku producentów tych pojazdów, oferujących produkty o różnej specyfice. Przykładowe dane na ten temat przedstawiono w tabeli poniżej.

Tabela 15. Specyfika przykładowych autobusów wodorowych

Producent i model	Klasa	Deklarowany zasięg [km]	Ogniwo wodorowe [kW]
Solaris Urbino 12 hydrogen ⁴	MAXI	do 350	70
Solaris Urbino 18 hydrogen ⁵	MEGA18	ok. 350	100
Mercedes-Benz eCitaro fuel cell ⁶	MAXI	do 400	60
Mercedes-Benz eCitaro G fuel cell ⁷	MEGA18	do 350	60
NesoBus 12 ⁸	MAXI	ok. 450	70

⁴ <https://www.solarisbus.com/pl/pojazdy/napedy-zeroemisyjne/hydrogen> (dostęp: 29.07.2024 r.)

⁵ Ibid.

⁶ https://www.mercedes-benz-bus.com/pl_PL/models/ecitaro-fuel-cell.html (dostęp: 29.07.2024 r.)

⁷ Ibid.

⁸ <https://www.nesobus.pl/> (dostęp: 29.07.2024 r.)

Producent i model	Klasa	Deklarowany zasięg [km]	Ogniwo wodorowe [kW]
Arthur H2 Zero 12 ⁹	MAXI	do 500	60-125

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o. na podstawie danych producentów

Świadczenie usług przewozowych taborem tego typu jest wciąż problematyczne z uwagi na niewielką liczbę stacji tankowania wodorem w Polsce. Pomimo ciągłego rozwoju infrastruktury dla pojazdów wodorowych oraz deklaracji i planów największych przedsiębiorstw paliwowych, w całym kraju dostępnych jest aktualnie tylko kilka takich stacji. Najbliższa stacja tankowania wodoru znajduje się w Rybniku¹⁰ (ul. Budowlanych 6), czyli ok. 190 km od Wrocławia. W ramach eksploatacji autobusów wodorowych niezwykle ważna jest cena wodoru, która aktualnie wynosi 69 zł brutto/kg. Wysoka cena tego pierwiastka przekłada się na podwyższone koszty eksploatacji pojazdów wodorowych. Średnio autobusy wodorowe zużywają ok. 8 kg wodoru na 100 km, więc koszt przejechania 100 km autobusu wodorowego wynosi 552 zł brutto.

Budowa własnej stacji tankowania wodorem może być rozwiązaniem, które umożliwia zmniejszenie ceny eksploatacji autobusów wodorowych. Jednakże według wyników programu priorytetowego „Wsparcie infrastruktury do ładowania pojazdów elektrycznych i infrastruktury do tankowania wodoru”, koszt takiej inwestycji wynosi nawet 16,3 mln zł netto. W poniższej tabeli przedstawiono przykładowe postępowania przetargowe na dostawy autobusów wodorowych w Polsce.

Tabela 16. Przykładowe postępowania na autobusy wodorowe w Polsce

Miasto	Klasa	Cena za sztukę netto [PLN]	Liczba sztuk zamówionych w ramach postępowania	Producent i model pojazdu wybranego w przetargu	Rozstrzygnięcie przetargu
Chetm	MAXI	3 033 000	26	PAK-PCE Polski Autobus Wodorowy NesoBus 12	grudzień 2023 r.
Gdańsk*		13 950 680	10	PAK-PCE Polski Autobus Wodorowy NesoBus 12	lipiec 2023 r.
Lublin		3 029 000	1	Solaris Urbino 12 hydrogen	sierpień 2022 r.
Poznań		2 930 000	25 (15 +10 w ramach opcji)	Solaris Urbino 12 hydrogen	lipiec 2022 r.
Rybnik		2 687 000	20	PAK-PCE Polski Autobus Wodorowy NesoBus 12	marzec 2023 r.

* Najem autobusów wodorowych na 10 lat wraz z ich pełnym serwisem.

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

⁹ <https://www.arthurbus.com/> (dostęp: 29.07.2024 r.)

¹⁰ <https://eipa.udt.gov.pl/> (dostęp: 20.08.2024 r.)

Do czasu przygotowania analizy, większość miast w Polsce i Europie testuje technologię wodorową wprowadzając maksymalnie 20-40 pojazdów do swojej floty komunikacji miejskiej. Większość operatorów transportu publicznego, m.in. wiedeński Wiener Linien docenia pojazdy za zasięg porównywalny do autobusów konwencjonalnych oraz większy niż autobusów elektrycznych akumulatorowych. Wiedeński operator Wiener Linien wskazuje też, że pozytywną stroną jest brak konieczności budowy infrastruktury ładowania na terenie miasta, w szczególności w jego zabytkowym centrum¹¹. Przedstawiciele komunikacji miejskiej w Rybniku po 8 miesiącach eksploatacji autobusów wodorowych wskazywali, że zaletą też jest brak kosztów olejów i filtrów (oleju oraz powietrza), a także mniejsza pracochłonność warsztatów, co jest ogólną dobrą stroną autobusów elektrycznych¹². Niepowodzeniem skończyło się wprowadzenie autobusów elektrycznych w Wiesbaden, gdzie 10 autobusów wodorowych zostało wycofanych z użycia rok po dostawie ze względu na częste awarie stacji tankowania i słabą dostępnością części zamiennych do jej naprawy¹³. W trakcie realizacji są większe kontrakty, np. dla Bolonii na zakup 127 autobusów wodorowych, które mają zastąpić autobusy konwencjonalne i gazowe z normami emisji spalin EURO II-EURO V EEV¹⁴ czy dla Wenecji na zakup 90 sztuk¹⁵.

2.1.2. Autobusy elektryczne akumulatorowe

Autobusy, które wykorzystują do napędu energię elektryczną z akumulatorów, to kolejny przykład zeroemisyjnych pojazdów. Elektrobusesy posiadają wiele zalet, tj.:

- nie emitują szkodliwych spalin do atmosfery;
- cechują się niską lub zerową emisją hałasu;
- posiadają możliwość odzyskiwania energii podczas hamowania pojazdu;
- cechują się lepszym przyspieszeniem niż autobusy spalinowe.

Pojazdy elektryczne często wzbudzają kontrowersje, z racji ich wpływu na środowisko, ponieważ energia elektryczna w Polsce w większości pochodzi z nieodnawialnych źródeł energii, przede wszystkim z węgla kamiennego i węgla brunatnego¹⁶. Kontrowersje również wzbudza proces wytwarzania baterii do pojazdów elektrycznych, ponieważ do ich produkcji wykorzystuje się pierwiastki chemiczne, tj. nikiel, lit oraz kobalt, których dostępność jest ograniczona. Najczęściej wykorzystywane są następujące akumulatory:

- litowo-niklowo-manganowo-kobaltowe (NMC), które pozwalają na wykonanie 1000–3000 cykli ładowania, cechują się niską masą własną, na 1 kg zasobnika przypada od 100 do 200 Wh energii, mogą pracować w temperaturze od -20 do nawet 60 °C;
- litowo-żelazowo-fosforowe (LFP), które pozwalają na wykonanie od 3 000 do 5 000 cykli ładowania, charakteryzują się mniejszą gęstością energii niż baterie NMC (ok. 10%), mogą pracować w temperaturze od -40 do 50 °C;
- litowo-tytanowe (LTO), które pozwalają na wykonanie od 15 000 do 1 000 000 cykli ładowania, charakteryzują się dwukrotnie większą masą niż baterie NMC;

¹¹ <https://www.sustainable-bus.com/fuel-cell-bus/fuel-cell-bus-hydrogen/> (dostęp: 26.11.2024 r.)

¹² <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/autobusy-wodorowe-ile-kosztuje-eksploatacja-na-przykladzie-rybnika-83618.html> (dostęp: 26.11.2024 r.)

¹³ <https://elektrowoz.pl/transport/niemcy-wiesbaden-rezygnuje-z-autobusow-miejskich-na-wodor-wymagajace-drogie-kupuje-diesle-pozniej-elektryki/> (dostęp: 26.11.2024 r.)

¹⁴ <https://www.sustainable-bus.com/fuel-cell-bus/bologna-project-127-fuel-cell-buses/> (dostęp: 26.11.2024 r.)

¹⁵ <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/solaris-dostarczy-co-najmniej-90-autobusow-wodorowych-do-wenecji-79989.html> (dostęp: 26.11.2024 r.)

¹⁶ <https://www.rynekelektryczny.pl/produkcja-energii-elektrycznej-w-polsce/> (dostęp: 09.08.2024 r.)

- litowo-polimerowe (LIP), które umożliwiają pokonanie pojazdom od 170 do 220 km; pojemność akumulatora to nawet 450 kWh, a żywotność baterii wynosi 10 lat.

Najpopularniejsze sposoby ładowania to:

- złącze plug-in – najdłuższa czasowo forma ładowania, podczas niej na terenie zajezdni wykorzystuje się wtyczki kablowe, odbywa się najczęściej w nocy;
- pantografowe – częściowe doładowywanie baterii pojazdu, zazwyczaj na pętlach lub zajezdni, pomiędzy kolejnymi kursami, wykorzystuje się pantograf znajdujący się na dachu autobusu, który łączy się ze stacją ładowania;
- tzw. pantograf odwrócony – szybkie ładowanie poprzez opuszczenie ze stacji ładującej na „szyny” pantografu, zlokalizowane na dachu autobusu, działające w podobny sposób jak klasyczne ładowanie pantografowe.

Najczęściej spotykanym rozwiązaniem jest mieszanie różnych rodzajów ładowania pojazdów elektrycznych. Można dokonywać tego poprzez wtyczkę (ładowanie podczas nocnego postoju w zajezdni) oraz pantograf (ładowanie podczas postoju między kursami). Dzięki takiemu rozwiązaniu pojazdy mogą realizować kursy przez cały dzień, bez konieczności zjeżdżania do zajezdni.

Świadczenie usług przewozowych przy użyciu elektrobusów wiąże się z koniecznością zakupu infrastruktury ładowania, która jest niezbędna do efektywnego wykorzystywania tych pojazdów. W zależności od wybranej metody i liczby ładowarek zakupionych w ramach jednego postępowania przetargowego, cena jednostkowa znacznie się różni. Przykładowe ceny poszczególnych ładowarek przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 17. Ceny ładowarek do autobusów elektrycznych w Polsce

JST	Typ ładowarki i moc ładowarki	Cenna netto za sztukę [PLN]	Liczba ładowarek zamówionych w ramach postępowania	Rozstrzygnięcie przetargu
Jelenia Góra	Ładowarka typu plug-in o mocy (2x60 kW)	138 744	2 (dwustanowiskowe)	luty 2023 r.
Legnica	Stacja ładowania pantograficznego o mocy 250 kW z trafostacją Sn=800 kVA i przyłączeniem	1 595 122	1	luty 2024 r.
Włocławek	Ładowarka typu plug-in o mocy 120 kW	158 475	6	luty 2024 r.

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

Infrastruktura ładowania bezpośrednio wiąże się z zasięgiem autobusów elektrycznych. Te wyposażone w mniejsze baterie mogą pokonywać krótsze dystanse niż pojazdy z większymi bateriami. Co równie ważne, autobusy o mniejszych bateriach wymagają doładowywania pomiędzy kursami (np. na pętlach), jednakże cechują się one mniejszą masą własną pojazdu i są tańsze niż autobusy wyposażone w większe baterie. Zaletą autobusów z większymi bateriami jest możliwość realizacji przewozów bez konieczności ich ładowania w trakcie postojów między kursami, jednakże cechują się większą masą własną. Wśród wad autobusów elektrycznych akumulatorowych należy wspomnieć o wadze tych pojazdów. Autobusy posiadające baterie akumulatorowe są cięższe od autobusów spalinowych o 1 tonę, co przekłada się m.in. na większą eksploatację dróg, czyli szybsze niszczenie nawierzchni dróg. Wadą pojazdów elektrycznych akumulatorowych jest także fakt

utylicacji autobusów, a dokładniej recyklingu lub utylizacji akumulatorów. Podejmowane są działania wykorzystujące baterie do magazynowania energii, pochodzącej z odnawialnych źródeł energii, jednakże stopień recyklingu baterii aktualnie nie jest wysoki.

Wszystkie przedstawione aspekty przekładają się na cenę zakupu pojazdu, która zależna jest od wielu czynników, tj. liczby autobusów kupowanych w ramach jednego przetargu, pojemności baterii, klasy pojazdu czy sposobu ładowania. W poniższej tabeli przedstawiono podstawowe dane na temat przykładowych postępowań przetargowych na dostawy autobusów elektrycznych w Polsce.

Tabela 18. Ceny autobusów elektrycznych w Polsce

JST	Klasa	Cena netto za sztukę [PLN]	Liczba sztuk zamówionych w ramach postępowania	Producent i model pojazdu wybrany w przetargu	Rozstrzygnięcie przetargu
Gdańsk	MINI	1 300 813	3	Karsan e-JEST	wrzesień 2021 r.
Suwałki	MIDI	2 635 000	5	Solaris Urbino 9LE electric	kwiecień 2024 r.
Jasło		1 598 000	6	Karsan e-ATAK	kwiecień 2024 r.
Oświęcim		2 560 000	6	Solaris Urbino 9LE electric	czerwiec 2024 r.
Legnica	MAXI	2 310 000	6	Solaris Urbino 12 electric	czerwiec 2023 r.
Włocławek		2 698 800	6	Solaris Urbino 12 electric	czerwiec 2024 r.
Opole*		3 056 000	9	Solaris Urbino 12 electric	wrzesień 2023 r.
Szczecin		2 550 000	4	Solaris Urbino 12 electric	lipiec 2024 r.
Toruń		2 560 000	10 (+30 w ramach opcji)	Solaris Urbino 12 electric	lipiec 2024 r.
Warszawa		2 632 000	18	Yutong U12	luty 2024 r.
Poznań	MEGA18	3 889 000	9	Solaris Urbino 18 electric	wrzesień 2024 r.
Szczecin		3 450 000	10	Solaris Urbino 18 electric	lipiec 2024 r.
Wrocław*		3 263 504	11	Mercedes eCitaro G	styczeń 2022 r.
Wrocław*		3 130 810	2	Mercedes eCitaro G	czerwiec 2022 r.

* wraz z infrastrukturą ładowania.

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

W przypadku autobusów elektrycznych akumulatorowych doświadczenia miast są o wiele bogatsze. W Jaworznie wprowadzono pierwsze autobusy elektryczne w 2015 roku przy założeniu modelu ładowania wolnego na zajezdni oraz szybkiego pantografowego na terenie miasta. Autobusy elektryczne mogą przejechać na jednym ładowaniu baterii NMC około 70 km. Operator szacuje, że autobusy elektryczne będą używane przez 12–13 lat, a w tym czasie zostanie wymieniona jednokrotnie bateria. Problemem okazały się silniki w piastach kół, których producent miał problem z konfiguracją. W ostateczności zastąpiono jednostki napędowe bardziej niezawodnymi silnikami centralnymi. Ze względu na ograniczenia techniczne, całkowite zastąpienie taboru autobusami elektrycznymi według operatora nie jest możliwe przy zadaniach przewozowych powyżej 500 km dziennie. Problemem według przedstawicieli Miasta Jaworzna też jest lokowanie ładowarek poza granicami Jaworzna oraz duże opóźnienia wynoszące około 40 minut, które destabilizują harmonogram ładowania..

W przypadku Warszawy, która posiada najwięcej autobusów elektrycznych akumulatorowych również wykorzystywany jest model ładowania wolnego na zajezdni oraz szybkiego pantografowego na terenie miasta. Warszawskie autobusy elektryczne są w stanie przejechać 100 km przy pełnym naładowaniu baterii. W Warszawie również zwracano uwagę na problem z realizacją zadań przewozowych dochodzących do 500 km dziennie, a także na konieczność uwzględnienia dłuższych czasów wyrównawczych na pętlach na naładowanie autobusów. Problem występuje w przypadku, gdy rozkłady jazdy są ułożone jedynie z uwzględnieniem ustawowego czasu przerw w pracy kierowcy bez dodatkowego dłuższego postoju wyrównawczego na pętlach¹⁷.

2.1.3. Autobusy zasilane olejem napędowym

Według ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1289 z późn. zm.) autobusy zasilane olejem napędowym nie są uznawane jako zeroemisyjne. Jednakże ustawa zobowiązuje do posiadania 30% pojazdów zeroemisyjnych we flocie w 2028 r. W przypadku negatywnego wyniku analizy kosztów i korzyści następuje 3-letni okres zwolnienia z wymaganego ustawowo odsetka pojazdów zeroemisyjnych.

Niewątpliwie zaletą autobusów zasilanych olejem napędowym jest powszechność eksploatacji tych pojazdów. Co ważne, wykorzystywanie autobusów zasilanych olejem napędowym nie wymaga ponoszenia dodatkowych kosztów m.in. na sieć trakcyjną, infrastrukturę do ładowania pojazdów elektrycznych lub tankowania wodoru oraz dostosowywania zaplecza technicznego. Pozyskane pojazdy powinny spełniać najbardziej ekologiczną normę spalin EURO 6, natomiast po 2027 r. – EURO 7. W tabeli poniżej przedstawiono podstawowe dane na temat postępowań przetargowych na autobusy napędzane olejem napędowym, przeprowadzone w ostatnich latach.

Tabela 19. Ceny autobusów zasilanych ON w Polsce na podstawie przetargów

JST	Klasa	Cena netto za sztukę [PLN]	Liczba sztuk zamówionych w ramach postępowania	Producent i model pojazdu wybrany w przetargu	Rozstrzygnięcie przetargu
Kraków	MINI	1 422 767	4	Automet	marzec 2023 r.
Urząd Marszałkowski		577 303	12	Creobus Sp. z o.o. Mercedes-Benz Sprinter	wrzesień 2023 r.

¹⁷ Na podstawie opracowania „Analiza rozwoju zeroemisyjnego, zbiorowego transportu drogowego (autobusy, trolejbusy, tramwaje) w Polsce” wykonanego na zlecenie Ministerstwa Klimatu i Środowiska - <https://zpp.pl/storage/library/2024-08/de94151f1c57314de4aac513d478eb63.pdf> (dostęp: 26.11.2024 r.)

JST	Klasa	Cena netto za sztukę [PLN]	Liczba sztuk zamówionych w ramach postępowania	Producent i model pojazdu wybrany w przetargu	Rozstrzygnięcie przetargu
Województwa Łódzkiego					
Beskidzki Związek Powiatowo-Gminny (Komunikacja Beskidzka)	MIDI	1 426 965	6	Mercedes-Benz Citaro K	maj 2024 r.
Grodziskie Przewozy Autobusowe		1 350 000	8	Solaris Urbino 10,5	marzec 2024 r.
Łomianki	MAXI	1 450 000	2	Solaris Urbino 12	listopad 2023 r.
Biała Podlaska		1 047 154	2	Solaris Urbino 12	sierpień 2023 r.
Katowice	MEGA18	1 819 024	10	MAN Lion's City 18	kwiecień 2024 r.
Siedlce		1 664 228	1	MAN Lion's City 18	kwiecień 2024 r.

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

2.2. Plan wymiany taboru oraz określenie aktualnych wymogów ilościowych w zakresie taboru zeroemisyjnego

Na podstawie wyników analiz z poprzednich podrozdziałów określono trzy warianty wymiany taboru: jeden zakładający brak spełnienia wymagań opisanych w art. 36 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1289 z późn. zm.), drugi zakładający spełnienie wymogów ustawowych, a trzeci zakładający zakup 100% zeroemisyjnego taboru. W ramach wariantów uwzględniono trwający przetarg na dzierżawę 200 autobusów z napędem konwencjonalnym, czy zakup 21 autobusów elektrycznych przez MPK Wrocław. Ponadto uwzględniono wykorzystanie z 11 autobusów elektrycznych na liniach aglomeracyjnych w ramach umowy polegającej na świadczeniu usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego organizowanego przez Gminę Wrocław na terenie Wrocławia oraz gmin Wisznia Mała, Długotłęka i Czernica oraz plany Wydziału Transportu Urzędu Miejskiego Wrocławia dotyczące wykorzystania autobusów zeroemisyjnych w komunikacji publicznej w aglomeracji.

Na podstawie powyższych założeń przyjęto następujące warianty inwestycyjne¹⁸:

- **Wariant 0** (W0 – bazowy) – wariant bazowy zakładający ponoszenie nakładów z wykorzystaniem pojazdów napędzanych silnikami spalinowymi o normie emisji EURO 6 oraz z uwzględnieniem wymogów i regulacji zawartych w art. 68a ustawy

¹⁸ Należy zaznaczyć, że większość producentów autobusów wskazuje 12–18 miesięcy jako czas oczekiwania na dostawę autobusu. Zaistniała sytuacja może mieć wpływ na brak możliwości realizacji nakładów inwestycyjnych w założonym terminie.

o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1289 z późn. zm.);

- **Wariant 1** (W1 – ustawowy) – wariant zakładający uwzględnienie minimalnych udziałów opisanych w art. 68a ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1289 z późn. zm.) oraz spełnienie udziału autobusów zeroemisyjnych opisanego w art. 36 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1289 z późn. zm.) poprzez autobusy zeroemisyjne;
- **Wariant 2** (W2 – zeroemisyjny) – wariant zakładający zakup autobusów zeroemisyjnych, które będą stanowiły 100% nowego taboru.

Zgodnie z art. 36 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1289 z późn. zm.) określono, ile powinna wynosić minimalna liczba autobusów zeroemisyjnych we Wrocławiu:

- **od 1 stycznia 2025 r.** – 100 pojazdów (tj. udział 20%) z puli 500 pojazdów obsługujących cały system organizowany przez Gminę Wrocław;
- **od 1 stycznia 2028 r.** – 169 pojazdów (tj. udział 30%) z puli 562 pojazdów obsługujących cały system organizowany przez Gminę Wrocław na dzień 1 stycznia 2028 r.

Tabela 20. Harmonogram planowanej wymiany floty

Autobus	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Wariant 0								
BEV – suma	0	0	32	11	0	0	37	29
MINI								
MIDI								
MAXI			23	11				
MEGA 15								
MEGA 18			9				37	29
FCEV – suma	0	0	0	0	20	0	13	0
MINI								
MIDI								
MAXI					7			
MEGA 15								
MEGA 18					13		13	
INNE (suma pojazdów z innymi napędami)	0	0	263	74	0	39	0	32
Udział pojazdów zeroemisyjnych w całej flocie	2,6%	2,6%	9,0%	10,0%	13,5%	13,5%	22,4%	27,6%
Wariant 1								
BEV – suma	0	88	32	11	5	0	0	0
MINI								
MIDI								

Autobus	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
MAXI		52	23	11				
MEGA 15								
MEGA 18		36	9		5			
FCEV – suma	0	0	0	0	20	0	0	0
MINI								
MIDI								
MAXI								
MEGA 15								
MEGA 18					20			
INNE (suma pojazdów z innymi napędami)	0	0	263	38	0	0	34	61
Udział pojazdów zeroemisyjnych w całej flocie	2,6%	20,2%	26,6%	25,6%	30,1%	30,1%	30,1%	30,1%
Wariant 2								
BEV – suma	0	0	32	47	18	39	37	29
MINI								
MIDI								
MAXI			23	44	7	12		
MEGA 15								
MEGA 18			9	3	11	27	37	29
FCEV – suma	0	0	0	0	2	0	13	32
MINI								
MIDI								
MAXI								32
MEGA 15								
MEGA 18					2		13	
INNE (suma pojazdów z innymi napędami)	0	0	263	38	0	0	0	0
Udział pojazdów zeroemisyjnych w całej flocie	2,6%	2,6%	9,0%	16,4%	19,9%	26,9%	35,8%	46,6%

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

2.3. Linie wybrane do obsługi taborem zeroemisyjnym

W zakresie alokacji autobusów zeroemisyjnych powinny zostać uwzględnione aspekty techniczne takie jak lokalizacja obecnie funkcjonujących ładowarek, funkcjonowanie komunikacji tramwajowej, która umożliwia przyłączenie się do sieci bez konieczności budowy przyłącza do ładowarki (w przypadku autobusów elektrycznych) czy o dużej liczbie brygad w przypadku linii miejskich. Przy wprowadzeniu autobusów elektrycznych ważna jest również synchronizacja rozkładu jazdy z harmonogramem ładowania (odpowiednie przerwy pomiędzy kursami), tak aby uniknąć całkowitego rozładowania baterii autobusu na trasie lub wzajemnej blokady dostępu do ładowarki przez pojazdy. W przypadku wybrania wariantu z ładowaniem pojazdów poza terenem bazy operatora, autobusy zeroemisyjne powinny obsługiwać linie, które mają wspólny przystanek końcowy z innymi liniami (zwiększenie stopnia wykorzystania infrastruktury ładowania oraz zmniejszenie nakładów inwestycyjnych na jej budowę). Ważnym aspektem przy elektryfikacji linii autobusowych będzie też stworzenie spójnej sieci buspasów w celu zmniejszenia zużycia energii elektrycznej przez autobusy i ich efektywniejsze wykorzystanie.

Przy wyborze linii ważnym aspektem jest też wymiar środowiskowy – autobusy zeroemisyjne charakteryzują się niższą emisją hałasu oraz nie emitują spalin. Stanowi to ważny argument, przemawiający za tym, aby pojazdy takie obsługiwały obszary ścisłego centrum miasta, obszary o wysokiej gęstości zaludnienia i zabudowy czy węzły przesiadkowe. Powinny też zostać uwzględnione aspekty społeczne, tj. liczba potencjalnych pasażerów obsługiwanych przez nowy tabor autobusowy, liczba mieszkańców i turystów oraz potencjalny wzrost zainteresowania komunikacją miejską po wprowadzeniu autobusów zeroemisyjnych.

Wybrane linie komunikacyjne nie powinny przebiegać też przez drogi, na których obowiązuje zakaz ruchu pojazdów o wysokości przekraczającej wysokość autobusu zeroemisyjnego (ok. 3,2–3,4 m – zakazy takie występują często na odcinkach dróg przebiegających pod wiaduktami lub z siecią trakcyjną). Najniższe wiadukty we Wrocławiu znajdują się nad al. Boya-Żeleńskiego, ul. Trzebnicką (według znaku wysokość 3,1 metra) oraz ul. Wyścigową (ze względu na konstrukcję – nad prawym pasem 3,3 m, na lewym pasie 3,8 m). Dodatkowo, dla pewności, podczas przeprowadzania analizy w 2018 roku przeprowadzono pomiary, które potwierdziły wysokość wiaduktów. Przy wyborze linii autobusowych do elektryfikacji uwzględniono:

- w pierwszej kolejności wybrano linie, które mają zostać zelektryfikowane w efekcie zakupu pojazdów elektrycznych w ramach programu „Zielony Transport Publiczny”,
- strukturę i wiek wymienianego taboru – wymiana autobusów na pojazdy zeroemisyjne nie powinna prowadzić do wycofania młodszych pojazdów, np. klasy MEGA18,
- lokalizację obecnie funkcjonujących ładowarek oraz możliwość posadowienia nowych na terenach pętli,
- funkcjonowanie komunikacji tramwajowej – celem zmniejszenia nakładów inwestycyjnych,
- linie o dużej liczbie brygad – pozwala to zmaksymalizować przebieg pojazdów zeroemisyjnych, wykorzystanie pantografowych stacji ładowania oraz zamówionej mocy.
- wyniki poprzednich analiz kosztów i korzyści.

Pominięto przy tym linie nocne ze względu na oszczędności z tytułu ładowania w taryfie nocnej, jak i konieczności uzupełnienia energii w procesie wolnego ładowania. W miarę możliwości uwzględniono postulaty strony społecznej zgłaszane przy konsultacjach poprzedniej analizy kosztów i korzyści.

W trakcie przygotowania analizy autobusy elektryczne eksploatowano na linii K. W pierwszej kolejności do elektryfikacji (horyzont 2025 roku) założono linie 106 oraz 129, które mają zostać

zelektryfikowane w ramach złożonego projektu do programu „Zielony Transport Publiczny”. Dodatkowo zakłada się elektryfikację linii 319 oraz 142 ze względu na lokalizacje obecnie funkcjonujących ładowarek na terenie zajezdni oraz pętli przy ul. Kamieńskiego. Pozostałe linie komunikacyjne będą potrzebowały wybudowania nowej infrastruktury do ładowania. Zelektryfikowana powinna zostać linia 148, która ma wspólną pętlę z linią 106 oraz obsługuje dworzec kolejowy Wrocław Główny. Będzie to wymagało posadowienia nowej ładowarki przy ul. Dworcowej. Zelektryfikowane powinny zostać także linie 124, 128, 134, 143. Wszystkie wskazane linie posiadają przynajmniej jedną pętlę w pobliżu sieci tramwajowej (linie 124, 128, 134 – Nowy Dwór, 143 – Sępolno). Przez autobusy elektryczne może być obsługiwana linia 127, która jest jedną z linii z największą liczbą ekspediowanych autobusów (12 autobusów klasy MAXI), a także obsługuje rozwijające się osiedla (Partynice). Posadowienie ładowarki na pętli Zwycięska będzie wiązała się z koniecznością przebudowy pętli i dodatkowymi kosztami. Łącznie do obsługi niniejszych linii powinno zostać zakupionych 88 pojazdów – 36 klasy MEGA18 i 52 klasy MAXI. Pozwoli to na spełnienie wymogu posiadania 20% (100 pojazdów) autobusów zeroemisyjnych do obsługi komunikacji miejskiej i podmiejskiej.

Od września 2025 roku ma nastąpić częściowa elektryfikacja linii aglomeracyjnych uruchamianych przez Gminę Wrocław we współpracy z Gminą Czernica, Gminą Długotęka oraz Wisznia Mała na podstawie porozumień międzygminnych. Do elektryfikacji wybrano linie: 115, 120, 121, 904, 911, 914, 920, 921, 924, 928, 930, 931, 944, 945, 961, 964. W listopadzie 2025 roku ma nastąpić także częściowa elektryfikacja linii aglomeracyjnych uruchamianych przez Gminę Wrocław z Gminą Miękinia. Po wybraniu i podpisaniu nowej umowy z operatorem planowana jest elektryfikacja linii 101, 104, 123, 327¹⁹, 923, 938. Do obu zadań zostać powinno skierowane 16 autobusów elektrycznych klasy MAXI.

Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1289 z późn. zm.) zakłada wymóg posiadania 30% autobusów zeroemisyjnych do obsługi komunikacji miejskiej i podmiejskiej w 2028 roku. W tym roku zakłada się elektryfikację linii 146, która ma wspólną pętlę (Gaj) z linią K obsługiwaną autobusami elektrycznymi. Zelektryfikowane powinny zostać także linie A, 102, 111, 116. Linie A, 102 charakteryzują się dużą liczbą ekspediowanych autobusów (10-11 pojazdów), a także bliskością przynajmniej jednej pętli w pobliżu sieci tramwajowej (A – Krzyki, 102 – pl. Jana Pawła II i Kosmonautów (pętla)). Za elektryfikację linii 111 przemawia wspólna pętla z linią 143 (Kminkowa), która jest przeznaczona do wcześniejszej obsługi autobusami zeroemisyjnymi. Elektryfikacja linii A i 116 jest uzależniona od modernizacji wiaduktu kolejowego nad al. Boya-Żeleńskiego. Łącznie do obsługi niniejszych linii powinny zostać zakupione 52 pojazdy – 34 klasy MEGA18 i 18 klasy MAXI. Pozwoli to na spełnienie wymogu posiadania 30% (169 pojazdów) autobusów zeroemisyjnych do obsługi komunikacji miejskiej i podmiejskiej. W przypadku zmiany struktury i wieku taboru autobusowego, w miarę możliwości technicznych infrastruktury oraz pojazdów, sugeruje się uwzględnienie postulatów strony społecznej zgłaszającej elektryfikację linii: D, N, 126, 136 oraz 130, 144 po przebudowie wiaduktów nad ul. Trzebnicką oraz al. Boya-Żeleńskiego.

Tabela 21. Etapy elektryfikacji linii autobusowych

Linie	Horyzont przed 2025	Horyzont po 2025	Horyzont po 2028
K	PEŁNA		
106		PEŁNA	
124		CZĘŚCIOWA	PEŁNA

¹⁹ Linia planowana do uruchomienia.

Linie	Horyzont przed 2025	Horyzont po 2025	Horyzont po 2028
127		PEŁNA	
128		PEŁNA	
129		PEŁNA	
134		PEŁNA	
142		PEŁNA	
143		CZĘŚCIOWA	PEŁNA
148		PEŁNA	
319		PEŁNA	
102			PEŁNA
A*			PEŁNA
111			PEŁNA
116*			PEŁNA
146			PEŁNA
115		CZĘŚCIOWA	CZĘŚCIOWA
120		CZĘŚCIOWA	CZĘŚCIOWA
121		CZĘŚCIOWA	CZĘŚCIOWA
904		CZĘŚCIOWA	CZĘŚCIOWA
911		CZĘŚCIOWA	CZĘŚCIOWA
914		CZĘŚCIOWA	CZĘŚCIOWA
920		CZĘŚCIOWA	CZĘŚCIOWA
921		CZĘŚCIOWA	CZĘŚCIOWA
923		CZĘŚCIOWA	CZĘŚCIOWA
924		CZĘŚCIOWA	CZĘŚCIOWA
928		CZĘŚCIOWA	CZĘŚCIOWA
930		CZĘŚCIOWA	CZĘŚCIOWA
931		CZĘŚCIOWA	CZĘŚCIOWA
944		CZĘŚCIOWA	CZĘŚCIOWA
945		CZĘŚCIOWA	CZĘŚCIOWA
961		CZĘŚCIOWA	CZĘŚCIOWA

Linie	Horyzont przed 2025	Horyzont po 2025	Horyzont po 2028
964		CZĘŚCIOWA	CZĘŚCIOWA
101		CZĘŚCIOWA	CZĘŚCIOWA
104		CZĘŚCIOWA	CZĘŚCIOWA
123		CZĘŚCIOWA	CZĘŚCIOWA
327**		CZĘŚCIOWA	CZĘŚCIOWA
938		CZĘŚCIOWA	CZĘŚCIOWA

*- elektryfikacja linii uzależniona od modernizacji wiaduktu kolejowego nad al. Boya-Żeleńskiego.

** - linia planowana do uruchomienia.

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

Na podstawie powyżej wybranych linii wskazano lokalizacje stacji ładowania pantografowego, które przedstawiono w poniższej tabeli.

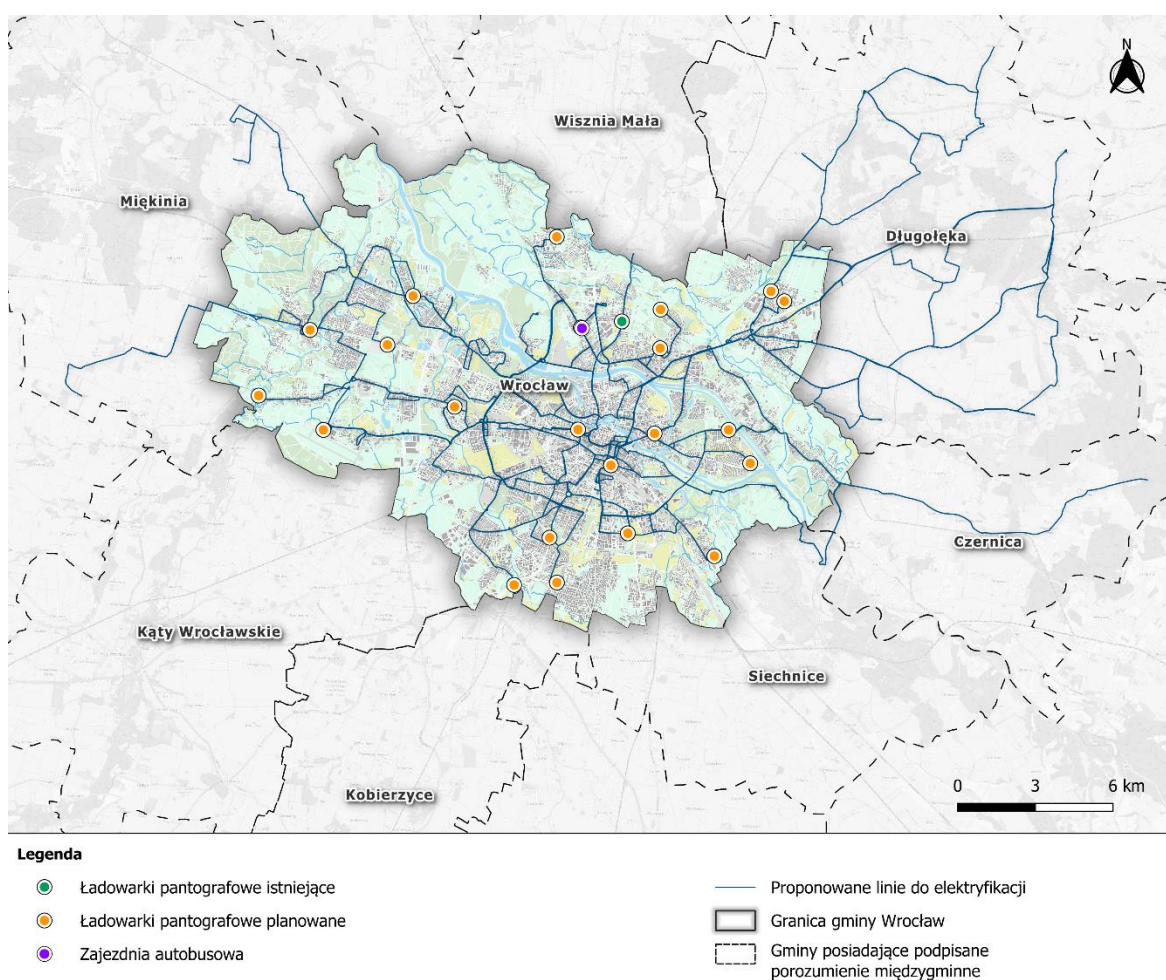
Tabela 22. Proponowane lokalizacje stacji ładowania pantografowego

Lokalizacja	Linie
Kamieńskiego (Pętla)	K, 319 (opcjonalnie)
Port Lotniczy	106, 129
Nowy Dwór (Pętla)	124, 128, 134
Księża Wielkie	124, 134
Kozia	127
Zwycięska	127
Zakrzów	128
Jarnottów	142
Klecina (st. kolejowa)	319 (opcjonalnie)
Sępólno	143
Kminkowa	111, 143
Osiedle Sobieskiego	111
Leśnica	148
Dw. Główny (Dworcowa)	148, 106 (awaryjnie)
Pl. Jana Pawła II	102
Kosmonautów (szpital)	102
Pl. Grunwaldzki	116

Lokalizacja	Linie
Sottysowice	116
Krzyki	A
Koszarowa (szpital)	A
Gaj (pętla)	K (awaryjnie), 146
Bartoszewice	146

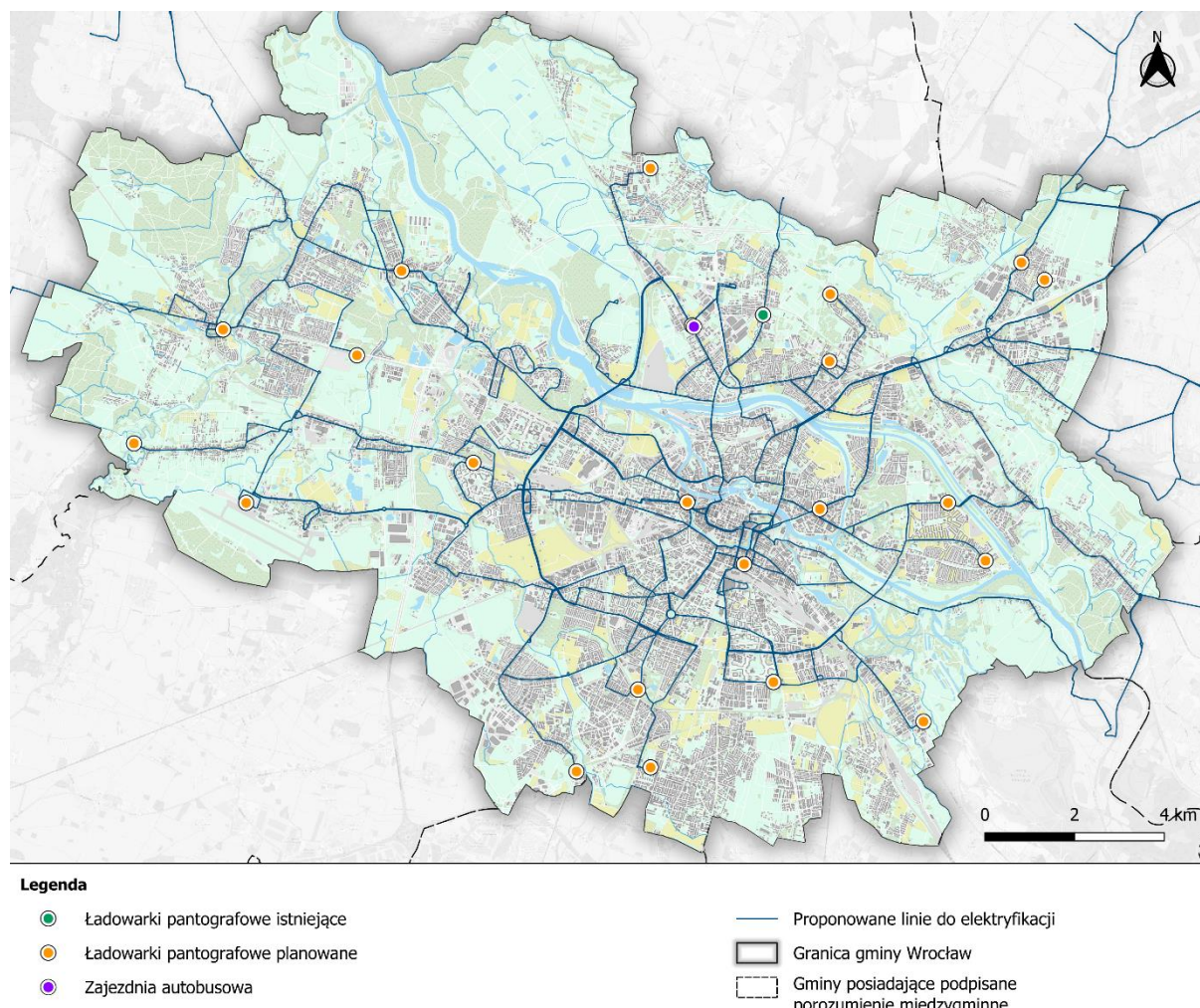
Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

Mapa 6. Elektryfikacja linii autobusowych oraz lokalizacja punktów ładowania w przypadku opłacalności przedsięwzięcia lub pozyskania zewnętrznego dofinansowania



Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

Mapa 7. Elektryfikacja linii autobusowych oraz lokalizacja punktów ładowania w przypadku opłacalności przedsięwzięcia lub pozyskania zewnętrznego dofinansowania – zbliżenie na Gminę Wrocław



Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

W związku z zastosowaniem autobusów elektrycznych akumulatorowych obliczono szacunkową wymaganą pojemność akumulatora w celu obsługi linii. Na podstawie danych MPK Wrocław, dotyczących długości 1 kursu linii, obliczono zużycie energii na 2 parach kursów w kWh. Przy obliczeniach zużycia energii założono zużycie energii na poziomie 1,5 kWh/km dla autobusów MAXI oraz 2,0 kWh dla autobusów MEGA18 (w zużyciu uwzględniono włączone ogrzewanie lub klimatyzację, które są wykorzystywane przez większość roku i powodują podwyższenie zużycia energii). Następnym krokiem było obliczenie czasu ładowania z wykorzystaniem ładowarki pantografowej o mocy 400 kW²⁰ przy założeniu sprawności energetycznej na poziomie 90%. Założona moc ładowarki pozwala na uzupełnienie energii utraconej podczas jazdy w czasie od 9 do 23 minut w przypadku autobusów o długości 12 metrów oraz od 11 do 31 minut w przypadku autobusów przegubowych. Zastosowanie słabszych ładowarek spowoduje wydłużenie ładowania i konieczność wydłużenia postojów na przystankach końcowych. Ładowarki o mocy na poziomie 400 kW zostały zastosowane także w Szczecinie, Warszawie i Toruniu, a w przypadku Poznania zastosowano najmocniejsze i najszybsze ładowarki w Europie o mocy ok. 540 kW. Według Wrocławskiej Strategii Elektromobilności na każdym przystanku końcowym linii komunikacyjnej,

²⁰ Z wyjątkiem linii 143, dla której wybrano ładowarki 540 kW ze względu na najdłuższy przebieg spośród wybranych linii i długość ładowania dochodzącą do 40 minut w przypadku autobusów przegubowych.

obsługiwaną taborem zeroemisyjnym, w miarę możliwości i uwarunkowań przestrzennych należy dążyć do zapewnienia ładowarki pantografowej dedykowanej pojazdom każdej linii.

Kolejnym krokiem było obliczenie proponowanej pojemności baterii. Założono, że bateria powinna posiadać 30-procentową rezerwę pojemności w celu uniknięcia całkowitego jej rozładowywania oraz zachowania zapasowej energii na sytuacje awaryjne. Zwykle pojemność akumulatorów jest ujednolicona do obsługi każdej linii, więc powinna ona wystarczyć do użycia na najdłuższej linii. Optymalna wielkość akumulatora w autobusach MAXI powinna wynosić minimum ok. 180 kWh oraz ok. 240 kWh w autobusach klasy MEGA18, a w przypadku autobusów na linii 143 – odpowiednio ok. 250 kWh oraz 330 kWh. Do ładowania wolnego powinny zostać wykorzystane ładowarki jednostanowiskowe o mocy min. 50 kW lub dwustanowiskowe o mocy min. 100 kW (dla autobusów linii 143 – jednostanowiskowe o mocy min. 80 kW). Przy sprawności energetycznej na poziomie 90% i wykorzystaniu mocy na poziomie 50 kW ładowanie powinno trwać maksymalnie około 4-5 godzin, co pozwala na swobodne doładowanie autobusu w godzinach nocnych. Zużycie energii na liniach komunikacyjnych zostało przedstawione w poniższej tabeli.

Tabela 23. Zużycie energii na liniach komunikacyjnych

Linia	Długość kursu	Długość 2 par kursów	Zużycie energii na 2 parach kursów w kWh		Czas szybkiego ładowania w min.		Pojemność baterii w kWh	
			Autobus MAXI	Autobus MEGA18	Autobus MAXI	Autobus MEGA18	Autobus MAXI	Autobus MEGA18
A	16,20	64,80	97,20	129,60	16,20	21,60	126,36	168,48
K	15,00	60,00	90,00	120,00	15,00	20,00	117,00	156,00
102	19,10	76,40	114,60	152,80	19,10	25,47	148,98	198,64
106	15,30	76,40	114,60	152,80	19,10	25,47	148,98	198,64
111	21,10	84,40	126,60	168,80	21,10	28,13	164,58	219,44
116	8,80	35,20	52,80	70,40	8,80	11,73	68,64	91,52
124	16,70	66,80	100,20	133,60	16,70	22,27	130,26	173,68
127	20,50	82,00	123,00	164,00	20,50	27,33	159,90	213,20
128	19,20	76,80	115,20	153,60	19,20	25,60	149,76	199,68
129	22,30	89,20	133,80	178,40	22,30	29,73	173,94	231,92
134	16,80	67,20	100,80	134,40	16,80	22,40	131,04	174,72
142	20,50	82,00	123,00	164,00	20,50	20,25	159,90	213,20
143	31,20	124,80	187,20	249,60	23,11	30,81	243,36	324,48
146	11,30	45,20	67,80	90,40	11,30	15,07	88,14	117,52
148	16,40	65,60	98,40	131,20	16,40	21,87	127,92	170,56
319	21,90	87,60	131,40	175,20	21,90	29,20	170,82	227,76
						MAX	243,36	324,48

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

W przypadku eksploatacji autobusów elektrycznych z wodorowymi ogniwami paliwowymi przyjęto te same linie jak w przypadku autobusów elektrycznych akumulatorowych, ze względu na porównywalność wariantów oraz strukturę wiekową taboru. Porównywalny zasięg autobusów elektrycznych z wodorowymi ogniwami paliwowymi do autobusów konwencjonalnych oraz brak infrastruktury ładowania na pętlach pozwala na większą elastyczność w ich eksploatacji. W pierwszej kolejności autobusy tankowane wodorem powinny obsługiwać linię 143, która charakteryzuje się najdłuższą długością kursu wśród wybranych linii i długim czasem ładowania. W przypadku braku możliwości posadowienia ładowarki na pętli Kminkowa, ze względu na wodoryzację linii 143, warto rozważyć eksploatację autobusów elektrycznych z wodorowymi ogniwami paliwowymi na linii 111. Ponadto ewentualny brak możliwości instalacji ładowarki na pętli Jerzmanowo ze względu na status właścicielski gruntów predysponuje linię 142 do potencjalnego wykorzystania autobusów tankowanych wodorem. Linie 111 i 142 charakteryzują się też jednymi z najdłuższych długości kursów wśród wybranych linii. Przy planowanym wykorzystaniu autobusów z wodorowymi ogniwami paliwowymi warto też uwzględnić postulaty strony społecznej zgłaszającej elektryfikację linii: 112, 113 oraz 133. Wskazane linie charakteryzują się długimi trasami i wysokim narażeniem na potencjalne opóźnienia, co mogłoby wpłynąć na harmonogram ładowania pojazdów, a w przypadku linii 133 wybrane przystanki końcowe znajdują się na terenie centrów handlowych, co może powodować problemy z instalacją ładowarki pantografowej. Warto też rozważyć wykorzystanie autobusów z wodorowymi ogniwami paliwowymi na linii 110 po realizacji I etapu budowy trasy tramwajowo-autobusowej w kierunku Jagodna.

3. Analiza finansowo-ekonomiczna

3.1. Ocena sytuacji finansowej miasta i wpływu programu wymiany pojazdów na jej stabilność

Finansowanie przewozów komunikacji miejskiej we Wrocławiu odbywa się na podstawie rocznego wynagrodzenia operatorów zabezpieczonego w budżecie Gminy Wrocław oraz w Wieloletniej Prognozie Finansowej. Wynagrodzenie jest przeznaczone m.in. na pokrycie niezbędnych kosztów przy realizacji przewozów, wykorzystaniu i utrzymaniu infrastruktury technicznej oraz kosztów finansowych z uwzględnieniem podatku dochodowego w wysokości stawki określonej w umowie.

Analizując budżety Gminy Wrocław w latach 2021–2024, zauważyć można, że każdego roku odnotowano dodatni wynik budżetu operacyjnego (występuje nadwyżka dochodów bieżących nad wydatkami bieżącymi). Warto dodać, że dochody majątkowe miasta Wrocław pozwalają w dużym stopniu na pokrycie wydatków majątkowych, pomimo tego w skali całego budżetu odnotowywany jest deficyt budżetowy. W ostatnich latach prowadzono kapitałochłonne inwestycje, takie jak np. budowa trasy autobusowo-tramwajowej na osiedle Nowy Dwór czy budowa trasy tramwajowej na osiedle Popowice. W konsekwencji odnowa taboru na zeroemisyjny wymagałaby zmiany priorytetów inwestycyjnych (m.in. w rozwój sieci tramwajowej), zaciągnięcia kredytu lub skorzystania z dofinansowania zewnętrznego w celu zmniejszenia wkładu własnego w nakładach inwestycyjnych na autobusy zeroemisyjne.

Tabela 24. Budżet Gminy Wrocław w latach 2021–2024 [mln zł]

Lp.	Pozycja	Wykonanie w latach			Plan na 2024 r.
		2021	2022	2023	
1	Dochody budżetu Miasta w tym:	6 193,6	6 147,4	6 378,6	6 721,0
1a	dochody bieżące	5 635,2	5 521,5	5 814,3	6 293,9
1aa	lokalny transport zbiorowy	132,6	177,7	195,0	224,5
1b	dochody majątkowe	584,0	626,0	564,3	427,1
2	Wydatki budżetu Miasta w tym:	6 010,3	6 552,8	6 997,3	7 036,0
2a	wydatki bieżące	4 990,0	5 329,4	5 789,2	6 144,5
2aa	lokalny transport zbiorowy	570,3	594,9	693,8	776,4
2b	wydatki majątkowe na lokalny transport zbiorowy	30,5	107,0	108,2	72,4
3	Nadwyżka/deficyt budżetu Miasta	183,3	-405,4	- 598,7	-315,0
4	Deficyt/nadwyżka operacyjna	645,2	192,1	25,1	149,4

Lp.	Pozycja	Wykonanie w latach			Plan na 2024 r.
		2021	2022	2023	
5	Finansowanie w tym:	339,5	574,8	784,1	315,0
5a	przychody	591,5	934,3	1 019,9	647,8
5b	rozchody	252,0	359,5	235,8	332,8

Źródło: Opracowanie własne na podstawie sprawozdań budżetowych.

3.2. Ocena sytuacji finansowej podmiotu odpowiedzialnego za realizację usług transportowych

Ze względu na model organizacji stosowany przez Gminę Wrocław (udzielanie zamówień na świadczenie usług publicznego transportu zbiorowego poprzez zawieranie umów z podmiotem wewnętrznym, a także organizację postępowań przetargowych), w niniejszym podrozdziale opisano jedynie sytuację finansową operatorów o charakterze podmiotów wewnętrznych. W przypadku operatorów zewnętrznych (np. Kłosok Sp. z o.o.) czy podwykonawców (np. Mobilis Sp. z o.o.) wymagania dotyczące taboru opisywane są przez organizatora w trakcie procedury przetargowej. Oznacza to, że sytuacja finansowa operatorów prywatnych nie jest tak istotna w kontekście wymiany taboru autobusowego na zeroemisyjny, jak w przypadku operatorów będących podmiotami wewnętrznymi. Możliwe modele nabywania pojazdów przez operatorów prywatnych zostały opisane w następnym podrozdziale.

We Wrocławiu jedynym operatorem o statusie podmiotu wewnętrznego jest MPK Wrocław Sp. z o.o. W latach 2021–2023 przychody spółki ze sprzedaży usług wzrosły z 464,3 do 587,7 mln zł, przy kosztach, które zwiększyły się z 535,8 do 668,2 mln zł. W tym okresie spółka nie odnotowywała dodatniego wyniku finansowego. Ponościła ona stratę w wysokości od 55 do 81 mln zł. Przy takiej kondycji finansowej spółki możliwa jest odnowa posiadanego taboru i inwestycje przy określonej polityce właścicielskiej i wsparciu Miasta, realizując projekty ze współfinansowaniem ze środków UE lub finansowania zewnętrznego od instytucji finansujących.

Tabela 25. Rachunek zysków i strat MPK Wrocław w wariantcie porównawczym [tys. PLN]

Pozycja	2021	2022	2023
Przychody ze sprzedaży	464 292,0	550 550,2	587 653,3
Koszty działalności operacyjnej	535 811,5	615 438,1	668 234,1
Zysk/strata ze sprzedaży	-71 519,5	-64 887,9	-80 580,7
Pozostałe przychody operacyjne	26 546,0	30 549,8	40 372,9
Pozostałe koszty operacyjne	4 828,3	5 919,9	7 463,6
Zysk/strata na działalności operacyjnej	-49 801,9	-40 258,0	-47 671,4

Pozycja	2021	2022	2023
Przychody finansowe	71,4	1 861,5	4 819,2
Koszty finansowe	5 169,9	27 680,2	38 288,9
Podatek dochodowy	129,0	-245,1	87,5
Zysk/strata netto	-55 029,3	-65 831,5	-81 228,5

Źródło: Rachunek zysków i strat spółki MPK Wrocław za rok obrotowy 2021, 2022 i 2023.

3.3. Dostępne i preferowane modele nabycia pojazdów elektrycznych/wodorowych

Do czasu przygotowania analizy, we Wrocławiu nabywanie pojazdów autobusowych realizowane było przez operatora – MPK Wrocław, który pozyskiwał nowe autobusy na olej napędowy lub wykorzystujące energię elektryczną magazynowaną w akumulatorach. Jednak, jak wspomniano w poprzednim podrozdziale, wypracowany poziom zysku przez operatora nie pozwala na prowadzenie znacznych inwestycji w odnowę posiadanego taboru, tym bardziej na zakup nowych pojazdów zeroemisyjnych. W konsekwencji operatorzy przy zakupach nowego taboru często korzystają z finansowania zewnętrznego w postaci leasingu lub dzierżawy pojazdów w zależności od długości kontraktu. W przypadku MPK Wrocław stosowana jest dzierżawa pojazdów (do czasu sporządzenia analizy – autobusów zasilanych olejem napędowym), a także korzysta się z unijnego i krajowego dofinansowania.

Nabywanie pojazdów jest też możliwe poprzez jednostkę samorządu terytorialnego, która może skorzystać z własnych środków budżetowych lub finansowania zewnętrznego w formie leasingu czy dzierżawy. Niemniej samorządy korzystają bardzo rzadko z takiej formy finansowania zewnętrznego, a zakup z własnych środków budżetowych musiałby spowodować ograniczenie innych wydatków majątkowych. Częściej spotykanym rozwiązaniem jest pozyskiwanie nowego taboru z wykorzystaniem środków unijnych, umożliwiających sfinansowanie projektu do 70% kosztów kwalifikowanych przedsięwzięcia. Nabyty przez samorząd tabor autobusowy może zostać przekazany operatorowi nieodpłatnie na podstawie umowy o świadczenie usług publicznych albo na podstawie innej umowy nieodpłatnej (np. użyczenia) lub odpłatnej (np. najmu albo dzierżawy). Czas obowiązywania takiej umowy nie może być dłuższy niż czas obowiązywania umowy o świadczenie usług publicznych. Konieczne jest wówczas wyraźne powiązanie zawieranej umowy z zawartą przez JST z operatorem umową o świadczenie usług publicznych. Eksploatacja autobusów zeroemisyjnych jest także możliwa dzięki wyborowi operatora zewnętrznego, który będzie zobowiązany do świadczenia usług publicznego transportu zbiorowego takiego typu pojazdami. Wskazane rozwiązanie będzie funkcjonowało we Wrocławiu od 2025 r. na części linii miejskich i aglomeracyjnych.

Przy wszystkich wskazanych powyżej formach finansowania zakupu należy pamiętać o wymogu art. 68a ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1289 z późn. zm.). Nie dotyczy to umów, które nie zakładają wykupu najmowanych, dzierżawionych, leasingowanych pojazdów.

3.4. Dotychczasowy przebieg procesu wymiany pojazdów zeroemisyjnych w latach 2021–2024

W ostatnich latach we Wrocławiu podejmowano szereg działań związanych z wymianą pojazdów na zeroemisyjne. W 2023 r. do MPK Wrocław dostarczono 13 autobusów elektrycznych bateryjnych klasy MEGA18 razem z infrastrukturą ładowania na zajezdni MPK oraz przy pętli Kamieńskiego (Pętla). Zakup został sfinansowany ze środków programu priorytetowego „Zielony Transportu Publiczny (faza I)”.

W trakcie przygotowywania niniejszej analizy w realizacji był projekt pn. „Dostawa autobusów zeroemisyjnych wraz z wykonaniem niezbędnej infrastruktury technicznej dla MPK Sp. z o.o. we Wrocławiu”. Projekt zakłada zakup 9 autobusów klasy MEGA18 oraz 12 autobusów klasy MAXI do obsługi linii 106 i 129 oraz budowę infrastruktury ładowania (2 ładowarki pantografowe przy pętli Port Lotniczy, ładowarka pantografowa szybkiego ładowania, 13 ładowarek plug-in oraz 9 stanowisk wolnego ładowania w formie kopuły kontaktowej na tzw. bramownicy na terenie zajezdni przy ul. Obornickiej). Zakup zostanie sfinansowany ze środków programu priorytetowego „Zielony Transportu Publiczny (faza III)”.

We wrześniu 2024 r. Urząd Miejski podpisał dwie umowy z konsorcjum firm Kłosok-Jutrans oraz 5 umów z konsorcjum firm Benedykt Nowak – Nowak Transport na świadczenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego organizowanego przez Gminę Wrocław na terenie Wrocławia oraz Gmin Wisznia Mała, Długołęka i Czernica. Kontrakt zakłada użytkowanie 11 autobusów elektrycznych klasy MAXI z opcją rozszerzenia o 2 kolejne pojazdy w trakcie trwania umowy. W ramach umowy będą eksploatowane 4 autobusy Mercedes-Benz eCitaro oraz 7 autobusów SOR NS12 electric.

3.5. Nakłady inwestycyjne

Na podstawie analizy rynkowej przeprowadzonej w poprzednim rozdziale oraz określonych wariantów inwestycyjnych, obliczono nakłady inwestycyjne na autobusy zeroemisyjne i infrastrukturę ładowania. Najniższe odnotowano w wariantcie W0 – 879,4 mln zł. W wariantcie W1 łączne nakłady inwestycyjne wyniosły 921,5 mln zł, a w wariantcie W2 – 1,3 mld zł.

W poniższej tabeli przedstawiono nakłady inwestycyjne w poszczególnych wariantach z uszczegółowieniem nakładów na tabor i infrastrukturę. Rok 2023 nie jest uwzględniony w analizie finansowej, jednakże został przedstawiony zgodnie z wytycznymi Ministerstwa Klimatu i Środowiska. W każdym z wariantów uwzględniono konieczność poniesienia dodatkowych nakładów inwestycyjnych na budowę nowej zajezdni autobusowej, która pozwoli na obsługę większej liczby pojazdów zeroemisyjnych.

Tabela 26. Nakłady inwestycyjne na wymianę autobusów w wariantach inwestycyjnych

Opis	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Nakłady [tys. PLN]								
Wariant 0								
w tym:								
tabor	0	0	105 490	33 880	96 440	0	216 234	111 650
infrastruktura	0	0	30 113	11 123	200 000	0	39 257	35 163

Opis	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Nakłady [tys. PLN] Wariant 1 w tym:	0	394 988	133 763	42 533	345 998	0	0	0
tabor	0	298 760	105 490	33 880	132 765	0	0	0
infrastruktura	0	96 227	28 273	8 653	217 433	0	0	0
Nakłady [tys. PLN] Wariant 2 w tym:	0	0	132 863	193 383	294 362	189 150	245 341	238 030
tabor	0	0	105 490	147 070	75 262	140 910	216 235	215 217
infrastruktura	0	0	27 373	46 313	219 100	48 240	29 106	22 813

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

3.6. Nakłady odtworzeniowe

Analizując wszystkie warianty inwestycyjne, wzięto pod uwagę ponoszenie nakładów o charakterze odtworzeniowym. Nakłady te mają na celu utrzymanie poziomu świadczonych usług transportu publicznego we Wrocławiu. W pierwszej kolejności wymianie poddano najstarsze autobusy firmy Mercedes. W nakładach odtworzeniowych uwzględniono też daty zakończenia kontraktów na obsługę komunikacji międzygminnej, podwykonawców, umów dzierżawy i leasingu pojazdów, co będzie wiązało się z wymianą taboru (wybraniem innego operatora lub koniecznością spełnienia przez autobusy wymogów wiekowych i odpowiednich norm emisji). Ze względu na krótki horyzont analizy nie brano pod uwagę konieczności wymiany akumulatorów w autobusach elektrycznych lub ogniw paliwowych w autobusach wykorzystujących energię elektryczną i wodór po 8 latach eksploatacji. Łącznie nakłady odtworzeniowe w wariantcie W0 wyniosły 602,2 mln zł, w wariantcie W1 – 599,4 mln zł, a w wariantcie W2 – 447,4 mln zł. Poniżej przedstawiono harmonogram i nakłady w poszczególnych latach.

Tabela 27. Harmonogram i wysokość nakładów odtworzeniowych w poszczególnych wariantach

Rok	Wariant W0	Wariant W1/W2	
2024	- zł	- zł	- zł
2025	399 332 798,87 zł	399 332 798,87 zł	399 332 798,87 zł
2026	96 638 929,34 zł	48 101 777,00 zł	48 101 777,00 zł
2027	- zł	- zł	- zł
2028	64 414 529,61 zł	- zł	- zł

Rok	Wariant W0	Wariant W1/W2	
2029	- zł	57 758 452,36 zł	- zł
2030	41 815 561,14 zł	94 159 158,60 zł	- zł
Łącznie	602 201 818,96 zł	599 352 186,83 zł	447 434 575,87 zł
Różnica pomiędzy wariantami (W1/W2-W0)		-2 849 632,13 zł	-154 767 243,09 zł

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

3.7. Koszty operacyjne i wartość rezydualna

W analizie finansowo-ekonomicznej brane pod uwagę są także koszty operacyjne. W celu obliczenia prognozowanych kosztów operacyjnych, jakie będą ponoszone przez przewoźnika w kolejnych latach okresu operacyjnego, uwzględniono podstawowe koszty związane z eksploatacją taboru oraz infrastrukturą do obsługi autobusów elektrycznych w wariantach inwestycyjnych. W poniższej tabeli przedstawiono założenia do obliczenia kosztów operacyjnych.

Tabela 28. Założenia kosztów operacyjnych przyjętych do analizy

Pozycja kosztowa	Jednostka	Podstawa	Wartość
Wielkość pracy eksploatacyjnej	wzkm	Dane dotyczące przebiegu użytkowanego taboru (tj. z przejazdami technicznymi) otrzymane od Urzędu Miejskiego Wrocławia oraz planowana praca eksploatacyjna na liniach aglomeracyjnych.	36,2 mln wzkm do 38,1 mln wzkm w 2026 roku i następnych latach. W przypadku modyfikacji związanej z uruchomieniem nowych linii tramwajowych założono, że autobusy z linii, które zostały zastąpiono tramwajem, zostaną skierowane do obsługi rozbudowujących się osiedli i posłużą do wzmocnienia części połączeń, co również sprawi, że praca eksploatacyjna w komunikacji autobusowej pozostanie na tym samym poziomie.
Koszt paliwa	zł/l	Średnia cena hurtowa oleju napędowego netto Orlen SA w 1. połowie 2024 r.	5,06 zł
Koszt paliwa wodorowego	zł/kg	Cena netto na stacjach NESO.	56,10 zł
Koszt napraw i remontów, zużycia materiałów i części zamiennych	zł/km	Dane MPK Wrocław sp. z o.o.	W zależności od rodzaju i typu autobusu. Dla autobusów elektrycznych koszty materiałów i części zamiennych (będące składnikiem kosztów napraw i remontów) obniżone o 15% ze względu na ich mniejszy stopień

Pozycja kosztowa	Jednostka	Podstawa	Wartość
			złożoności (brak skrzyni biegów, mniej skomplikowana budowa silnika, brak konieczności uzupełniania płynów eksploatacyjnych – olejów silnikowych).
Koszt ogumienia	zł/km	Dane MPK Wrocław sp. z o.o.	0,05 zł
Koszt podatków od środków transportowych	pojazd	Uchwała NR LXXV/1918/23 Rady Miejskiej Wrocławia z dnia 23 listopada 2023 r. w sprawie wysokości stawek podatku od środków transportowych.	1 020 zł w przypadku pojazdu z normą emisji spalin EURO 5 i wyższą. 648 zł w przypadku pojazdów posiadających napęd wyłącznie elektryczny lub wodorowy.
Koszt opłat za zanieczyszczenie środowiska	t/zł	Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 4 sierpnia 2023 r. w sprawie wysokości stawek opłat za korzystanie ze środowiska na rok 2024.	W zależności od normy emisji spalin
Koszt ubezpieczeń	zł/poj.	Dane MPK Wrocław sp. z o.o.	5 287,48 zł
Średnie spalanie oleju napędowego	l/100 km	Dane MPK Wrocław sp. z o.o.	W zależności od pojazdu, typu taboru i normy emisji.
Średnie zużycie energii	kWh/100km	Na podstawie doświadczeń innych operatorów oraz testów przeprowadzonych przez MPK Wrocław sp. z o.o.	W zależności od pojazdu, typu taboru.
Średnie zużycie wodoru	kg/100 km	Na podstawie doświadczeń innych operatorów.	W zależności od pojazdu, typu taboru.
Cena energii elektrycznej	zł/kWh zł/ kW zł/m-c	Na podstawie cennika TAURON Dystrybucja i danych MPK Wrocław sp. z o.o.	1,2117 zł/kWh opłata handlowa 200,00 zł/mies.; składnik stały stawki sieciowej 16,83 kW/mies.; składnik opłaty abonamentowej 15,00 zł/mies.
Amortyzacja (liniowa)	% [rok]	Załącznik nr 1 do ustawy z dnia 26 lipca 1991 r. o podatku dochodowym od osób fizycznych (t.j. z. Dz.U. z 2024 r., poz. 226 z późn. zm.).	20% – tabor; 18% – stacja tankowania wodoru; 10% – infrastruktura ładowania i bramownice; 5% – trafostacje

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

Dodatkowo uwzględniono ponoszenie kosztów na bieżącą eksploatację i serwisowanie infrastruktury ładowania na poziomie 10 tys. zł netto za ładowarkę plug-in na rok oraz 15 tys. zł netto za ładowarkę pantografową na rok. W obliczeniach nie uwzględniano wynagrodzeń dla kierowców ze względu na brak wpływu na obliczenia (w wyniku wdrożenia autobusów zeroemisyjnych nie zakłada się zwiększenia zatrudnienia, w konsekwencji kwota wynagrodzeń nie różnicuje wariantów).

Koszty operacyjne w wariantcie W1 generują w ciągu całego okresu analizy 40 mln zł straty. Wynika to z wyższych kosztów zużytej energii elektrycznej oraz kosztów utrzymania odpowiedniej mocy przyłączeniowej niż w wariantcie W0. Lepszy wynik od wariantu W1 osiągnął wariant W2, który charakteryzuje się krótszym czasowo wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych. W poniższej tabeli przedstawiono wartość kosztów operacyjnych w całym okresie analizy.

Tabela 29. Wartość kosztów operacyjnych w okresie analizy

Pozycja	Koszty operacyjne w całym okresie analizy
Koszty operacyjne w wariantcie W0	928 429 112,56 zł
Koszty operacyjne w wariantcie W1	968 441 958,29 zł
Koszty operacyjne w wariantcie W2	944 826 541,35 zł
Różnica pomiędzy wariantami (W1-W0)	-40 012 845,74 zł
Różnica pomiędzy wariantami (W2-W0)	16 397 428,80 zł

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

Ostatnim krokiem przed obliczeniem efektywności ekonomicznej zakupu taboru elektrycznego było wyznaczenie wartości rezydualnej, która jest wartością nieumorzonych środków trwałych (po odliczeniu odpisów amortyzacyjnych), zakupionych w ramach wariantów inwestycyjnych w ostatnim roku analizy. W analizie przyjęto amortyzację liniową według założonych stawek.

Tabela 30. Wartość rezydualna

Pozycja	Wariant W1	Wariant W2
Wartość brutto środków trwałych	721 481 666,67 zł	1 093 130 396,03 zł
Umorzenie środków trwałych	618 349 166,67 zł	561 750 262,54 zł
Wartość rezydualna	103 132 500,00 zł	531 380 133,49 zł

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

3.8. Efektywność finansowa

Wynikiem analizy finansowej jest przedstawienie efektywności finansowej na podstawie przepływów finansowych związanych z nakładami inwestycyjnymi, odtworzeniowymi, wartością rezydualną oraz kosztami operacyjnymi. Do oceny wykorzystuje się wskaźniki FNPV oraz FRR, których wartości zostały przedstawione w poniższej tabeli.

Tabela 31. Efektywność finansowa projektu wymiany taboru na autobusy zeroemisyjne

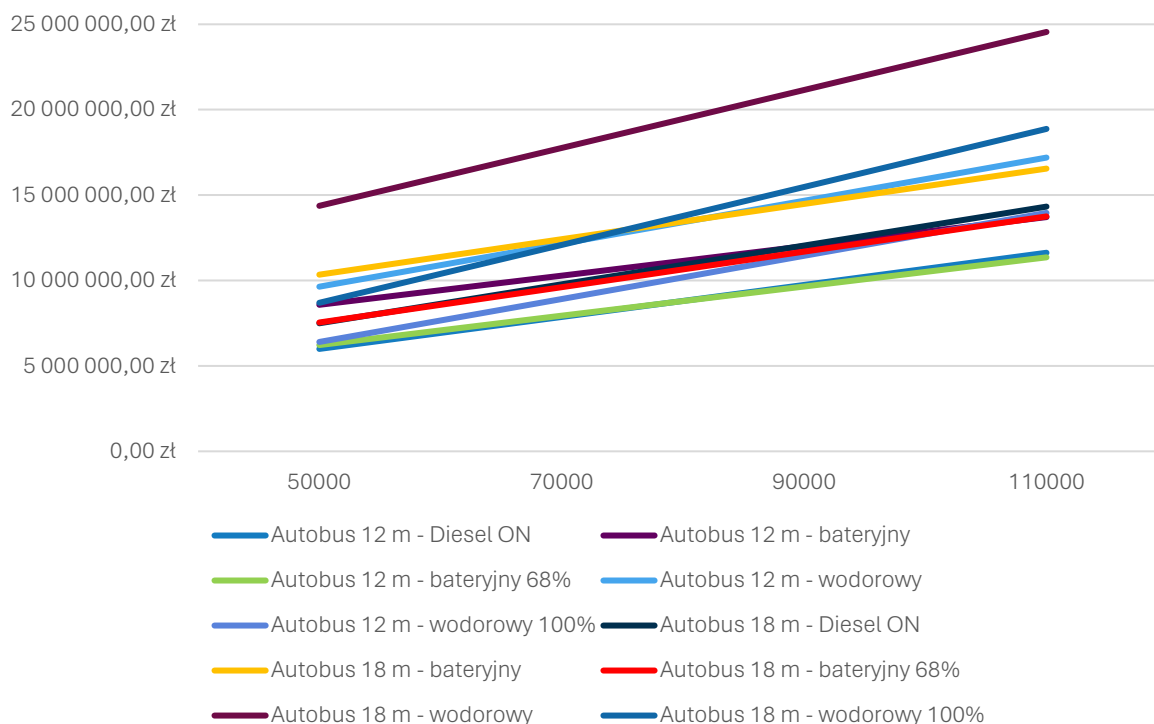
Wskaźnik	Wariant W1	Wariant W2
FNPV	-54 638 579,21	-80 111 672,73
FRR	1,11%	-11,59%

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

Ujemna wartość wskaźnika FNPV w obu wariantach oznacza, że inwestycja w autobusy zeroemisyjne jest nieopłacalna pod względem finansowym. W przypadku wskaźnika FRR jego wartość nie przekroczyła założonej stopy dyskontowej, co oznacza brak opłacalności finansowej inwestycji.

Warto podkreślić, że projekty z zakresu transportu publicznego zwykle nie odnotowują dodatnich wyników FNPV oraz FRR. Ujemna wartość wskaźników wskazuje też, że aktualna wartość przyszłych dochodów nie pokrywa poniesionych kosztów na wymianę taboru (wysoki koszt zakupu pojazdu elektrycznego i infrastruktury względem autobusu z silnikiem napędzanym olejem napędowym). Inwestycja w autobusy elektryczne akumulatorowe będzie korzystna przy poziomie finansowania zewnętrznego na poziomie 68%. W przypadku autobusów elektrycznych z wodorowymi ogniwami paliwowymi nawet przy 100% dofinansowaniu zakupu taboru, koszty eksploatacyjne takich autobusów przewyższą koszt zakupu i eksploatacji autobusu z napędem konwencjonalnym. Minimalny poziom dofinansowania został obliczony na podstawie średnich przebiegów wykonywanych przez pojazdy użytkowane w komunikacji miejskiej we Wrocławiu, zużywanej energii przez pojazdy elektryczne, kosztów inwestycyjnych związanych z przyłączeniem i posadowieniem infrastruktury ładowania, kosztów energii elektrycznej łącznie z kosztami dystrybucji energii oraz społecznej stopy dyskontowej w wysokości 4,5%.

Wykres 1. Zdyskontowane koszty finansowe 15-letnie dla pojazdów



Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

4. Oszacowanie efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla poszczególnych komponentów środowiska naturalnego oraz zdrowia ludzi

Obecnie użytkowane autobusy w komunikacji miejskiej i międzygminnej wykorzystują w większości olej napędowy, co wpływa negatywnie na jakość powietrza i zostało przedstawione w rozdziale 1.6. Spalanie tego paliwa powoduje emisję szkodliwych substancji – głównie tlenków azotu (NO_x), a także, w mniejszym stopniu, cząstek stałych pyłów zawieszonych $\text{PM}_{2,5}$ i PM_{10} , lotnych związków organicznych oraz CO_2 . Zagrożenia związane z emisją każdej z tej substancji przedstawiono poniżej:

- Tlenki azotu (NO_x) – do tej grupy zalicza się tlenek azotu NO oraz bardziej trujący, ale mający mniejszy udział procentowy w tej grupie (ok. 10%)²¹, dwutlenek azotu NO_2 . Za ich emisję odpowiadają głównie pojazdy z silnikami spalinowymi. Tlenki azotu mogą bezpośrednio wpływać na organizmy ludzkie, powodując m.in. problemy z oddychaniem, bóle głowy, zaburzenia funkcjonowania płuc, astmę, podrażnienia oczu, brak apetytu²². Powodują również dewastację ekosystemów wodnych i lądowych, przez co mogą działać zabójczo na żyjące w nich zwierzęta, co wtórnie również wpływa na ludzi.
- Pyły zawieszone ($\text{PM}_{2,5}$ i PM_{10}) – to mieszanina cząstek stałych i ciekłych zawieszonych w powietrzu. $\text{PM}_{2,5}$ to tzw. pył drobny, o średnicach cząstek mniejszych niż $2,5\ \mu\text{m}$. PM_{10} to pył gruby, o średnicach cząstek mniejszych niż $10\ \mu\text{m}$. Jak przeczytać można w fachowych opracowaniach, cząstki pyłu grubego „powstają w sposób mechaniczny, w wyniku ścierania lub kruszenia różnego rodzaju materiałów. Są one zarówno pochodzenia naturalnego – pył mineralny, sól morską – jak i antropogenicznego – ścieranie opon i hamulców. Cząstki te mają duże prędkości opadania oraz są łatwo usuwane z atmosfery wraz z opadami. W związku z tym ich czas przebywania w powietrzu atmosferycznym jest krótki – od minut do dni – i mogą być one przenoszone na odległości rzędu od kilometrów do setek kilometrów. Cząstki należące do tej frakcji mają największy udział objętościowy w całkowitym pyłe zawieszonym, natomiast charakteryzują się pomijalnym udziałem ilościowym i powierzchniowym. Cząstki większych frakcji przedostają się do górnych odcinków dróg oddechowych – przenikają do ośrodka tchawicowo-oskrzelowego”²³. Cząstki pyłu drobnego powstają natomiast w procesie spalania, w wyniku kondensacji gazów oraz ich spontanicznej nukleacji (przemiany), później w atmosferze. Cząstki drobniejsze z upływem czasu łączą się w większe. $\text{PM}_{2,5}$ charakteryzuje się stosunkowo krótkim czasem przebywania w atmosferze (od kilku minut do kilku godzin), ale ma znacznie bardziej szkodliwy wpływ na człowieka niż PM_{10} , ponieważ potrafi wnikać aż do tkanki śródmiąższowej płuc, skąd dalej z krwią przedostaje się do innych narządów wewnętrznych. Krótkookresowe narażenie na wysokie stężenia pyłów zawieszonych powoduje gwałtowną reakcję najbardziej wrażliwych organizmów, natomiast konsekwencjami długookresowego narażenia na pyły zawieszone są przewlekłe choroby układu oddechowego (pylica, POChP), układu krążenia, nowotwory, astma. Badania wykazują również korelację wysokiego średniego stężenia $\text{PM}_{2,5}$ na danym obszarze ze zwiększoną liczbą przedwczesnych zgonów. Warto wspomnieć, że wyniki pomiarów we Wrocławiu wskazują, że głównym

²¹ S. Bhandarkar, R. Nijagunappa, Minimization of Vehicular pollution at NE-Karnataka Road Transport Corporation-Gulbarga by the use of CNG in place of diesel fuel, 2010.

²² NO_x gases in diesel car fumes: Why are they so dangerous?, <https://phys.org/news/2015-09-nox-gases-diesel-car-fumes.html>, dostęp: 01.10.2021 r.

²³ Pyły drobne w atmosferze. Kompendium wiedzy o zanieczyszczeniu powietrza pyłem zawieszonym w Polsce, Praca zespołowa pod redakcją Katarzyny Judy-Rezler i Barbary Toczko, Warszawa 2016, s. 11-12.

emitentem pyłów zawieszonych jest sektor gospodarczo-bytowy, tj. gospodarstwa domowe²⁴.

- Lotne związki organiczne (NMVOC) – pod tym określeniem kryje się grupa wielu związków organicznych emitowanych jako gazy. Źródłem emisji są różne artykuły stosowane na co dzień, np. środki czystości, farby, ale również paliwa – w przypadku pojazdów NMVOC wydostają się z powodu odparowywania paliwa. Obecnie, przy obowiązującej normie EURO 6, emisja lotnych związków organicznych jest już w znaczny sposób ograniczana.
- Tlenki siarki (SO_x) – emitowane są podczas produkcji energii elektrycznej w elektrowni. Zagrożenia płynące z emisji tlenków siarki to kwaśne deszcze (powodowane przez kwas siarkowy), smog, problemy z oddychaniem. Warto zaznaczyć, że za emisję SO_x odpowiada głównie sektor przemysłowy i gospodarstwa indywidualne.
- Dwutlenek węgla (CO_2) – w przypadku autobusów spalinowych emisja zanieczyszczeń do powietrza odbywa się bezpośrednio na obszarach przebywania ludzi (emisja liniowa). Zanieczyszczenia powietrza są największym problemem na obszarach najbardziej zabudowanych ze względu na słabe warunki przewietrzenia. CO_2 to substancja naturalnie obecna w powietrzu i w środowisku, konieczna np. do fotosyntezy i potrzebna człowiekowi w odpowiednim stężeniu. Jednak w nadmiarze jest ona szkodliwa – to jeden z głównych gazów odpowiadających za efekt cieplarniany, co pośrednio i długofalowo bardzo znacząco wpływa na warunki życia ludzi.

W przypadku autobusów elektrycznych akumulatorowych emisja szkodliwych substancji zachodzi w inny sposób – w Polsce odbywa się głównie poprzez elektrownie produkujące energię elektryczną z węgla (emisja punktowa). Przy eksploatacji autobusów elektrycznych z wodorowymi ogniwami paliwowymi założono, że zakontraktowany wodór do tankowania będzie pochodził z elektrolizy (tzw. zielony wodór).

Na podstawie metodyki zaproponowanej przez Centrum Unijnych Projektów Transportowych, uwzględniającej normy emisji spalin EURO w pojeździe i zużycie paliwa lub energii elektrycznej, obliczono emisję zanieczyszczeń w poszczególnych wariantach²⁵. Pomiędzy nimi największą różnicę można zaobserwować w spadku emisji CO_2 , NO_x oraz SO_2 . Niewielkie zmiany zachodzą podczas emisji pyłów zawieszonych $\text{PM}_{2,5}$ i PM_{10} . Warto jednak zaznaczyć przy tym, że następuje zmiana charakteru emisji z lokalnej (emisji liniowej) na globalną (emisję punktową). W konsekwencji ograniczenie emisji pochodzącej z transportu publicznego powoduje, że następuje poprawa komfortu życia mieszkańców poprzez lepszą jakość powietrza atmosferycznego oraz jego zapach.

W wariantach W1 i W2 można zauważyć także znaczny wzrost emisji SO_2 , który jest wynikiem produkcji energii elektrycznej w elektrowni. Zmniejszenie negatywnego efektu może jedynie pojawić się przy wykorzystaniu OZE, np. poprzez instalację paneli fotowoltaicznych, budowę farm wiatrowych czy budowę trafostacji z odzyskiem energii, a także poprzez instalację odsiarczania spalin montowanych w elektrowniach. Wielkość emisji szkodliwych substancji do atmosfery w poszczególnych wariantach w całym okresie analizy przedstawiono w tabeli na następnej stronie.

²⁴ Ocena jakości powietrza na terenie województwa dolnośląskiego w 2020 roku, GIOŚ RWMŚ we Wrocławiu 2021.

²⁵ Kalkulator emisji zanieczyszczeń i kosztów klimatu dla środków transportu publicznego oraz *Wskaźniki emisyjności dla energii elektrycznej za rok 2023* opublikowane w grudniu 2022 r. przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE).

Tabela 32. Wielkość emisji szkodliwych substancji do atmosfery w poszczególnych wariantach w całym okresie analizy

Szkodliwa substancja	Wielkość emisji w Mg			Różnica (W1-W0)	Różnica (W2-W0)
	W0	W1	W2		
SO ₂	16,64	46,80	39,27	30,16	22,63
NO _x	536,91	500,00	515,77	-36,91	-21,14
PM2,5/PM10	11,67	11,21	11,49	-0,47	-0,19
NMHC/NMVOC	156,35	134,45	142,05	-21,90	-14,30
CO ₂	294 267,79	297 178,29	300 714,43	2 910,50	6 446,64

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

Pod względem środowiskowym należy wspomnieć także o emisji odpadów. Odpady z eksploatacji pojazdów mogą mieć postać stałą lub ciekłą. Do tych pierwszych należą m.in. elementy konstrukcyjne pojazdów, które odłączyły się od nich np. w wyniku wypadku, a także różnego rodzaju filtry powietrza, paliwa, oleje smarujące itp. Z kolei do odpadów ciekłych zalicza się przede wszystkim płyny eksploatacyjne, a dokładnie ich wycieki, powstałe w wyniku awarii lub mechanicznego uszkodzenia. W autobusach napędzanych silnikiem elektrycznym nie stosuje się większości tych elementów oraz płynów, stąd ograniczenie zagrożeń wynikających z ich emisji do środowiska. Warto dodać, że mniej złożona konstrukcja autobusów elektrycznych wpływa także na zmniejszoną awaryjność pojazdów.

5. Analiza społeczno-ekonomiczna uwzględniająca wycenę kosztów związanych z emisją szkodliwych substancji

5.1. Ocena korzyści wdrożenia pojazdów zeroemisyjnych

Na podstawie obliczonej w rozdziale 4 wielkości emisji szkodliwych substancji, przeprowadzono jej wycenę. Użyto do tego przygotowanych przez CUPT tabeli kosztów jednostkowych zanieczyszczenia środowiska w transporcie lądowym, obliczonych na podstawie: *Ricardo-AEA. Update of the Handbook on External Costs of Transport*²⁶, prognozy rozwoju gospodarczego Polski Ministerstwa Finansów oraz prognozy liczby ludności Głównego Urzędu Statystycznego. W zakresie wyceny emisji CO₂ używa się tablic kosztów jednostkowych zmian klimatycznych opracowanych przez Europejski Bank Inwestycyjny, przeliczonych według średniorocznego kursu wymiany EUR/PLN Europejskiego Banku Centralnego.

Największe oszczędności wygeneruje zmniejszenie emisji tlenków azotu w wyniku wprowadzenia wariantu W1 – 3,1 mln zł. Zwiększenie emisji SO₂ w wyniku zużycia energii elektrycznej spowoduje wzrost kosztów o 3,2 mln zł w wariantcie W1 i o 8,2 mln zł w wariantcie W2. Sumaryczna zmiana emisji szkodliwych substancji w wariantcie W1 wygeneruje stratę w wysokości 508 tys. zł a w wariantcie W2 – w wysokości 7 mln zł. Wartość kosztów emisji szkodliwych substancji w poszczególnych wariantach w całym okresie analizy przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 33. Wartość kosztów emisji szkodliwych substancji w poszczególnych wariantach w całym okresie analizy w zł

Szkodliwa substancja	Koszt emisji szkodliwych substancji			Różnica (W1-W0)	Różnica (W2-W0)
	W0	W1	W2		
SO ₂	796 449,74	2 216 628,77	1 907 067,21	1 420 179,03	1 110 617,46
NO _x	43 462 547,47	40 346 672,98	41 605 508,30	-3 115 874,48	-1 857 039,17
PM2,5/PM10	18 391 289,07	17 636 266,79	18 078 840,43	-755 022,28	-312 448,63
NMHC/NMVOC	1 762 900,55	1 509 607,35	1 590 109,66	-253 293,20	-172 790,90
CO ₂	307 588 802,09	310 801 088,14	315 806 119,22	3 212 286,05	8 217 317,13
Łącznie	372 001 988,93	372 510 264,04	378 987 644,82	508 275,11	6 985 655,90

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

Ważnym zagadnieniem dla komfortu życia mieszkańców jest poziom hałasu. To niepożądany dźwięk, którego działanie może być uciążliwe lub szkodliwe dla człowieka. Narażenie na długotrwały hałas na poziomie 45–70 dB może spowodować zakłócenie wypoczynku czy pracy umysłowej człowieka, dyskomfort, uczucie zmęczenia i wyczerpania²⁷. Długotrwała ekspozycja na hałas jest nie tylko niekomfortowa, ale może powodować również różne dolegliwości i choroby. Można zaliczyć do nich stopniową utratę słuchu, zwiększony poziom stresu, rozdrażnienie i pogorszenie

²⁶ *Ricardo AEA. Update of the Handbook on External Costs of Transport*, European Commission – DG Mobility and Transport, 2014.

²⁷ Encyklopedia PWN, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/;3909720>, dostęp: 18.09.2021 r.

nastroju, uczucie niepokoju (u dzieci), nadciśnienie tętnicze, wzrost ciśnienia wewnątrzczaszkowego czy zaburzenia trawienne²⁸.

Źródłami emisji hałasu z pojazdów konwencjonalnych są głównie silnik, a także tarcie opon o nawierzchnię. Znaczenie tego drugiego źródła przybiera jednak na sile dopiero przy większych prędkościach pojazdów. W mieście, gdzie prędkość ruchu ograniczona jest zwykle do 50 km/h, a w godzinach intensywnego ruchu powstają kongestie drogowe, największe znaczenie ma pierwsze źródło, tj. hałas powodowany przez silnik spalinowy i elementy systemów z nim współpracujących. W przypadku autobusów emisja hałasu przez silnik jest znacznie mniejsza niż przy wykorzystaniu tradycyjnych autobusów. Według producentów pojazdów, autobusy elektryczne cechują się emisją hałasu o ok. 15-20% niższą względem autobusów z silnikiem konwencjonalnym.²⁹ Pozwala to na zwiększenie komfortu korzystania z transportu miejskiego, a także na zmniejszenie oddziaływania hałasu na mieszkańców w budynkach znajdujących się przy drogach.

W zakresie wyceny emisji hałasu wykorzystuje się przygotowaną przez CUPT tabelę kosztów jednostkowych hałasu w transporcie drogowym zindeksowaną o prognozę rozwoju gospodarczego Polski, autorstwa Ministerstwa Finansów. Przy szacowaniu zakłada się średnią gęstość zaludnienia dla typowego obszaru miejskiego, tj. 3000 os./km² oraz gęstość zaludnienia miasta w pasie 250 metrów od drogi, po której przebiega linia komunikacyjna obsługiwana autobusami zeroemisyjnymi. Gęstość zaludnienia we Wrocławiu, w korytarzu 250 metrów, wynosi 1689 os./km² (692,4 tys. mieszkańców). Oznacza to, że jest ona 0,56 razy większa niż na typowym obszarze miejskim. Pozwala to na zmnożenie korzyści wynikających ze zmniejszenia emisji hałasu o powyższą relację. Na dalszym rysunku przedstawiono gęstość zaludnienia w pasie 250 metrów od drogi, po której przebiegają wrocławskie linie autobusowe przeznaczone do elektryfikacji.

Realizacja poszczególnych wariantów inwestycyjnych, w wyniku redukcji hałasu, w okresie analizy pozwoli na uzyskanie korzyści od 5,6 do 8 mln zł (w zależności od wariantu).

Tabela 34. Wielkość kosztów emisji hałasu w poszczególnych wariantach w całym okresie analizy

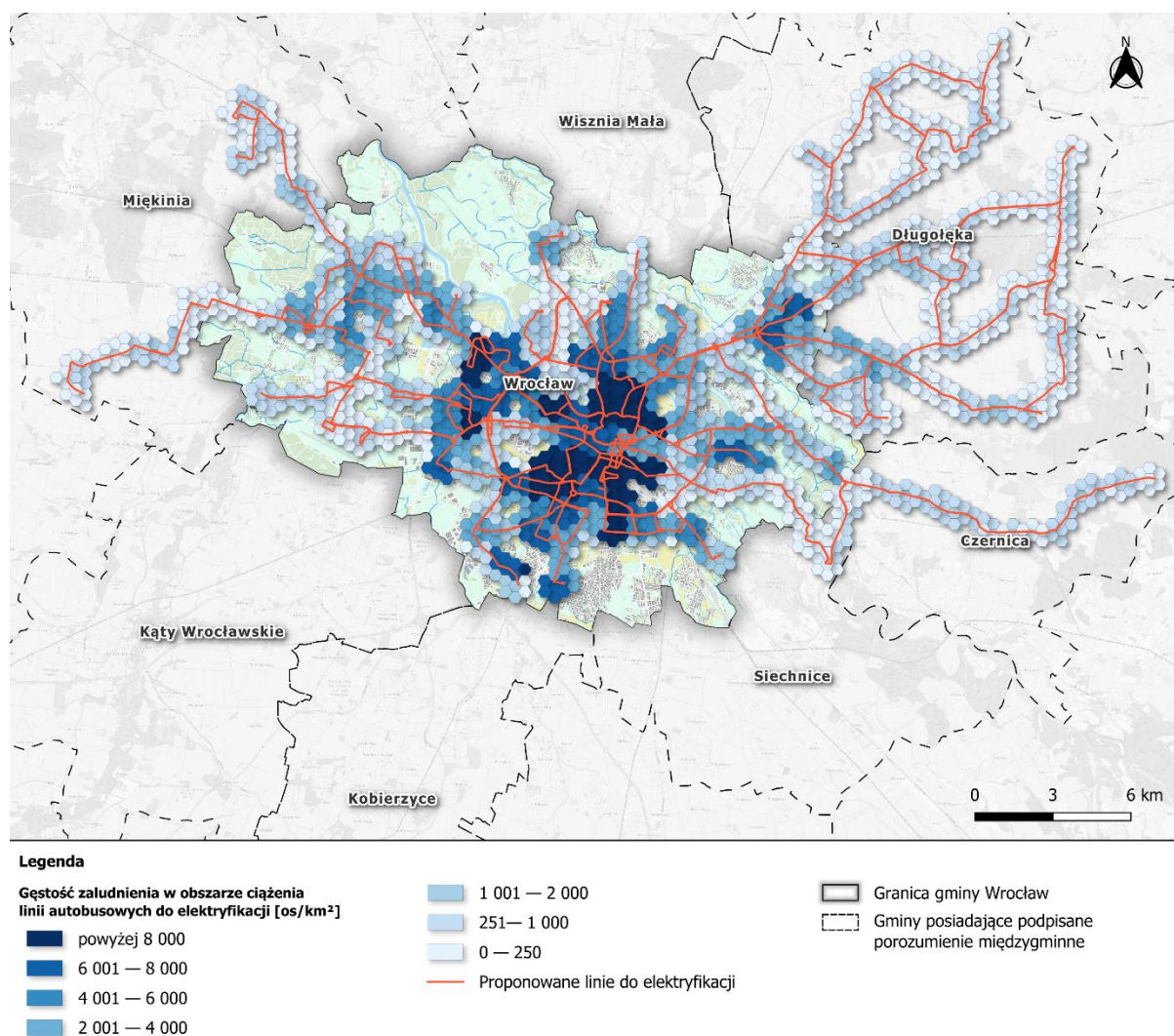
	W0	W1	W2	Korzyści w wyniku redukcji hałasu w okresie analizy (W1 -W0)	Korzyści w wyniku redukcji hałasu w okresie analizy (W2 -W0)
Koszt emisji hałasu	94 215 546,39 zł	86 197 180,94 zł	88 562 955,80 zł	-8 018 365,45 zł	-5 652 590,60 zł

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

²⁸<http://laboratoria.net/pl/artykul/Ha%C5%82as%20i%20jego%20wp%C5%82yw%20na%20%C5%BCycie%20cz%C5%82owieka;26785.html>, dostęp: 18.09.2021 r.

²⁹ Irizar e-mobility, [w:] „E.motion. Irizar Group's electromobility magazine”, 2016, https://www.irizar.com/wp-content/uploads/2016/07/Revista-Irizar-emobility_eng.pdf, dostęp: 18.09.2021 r.

Mapa 8. Gęstość zaludnienia w pasie 250 metrów od drogi, po której przebiegają linie autobusowe przeznaczone do elektryfikacji



Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

5.2. Ocena wdrożenia pojazdów zeroemisyjnych – wyniki analizy kosztów i korzyści

Kolejną częścią analizy kosztów i korzyści jest skwantyfikowanie korzyści i kosztów, które wpływają na dobrobyt gospodarczy społeczeństwa. Tak jak w przypadku analizy finansowej, w analizie społeczno-ekonomicznej stosuje się metodę różnicową. Różnicą pomiędzy analizą finansową a społeczno-ekonomiczną jest zastosowanie cen ukrytych, które odzwierciedlają koszty społeczne, tj. koszty czasu, koszty wykorzystania środowiska naturalnego – emisji CO₂, niskiej emisji, czy hałasu.

Dodatkowo w analizie ekonomicznej stosuje się współczynniki konwersji do przepływów finansowych. Zostały one przedstawione w poniższej tabeli.

Tabela 35. Współczynniki konwersji przepływów finansowych w analizie społeczno-ekonomicznej

Pozycja finansowa	Współczynnik konwersji i obszar
Nakłady inwestycyjne i odtworzeniowe, wartość rezydualna	0,83 – infrastruktura; 0,87 – tabor
Koszty operacyjne	0,78 – infrastruktura i tabor

Źródło: *Niebieska księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach i regionach*, Jaspers 2023.

W odróżnieniu od analizy finansowej, koszty i korzyści są dyskontowane społeczną stopą procentową na poziomie 4,5%³⁰. Ostatecznym wynikiem analizy kosztów i korzyści jest sprawdzenie efektywności ekonomicznej projektu inwestycyjnego na podstawie skorygowanych przepływów finansowych oraz wycenionej emisji szkodliwych substancji do atmosfery oraz hałasu. Do oceny wykorzystuje się wskaźniki ENPV, ERR oraz B/C, które zostały przedstawione w poniższej tabeli.

Tabela 36. Efektywność ekonomiczna projektu wymiany taboru na autobusy zeroemisyjne

Wskaźnik	Wariant W1	Wariant W2
ENPV	-38 614 704,22	-130 888 632,19
ERR	2,08%	-23,53%
B/C	0,95	-

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

Ujemna wartość wskaźnika ENPV oznacza, że inwestycja jest nieopłacalna pod względem ekonomicznym. W przypadku wskaźnika ERR jego wartość nie przekroczyła założonej społecznej stopy dyskontowej na poziomie 4,5%, co również oznacza brak opłacalności ekonomicznej inwestycji. Wartość wskaźnika B/C na poziomie poniżej 1 oznacza, że koszty poniesione w projekcie przeważają potencjalne korzyści ekonomiczne.

Negatywny wynik analizy wskazuje, że nie musi zostać spełniony ustawowy obowiązek dotyczący udziałów autobusów zeroemisyjnych we flocie obsługującej komunikację publiczną przez najbliższe 36 miesięcy, tj. do sporządzenia następnej analizy. Pomimo tego Gmina Wrocław, zważając na korzyści ekologiczne i eksploatacyjne autobusów elektrycznych, powinna podjąć się pozyskania takich pojazdów przy uzyskaniu wsparcia zewnętrznego (środków unijnych, krajowych lub leasing, dzierżawa pojazdów). W tym celu powinna zostać przeprowadzona odrębna analiza kosztów i korzyści dla danego projektu inwestycyjnego, przykładowo wymiany starszych pojazdów na nowe, która uzyska pozytywne wyniki wskaźników efektywności ekonomicznej wymagane do uzyskania funduszy unijnych.

³⁰ Analiza kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej, [w:] Vademecum Beneficjenta, Centrum Unijnych Projektów Transportowych 2016.

5.3. Kluczowe wyzwania społeczno-ekonomiczne

Wprowadzenie autobusów zeroemisyjnych przyczynia się do efektów środowiskowych oraz spełnienia wymogów ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1289 z późn. zm.). Poprawa jakości powietrza prowadzi do mniejszych wydatków na opiekę zdrowotną, co może pozytywnie wpłynąć na budżet domowy i ogólną zamożność społeczeństwa. Wykorzystanie środków zewnętrznych przy pozyskiwaniu autobusów zeroemisyjnych, a także zainicjowany proces elektryfikacji transportu autobusowego w Gminie Wrocław nie powinny przyczynić się do ograniczenia oferty przewozowej. W następstwie braku uzyskania środków zewnętrznych lub funkcjonowania programu wsparcia mogłoby dojść do ograniczenia liczby połączeń, zmniejszenia mobilności społecznej oraz dostępności usług społecznych, a potencjalnie do pogłębienia wykluczenia komunikacyjnego części mieszkańców okolicznych gmin. Wysokie koszty zakupu autobusów zeroemisyjnych mogą prowadzić do podwyżki cen biletów, co negatywnie wpłynie na budżety domowe, szczególnie w mniej zamożnych grupach społecznych (zjawisko ubóstwa transportowego), a także zahamowania inwestycji w innych działalnościach Gminy Wrocław.

Niemniej na opłacalność zakupu i eksploatacji autobusów zeroemisyjnych wpłynie też wprowadzenie w życie Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/959. Wskazany akt prawny zakłada uruchomienie od 2027 roku (z możliwością odroczenia o rok) systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych w transporcie drogowym, co przełoży się m.in. na wzrost cen oleju napędowego.

Przy dążeniu do pełnej zeroemisyjności napędów w transporcie publicznym konieczna jest dywersyfikacja źródeł energii, w szczególności w aspekcie jednostek objętych militaryzacją (zgodnie z art. 600 ustawy z dnia 1 marca 2022 roku o Obronie Ojczyzny -t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 248 z późn. zm.) czy stanów klęsk żywiołowych. Ponadto jednym z kluczowych wyzwań stojących przed Gminą Wrocław może być zapewnienie w odpowiednim terminie potrzebnej infrastruktury energetycznej, a także zaplecza technicznego. Kluczową barierą są także obiekty inżynierskie, takie jak wiadukt nad al. Boya-Żeleńskiego (według znaku wysokość 3,1 metra). Potrzeba modernizacji takich obiektów przyczynia się do konieczności poniesienia kolejnych nakładów inwestycyjnych.

6. Analiza ryzyka i wrażliwości

6.1. Analiza wrażliwości

Po przeprowadzeniu analizy kosztów i korzyści sprawdzono, jak zmiana nakładów inwestycyjnych, odtworzeniowych i kosztów operacyjnych wpływa na zmianę efektywności finansowej i ekonomicznej projektu wymiany taboru na zeroemisyjny. Pierwszym etapem było wyznaczenie zmiennych krytycznych, których zmiana o 1% przyczynia się do zmiany wskaźnika NPV o co najmniej 1%. Na podstawie obliczeń, których wyniki zostały przedstawione w poniższej tabeli, można stwierdzić, że zmienną krytyczną są nakłady inwestycyjne i odtworzeniowe w wariantach W1 i W2 oraz wskaźnik emisyjności CO₂ dla odbiorcy końcowego energii elektrycznej w wariantach W1 i W2.

Tabela 37. Wyznaczenie zmiennych krytycznych w analizie wrażliwości

Zmienna	Zmiana zmiennej	Wartość FNPV/C	Zmiana	Wartość ENPV	Zmiana
Wartość bazowa (wariant W1)		-54 638 579,21 zł	-	-38 614 704,22 zł	-
Nakłady inwestycyjne i odtworzeniowe	1%	-55 205 505,28 zł	1,04%	-39 066 855,23 zł	1,17%
Koszty operacyjne	1%	-54 983 990,13 zł	0,63%	-38 879 382,10 zł	0,69%
Jednostkowe koszty ekonomiczne	1%	-54 638 579,21 zł	-	-38 666 958,65 zł	0,14%
Wskaźnik emisyjności CO ₂ dla odbiorcy końcowego energii elektrycznej	-1%	-54 638 579,21 zł	-	-38 170 269,44 zł	-1,15%
Wskaźnik emisyjności SO ₂ dla odbiorcy końcowego energii elektrycznej	-1%	-54 638 579,21 zł	-	-38 602 472,74 zł	-0,03%
Wartość bazowa (wariant W2)		-80 111 672,73 zł	-	-130 888 632,19 zł	-
Nakłady inwestycyjne i odtworzeniowe	1%	-73 891 711,19 zł	-7,76%	-132 758 729,04 zł	1,43%
Koszty operacyjne	1%	-80 271 646,18 zł	0,20%	-131 012 959,58 zł	0,09%
Jednostkowe koszty ekonomiczne	1%	-80 111 672,73 zł	-	-130 975 901,28 zł	0,07%
Wskaźnik emisyjności CO ₂ dla odbiorcy końcowego energii elektrycznej	-1%	-80 111 672,73 zł	-	-130 527 643,12 zł	-0,28%
Wskaźnik emisyjności SO ₂ dla odbiorcy końcowego energii elektrycznej	-1%	-80 111 672,73 zł	-	-130 879 678,19 zł	-0,01%

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

Następnym krokiem było przeprowadzenie analizy wrażliwości z wykorzystaniem zmiennych krytycznych. Dodatnia wartość wskaźnika ENPV w wariantcie W1 wystąpi przy zmniejszeniu nakładów inwestycyjnych i odtworzeniowych o 85%, a w wariantcie W2 – o 70%. Ponadto w przypadku wariantu W1 dodatnie ENPV będzie możliwe przy obniżeniu wskaźnika emisyjności CO₂ dla odbiorcy końcowego energii elektrycznej o 87%.

Tabela 38. Wyniki analizy wrażliwości

Zmienna	Zmiana zmiennej	Wartość FNPV/C	Zmiana	Wartość ENPV	Zmiana
Wartość bazowa (wariant W1)		-54 638 579,21 zł	-	-38 614 704,22 zł	-
Nakłady inwestycyjne i odtworzeniowe	25%	-68 811 730,81 zł	25,94%	-49 918 479,52 zł	29,27%
	15%	-63 142 470,17 zł	15,56%	-45 396 969,40 zł	17,56%
	-15%	-46 134 688,26 zł	-15,56%	-31 832 439,04 zł	-17,56%
	-25%	-40 465 427,62 zł	-25,94%	-27 310 928,93 zł	-29,27%
	-85%	-6 221 781,32 zł	-88,61%	38,61 zł	-100,00%
Wskaźnik emisyjności CO ₂ dla odbiorcy końcowego energii elektrycznej	25%	-54 638 579,21 zł	-	-49 725 573,88 zł	28,77%
	15%	-54 638 579,21 zł	-	-45 281 226,01 zł	17,26%
	-15%	-54 638 579,21 zł	-	-31 948 182,43 zł	-17,26%
	-25%	-54 638 579,21 zł	-	-27 503 834,57 zł	-28,77%
	-87%	-54 638 579,21 zł	-	38,61 zł	-100,00%
Wartość bazowa (wariant W2)		-80 111 672,73 zł	-	-130 888 632,19 zł	-
Nakłady inwestycyjne i odtworzeniowe	25%	75 387 365,60 zł	-194,10%	-177 641 053,40 zł	35,72%
	15%	13 187 750,27 zł	-116,46%	-158 940 084,92 zł	21,43%
	-15%	-173 411 095,72 zł	116,46%	-102 837 179,46 zł	-21,43%
	-25%	-235 610 711,05 zł	194,10%	-84 136 210,98 zł	-35,72%
	-70%	-515 448 622,25 zł	-81,93%	-	-100,00%

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

6.2. Analiza ryzyka

Oprócz analizy wrażliwości przeprowadzono również jakościową analizę ryzyka, która przedstawia charakterystykę sytuacji zakłócających przebieg procesu wymiany taboru na zeroemisyjny, możliwość wystąpienia ryzyka i potencjalny wpływ na projekt oraz działania zaradcze. Prawdopodobieństwa wystąpienia wyszczególnionych zmiennych określa się według zasad przedstawionych w poniższej tabeli.

Zgodnie z publikacją *Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach* zidentyfikowano wskazane poniżej czynniki ryzyka oraz ich przyczyny i skutki. Ryzyka ogólne zostały oznaczone literami RO, czynniki związane z zakupem autobusów – RA, a z infrastrukturą ładowania – RL.

Tabela 39. Identyfikacja ryzyka

Lp.	Kategoria ryzyka / czynniki ryzyka	Przyczyna	Skutek
Ryzyko administracyjne			
RL1	Opóźnienia w uzyskiwaniu uzgodnień i warunków technicznych.	Prace w ramach inwestycji w autobusy zeroemisyjne wymagają pozyskania warunków technicznych oraz uzgodnień z podmiotami zewnętrznymi, jak również pozwoleń na budowę lub wycinkę. Mogą również wystąpić opóźnienia związane z podłączeniem do sieci dystrybucyjnych (w wyniku problemów w negocjacjach z operatorem sieci dystrybucyjnej, brakiem odpowiednich mocy przyłączeniowych), opóźnienia w uzyskiwaniu decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, opóźnienia w usuwaniu kolizji z sieciami dystrybucyjnymi.	Opóźnienia w realizacji inwestycji w autobusy elektryczne. Przesunięcie w czasie zakładanych efektów realizacji inwestycji. Zwiększenie kosztów realizacji inwestycji.
RL2	Opóźnienia w uzyskiwaniu pozwoleń na realizację inwestycji (np. na budowę).		
RL3	Opóźnienia związane z podłączeniem do sieci dystrybucyjnych.		
RL4	Opóźnienia w uzyskiwaniu decyzji środowiskowych.		
RL5	Opóźnienia w usuwaniu kolizji z sieciami dystrybucyjnymi.		
Ryzyko związane z zamówieniami			
RO6	Opóźnienia w realizacji procedur.	Istnieje ryzyko przedłużania procedur przetargowych ze względu na odwołania oferentów przedłużające proces wyboru wykonawcy. Mogą wystąpić także problemy z dotrzymaniem okresów dostaw ze względu na zbyt wysoki popyt na autobusy zeroemisyjne w wyniku konieczności spełnienia warunków z ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r.,	Opóźnienia w realizacji projektu, a także przesunięcie w czasie zakładanych efektów realizacji inwestycji w autobusy zeroemisyjne.
RA7	Bardzo wysoki popyt na autobusy zeroemisyjne.		

Lp.	Kategoria ryzyka / czynniki ryzyka	Przyczyna	Skutek
		poz. 1289 z późn. zm.) czy braku materiałów do produkcji pojazdów.	
Ryzyka związane z realizacją inwestycji			
RO8	Przekroczenie budżetu nakładów inwestycyjnych.	Wzrost cen autobusów zeroemisyjnych oraz kosztów budowy infrastruktury ładowania lub tankowania.	Konieczność poniesienia dodatkowych nakładów inwestycyjnych.
RL9	Ryzyka archeologiczne (wykopaliska).	Nieoczekiwane stanowisko archeologiczne.	Opóźnienia w realizacji projektu, a także przesunięcie w czasie zakładanych efektów realizacji inwestycji w autobusy zeroemisyjne. Zwiększenie kosztów realizacji inwestycji.
RL10	Możliwość wystąpienia szkody w środowisku.	Wystąpienie szkody środowiskowej w wyniku budowy infrastruktury ładowania i tankowania.	Opóźnienia w realizacji projektu, a także przesunięcie w czasie zakładanych efektów realizacji inwestycji w autobusy zeroemisyjne. Zwiększenie kosztów realizacji inwestycji.
RO11	Ryzyka związane z wykonawcą (bankructwo, brak wystarczających zasobów itp.).	Bankructwo, brak wystarczających zasobów itp. ze strony wykonawcy.	Opóźnienia w realizacji projektu, a także przesunięcie w czasie zakładanych efektów realizacji inwestycji w autobusy zeroemisyjne.
RL12	Opóźnienia w budowie infrastruktury na obszarze miasta.	Zbyt późna realizacja zamówienia na budowę infrastruktury na obszarze miasta. Zbyt krótki czas realizacji czy problemy wynikające z dużej liczby zamówień na ładowarki. Sezonowość robót budowlanych.	Opóźnienia w realizacji projektu, a także przesunięcie w czasie zakładanych efektów realizacji inwestycji w autobusy zeroemisyjne.
Ryzyko operacyjne			
RO13	Zwiększenie zakładanych kosztów operacyjnych.	Niedoszacowanie kosztów operacyjnych. Wzrost taryfy za prąd lub ceny wodoru.	Niższa efektywność inwestycji w autobusy elektryczne.
RO14	Ryzyka klimatyczne (mrozy, powódzie itp.).	Warunki meteorologiczne.	Konieczność wykorzystania taboru zastępczego (o konwencjonalnym napędzie) lub niepełna obsługa linii przez autobusy elektryczne

Lp.	Kategoria ryzyka / czynniki ryzyka	Przyczyna	Skutek
			akumulatorowe, zaburzenie funkcjonowania systemu komunikacji zbiorowej.
RA15	Ryzyko nieznanomości rzeczywistych parametrów operacyjnych taboru.	Krótszy zasięg autobusu elektrycznego akumulatorowego.	Problemy z eksploatacją autobusów elektrycznych akumulatorowych.
RL16	Awaria stacji ładowania.	Awaryjność urządzeń.	Opóźnienia w realizacji kursów, konieczność wykorzystania taboru zastępczego (o konwencjonalnym napędzie) lub niepełna obsługa linii przez autobusy elektryczne akumulatorowe (brak możliwości dotładowywania w określonym przedziale czasowym), zaburzenie funkcjonowania systemu komunikacji zbiorowej.
RO17	Przerwa w dostawie prądu.	Awaryjne zasilanie, zwiększone pobory energii w mieście wymuszające czasowe wyłączenie dostaw dla poszczególnych dzielnic.	
RO18	Uszkodzenia sieci zasilającej stację ładowania.	Przerwanie sieci zasilającej stację ładowania w wyniku wykonywania innych robót budowlanych.	
RA19	Nadmierne skrócenie żywotności baterii i konieczność częstszej wymiany.	Wada fabryczna pakietów baterijnych, nieodpowiednia eksploatacja pojazdów.	Konieczność ponoszenia dodatkowych nakładów odtworzeniowych.
Ryzyka regulacyjne			
RO20	Zmiany w przepisach prawnych dotyczących ochrony środowiska.	Zmiany legislacyjne.	Opóźnienia w realizacji inwestycji w autobusy zeroemisyjne, a także przesunięcia w czasie osiągnięcia zakładanych efektów realizacji inwestycji.
Ryzyka finansowe			
RO21	Dostępność środków krajowych na finansowanie nakładów inwestycyjnych.	Zmiany warunków finansowania projektu. Zaprzestanie prowadzenia programów wspierających rozwój inwestycji w autobusy zeroemisyjne w Polsce oraz Unii Europejskiej.	Zagrożenie trwałości finansowej. Opóźnienia w realizacji inwestycji w autobusy zeroemisyjne, a także przesunięcia w czasie osiągnięcia zakładanych efektów realizacji inwestycji.
RO22	Dostępność środków krajowych na finansowanie kosztów operacyjnych.		
RO23	Wzrost kosztów finansowania.	Wzrost stopy procentowej i oprocentowania kredytów.	
RO24	Brak możliwości pokrycia wkładu własnego na zakup autobusów.	Zmiany w prawie podatkowym i utrata wpływów przez	

Lp.	Kategoria ryzyka / czynniki ryzyka	Przyczyna	Skutek
		organizatorów transportu publicznego.	

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

Tabela 40. Analiza jakościowa ryzyka – skala prawdopodobieństwa

Prawdopodobieństwo		
Skala	Zakres wartości prawdopodobieństwa	Wartość punktowa
Bardzo niskie	<0%, 10%)	A
Niskie	<10%, 33%)	B
Średnie	<33%, 66%)	C
Wysokie	<66%, 90%)	D
Bardzo wysokie	<90%, 100%>	E

Źródło: *Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach*, Jaspers 2015.

Siłę oddziaływania na projekt wyszczególnionych zmiennych określa się według zasad przedstawionych w poniższej tabeli.

Tabela 41. Analiza jakościowa ryzyka – skala siły oddziaływania na projekt

Siła oddziaływania na projekt	
Znaczenie	Wartość punktowa
Brak wpływu na dobrobyt społeczny, nawet bez podejmowania działań zaradczych	I
Mały wpływ na dobrobyt społeczny, mały wpływ na efekty finansowe projektu, działania zaradcze i korygujące są jednak potrzebne	II
Umiarkowany wpływ na dobrobyt społeczny, głównie negatywne efekty finansowe nawet w średnim lub długim terminie	III
Poziom krytyczny: wysoka strata dla dobrobytu społecznego, wystąpienie zdarzenia powoduje niemożliwość realizacji podstawowego celu projektu, działania zaradcze bardzo intensywne mogą nie doprowadzić do uniknięcia wysokich strat	IV
Poziom katastroficzny: fiasko projektu, zdarzenie może wywołać całkowity brak realizacji celu projektu, główne efekty projektu nie będą uzyskane w średnim i długim terminie	V

Źródło: *Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach*, Jaspers 2015.

Poziom ryzyka jest kombinacją prawdopodobieństwa i wpływu oddziaływania. Im wyższy poziom ryzyka, tym intensywniejsze działania zaradcze są potrzebne w celu obniżenia poziomu ryzyka.

Poniższa tabela definiuje poziom ryzyka w zależności od prawdopodobieństwa i siły oddziaływania, prezentując ryzyko w odpowiednich kolorach.

Tabela 42. Matryca poziomu ryzyka

		Wpływ				
		I	II	III	IV	V
Prawdopodobieństwo	A			RO21, RO22		
	B		RA7, RL10, RO14, RL16, RO20	RL1, RL2, RL3, RL4, RL5	RO11	
	C		RO17	RO6, RL9, RL12, RO13, RA19	RA15, RO18	RO24
	D			RO8, RO23		
	E					

Źródło: *Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach*, Jaspers 2015.

Poziomy ryzyka oznaczone kolorem zielonym oznaczają, że ryzyko związane z danym czynnikiem należy ocenić jako niskie. Kolor żółty wskazuje na średni poziom ryzyka. Kolor czerwony świadczy o wysokim ryzyku, natomiast brązowy o bardzo wysokim poziomie ryzyka.

Wyróżniamy cztery główne **strategie działań zaradczych**:

- **Zapobieganie ryzyku:** oznacza zmianę planu projektu w celu wyeliminowania zagrożenia lub w celu wyeliminowania wpływu ryzyka na projekt. Zmiany te mogą prowadzić do innego zaprojektowania, modelu instytucjonalnego, sposobu finansowania lub innej formuły kontraktu wykonawczego.
- **Ograniczanie:** oznacza redukcję prawdopodobieństwa lub siły oddziaływania czynnika ryzyka na projekt, takich jak inny projekt wykonawczy, planowanie prac lub wykorzystane materiały. Różnica pomiędzy ograniczaniem a zapobieganiem polega na możliwości zmniejszenia poziomu, lecz nie wyeliminowaniu ryzyka.
- **Przeniesienie ryzyka:** oznacza przeniesienie własności ryzyka na stronę trzecią (inną instytucję) za określoną cenę. Firmy ubezpieczeniowe są najbardziej oczywistym przykładem takiej strony trzeciej, ale może to być również inny podmiot uczestniczący w projekcie, taki jak wykonawca. Przeniesienie ryzyka musi wynikać z umowy, gwarancji lub mechanizmów cenowych (między innymi). Przeniesienie ryzyka ma sens tylko wtedy, gdy odbiorca jest w stanie (lepiej) kontrolować dane ryzyko, a także posiada środki na pokrycie skutków oddziaływania danego ryzyka, w przypadku, gdy ono zmaterializuje się.
- **Tolerowanie ryzyka:** jest strategią przyjmowaną w sytuacjach, w których nie można uniknąć ryzyka, ograniczyć go lub (ekonomicznie) przenieść. Dlatego takie ryzyko musi być po prostu tolerowane. Takie podejście wymaga opracowania planu awaryjnego w przypadku wystąpienia negatywnego zdarzenia, jednakże nie wymaga wcześniejszych działań.

Tabela 43. Strategie zapobiegania i ograniczania ryzyka, powiązane z matrycą jego poziomu

Siła wpływu / prawdopodobieństwo	I	II	III	IV	V
A	Zapobieganie lub ograniczanie			Ograniczanie	
B					
C					
D	Zapobieganie				Zapobieganie i ograniczanie
E					

Źródło: *Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach*, Jaspers 2015.

W poniższej tabeli przedstawiono sposoby zapobiegania ryzyku lub ograniczania danego ryzyka.

Tabela 44. Identyfikacja ryzyka

Lp.	Kategoria ryzyka / czynniki ryzyka	Strategia przeciwdziałania ryzyku
Ryzyko administracyjne		
RL1	Opóźnienia w uzyskiwaniu uzgodnień i warunków technicznych.	Doświadczenie inwestora oraz wykonawców w kontaktach z administracją oraz znajomość wymogów proceduralnych. Rzetelne przygotowanie wniosków z odpowiednią rezerwą czasową. Aktualizacja map zasadniczych. Zaplanowanie rezerwy czasowej na ewentualne usuwanie kolizji.
RL2	Opóźnienia w uzyskiwaniu pozwoleń na realizację inwestycji (np. na budowę).	
RL3	Opóźnienia związane z podłączeniem do sieci dystrybucyjnych.	
RL4	Opóźnienia w uzyskiwaniu decyzji środowiskowych.	
RL5	Opóźnienia w usuwaniu kolizji z sieciami dystrybucyjnymi.	
Ryzyko związane z zamówieniami		
RO6	Opóźnienia w realizacji procedur.	Czas realizacji inwestycji jest dość długi, jednak korzystając z doświadczenia ze zrealizowanych projektów inwestycyjnych, przedłużenie tej procedury o kilka miesięcy pozwoli zakończyć zakup autobusów zgodnie z harmonogramem. Wprowadzenie kar umownych dla wykonawców.
RA7	Bardzo wysoki popyt na autobusy zeroemisyjne.	
Ryzyka związane z realizacją inwestycji		
RO8	Przekroczenie budżetu nakładów inwestycyjnych.	Przeprowadzenie odpowiednich analiz rynkowych.
RL9	Ryzyka archeologiczne (wykopaliska).	Przeprowadzenie odpowiednich badań wcześniej. Analiza map historycznych.
RL10	Możliwość wystąpienia szkody w środowisku.	Realizowanie prac budowlanych związanych z budową infrastruktury z poszanowaniem istniejących przepisów ochrony środowiska.
RO11	Ryzyka związane z wykonawcą (bankructwo,	Wybieranie wykonawców w formie oferty publicznej. Kryteriami w wyborze będą między innymi dotychczasowe doświadczenie,

Lp.	Kategoria ryzyka / czynniki ryzyka	Strategia przeciwdziałania ryzyku
	brak wystarczających zasobów itp.).	zrealizowane dotychczas projekty, terminowość w ich realizacjach, czas funkcjonowania podwykonawcy na rynku.
RL12	Opóźnienia w budowie infrastruktury na obszarze miasta.	Założenie dłuższego czasu realizacji przedsięwzięcia.
Ryzyko operacyjne		
RO13	Zwiększenie zakładanych kosztów operacyjnych.	Oszacowanie w sposób ostrożny, na podstawie danych bieżących, kosztów operacyjnych i eksploatacyjnych itd. Jak wskazała analiza wrażliwości, wzrost kosztów operacyjnych ma niewielki wpływ na efektywność ekonomiczną inwestycji w autobusy zeroemisyjne. Podpisywanie dłuższych kontraktów na zakup energii elektrycznej, paliwa wodorowego.
RO14	Ryzyka klimatyczne (mrozy, powódzie itp.).	Dostosowanie środków trwałych do zmian klimatycznych.
RA15	Ryzyko nieznamośi rzeczywistych parametrów operacyjnych taboru.	Wprowadzanie wymogu gwarancji na zestawy bateryjne w postępowaniu przetargowym.
RL16	Awaria stacji ładowania.	Określenie odpowiedniego wskaźnika niezawodności urządzenia. Posiadanie awaryjnych urządzeń.
RO17	Przerwa w dostawie prądu.	Zapewnienie awaryjnego zasilania. Opracowanie planów zarządzania kryzysowego.
RO18	Uszkodzenia sieci zasilającej stacje ładowania.	Aktualizowanie map zasadniczych. Konieczność obsługi transportu publicznego autobusami konwencjonalnymi.
RA19	Nadmierne skrócenie żywotności baterii i konieczność częstszej wymiany.	Wprowadzanie wymogu gwarancji na zestawy bateryjne w postępowaniu przetargowym.
Ryzyka regulacyjne		
RO20	Zmiany w przepisach prawnych dotyczących ochrony środowiska.	Dostosowanie się do zmian legislacyjnych.
Ryzyka finansowe		
RO21	Dostępność środków krajowych na finansowanie nakładów inwestycyjnych.	Pozyskiwanie finansowania o stałym oprocentowaniu. Finansowanie inwestycji ze środków własnych. Prowadzenie negocjacji z administracją centralną.
RO22	Dostępność środków krajowych na finansowanie kosztów operacyjnych.	
RO23	Wzrost kosztów finansowania.	
RO24	Brak możliwości pokrycia wkładu własnego na zakup autobusów.	

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

6.3. Powiązania z dokumentami o charakterze planistycznym

6.3.1. Poziom krajowy

6.3.1.1. Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju

Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju to dokument strategiczny rozwoju kraju w obszarze średnio- i długoterminowym. W kierunku dotyczącym pełniejszego wykorzystania potencjału największych polskich aglomeracji określono, że jednym z działań po 2020 r. będzie wspieranie miast w wymianie taboru transportu miejskiego na ekologiczny i niskoemisyjny (np. autobusy elektryczne we wszystkich miastach wojewódzkich). W kierunku „zmiany w indywidualnej i zbiorowej mobilności”, jako jedno z działań do 2030 r., ujęto stopniową wymianę taboru wykorzystywanego do świadczenia usług publicznego transportu na ekologiczny, niskoemisyjny, przystosowany do potrzeb osób starszych i osób z niepełnosprawnościami, jak również dokończenie budowy linii tramwajowych w miastach dysponujących tym rodzajem transportu. Działania mają przyczynić się do zmniejszenia emisji zanieczyszczeń powietrza i gazów cieplarnianych. Projektem strategicznym w tym obszarze jest „Ekologiczny transport” – będący przeglądem działań (prawnych, organizacyjnych oraz inwestycyjnych) niezbędnych dla rozwoju transportu niskoemisyjnego, w tym publicznego, obejmującego m.in. rozwiązania umożliwiające przechodzenie na tabor niskoemisyjny w transporcie publicznym oraz niskoemisyjne pojazdy samochodowe; rozbudowę infrastruktury transportu niskoemisyjnego (w tym punkty ładowania pojazdów elektrycznych, tabor dla transportu publicznego, samochody elektryczne) do 2030 r. Realizacja wymiany autobusów na zeroemisyjne wpisuje się w działania zawarte w dokumencie.

6.3.1.2. Polityka Energetyczna Polski do 2040 r.

Polityka Energetyczna Polski do 2040 r. (PEP2040) jest dokumentem strategicznym wyznaczającym ramy transformacji energetycznej w Polsce w zakresie doboru technologii służących budowie niskoemisyjnego systemu energetycznego. Polityka stanowi wkład w realizację Porozumienia paryskiego zawartego w grudniu 2015 r. podczas 21. Konferencji stron Ramowej konwencji Organizacji Narodów Zjednoczonych w sprawie klimatu (COP21) z uwzględnieniem konieczności przeprowadzenia transformacji w sposób sprawiedliwy i solidarny. Dokument koresponduje z polityką klimatyczno-energetyczną UE, m.in. Europejskim Zielonym Ładem. Niskoemisyjna transformacja energetyczna przewidziana w dokumencie, będzie wpisywać się w zmiany modernizacyjne całej gospodarki, gwarantując bezpieczeństwo energetyczne i sprawiedliwy podział kosztów i ochrony najbardziej wrażliwych grup społecznych.

PEP2040 jest jedną z dziewięciu zintegrowanych strategii sektorowych, wynikających ze Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju. PEP2040 jest spójna z Krajowym planem na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030.

Polityka opiera się na 3 filarach:

- Sprawiedliwa transformacja;
- Zeroemisyjny system energetyczny;
- Dobra jakość powietrza.

Cele związane z elektromobilnością ujęto w ramach III filaru, dotyczącego dobrej jakości powietrza w ramach celu szczegółowego 4. Rozwój rynków energii, Projekt strategiczny 4C Rozwój elektromobilności. Realizacja projektu strategicznego powinna przyczynić się do rozwoju transportu niskoemisyjnego, w szczególności do dążenia do zeroemisyjnej komunikacji publicznej do 2030 r. w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców. Ponadto założono wzrost udziału OZE do poziomu co najmniej 14% w transporcie. Polityka zakłada również rozwój rynku wodoru na

potrzeby sektora transportu, który jest postrzegany jako atrakcyjne paliwo do napędu pojazdów m.in. w transporcie zbiorowym, ze względu na brak konieczności kilkugodzinnego ładowania autobusu. W obszarze elektromobilności jako cel kierunkowy wskazano osiągnięcie liczby 600 tys. pojazdów elektrycznych i hybrydowych zarejestrowanych w Polsce w 2030 r. W celu redukcji zjawiska „niskiej emisji” określono dodatkowe cele dla miast o ludności powyżej 100 tys. mieszkańców:

- od 2025 r. – 100% nowej floty kupowanej na cele świadczenia usług komunikacji miejskiej będzie zeroemisyjna (autobusy elektryczne i na wodór);
- od 2030 r. – pełna zeroemisyjność floty komunikacji miejskiej.

Realizacja wymiany autobusów na zeroemisyjne wpisuje się w działania zawarte w dokumencie.

6.3.1.3. Polityka transportowa państwa na lata 2006-2025

Polityka transportowa państwa na lata 2006-2025 jest dokumentem przygotowanym w związku z uwzględnieniem warunków wynikających z przystąpienia Polski do Unii Europejskiej. W rozdziale dotyczącym zasad polityki transportowej wskazano wspieranie energooszczędnych i mniej obciążających środowisko gałęzi i form transportu poprzez rozwój przyjaznych dla środowiska technologii oraz konsekwentne poprawianie jakości transportu publicznego. Jako jeden z priorytetów ustalono poprawę jakości transportu w miastach, w tym poprzez zwiększanie konkurencyjności transportu publicznego wobec indywidualnego, poprawę warunków ruchu pieszego i rowerowego, ze szczególnym uwzględnieniem potrzeb osób z niepełnosprawnościami. W kierunkach rozwoju dotyczącego transportu w miastach wpisano m.in. wspieranie i upowszechnianie działań prowadzących do zarządzania mobilnością w sensie skłaniania do rezygnacji z niekoniecznych podróży samochodowych i wykonywania ich „przyjaznymi” środowisku środkami podróżowania lub do odbywania podróży poza godzinami szczytów przewozowych. Wspomniano też promowanie poprzez edukację społeczną, w tym kampanię informacyjno-reklamową, „kultury mobilności”, tj. postaw skłaniających do ruchu pieszego oraz korzystania z rowerów i transportu publicznego, oraz postawy odpowiedzialnego, samoograniczania korzystania z samochodu osobowego. Realizacja wymiany autobusów na zeroemisyjne wpisuje się w działania zawarte w dokumencie w zakresie poprawy jakości transportu w miastach.

6.3.1.4. Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021–2030

Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021–2030 jest dokumentem, który wypełnia obowiązek nałożony na Polskę przez Parlament Europejski i Radę UE rozporządzeniem nr 2018/1999 z dnia 11 grudnia 2018 r. (w sprawie zarządzania unią energetyczną i działaniami w dziedzinie klimatu). Dokument przedstawia założenia, cele oraz polityki i działania na rzecz realizacji 5 wymiarów unii energetycznej, m.in. obniżenie emisyjności. W rozdziale „Krajowe założenia i cele” rozwój elektromobilności oraz popularyzacja innych paliw alternatywnych są wspomniane jako kierunek działania w zakresie bezpieczeństwa energetycznego (ze względu na uniezależnienie od importu ropy naftowej z innych krajów, głównie spoza UE), a także w wymiarze obniżenia emisyjności. W dokumencie elektromobilność jest wspomniana także jako jeden z głównych sposobów na poprawę jakości powietrza. Realizacja tego celu odbędzie się poprzez kierunek „finansowanie likwidacji zjawiska tzw. niskiej emisji”, w ramach którego zaplanowano finansowanie inwestycji dotyczących rozwoju niskoemisyjnego transportu.

Kwestie dotyczące niskoemisyjnego transportu poruszono także w celu pt. „Inne elementy wymiaru obniżenia emisyjności”, w ramach którego ujęto kierunek „Rozwój efektywnego energetycznie i niskoemisyjnego transportu”. Kierunek ma być realizowany poprzez interwencje o charakterze:

- organizacyjno-systemowym (zmniejszanie kongestii transportu poprzez zwiększanie udziału transportu zbiorowego w przewozie osób oraz realizację przewozów z wykorzystaniem różnych gałęzi transportu, zwłaszcza mniej uciążliwych dla środowiska);
- inwestycyjnym (modernizacja i rozbudowa infrastruktury transportowej, unowocześnianie taboru wszystkich gałęzi transportu – pojazdów oraz innych niezbędnych urządzeń i wyposażenia – w celu doprowadzenia go do stanu odpowiadającego unijnym oraz krajowym standardom i wymogom ochrony środowiska, a także poprawy jego efektywności energetycznej);
- innowacyjno-technicznym (coraz szersze zastosowanie przyjaznych środowisku środków transportu: niskoemisyjnych i efektywnych energetycznie samochodów oraz pojazdów miejskich wykorzystujących ogniwa paliwowe i wodór, napędy: elektryczny, gazowy, hybrydowy, sprężonym powietrzem).

Analiza kosztów i korzyści wpisuje się w założenia Planu poprzez realizację wymiany autobusów na zeroemisyjne.

6.3.1.5. Strategia Zrównoważonego Rozwoju Transportu do 2030 r.

Strategia Zrównoważonego Rozwoju Transportu do 2030 r. jest dokumentem strategicznym wskazującym cel oraz kierunki rozwoju transportu tak, aby etapowo do wspomnianej daty możliwe było osiągnięcie celów założonych w Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.). Głównym celem krajowej polityki transportowej jest zwiększenie dostępności transportowej oraz poprawa bezpieczeństwa uczestników ruchu i efektywności sektora transportowego poprzez tworzenie spójnego, zrównoważonego, innowacyjnego i przyjaznego użytkownikowi systemu transportowego w wymiarze krajowym, europejskim i globalnym. Realizacja celu głównego w perspektywie do 2030 r. wiąże się z wdrażaniem 6 kierunków interwencji. W kontekście transportu miejskiego za najważniejszy z nich należy uznać budowę zintegrowanej, wzajemnie powiązanej sieci transportowej służącej konkurencyjnej gospodarce oraz ograniczeniu negatywnego wpływu transportu na środowisko. W ramach kierunku związanego z budową zintegrowanej sieci transportowej, jednym z działań do 2030 r. jest budowa systemów ładowania i tankowania pojazdów niskoemisyjnych oraz rozbudowa linii tramwajowych w miastach wykorzystujących ten środek transportu. W przypadku kierunku dotyczącego ograniczenia negatywnego wpływu transportu na środowisko będą wspierane:

- rozwiązania w zakresie promocji użytkowania niskoemisyjnych środków transportu, w tym elektromobilności;
- działania dotyczące unowocześniania taboru wszystkich gałęzi transportu (pojazdów oraz innych niezbędnych urządzeń i wyposażenia, w tym infrastruktury paliw alternatywnych);
- działania związane ze zwiększaniem udziału transportu zbiorowego i jednoczesnym ograniczeniu używania indywidualnych pojazdów z napędem spalinowym;
- działania związane z maksymalizacją udziału zero- oraz niskoemisyjnych gałęzi transportu;
- inwestycje promujące niskoemisyjne i efektywne energetycznie środki transportu zasilane alternatywnymi źródłami energii.

Stwarzane będą także zachęty dla samorządów do wymiany taboru na autobusy z napędem alternatywnym, w tym elektrycznym lub hybrydowym. Realizacja wymiany autobusów na zeroemisyjne wpisuje się w działania zawarte w dokumencie.

6.3.1.6. Polska Strategia Wodorowa do roku 2030

Polska Strategia Wodorowa do roku 2030 (PSW) jest dokumentem strategicznym, w którym określono główne cele rozwoju gospodarki wodorowej w Polsce oraz wskazano kierunki działań

niezbędnych do ich osiągnięcia. Wizją i nadrzędnym celem PSW jest stworzenie polskiej gałęzi gospodarki wodorowej oraz jej rozwój na rzecz osiągnięcia neutralności klimatycznej i utrzymania konkurencji polskiej gospodarki.

W dokumencie wyszczególniono 6 celów strategicznych:

- Cel 1 – wdrożenie technologii wodorowych w energetyce i ciepłownictwie;
- Cel 2 – wykorzystanie wodoru jako paliwa alternatywnego w transporcie;
- Cel 3 – wsparcie dekarbonizacji przemysłu;
- Cel 4 – produkcja wodoru w nowych instalacjach;
- Cel 5 – sprawny i bezpieczny przesył, dystrybucja i magazynowanie wodoru;
- Cel 6 – stworzenie stabilnego otoczenia regulacyjnego.

Realizacja wskazanych celów strategicznych ma przyczynić się do przyspieszenia procesu dekarbonizacji energochłonnych sektorów. Zapisy dokumentu mają pozwolić na ekologiczne wytwarzanie wodoru na skalę przemysłową oraz stopniowe dążenie do budowy w kraju zeroemisyjnej gospodarki. W dokumencie wskazano łącznie 44 działania, które mają umożliwić realizację celów strategicznych.

W dokumencie przedstawiono również wskaźniki osiągnięcia celów Polskiej Strategii Wodorowej do 2030 r., m.in. liczbę użytkowanych autobusów wodorowych (100-250 do 2025 r. i 800-1000 do 2030 r.) oraz liczbę stacji tankowania wodoru (min. 32 stacje do 2025 r.). Realizacja wymiany autobusów na zeroemisyjne wpisuje się w działania zawarte w dokumencie.

6.3.2. Poziom wojewódzki

6.3.2.1. Strategia Rozwoju Województwa Dolnośląskiego

Strategia Rozwoju Województwa Dolnośląskiego została uchwalona w 2018 r. przez Sejmik Województwa Dolnośląskiego. Dokument odpowiada na podstawowe wyzwania polityki spójności Unii Europejskiej, a także wpisuje się w istniejące krajowe dokumenty strategiczne. Wizję przyszłościowego rozwoju regionu określono jako: Dolny Śląsk 2030 regionem równomiernego rozwoju, regionem przyjaznym, nowoczesnym i konkurencyjnym. Jej osiągnięciu służyć będzie realizacja celu nadrzędnego, którym jest harmonijny rozwój regionu i wysoka jakość życia dolnośląskiej społeczności oraz przyporządkowanych mu pięciu celów strategicznych:

- efektywne wykorzystanie gospodarczego potencjału regionu;
- poprawa jakości i dostępności usług publicznych;
- wzmocnienie regionalnego kapitału ludzkiego i społecznego;
- odpowiedzialne wykorzystanie zasobów i ochrona walorów środowiska naturalnego i dziedzictwa kulturowego;
- wzmocnienie przestrzennej spójności regionu.

Realizacji celów strategicznych służyć zaś mają różnorodne inicjatywy ujęte w 94 przedsięwzięciach strategicznych – grupach zadań strategicznych. Wymiana autobusów na zeroemisyjne wpisuje się w działania zawarte w:

- celu strategicznym 2. Poprawa jakości i dostępności usług publicznych w ramach celu operacyjnego:
 - 2.3 Rozwój i doskonalenie usług publicznych;

- Przedsięwzięcie strategiczne 2.3.6: Podejmowanie działań służących poprawie jakości usług publicznego transportu zbiorowego;
- celu strategicznym 5. Wzmacnianie przestrzennej spójności regionu:
 - 5.1 Rozwój regionalnej sieci transportowej:
 - Przedsięwzięcie strategiczne 5.1.6: Zakup nowoczesnego taboru na potrzeby regionalnego systemu transportu publicznego;
 - Przedsięwzięcie strategiczne 5.1.8: Wsparcie działań na rzecz zwiększenia efektywności transportu w ujęciu proekologicznym (elektromobilność).

6.3.2.2. Program Ochrony Powietrza dla Województwa Dolnośląskiego

Program Ochrony Powietrza dla Województwa Dolnośląskiego został przyjęty przez Sejmik Województwa Dolnośląskiego w lipcu 2022 r. Głównym celem dokumentu jest poprawa powietrza i dotrzymanie norm jakości powietrza określonych w rozporządzeniu Ministerstwa Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2021 r. poz. 845). Dokument zawiera także zadania, których wdrożenie spowoduje obniżenie poziomów zanieczyszczeń. W zakresie działań kierunkowych zmierzających do przywrócenia standardów jakości powietrza założono, w zakresie ograniczania emisji liniowej, m.in.: wprowadzenie nowych niskoemisyjnych paliw i technologii, szczególnie w systemie transportu publicznego czy realizację projektu zintegrowanego systemu transportu szynowego.

6.3.2.3. Program ochrony powietrza dla stref w województwie dolnośląskim, w których w 2021 r. zostały przekroczone poziomy dopuszczalne i docelowe substancji w powietrzu wraz z planem działań krótkoterminowych

Program ochrony powietrza dla stref w województwie dolnośląskim został przyjęty przez Sejmik Województwa Dolnośląskiego w lipcu 2023 r. Program opracowano dla stref i substancji zanieczyszczających powietrze, dla których w ocenie rocznej za 2021 r. wskazano przekroczenia norm jakości powietrza i stwierdzono konieczność realizacji działań naprawczych mających na celu poprawę jakości powietrza ze względu na ochronę zdrowia ludzi. Głównym celem dokumentu jest przywrócenie naruszonych standardów jakości powietrza, a przez to poprawa warunków życia mieszkańców, podwyższenie standardów cywilizacyjnych oraz lepsza jakość życia w mieście. W strefie Aglomeracji Wrocławskiej wystąpiły przekroczenia poziomu NO₂, PM₁₀, B(a)P, PM_{2,5}. W zakresie działań kierunkowych dotyczących ograniczania emisji liniowej zapisano m.in.:

- modernizację i wymianę taboru komunikacji miejskiej ze szczególnym uwzględnieniem korelacji ekonomiczno-ekologicznej, tzn. współmierności zaangażowanych środków finansowych do spodziewanych efektów ekologicznych;
- dążenie do wprowadzenia niskoemisyjnych paliw i technologii;
- szkolenia dla prowadzących pojazdy dotyczące takiego użytkowania pojazdów i sposobu jazdy, aby ograniczać emisję zanieczyszczeń,
- wspieranie rozwiązań prośrodowiskowych w zakresie transportu (np. wspieranie stacji ładowania pojazdów elektrycznych).

6.3.3. Poziom lokalny

6.3.3.1. Strategia Wrocław 2030

Strategia Wrocław 2030 (uchwała nr LI/193/18 Rady Miejskiej Wrocławia z dnia 15 lutego 2018 r.) jest dokumentem strategicznym określającym kierunki rozwoju Wrocławia. W zakresie mobilności

i komunikacji miejskiej określono, że rozwijanie transportu publicznego powinno być jednym z trzech priorytetów działań miasta, a działania powinny być spójne z Wrocławską Polityką Mobilności, Planem Mobilności Miejskiej oraz Planem zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego Wrocławia z 2016 r. Powinien zostać rozwinięty cały system transportu publicznego z uwzględnieniem całej Aglomeracji oraz wprowadzony zeroemisyjny transport publiczny. Miasto powinno też zadbać o dobre warunki dla pieszych i rowerzystów oraz promować zrównoważoną mobilność.

6.3.3.2. Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Wrocławia 2018

Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Wrocławia zostało uchwalone w styczniu 2018 r. przez Radę Miejską Wrocławia. W pierwszej części dokumentu, dotyczącej uwarunkowań zagospodarowania przestrzennego miasta, we wnioskach z rozważań nt. transportu (podrozdział I.6.16) zawarto stwierdzenie, że system transportowy Wrocławia należy planować zgodnie z hasłem „Wrocław miastem zrównoważonej mobilności” w taki sposób, aby rozwiązania wskazywały wyraźnie na priorytet dla transportu niesamochodowego: komunikacji zbiorowej, ruchu rowerowego i pieszego. Zrównoważona mobilność i rozwój transportu zbiorowego są także wyszczególnione jako jeden z celów operacyjnych rozwoju miasta (rozdział III.2). W części kierunkowej odniesienie do transportu zbiorowego znajduje się w podrozdziale IV.6.6.2 dotyczącym poprawy ochrony powietrza. Studium wskazuje jako kierunki działania m.in. rozwój sieci transportu publicznego oraz stwarzanie warunków do korzystania z pojazdów z silnikami ekologicznymi, w tym rozwój infrastruktury dla paliw alternatywnych. Tematowi zrównoważonej mobilności jest poświęcony cały rozdział IV.11, w którym poruszono w większym stopniu temat transportu szynowego (rozwój sieci tramwajowej, integracja kolei do systemu komunikacji miejskiej). W rozdziale zawarto także temat elektromobilności miejskiej, której rozwój należy wspierać jako alternatywę dla indywidualnego transportu samochodowego. Wpisuje się w to elektryfikacja tras autobusowych. Ze względu na zmianę ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. z 2024 r., poz. 1130 z późn. zm.), studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Wrocławia utraci moc z końcem 2025 roku na rzecz nowego dokumentu – planu ogólnego.

6.3.3.3. Miejski Plan Adaptacji do zmian klimatu do roku 2030

Miejski Plan Adaptacji do zmian klimatu do roku 2030 ma na celu kształtowanie polityki rozwoju i wizji miasta uwzględniającej warunki klimatyczne i adaptację do nich. Określono w nim działania będące odpowiedzią na zagrożenia w obszarach funkcjonowania miasta. Podsystem miejskiego transportu publicznego jest także zagrożony zmianami klimatycznymi, takimi jak ekstremalne temperatury, wahania temperatury wokół 0 °C, intensywne opady śniegu i deszczu. W kontekście przechodzenia na bardziej ekologiczne i zrównoważone systemy transportowe w miastach, za najbardziej istotne należy uznać temperatury maksymalne i fale upałów, które mogą powodować przerwy w dostawie zasilania z powodu możliwych przeciążeń sieci energetycznych czy przegrzewania się silników i innych urządzeń technicznych. Temperatury minimalne i fale zimna również oddziałują na autobusy poprzez większą awaryjność sprzętu i zmniejszoną sprawność działania środków transportu. W przypadku opadów istnieje ryzyko zablokowania odcinków ulic w wyniku zwiększonej liczby kolizji i wypadków czy uszkodzenia taboru. W sytuacji wystąpienia powodzi może dochodzić do uszkodzenia infrastruktury komunikacyjnej, a także dezorganizacji transportu poprzez wyłączenie z ruchu tras komunikacyjnych, spowolnienia ruchu i trudności z dotrzymaniem rozkładu jazdy. W przypadku silnego i bardzo silnego wiatru oraz burz istnieje niebezpieczeństwo uszkodzenia pojazdów i obiektów infrastruktury, uszkodzenia lub zakłócenia w pracy urządzeń energetycznych (przerwy w zasilaniu energią elektryczną), spowolnienia ruchu lub jego zablokowanie ze względu na trudne warunki komunikacyjne. Wszystkie powyższe negatywne zjawiska klimatyczne mogą wygenerować problemy przy wykorzystywaniu pojazdów ekologicznych.

Zjawiska wpływają też negatywnie na energetykę, której system może zostać nadmiernie obciążony; istnieje też ryzyko uszkodzenia napowietrznych sieci energetycznych i słupów energetycznych, uszkodzenia i zalania stacji transformatorowych. Dlatego jednym z działań założonych w planie jest przystosowanie przestrzeni komunikacyjnej do zmian klimatu. Jednym z działań ma być zakup nowoczesnego taboru tramwajowego i autobusowego przystosowanego do ekstremalnych zjawisk pogodowych.

6.3.3.4. Wrocławska Polityka Mobilności

Wrocławska Polityka Mobilności została przyjęta przez Radę Miejską w 2013 r. jako kluczowy dokument kierunkowy będący elementem strategii rozwojowej miasta, odnoszący się do zjawisk związanych z mobilnością, sposobów korzystnego jej kształtowania oraz rozwiązywaniem problemów transportowych. Generalnym celem dokumentu jest tworzenie optymalnych warunków do efektywnego i bezpiecznego przemieszczania osób oraz towarów w mieście i obszarze metropolitalnym, przy spełnieniu wymogu ograniczenia uciążliwości transportu dla środowiska. Uzupełnieniem celu generalnego jest 6 celów podstawowych:

- poprawa dostępności transportowej miasta i obszaru metropolitalnego;
- wzmacnianie roli transportu zbiorowego oraz rowerowego i pieszego jako podstawy zrównoważonego funkcjonowania miasta i obszaru metropolitalnego;
- integracja systemów transportowych miasta i obszaru metropolitalnego oraz regionu i kraju;
- poprawa jakości transportu;
- wzrost poziomu bezpieczeństwa przemieszczania się;
- ograniczanie negatywnego oddziaływania transportu na warunki życia mieszkańców i środowisko przyrodnicze.

Środki realizacji celów podstawowych podzielono na 15 obszarów. Za obszary związane z ekologicznym transportem i obsługą transportu zbiorowego autobusami zeroemisyjnymi należy uznać:

- kształtowanie zrównoważonej mobilności – informowanie mieszkańców o pozytywnym wpływie na zdrowie i jakość życia ekologicznych środków transportu;
- transport zbiorowy – rozwijanie floty taboru o pojazdy ekologiczne i przyjazne osobom o ograniczonej sprawności;
- ekonomia i finanse – uwzględnianie w procesie decyzyjnym efektywności ekonomicznej i korzyści społecznych z projektów transportowych, zapewnienie finansowania nakładów odtworzeniowych na infrastrukturę transportową, pozyskiwanie środków finansowych na inwestycje transportowe ze źródeł zewnętrznych, w tym z funduszy Unii Europejskiej, korzystanie z innych niż publiczne sposobów pozyskiwania funduszy na inwestycje transportowe i ich utrzymanie, m.in. z partnerstwa publiczno-prywatnego, opłat za korzystanie z infrastruktury;
- ochrona środowiska – działania obniżające energochłonność transportu, działania obniżające emisyjność transportu, wprowadzenie w mieście taboru transportu zbiorowego o wysokich walorach ekologicznych, stosowanie rozwiązań technicznych minimalizujących negatywne oddziaływanie transportu na klimat akustyczny, promowanie pojazdów ekologicznych, prowadzenie edukacji ekologicznej.

Analiza kosztów i korzyści wykorzystania autobusów zeroemisyjnych w komunikacji miejskiej we Wrocławiu, jako dokument dotyczący zakupów taborowych ekologicznych środków transportowych, jest zgodny z Wrocławską Polityką Mobilności.

6.3.3.5. Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego Wrocławia na lata 2023–2027

Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla Wrocławia na lata 2023–2027 (Uchwała Nr LXI/1598/22 Rady Miejskiej Wrocławia z dnia 24 listopada 2022 r.) to dokument planistyczny, który określa zasady organizacji, funkcjonowania i finansowania transportu zbiorowego na obszarze Wrocławia. W rozdziale dotyczącym standardów w zakresie ochrony środowiska naturalnego zwrócono uwagę, że zwiększenie udziału podróży środkami transportu publicznego kosztem podróży odbywających się samochodami osobowymi z silnikami spalinowymi spowoduje zmniejszenie emisji zanieczyszczeń atmosferycznych. Wskazano też na możliwość uzyskania wsparcia finansowego na zakup pojazdów zeroemisyjnych, które bezpośrednio przyczynią się do ochrony środowiska naturalnego.

6.3.3.6. Wrocławska Strategia Rozwoju Elektromobilności

Wrocławska Strategia Rozwoju Elektromobilności (Uchwała nr XXV/675/20 Rady Miejskiej Wrocławia z dnia 23 lipca 2020 r.) jest dokumentem strategicznym określającym kierunki rozwoju elektromobilności we Wrocławiu. W Strategii scharakteryzowano miasto Wrocław pod względem stanu jakości powietrza, systemu transportowego oraz systemu energetycznego. Autorzy dokumentu wskazali też obszary problemowe miasta, takie jak: niedostatecznie zintegrowany system transportu aglomeracyjnego, nadmierny udział samochodów w codziennych dojazdach do pracy, niesatysfakcjonująca prędkość komunikacyjna pojazdów komunikacji miejskiej, niedostateczny stan technicznych torów tramwajowych, mała rola transportu kolejowego w mieście, zmniejszający się udział transportu zbiorowego w podziale zadań przewozowych w mieście, niski poziom wykorzystania odnawialnych źródeł energii oraz przekroczone normy zanieczyszczenia powietrza.

W części planistycznej przedstawiono priorytety rozwojowe składające się z czterech celów strategicznych:

- zero- i niskoemisyjna komunikacja miejska poprzez wprowadzenie pojazdów nisko- i zeroemisyjnych do obsługi publicznego transportu zbiorowego, rozbudowę systemu parkingów P+R, zakup taboru tramwajowego;
- elektromobilny samorząd, który zakłada obsługę Urzędu Miejskiego Wrocławia i jednostek pomocniczych przez minimum 30% pojazdów elektrycznych, promocję i wspieranie podmiotów prywatnych w budowie ogólnodostępnych stacji ładowania pojazdów oraz stosowanie wymogu wykorzystania ekologicznych pojazdów w zamówieniach publicznych;
- elektromobilny mieszkaniec – cel operacyjny zakłada rozwój publicznych wypożyczalni pojazdów współdzielonych rowerów elektrycznych, samochodów, hulajnóg i skuterów elektrycznych, stworzenie pakietu działań promujących elektromobilność oraz edukację przedszkolną i szkolną na temat wykorzystania energii elektrycznej w transporcie;
- Inteligentne Miasto – zakładające rozszerzenie działania istniejącego już w mieście systemu ITS (montowanie na przystankach tablic dynamicznej informacji pasażerskiej), rozwój zintegrowanego biletu, stworzenie miejskiej mapy punktów ładowania i zajętości miejsc parkingowych, uruchomienie tramwaju wodnego.

Działania mają być realizowane w latach 2020–2030.

6.3.3.7. Plan Gospodarki Niskoemisyjnej dla ZIT WrOF – Gmina Wrocław

Plan Gospodarki Niskoemisyjnej (PGN) dla Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych Wrocławskiego Obszaru Funkcjonalnego – Gmina Wrocław został uchwalony przez Radę Miejską Wrocławia w lipcu 2019 r. i jest aktualizacją poprzedniego planu, uchwalonego w 2015 r. PGN wyznacza cele, strategię i kierunki działania dla rozwoju gospodarki niskoemisyjnej w Gminie Wrocław w wielu sektorach, m.in. w transporcie. Struktura dokumentu obejmuje diagnozę obecnego stanu wraz z przeprowadzeniem analizy SWOT, a następnie wskazania dotyczące jego poprawy. W rozdziale V.1.2 planu znajduje się krótki opis obecnego stanu wrocławskiej komunikacji miejskiej. Również w tym rozdziale, w analizie SWOT, wśród słabych stron wymieniono niesatysfakcjonujący udział podróży komunikacją zbiorową. W rozdziale V.2.3 wśród głównych kierunków działań w sektorze transportu wskazano dalszą wymianę taboru autobusowego na pojazdy spełniające bardziej rygorystyczne normy środowiskowe: zasilane paliwami alternatywnymi – CNG, hybrydowe i elektryczne. W rozdziale V.5. omówiono zaplanowane działania pod względem perspektywy ich realizacji. W strategii długoterminowej wskazano na działania w sektorze transportu jako drugie w hierarchii ważności, co jest uzasadnione bardzo dużym potencjałem redukcji emisji w tym sektorze, a także istnieniem dużych możliwości realizacji działań w zakresie m.in. transportu zbiorowego. Strategia długoterminowa PGN zakłada (w zakresie transportu, dla miasta jak i dla obszaru metropolitalnego) przede wszystkim:

- rozwój niskoemisyjnego transportu publicznego – zastosowanie niskoemisyjnych pojazdów;
- rozwój sieci transportu publicznego;
- rozwój sieci wypożyczalni i infrastruktury dla pojazdów niskoemisyjnych;
- wdrażanie stref ograniczonego ruchu, stref ograniczonej emisji, mechanizmów preferencji pojazdów niskoemisyjnych.

Jako przykładowe działanie krótko- i średnioterminowe zaproponowano zakup i wymianę pojazdów kołowych na niskoemisyjne (min. norma emisji spalin – EURO 6, hybrydowe, elektryczne, biopaliwa II i III generacji oraz inne paliwa alternatywne). Niniejsza analiza wpisuje się w powyższe cele PGN w każdej perspektywie czasowej.

6.3.3.8. Aktualizacja założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla obszaru Gminy Wrocław

Aktualizacja założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla obszaru Gminy Wrocław została uchwalona przez Radę Miejską Wrocławia w listopadzie 2023 r. i jest aktualizacją poprzedniego planu uchwalonego w 2019 r. W dokumencie przeprowadzono ocenę stanu aktualnego, analizy, prognozy, zagrożenia i ryzyka oraz wskazano sposoby ich eliminacji dla planowanych działań, a także opisano ekologiczne aspekty realizacji dokumentu. Autorzy Założeń ocenili stan techniczny infrastruktury elektroenergetycznej średniego³¹ napięcia jako dobry. Pomimo tego operator sieci dystrybucyjnej przewiduje realizację inwestycji związanych z przyłączeniem nowych odbiorców, jak również przeprowadzanie niezbędnych modernizacji infrastruktury sieciowej. Ponadto w celu zachowania właściwego poziomu bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej wymagane będą działania inwestycyjne w zakresie infrastruktury wysokiego napięcia i trafostacji WN/SN.

W zakresie planów przechodzenia na bardziej ekologiczne i zrównoważone systemy transportowe uwzględniono wyniki poprzedniej analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem w komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych. Na podstawie analizy obliczono szacunkowe

³¹ Wykorzystywana przy eksploatacji infrastruktury ładowania pojazdów.

zapotrzebowanie na moc infrastruktury ładowania³², które wyniosło łącznie 11,1 MW oraz zużycie energii autobusów na poziomie 36,2 tys. MWh. W dokumencie przedstawiono także szacunki związane z rozbudową trakcji tramwajowej oraz rozbudową i budową zakładów tramwajowych (zajezdni). Wskazano, iż związane będzie to ze zwiększeniem wykorzystania energii elektrycznej, które spowoduje wzrost zapotrzebowania na moc o 2,6 MW oraz wzrost zużycia energii do 2025 r. o ok. 5,6 GWh/rok.

6.3.3.9. Wrocławski Program Tramwajowy 2.0.

Wrocławski Program Tramwajowy 2.0. to dokument określający inwestycje tramwajowe w mieście. W opracowaniu przedstawiono analizy oraz sprawdzono zasadność planowania tras tramwajowych w kierunkach wskazanych w miejskich dokumentach strategicznych, jak również zarekomendowano trasy tramwajowe do ujęcia w planowaniu inwestycyjnym na najbliższe lata.

Na podstawie przeprowadzonej analizy zostały przedstawione trasy możliwe do realizacji do 2030 r. Wytypowano następujące trasy tramwajowe:

- Swojczyce;
- Maślice;
- Borowska Szpital;
- Klecina;
- Jagodno.

Realizacja wyżej wymienionych tras wydłuży sieć tramwajową o ponad 10 km, powstanie 26 par przystanków tramwajowych, a dostęp do transportu tramwajowego zyska 2,73% mieszkańców (ok. 20 000 osób). W dokumencie zwrócono również uwagę na zwiększenie taboru tramwajowego, potrzebnego do obsługi nowych tras tramwajowych. Łącznie dla 5 rekomendowanych tras, niezbędne będzie zapewnienie 40 nowych tramwajów. Równie istotnym aspektem realizacji nowych tras tramwajowych będzie konieczność zabezpieczenia miejsca pod budowę nowej zajezdni tramwajowej, ponieważ obecnie funkcjonujące zajezdnie na terenie miasta mają ograniczoną pojemność, która obecnie jest na wyczerpaniu.

6.3.3.10. Wrocławski Program Tramwajowo-Autobusowy na lata 2024–2032

Program tramwajowo-autobusowy do 2032 r. określa inwestycje tramwajowe i autobusowe, które będą realizowane w kolejnych latach na terenie miasta. Według dokumentu zrealizowane zostaną następujące inwestycje:

- Swojczyce (trasa autobusowo-tramwajowa);
- Jagodno (trasa autobusowo-tramwajowa);
- Borowska Szpital (tramwaj);
- Maślice (tramwaj);
- Klecina (tramwaj);
- Nowe Żerniki (tramwaj + nowa zajezdnia);
- Ołtaszyn-Wysoka;
- Gądów Południowy (tramwaj);

³² Dla 120 autobusów elektrycznych, 60 ładowarek plug-in o mocy 80 kW oraz 21 ładowarek pantografowych o mocy 300 kW w 2028 r.

- Muchobór Wielki (trasa autobusowa/ trasa autobusowo-tramwajowa);
- Książę Wielkie (tramwaj);
- Gajowice (trasa autobusowa/ trasa autobusowo-tramwajowa);
- Borowska Centrum (tramwaj);
- Psie Pole (tramwaj);
- Węzeł Przesiadkowy Sucha (węzeł i tramwaj);
- Węzeł Przesiadkowy Dubois-Drobnera (węzeł),
- Węzeł Przesiadkowy Kwiska (węzeł).

Realizacja powyższych inwestycji tramwajowo-autobusowych ma przyczynić się do poprawy sytuacji transportowej Wrocławia i być odpowiedzią na zwiększającą się liczbę mieszkańców najszybciej rozwijających się nowych osiedli tj. Maślice, Jagodno oraz Swojczyce. Część ze wskazanych inwestycji jest uzależniona od realizacji spółek z Grupy PKP.

6.3.3.11. Plan Zrównoważonej Mobilności Miejskiej dla Miejskiego Obszaru Funkcjonalnego Wrocławia

Plan Zrównoważonej Mobilności Miejskiej dla Miejskiego Obszaru Funkcjonalnego Wrocławia (PZMM dla MOFW) to dokument strategiczny, długoterminowy, nastawiony na poprawę transportu publicznego. W dokumencie przedstawiono wizję, według której „Miejski Obszar Funkcjonalny Wrocławia będzie obszarem wdrażania efektywnych rozwiązań w zakresie integracji polityki przestrzennej i transportowej”. Do osiągnięcia założonej wizji wyznaczone cele nadrzędne, tj.:

- harmonizacja struktur zarządzania;
- optymalizacja przestrzenna;
- poprawa dostępności transportowej.

Założenia celów nadrzędnych będą wdrażane poprzez projekty ujęte w grupy pakietów działań spiętych celami szczegółowymi. Wyznaczono 5 celów szczegółowych:

- rozszerzenie zakresu współpracy międzygminnej oraz instytucjonalnej na rzecz budowania spójności MOFW;
- zwiększenie konkurencyjności transportu niesamochodowego w codziennych przemieszczaniach w obszarze MOFW;
- polepszenie warunków zamieszkiwania w obszarze MOFW;
- zmniejszenie uciążliwości transportowej dla ludzi i środowiska wraz z poprawą bezpieczeństwa i jakości infrastruktury;
- promowanie i rozwój nowych form i usług z zakresu mobilności.

Z punktu widzenia niniejszego dokumentu przedstawiono ważne działanie ujęte w celu strategicznym dotyczącym zmniejszenia uciążliwości transportowej dla ludzi i środowiska. Założenia działania „Nisko- lub zeroemisyjność w transporcie” polegają na promowaniu wykorzystania w przewozach pasażerskich zeroemisyjnego taboru (wodorowego lub elektrycznego) oraz kontynuowaniu wymiany taboru autobusowego na nisko lub zeroemisyjny.

6.3.3.12. Plan Zrównoważonej Mobilności Miejskiej dla Wrocławia

Plan Zrównoważonej Mobilności Miejskiej dla Wrocławia to podobnie jak PZMM dla MOFW, dokument strategiczny, oparty na długoterminowej zrównoważonej wizji rozwoju miasta.

W dokumencie przedstawiono wizję, według której „Przemieszczanie się po Wrocławiu powinno być bezpieczne i szybkie, a rozwój mobilności w mieście musi być przyjazny dla mieszkańców i środowiska”. Wyznaczono 9 obszarów Planu realizujące wizję PZMM, a do poszczególnych obszarów wskazano możliwe do przyjęcia cele, których realizacja mogłaby wpłynąć na zmianę sytuacji transportowej w mieście. W ramach obszaru „Miasto przyjazne środowisku” wskazano cel dotyczący ekologii w transporcie i wskazano na sukcesywną wymianę obecnego taboru autobusowego na autobusy zeroemisyjne (np. hybrydowe, wodorowe, elektryczne).

7. Podsumowanie

Gmina Wrocław, na podstawie zapisów ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1289 z późn. zm.), jest zobligowane do opracowania analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem pojazdów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Zgodnie z ustawą w analizie przeprowadzono:

- analizę finansowo-ekonomiczną, uwzględniającą ponoszenie nakładów inwestycyjnych na zakup taboru zeroemisyjnego, nakłady odtworzeniowe zakładające wymianę pozostałych autobusów, koszty eksploatacji pojazdów oraz wartość rezydualną inwestycji;
- oszacowanie efektów środowiskowych na podstawie metodyki opracowanej przez Centrum Unijnych Projektów Transportowych;
- analizę społeczno-ekonomiczną uwzględniającą wyniki analizy finansowo-ekonomicznej oraz wycenę kosztów emisji szkodliwych substancji oraz hałasu.

W analizie przyjęto następujące warianty inwestycyjne:

- Wariant 0 (W0 – bazowy) – wariant bazowy zakładający ponoszenie nakładów z wykorzystaniem pojazdów napędzanych silnikami spalinowymi o normie emisji EURO 6 oraz z uwzględnieniem wymogów i regulacji zawartych w art. 68a ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1289 z późn. zm.);
- Wariant 1 (W1 – ustawowy) – wariant zakładający uwzględnienie minimalnych udziałów opisanych w art. 68a ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1289 z późn. zm.) oraz spełnienie udziału autobusów zeroemisyjnych opisanych w art. 36 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1289 z późn. zm.) poprzez autobusy zeroemisyjne;
- Wariant 2 (W2 – zeroemisyjny) – wariant zakładający zakup autobusów zeroemisyjnych, które będą stanowiły 100% nowego taboru.

Jako okres analizy przyjęto lata 2024–2030. Zgodnie z ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1289 z późn. zm.) określono, ile powinna wynosić minimalna liczba autobusów zeroemisyjnych we Wrocławiu:

- od 1 stycznia 2025 r. – 100 pojazdów (tj. udział 20%) z puli 500 pojazdów obsługujących cały system organizowany przez Gminę Wrocław;
- od 1 stycznia 2028 r. – 169 pojazdów (tj. udział 30%) z puli 562 pojazdów obsługujących cały system organizowany przez Gminę Wrocław na dzień 1 stycznia 2028 r.

Przeprowadzona analiza finansowo-ekonomiczna wykazała ujemną wartość wskaźnika efektywności finansowej w wariantach W1 i W2. Oznacza to, że inwestycja w autobusy zeroemisyjne jest nieopłacalna pod względem finansowym.

W wyniku analizy społeczno-ekonomicznej obliczono wskaźniki efektywności ekonomicznej, które uzyskały w większości ujemne wartości w obu wariantach, wskazując na brak zasadności ekonomicznej inwestycji.

Negatywny wynik analizy wskazuje, że nie musi zostać spełniony ustawowy obowiązek dotyczący udziałów autobusów zeroemisyjnych we flocie obsługującej transport publiczny organizowany przez Gminę Wrocław przez najbliższe 36 miesięcy, tj. do sporządzenia następnej analizy.

Pomimo tego Gmina Wrocław, zważając na korzyści ekologiczne i eksploatacyjne autobusów elektrycznych, powinna podjąć się zakupu takich pojazdów przy uzyskaniu odpowiedniego **wsparcia zewnętrznego** (środków unijnych w ramach programów Funduszy Europejskich na Infrastrukturę, Klimat i Środowisko, Krajowego Planu Odbudowy i Zwiększania Odporności, Funduszy Europejskich dla Dolnego Śląska 2021-2027 oraz środków krajowych pochodzących z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej). Inwestycja w autobusy elektryczne akumulatorowe będzie korzystna przy poziomie finansowania zewnętrznego na poziomie 68%. W przypadku autobusów elektrycznych z wodorowymi ogniwami paliwowymi nawet przy 100% dofinansowaniu zakupu taboru, koszty eksploatacyjne takich autobusów przewyższą koszt zakupu i eksploatację autobusu z napędem konwencjonalnym.

W perspektywie unijnej 2021–2027 Gmina Wrocław może ubiegać o maksymalne dofinansowanie na poziomie 70%. W tym celu powinna zostać przeprowadzona odrębna analiza kosztów i korzyści dla danego projektu inwestycyjnego, np. wymiany pojazdów na nowe, która uzyska pozytywne wyniki wskaźników efektywności ekonomicznej wymaganych do uzyskania funduszy unijnych i krajowych.

8. Spis map, tabel i wykresów

SPIS MAP

MAPA 1. OBSZAR ANALIZY KOSZTÓW I KORZYŚCI	8
MAPA 2. GENERATORY RUCHU – PLACÓWKI EDUKACYJNE, OBIEKTY KULTURY ORAZ BUDYNKI URZĘDÓW I ADMINISTRACJI PUBLICZNEJ	10
MAPA 3. GENERATORY RUCHU – BUDYNKI HANDLOWO-USŁUGOWE I MIEJSCA KULTU RELIGIJNEGO.....	11
MAPA 4. GENERATORY RUCHU – BUDYNKI PLACÓWEK ZDROWIA, OBIEKTY SPORTOWE I REKREACYJNE	12
MAPA 5. LINIE KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ.....	16
MAPA 6. ELEKTRYFIKACJA LINII AUTOBUSOWYCH ORAZ LOKALIZACJA PUNKTÓW ŁADOWANIA W PRZYPADKU OPŁACALNOŚCI PRZEDSIĘWZIĘCIA LUB POZYSKANIA ZEWNĘTRZNEGO DOFINANSOWANIA	41
MAPA 7. ELEKTRYFIKACJA LINII AUTOBUSOWYCH ORAZ LOKALIZACJA PUNKTÓW ŁADOWANIA W PRZYPADKU OPŁACALNOŚCI PRZEDSIĘWZIĘCIA LUB POZYSKANIA ZEWNĘTRZNEGO DOFINANSOWANIA – ZBLIŻENIE NA GMINĘ WROCŁAW	42
MAPA 8. GĘSTOŚĆ ZALUDNIENIA W PASIE 250 METRÓW OD DROGI, PO KTÓREJ PRZEBIEGAJĄ LINIE AUTOBUSOWE PRZEZNACZONE DO ELEKTRYFIKACJI	59

SPIS TABEL

TABELA 1. LICZBA LUDNOŚCI GMINY WROCŁAW W LATACH 2019–2023.....	9
TABELA 2. PROGNOZA DEMOGRAFICZNA DLA GMINY WROCŁAW DO 2040 R.	9
TABELA 3. STACJE POMIAROWE GIOŚ WE WROCŁAWIU	13
TABELA 4. DOPUSZCZALNE POZIOMY HAŁASU POWODOWANEGO PRZEZ DROGI LUB LINIE KOLEJOWE	14
TABELA 5. PRACA EKSPLOATACYJNA WYKONANA PRZEZ OPERATORÓW W TYM MPK WROCŁAW WRAZ Z PODWYKONAWCAMI [WOZOKILOMETRY] W LATACH 2021–2023	17
TABELA 6. PRACA EKSPLOATACYJNA WYKONANA W RAMACH KOMUNIKACJI MIĘDZYGMINNEJ [WOZOKILOMETRY] W LATACH 2021–2023	17
TABELA 7. ROCZNA LICZBA PRZEWIEZIONYCH PASAŻERÓW W LATACH 2021–2023	18
TABELA 8. SPIS TABORU POSZCZEGÓLNYCH OPERATORÓW I PODWYKONAWCÓW MPK WROCŁAW	18
TABELA 9. POJAZDY WEDŁUG DŁUGOŚCI I KLASY POJEMNOŚCIOWEJ	20
TABELA 10. POJAZDY WEDŁUG RODZAJU NAPĘDU	21
TABELA 11. POJAZDY WEDŁUG NORMY EMISYJNOŚCI	21
TABELA 12. POJAZDY WEDŁUG WIEKU	22
TABELA 13. WIELKOŚĆ EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ DO ATMOSFERE W PRZELICZENIU NA KM	22
TABELA 14. LICZBA PRZEJECHANYCH KILOMETRÓW ORAZ WIELKOŚĆ ROCZNEJ EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ DO ATMOSFERE PRZEZ OBECNIE EKSPLOATOWANE POJAZDY W 2023 ROKU	24
TABELA 15. SPECYFIKA PRZYKŁADOWYCH AUTOBUSÓW WODOROWYCH	28
TABELA 16. PRZYKŁADOWE POSTĘPOWANIA NA AUTOBUSY WODOROWE W POLSCE	29
TABELA 17. CENY ŁADOWAREK DO AUTOBUSÓW ELEKTRYCZNYCH W POLSCE	31
TABELA 18. CENY AUTOBUSÓW ELEKTRYCZNYCH W POLSCE.....	32
TABELA 19. CENY AUTOBUSÓW ZASILANYCH ON W POLSCE NA PODSTAWIE PRZETARGÓW	33
TABELA 20. HARMONOGRAM PLANOWANEJ WYMIANY FLOTY	35

TABELA 21. ETAPY ELEKTRYFIKACJI LINII AUTOBUSOWYCH	38
TABELA 22. PROPONOWANE LOKALIZACJE STACJI ŁADOWANIA PANTOGRAFOWEGO	40
TABELA 23. ZUŻYCIE ENERGII NA LINIACH KOMUNIKACYJNYCH	43
TABELA 24. BUDŻET GMINY WROCŁAW W LATACH 2021–2024 [MLN ZŁ]	45
TABELA 25. RACHUNEK ZYSKÓW I STRAT MPK WROCŁAW W WARIANCIE PORÓWNAWCZYM [TYS. PLN]	46
TABELA 26. NAKŁADY INWESTYCYJNE NA WYMIANĘ AUTOBUSÓW W WARIANTACH INWESTYCYJNYCH	48
TABELA 27. HARMONOGRAM I WYSOKOŚĆ NAKŁADÓW ODTWORZENIOWYCH W POSZCZEGÓLNYCH WARIANTACH	49
TABELA 28. ZAŁOŻENIA KOSZTÓW OPERACYJNYCH PRZYJĘTYCH DO ANALIZY	50
TABELA 29. WARTOŚĆ KOSZTÓW OPERACYJNYCH W OKRESIE ANALIZY	52
TABELA 30. WARTOŚĆ REZYDUALNA	52
TABELA 31. EFEKTYWNOŚĆ FINANSOWA PROJEKTU WYMIANY TABORU NA AUTOBUSY ZEROEMISYJNE	53
TABELA 32. WIELKOŚĆ EMISJI SZKODLIWYCH SUBSTANCJI DO ATMOSFERY W POSZCZEGÓLNYCH WARIANTACH W CAŁYM OKRESIE ANALIZY	56
TABELA 33. WARTOŚĆ KOSZTÓW EMISJI SZKODLIWYCH SUBSTANCJI W POSZCZEGÓLNYCH WARIANTACH W CAŁYM OKRESIE ANALIZY W ZŁ	57
TABELA 34. WIELKOŚĆ KOSZTÓW EMISJI HAŁASU W POSZCZEGÓLNYCH WARIANTACH W CAŁYM OKRESIE ANALIZY	58
TABELA 35. WSPÓŁCZYNNIKI KONWERSJI PRZEPŁYWÓW FINANSOWYCH W ANALIZIE SPOŁECZNO-EKONOMICZNEJ	60
TABELA 36. EFEKTYWNOŚĆ EKONOMICZNA PROJEKTU WYMIANY TABORU NA AUTOBUSY ZEROEMISYJNE	60
TABELA 37. WYZNACZENIE ZMIENNYCH KRYTYCZNYCH W ANALIZIE WRAŻLIWOŚCI	62
TABELA 38. WYNIKI ANALIZY WRAŻLIWOŚCI	63
TABELA 39. IDENTYFIKACJA RYZYKA	64
TABELA 40. ANALIZA JAKOŚCIOWA RYZYKA – SKALA PRAWDOPODOBIENSTWA	67
TABELA 41. ANALIZA JAKOŚCIOWA RYZYKA – SKALA SIŁY ODDZIAŁYWANIA NA PROJEKT	67
TABELA 42. MATRYCA POZIOMU RYZYKA	68
TABELA 43. STRATEGIE ZAPOBIEGANIA I OGRANICZANIA RYZYKA, POWIĄZANE Z MATRYCĄ JEGO POZIOMU	69
TABELA 44. IDENTYFIKACJA RYZYKA	69

SPIS WYKRESÓW

WYKRES 1. ZDYSKONTOWANE KOSZTY FINANSOWE 15-LETNIE DLA POJAZDÓW	53
---	----

Załącznik A Opis aktualnego stanu taboru autobusowego

Pojazdy według długości i klasy pojemnościowej

MINI	MIDI	MAXI	MEGA15	MEGA18
Operatorzy wewnętrzni				
7	0	190	0	230
Operatorzy zewnętrzni				
4	15	50	0	4
Łącznie				
11	15	240	0	234

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o. na podstawie danych od operatorów.

Pojazdy według rodzaju napędu

ON	Hybryda	BEV	FCEV	Trolejbus	CNG	LNG	Inne
Operatorzy wewnętrzni							
414	0	13	0	0	0	0	0
Operatorzy zewnętrzni							
73	0	0	0	0	0	0	0
Łącznie							
487	0	13	0	0	0	0	0

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o. na podstawie danych od operatorów.

Pojazdy według normy emisyjności

1 (lub brak normy)	2	3	4	5	EEV	6	EV
Operatorzy wewnętrzni							
0	0	0	0	106	0	308	13
Operatorzy zewnętrzni							
0	0	0	0	11	2	60	0
Łącznie							
0	0	0	0	117	2	368	13

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o. na podstawie danych od operatorów.

Pojazdy według wieku taboru

Do 5 lat	Od 6 do 10 lat	Od 11 do 15 lat	Ponad 15 lat
Operatorzy wewnętrzni			
153	168	40	66
Operatorzy zewnętrzni			
41	19	13	0
Łącznie			
194	187	53	66

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o. na podstawie danych od operatorów.

Załącznik B Spis taboru

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm3 dla ON, M3 dla CNG)
1.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	90 796	41,18
2.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	87 903	42,20
3.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	83 271	41,50
4.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	88 476	43,27
5.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	90 337	41,34
6.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	87 291	42,75
7.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	81 632	43,09
8.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	83 118	41,53
9.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	86 793	41,25
10.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	74 964	40,66
11.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	88 576	41,25
12.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	86 938	40,92
13.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	75 532	40,89
14.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	85 449	40,17
15.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	85 008	41,02
16.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	89 755	41,48

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm ³ dla ON, M3 dla CNG)
17.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	73 461	40,56
18.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	91 179	41,60
19.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	84 861	42,19
20.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	83 685	41,35
21.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	81 731	41,89
22.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	87 626	41,41
23.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	83 100	41,41
24.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	88 671	41,97
25.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	88 544	41,66
26.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	88 214	41,67
27.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	86 034	40,80
28.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	84 901	41,52
29.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	83 146	41,61
30.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	85 119	42,54
31.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	88 898	41,79
32.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	81 507	42,18
33.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	87 312	43,95

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm ³ dla ON, M3 dla CNG)
34.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	70 877	41,70
35.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	83 411	43,07
36.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	68 379	42,19
37.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	77 740	41,25
38.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	70 228	41,84
39.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	82 196	41,69
40.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	85 207	41,65
41.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	91 147	40,58
42.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	85 053	43,24
43.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	86 481	42,30
44.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	87 293	42,01
45.	Solaris Urbino 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	86 511	41,21
46.	Solaris Urbino 18	ON	2014	EURO 6	MEGA 18	52 137	56,69
47.	Solaris Urbino 18	ON	2014	EURO 6	MEGA 18	40 877	55,53
48.	Solaris Urbino 18	ON	2014	EURO 6	MEGA 18	52 382	56,38
49.	Solaris Urbino 18	ON	2014	EURO 6	MEGA 18	53 502	55,47
50.	Solaris Urbino 18	ON	2014	EURO 6	MEGA 18	31 045	54,59

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm3 dla ON, M3 dla CNG)
51.	Solaris Urbino 18	ON	2014	EURO 6	MEGA 18	51 018	56,51
52.	Solaris Urbino 18	ON	2014	EURO 6	MEGA 18	50 239	57,58
53.	Solaris Urbino 18	ON	2014	EURO 6	MEGA 18	52 055	56,45
54.	Solaris Urbino 18	ON	2014	EURO 6	MEGA 18	53 474	58,01
55.	Solaris Urbino 18	ON	2014	EURO 6	MEGA 18	53 222	57,25
56.	Solaris Urbino 18	ON	2014	EURO 6	MEGA 18	49 000	57,98
57.	Solaris Urbino 18	ON	2014	EURO 6	MEGA 18	51 924	57,08
58.	Mercedes 628 11 eCitaro G	BEV	2023	nie dotyczy	MEGA 18	21 369	nie dotyczy
59.	Mercedes 628 11 eCitaro G	BEV	2023	nie dotyczy	MEGA 18	15 580	nie dotyczy
60.	Mercedes 628 11 eCitaro G	BEV	2023	nie dotyczy	MEGA 18	18 522	nie dotyczy
61.	Mercedes 628 11 eCitaro G	BEV	2023	nie dotyczy	MEGA 18	25 345	nie dotyczy
62.	Mercedes 628 11 eCitaro G	BEV	2023	nie dotyczy	MEGA 18	30 764	nie dotyczy
63.	Mercedes 628 11 eCitaro G	BEV	2023	nie dotyczy	MEGA 18	21 684	nie dotyczy
64.	Mercedes 628 11 eCitaro G	BEV	2023	nie dotyczy	MEGA 18	29 074	nie dotyczy
65.	Mercedes 628 11 eCitaro G	BEV	2023	nie dotyczy	MEGA 18	23 175	nie dotyczy
66.	Mercedes 628 11 eCitaro G	BEV	2023	nie dotyczy	MEGA 18	25 610	nie dotyczy
67.	Mercedes 628 11 eCitaro G	BEV	2023	nie dotyczy	MEGA 18	23 849	nie dotyczy

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm3 dla ON, M3 dla CNG)
68.	Mercedes 628 11 eCitaro G	BEV	2023	nie dotyczy	MEGA 18	22 469	nie dotyczy
69.	Mercedes 628 11 eCitaro G	BEV	2023	nie dotyczy	MEGA 18	16 468	nie dotyczy
70.	Mercedes 628 11 eCitaro G	BEV	2023	nie dotyczy	MEGA 18	13 354	nie dotyczy
71.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	85 139	37,45
72.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	85 825	38,07
73.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	64 217	38,80
74.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	84 916	36,88
75.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	88 252	36,56
76.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	86 524	40,15
77.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	86 922	39,73
78.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	80 884	39,42
79.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	81 165	38,37
80.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	84 382	39,79
81.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	80 425	38,71
82.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	80 611	38,68
83.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	85 543	39,06
84.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	84 295	38,96

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm3 dla ON, M3 dla CNG)
85.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	82 050	39,81
86.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	83 317	37,97
87.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	79 432	39,61
88.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	81 029	38,46
89.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	86 557	38,44
90.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	79 464	38,89
91.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	83 582	38,44
92.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	82 244	37,47
93.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	84 900	38,06
94.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	84 263	39,28
95.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	87 208	37,52
96.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	83 880	40,62
97.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	82 786	39,50
98.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	86 195	37,37
99.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	80 617	40,86
100.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	82 568	38,66
101.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	82 491	38,21

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm ³ dla ON, M3 dla CNG)
102.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	83 790	40,56
103.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	81 964	40,40
104.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	81 730	42,88
105.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	81 867	39,01
106.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	85 442	38,63
107.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	81 893	40,08
108.	Mercedes O530 Citaro	ON	2008	EURO 5	MAXI	81 138	40,10
109.	Mercedes O530 Citaro	ON	2009	EURO 5	MAXI	84 374	40,81
110.	Mercedes O530 Citaro	ON	2009	EURO 5	MAXI	89 404	40,95
111.	Mercedes O530 Citaro	ON	2009	EURO 5	MAXI	74 545	43,17
112.	Mercedes O530 Citaro	ON	2009	EURO 5	MAXI	85 409	40,99
113.	Mercedes O530 Citaro	ON	2009	EURO 5	MAXI	81 761	41,15
114.	Mercedes O530 Citaro	ON	2009	EURO 5	MAXI	82 306	42,16
115.	Mercedes O530 Citaro	ON	2009	EURO 5	MAXI	84 165	40,92
116.	Mercedes O530 Citaro	ON	2009	EURO 5	MAXI	80 161	42,13
117.	Mercedes O530 Citaro	ON	2009	EURO 5	MAXI	80 579	40,55
118.	Mercedes O530 Citaro	ON	2009	EURO 5	MAXI	82 901	42,03

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm ³ dla ON, M3 dla CNG)
119.	Mercedes O530 Citaro	ON	2009	EURO 5	MAXI	85 548	41,34
120.	Mercedes O530 Citaro	ON	2009	EURO 5	MAXI	80 755	40,74
121.	Mercedes O530 Citaro	ON	2009	EURO 5	MAXI	82 551	40,85
122.	Mercedes O530 Citaro	ON	2009	EURO 5	MAXI	83 785	41,36
123.	Mercedes O530 Citaro	ON	2009	EURO 5	MAXI	74 293	40,56
124.	Mercedes O530 Citaro	ON	2009	EURO 5	MAXI	86 070	40,92
125.	Mercedes O530 Citaro	ON	2009	EURO 5	MAXI	85 892	41,62
126.	Mercedes O530 Citaro	ON	2009	EURO 5	MAXI	83 819	42,44
127.	Mercedes O530 Citaro	ON	2009	EURO 5	MAXI	73 673	42,30
128.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2017	EURO 6	MAXI	76 917	37,91
129.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2017	EURO 6	MAXI	75 516	38,37
130.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2017	EURO 6	MAXI	82 356	39,12
131.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2017	EURO 6	MAXI	86 682	38,56
132.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2017	EURO 6	MAXI	89 524	37,69
133.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2017	EURO 6	MAXI	92 545	37,74
134.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2017	EURO 6	MAXI	86 046	39,24
135.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2018	EURO 6	MAXI	90 989	38,06

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm3 dla ON, M3 dla CNG)
136.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2018	EURO 6	MAXI	88 832	37,66
137.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2018	EURO 6	MAXI	79 687	40,34
138.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2018	EURO 6	MAXI	93 148	38,36
139.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2018	EURO 6	MAXI	87 364	38,18
140.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2018	EURO 6	MAXI	77 867	39,47
141.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2018	EURO 6	MAXI	78 587	38,38
142.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2018	EURO 6	MAXI	90 005	36,82
143.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2018	EURO 6	MAXI	90 195	37,32
144.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2018	EURO 6	MAXI	75 870	39,72
145.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2018	EURO 6	MAXI	91 509	37,20
146.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2018	EURO 6	MAXI	87 847	38,68
147.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	89 989	38,95
148.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	90 976	37,32
149.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	92 735	38,08
150.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	90 344	37,74
151.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	95 766	37,44
152.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	94 355	36,97

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm3 dla ON, M3 dla CNG)
153.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	91 404	38,21
154.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	95 476	37,72
155.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	95 801	37,69
156.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	95 125	37,24
157.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	64 774	36,56
158.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	94 154	37,39
159.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	94 399	37,75
160.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	94 438	37,68
161.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	92 179	38,25
162.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	95 544	37,58
163.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	89 343	37,95
164.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	95 478	36,90
165.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	96 243	37,29
166.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	96 413	38,35
167.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	95 661	36,72
168.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	93 615	37,92
169.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	96 114	37,02

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm3 dla ON, M3 dla CNG)
170.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	94 283	37,24
171.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	88 475	37,14
172.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	94 775	37,15
173.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	94 987	37,84
174.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	95 438	37,97
175.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	87 465	37,68
176.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	94 934	37,42
177.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	94 281	37,45
178.	Mercedes 628 02 Citaro	ON	2020	EURO 6	MAXI	90 117	37,90
179.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	50 757	53,86
180.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	51 850	52,30
181.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	45 493	55,00
182.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	49 489	53,30
183.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	50 955	55,09
184.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	53 373	57,61
185.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	51 339	52,99
186.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	50 700	53,82

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm3 dla ON, M3 dla CNG)
187.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	50 807	54,57
188.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	50 079	53,24
189.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	54 276	55,85
190.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	54 005	53,99
191.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	53 129	53,92
192.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	51 492	55,00
193.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	50 370	53,49
194.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	53 177	53,71
195.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	53 150	50,66
196.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	51 140	52,78
197.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	49 394	54,94
198.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	53 067	54,72
199.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	53 198	55,90
200.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	51 828	54,63
201.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	53 436	52,68
202.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	55 167	52,08
203.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	52 055	53,84

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm ³ dla ON, M3 dla CNG)
204.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	52 357	55,41
205.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	46 406	53,41
206.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2008	EURO 5	MEGA 18	51 168	56,62
207.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2009	EURO 5	MEGA 18	49 218	56,54
208.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2009	EURO 5	MEGA 18	48 809	57,23
209.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2009	EURO 5	MEGA 18	52 644	57,20
210.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2009	EURO 5	MEGA 18	44 392	55,82
211.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2009	EURO 5	MEGA 18	52 178	56,53
212.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2009	EURO 5	MEGA 18	54 355	59,69
213.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2009	EURO 5	MEGA 18	51 651	57,33
214.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2009	EURO 5	MEGA 18	51 294	60,64
215.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2009	EURO 5	MEGA 18	50 978	55,09
216.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2009	EURO 5	MEGA 18	49 910	55,16
217.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2009	EURO 5	MEGA 18	53 209	58,12
218.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2009	EURO 5	MEGA 18	52 123	57,95
219.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2009	EURO 5	MEGA 18	50 438	57,15
220.	Mercedes O530 Citaro G	ON	2009	EURO 5	MEGA 18	54 294	55,27

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm3 dla ON, M3 dla CNG)
221.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2017	EURO 6	MEGA 18	75 799	52,54
222.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2017	EURO 6	MEGA 18	63 552	52,59
223.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2017	EURO 6	MEGA 18	71 346	51,76
224.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2017	EURO 6	MEGA 18	70 174	51,07
225.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2017	EURO 6	MEGA 18	74 772	50,12
226.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2017	EURO 6	MEGA 18	73 593	52,22
227.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2017	EURO 6	MEGA 18	68 922	52,12
228.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2017	EURO 6	MEGA 18	71 778	51,67
229.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2017	EURO 6	MEGA 18	74 323	51,69
230.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2017	EURO 6	MEGA 18	73 788	51,42
231.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2017	EURO 6	MEGA 18	71 196	52,05
232.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	69 883	51,26
233.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	74 269	52,04
234.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	73 682	53,03
235.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	72 802	51,55
236.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	74 323	50,76
237.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	74 225	51,66

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm3 dla ON, M3 dla CNG)
238.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	73 088	52,19
239.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	73 245	50,88
240.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	72 034	52,41
241.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	72 404	51,08
242.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	72 691	52,81
243.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	67 777	51,37
244.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	71 520	51,86
245.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	74 342	51,81
246.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	68 817	50,51
247.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	69 510	52,87
248.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	71 965	51,75
249.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	70 704	52,15
250.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	70 909	52,32
251.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	67 252	51,33
252.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	71 052	52,27
253.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	69 276	51,07
254.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	68 789	51,64

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm3 dla ON, M3 dla CNG)
255.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	69 777	54,09
256.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	73 485	51,93
257.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	69 704	52,15
258.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	68 794	53,73
259.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	71 016	52,93
260.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2018	EURO 6	MEGA 18	69 717	51,72
261.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	71 802	53,35
262.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	71 832	51,24
263.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	71 658	50,44
264.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	71 208	51,57
265.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	72 212	51,48
266.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	71 938	52,47
267.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	73 540	52,33
268.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	71 460	52,62
269.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	74 484	50,77
270.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	67 219	50,54
271.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	72 235	51,59

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm3 dla ON, M3 dla CNG)
272.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	70 489	52,43
273.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	73 294	53,32
274.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	67 939	51,22
275.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	73 765	53,35
276.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	74 267	51,48
277.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	72 824	51,40
278.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	71 395	51,81
279.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	71 015	52,27
280.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	72 561	52,07
281.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	70 974	52,18
282.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	71 511	52,33
283.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	72 145	51,10
284.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	71 176	52,54
285.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	70 649	51,62
286.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	70 618	51,62
287.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	71 553	51,22
288.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	73 553	54,48

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm3 dla ON, M3 dla CNG)
289.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	68 569	51,53
290.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	68 163	49,45
291.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	71 877	51,26
292.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	66 457	50,64
293.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	63 376	51,70
294.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	67 911	51,64
295.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	69 093	50,86
296.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	67 500	52,55
297.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	68 321	51,11
298.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	72 001	52,44
299.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	67 597	52,90
300.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	70 820	51,04
301.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	67 587	53,47
302.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	72 546	51,33
303.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	71 227	53,02
304.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	73 631	52,26
305.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	73 854	51,82

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm3 dla ON, M3 dla CNG)
306.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	70 162	52,10
307.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	72 250	52,58
308.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	72 655	51,49
309.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	72 774	51,72
310.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2019	EURO 6	MEGA 18	71 509	52,12
311.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	70 515	51,02
312.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	71 502	50,27
313.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	71 189	50,90
314.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	72 235	50,94
315.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	70 532	51,26
316.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	73 232	51,59
317.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	72 676	52,35
318.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	71 700	52,39
319.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	71 788	51,54
320.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	71 903	51,59
321.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	67 193	51,54
322.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	67 721	51,61

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm3 dla ON, M3 dla CNG)
323.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	69 007	51,87
324.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	70 777	51,90
325.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	73 874	50,26
326.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	72 030	52,33
327.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	63 814	51,52
328.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	73 711	51,23
329.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	68 278	52,00
330.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	71 929	52,00
331.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	74 078	52,06
332.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	70 386	51,90
333.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	71 248	51,19
334.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	73 589	51,88
335.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	73 612	52,62
336.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	68 713	51,82
337.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	73 777	51,27
338.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	71 034	52,45
339.	Mercedes 628 03 Citaro G	ON	2020	EURO 6	MEGA 18	66 352	52,48

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm3 dla ON, M3 dla CNG)
340.	MAN LION'S CITY	ON	2015	EURO 6	MAXI	63 704	41,90
341.	MAN LION'S CITY	ON	2015	EURO 6	MAXI	67 444	41,90
342.	MAN LION'S CITY	ON	2015	EURO 6	MAXI	63 300	41,90
343.	MAN LION'S CITY	ON	2015	EURO 6	MAXI	69 091	41,90
344.	MAN LION'S CITY	ON	2015	EURO 6	MAXI	69 444	41,90
345.	MAN LION'S CITY	ON	2015	EURO 6	MAXI	57 822	41,90
346.	MAN LION'S CITY	ON	2015	EURO 6	MAXI	67 696	41,90
347.	MAN LION'S CITY	ON	2015	EURO 6	MAXI	58 666	41,90
348.	MAN LION'S CITY	ON	2015	EURO 6	MAXI	67 235	41,90
349.	MAN LION'S CITY	ON	2015	EURO 6	MAXI	63 221	41,90
350.	MAN LION'S CITY	ON	2015	EURO 6	MAXI	70 141	41,90
351.	MAN LION'S CITY	ON	2015	EURO 6	MAXI	66 907	41,90
352.	MAN LION'S CITY	ON	2015	EURO 6	MAXI	64 426	41,90
353.	MAN LION'S CITY	ON	2015	EURO 6	MAXI	66 784	41,90
354.	MAN LION'S CITY	ON	2015	EURO 6	MAXI	69 287	41,90
355.	MAN LION'S CITY	ON	2015	EURO 6	MAXI	69 875	41,90
356.	MAN LION'S CITY	ON	2015	EURO 6	MAXI	67 079	41,90

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm3 dla ON, M3 dla CNG)
357.	MAN LION'S CITY	ON	2015	EURO 6	MAXI	63 444	41,90
358.	MAN LION'S CITY	ON	2015	EURO 6	MAXI	62 295	41,90
359.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	52 714	41,90
360.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	66 316	55,90
361.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	69 506	55,90
362.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	52 786	55,90
363.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	40 655	55,90
364.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	63 341	55,90
365.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	64 890	55,90
366.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	63 321	55,90
367.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	64 118	55,90
368.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	60 108	55,90
369.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	66 797	55,90
370.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	66 037	55,90
371.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	63 897	55,90
372.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	71 724	55,90
373.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	63 059	55,90

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm3 dla ON, M3 dla CNG)
374.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	65 762	55,90
375.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	62 202	55,90
376.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	63 913	55,90
377.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	64 861	55,90
378.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	58 326	55,90
379.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	57 177	55,90
380.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	66 478	55,90
381.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	65 099	55,90
382.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	64 002	55,90
383.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	63 970	55,90
384.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	54 460	55,90
385.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	66 450	55,90
386.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	50 617	55,90
387.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	63 116	55,90
388.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	58 509	55,90
389.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	63 726	55,90
390.	MAN LION'S CITY	ON	2014	EURO 6	MEGA18	57 065	55,90

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm3 dla ON, M3 dla CNG)
391.	SOLARIS URBINO	ON	2013	EURO 5	MINI	65 674	55,90
392.	SOLARIS URBINO	ON	2013	EURO 5	MINI	78 335	39,40
393.	SOLARIS URBINO	ON	2013	EURO 5	MINI	0	0,00
394.	SOLARIS URBINO	ON	2013	EURO 5	MINI	74 253	39,40
395.	SOLARIS URBINO	ON	2013	EURO 5	MINI	46 259	39,40
396.	SOLARIS URBINO	ON	2013	EURO 5	MINI	70 657	39,40
397.	SOLARIS URBINO	ON	2013	EURO 5	MINI	66 633	39,40
398.	ISUZU CITIPORT	ON	2019	EURO 6	MAXI	83 281	43,00
399.	ISUZU CITIPORT	ON	2019	EURO 6	MAXI	73 807	43,00
400.	ISUZU CITIPORT	ON	2019	EURO 6	MAXI	69 710	44,00
401.	ISUZU CITIPORT	ON	2019	EURO 6	MAXI	70 141	44,00
402.	ISUZU CITIPORT	ON	2019	EURO 6	MAXI	79 197	44,00
403.	ISUZU CITIPORT	ON	2019	EURO 6	MAXI	69 985	42,00
404.	ISUZU CITIPORT	ON	2019	EURO 6	MAXI	78 586	42,00
405.	ISUZU CITIPORT	ON	2019	EURO 6	MAXI	77 166	43,00
406.	ISUZU CITIPORT	ON	2019	EURO 6	MAXI	78 131	43,00
407.	ISUZU CITIPORT	ON	2019	EURO 6	MAXI	69 163	43,00

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm3 dla ON, M3 dla CNG)
408.	ISUZU CITIPORT	ON	2019	EURO 6	MAXI	80 821	43,00
409.	ISUZU CITIPORT	ON	2019	EURO 6	MAXI	70 555	42,00
410.	ISUZU CITIPORT	ON	2019	EURO 6	MAXI	78 487	43,00
411.	ISUZU CITIPORT	ON	2019	EURO 6	MAXI	76 132	43,00
412.	ISUZU CITIPORT	ON	2019	EURO 6	MAXI	80 474	43,00
413.	ISUZU CITIPORT	ON	2019	EURO 6	MAXI	81 561	43,00
414.	ISUZU CITIPORT	ON	2019	EURO 6	MAXI	80 970	43,00
415.	ISUZU CITIPORT	ON	2019	EURO 6	MAXI	73 041	43,00
416.	MERCEDES CONECTO	ON	2020	EURO 6	MEGA18	69 638	53,00
417.	MERCEDES CONECTO	ON	2020	EURO 6	MEGA18	61 880	53,00
418.	MERCEDES CONECTO	ON	2020	EURO 6	MEGA18	65 752	52,00
419.	MERCEDES CONECTO	ON	2020	EURO 6	MEGA18	64 503	53,00
420.	MERCEDES CONECTO	ON	2020	EURO 6	MEGA18	68 747	51,00
421.	MERCEDES CONECTO	ON	2020	EURO 6	MEGA18	67 845	52,00
422.	MERCEDES CONECTO	ON	2020	EURO 6	MEGA18	64 428	52,00
423.	MERCEDES CONECTO	ON	2020	EURO 6	MEGA18	69 261	53,00
424.	MERCEDES CONECTO	ON	2020	EURO 6	MEGA18	65 302	53,00

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm3 dla ON, M3 dla CNG)
425.	MERCEDES CONECTO	ON	2020	EURO 6	MEGA18	67 684	53,00
426.	MERCEDES CONECTO	ON	2020	EURO 6	MEGA18	74 010	53,00
427.	MERCEDES CONECTO	ON	2020	EURO 6	MEGA18	59 835	54,00
428.	ANADOLU ISUZU NOVOCITY LIFE LE	ON	2021	EURO 6	MINI	81 697	21,82
429.	ANADOLU ISUZU NOVOCITY LIFE LE	ON	2021	EURO 6	MINI	81 697	21,82
430.	ANADOLU ISUZU NOVOCITY LIFE LE	ON	2021	EURO 6	MINI	81 697	21,82
431.	MAN NL293 LION'S CITY	ON	2017	EURO 6	MAX	50 787	32,67
432.	MAN NL293 LION'S CITY	ON	2017	EURO 6	MAXI	50 787	32,67
433.	MAN NL293 LION'S CITY	ON	2017	EURO 6	MAXI	50 787	32,67
434.	MERCEDES-BENZ CONECTO	ON	2021	EURO 6	MAXI	69 200	29,40
435.	MERCEDES-BENZ CONECTO	ON	2021	EURO 6	MAXI	69 200	29,40
436.	MERCEDES-BENZ CONECTO	ON	2021	EURO 6	MAXI	69 200	29,40
437.	MERCEDES-BENZ CONECTO	ON	2021	EURO 6	MAXI	69 200	29,40

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm3 dla ON, M3 dla CNG)
438.	MERCEDES-BENZ CONECTO	ON	2021	EURO 6	MAXI	69 200	29,40
439.	MERCEDES-BENZ CONECTO	ON	2021	EURO 6	MAXI	69 200	29,40
440.	MERCEDES-BENZ CONECTO	ON	2021	EURO 6	MAXI	69 200	29,40
441.	MERCEDES-BENZ CONECTO	ON	2021	EURO 6	MAXI	69 200	29,40
442.	MERCEDES-BENZ CONECTO	ON	2021	EURO 6	MAXI	69 200	29,40
443.	MERCEDES-BENZ CONECTO	ON	2021	EURO 6	MAXI	69 200	29,40
444.	MERCEDES-BENZ CONECTO	ON	2021	EURO 6	MAXI	69 200	29,40
445.	MERCEDES-BENZ CONECTO	ON	2021	EURO 6	MAXI	69 200	29,40
446.	MAN NL293 LION'S CITY	ON	2017	EURO 6	MAXI	50 787	32,67
447.	MERCEDES CONECTO	ON	2011	EEV	MAXI	26 585	30,85
448.	SOLARIS URBINO 12	ON	2019	EURO 6	MAXI	65 900	32,10
449.	SOLARIS URBINO 12	ON	2019	EURO 6	MAXI	65 900	32,10
450.	SOLARIS URBINO 12	ON	2019	EURO 6	MAXI	65 900	32,10
451.	SOLARIS URBINO 12	ON	2019	EURO 6	MAXI	65 900	32,10

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm3 dla ON, M3 dla CNG)
452.	SOLARIS URBINO 10,5	ON	2019	EURO 6	MIDI	66 871	31,59
453.	SOLARIS URBINO 10,5	ON	2019	EURO 6	MIDI	66 871	31,59
454.	SOLARIS URBINO 10,5	ON	2019	EURO 6	MIDI	66 871	31,59
455.	SOLARIS URBINO 10,5	ON	2019	EURO 6	MIDI	66 871	31,59
456.	SOLARIS URBINO 10,5	ON	2019	EURO 6	MIDI	66 871	31,59
457.	SOLARIS URBINO 10,5	ON	2019	EURO 6	MIDI	66 871	31,59
458.	SOLARIS URBINO 10,5	ON	2019	EURO 6	MIDI	66 871	31,59
459.	SOLARIS URBINO 10,5	ON	2019	EURO 6	MIDI	66 871	31,59
460.	SOLARIS URBINO 10,5	ON	2019	EURO 6	MIDI	66 871	31,59
461.	SOLARIS URBINO 10,5	ON	2019	EURO 6	MIDI	66 871	31,59
462.	SOLARIS URBINO 10,5	ON	2019	EURO 6	MIDI	66 871	31,59
463.	SOLARIS URBINO 10,5	ON	2019	EURO 6	MIDI	66 871	31,59
464.	SOLARIS URBINO 10,5	ON	2019	EURO 6	MIDI	66 871	31,59
465.	ZAZ A10C	ON	2019	EURO 6	MINI	32 691	18,63
466.	SOR BN12	ON	2015	EURO 6	MAXI	60 833	32,15
467.	SOR BN12	ON	2015	EURO 6	MAXI	60 833	32,15
468.	SOR BN12	ON	2015	EURO 6	MAXI	60 833	32,15
469.	SOR BN12	ON	2015	EURO 6	MAXI	60 833	32,15

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm ³ dla ON, M3 dla CNG)
470.	SOR BN12	ON	2015	EURO 6	MAXI	60 833	32,15
471.	SOR BCN12	ON	2017	EURO 6	MAXI	60 833	32,15
472.	SOR BCN12	ON	2017	EURO 6	MAXI	60 833	32,15
473.	SOR BCN12	ON	2017	EURO 6	MAXI	60 833	32,15
474.	AUTOSAN SANCITY 12	ON	2014	EURO 6	MAXI	58 000	34,50
475.	SOR BN9,5	ON	2018	EURO 6	MIDI	85 000	28,70
476.	SOR BN9,5	ON	2018	EURO 6	MIDI	85 000	28,70
477.	SOLARIS URBINO 12	ON	2013	EURO 5	MAXI	71 333	32,84
478.	SOLARIS URBINO 12	ON	2013	EURO 5	MAXI	71 333	32,84
479.	SOR BN12	ON	2015	EURO 6	MAXI	60 833	32,15
480.	SOR BN12	ON	2013	EURO 5	MAXI	60 833	32,15
481.	SOR BN12	ON	2015	EURO 6	MAXI	60 833	32,15
482.	SOR BN12	ON	2016	EURO 6	MAXI	60 833	32,15
483.	MAZ 203	ON	2015	EURO 6	MAXI	38 000	33,80
484.	MERCEDES CONECTO LF	ON	2013	EURO 5	MAXI	62 000	34,30
485.	MERCEDES CONECTO LF	ON	2013	EURO 5	MAXI	62 000	34,30
486.	MERCEDES CONECTO LF	ON	2012	EURO 5	MAXI	69 000	34,40
487.	MERCEDES CONECTO LF	ON	2012	EURO 5	MAXI	69 000	34,40
488.	MERCEDES CONECTO G	ON	2013	EURO 5	MEGA18	82 800	50,50

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 1000 km (dm3 dla ON, M3 dla CNG)
489.	MERCEDES CONECTO G	ON	2013	EURO 5	MEGA18	82 800	50,50
490.	MERCEDES CONECTO G	ON	2013	EURO 5	MEGA18	82 800	50,50
491.	MERCEDES CONECTO G	ON	2013	EURO 5	MEGA18	82 800	50,50
492.	MERCEDES CONECTO	ON	2020	EURO 6	MAXI	62 365	30,20
493.	MERCEDES CONECTO	ON	2020	EURO 6	MAXI	62 365	30,20
494.	MERCEDES CONECTO	ON	2020	EURO 6	MAXI	62 365	30,20
495.	MERCEDES CONECTO	ON	2020	EURO 6	MAXI	62 365	30,20
496.	MERCEDES CONECTO	ON	2020	EURO 6	MAXI	62 365	30,20
497.	MERCEDES CONECTO	ON	2020	EURO 6	MAXI	62 365	30,20
498.	MERCEDES CONECTO	ON	2020	EURO 6	MAXI	62 365	30,20
499.	MERCEDES CONECTO	ON	2019	EURO 6	MAXI	68 700	29,80
500.	MERCEDES CONECTO	ON	2011	EEV	MAXI	26 585	30,85

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o. na podstawie danych od operatorów

Załącznik C Opis wariantów oraz nakłady inwestycyjne

Opis wariantów inwestycyjnych wymiany taboru autobusowego

Wariant inwestycyjny	Krótką nazwa wariantu	Opis wariantu
Wariant 0 (W0)	bazowy	Wariant zakładający ponoszenie nakładów z wykorzystaniem pojazdów napędzanych silnikami spalinowymi o normie emisji EURO 6 oraz z uwzględnieniem wymogów i regulacji zawartych w art. 68a ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1289 z późn. zm.).
Wariant 1 (W1)	ustawowy	Wariant zakładający uwzględnienie minimalnych udziałów opisanych w art. 68a ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1289 z późn. zm.) oraz spełnienie udziału autobusów zeroemisyjnych opisanych w art. 36 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1289 z późn. zm.) poprzez autobusy zeroemisyjne.
Wariant 2 (W2)	zeroemisyjny	Wariant zakładający zakup autobusów zeroemisyjnych, które będą stanowiły 100% nowego taboru.

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

Harmonogram wymiany floty

Autobus	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Wariant 0								
BEV – suma	0	0	32	11	0	0	37	29
MINI								
MIDI								
MAXI			23	11				
MEGA 15								
MEGA 18			9				37	29
FCEV – suma	0	0	0	0	20	0	13	0
MINI								
MIDI								
MAXI					7			
MEGA 15								

Autobus	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
MEGA 18					13		13	
INNE (suma pojazdów z innymi napędami)	0	0	263	74	0	39	0	32
Udział pojazdów zeroemisyjnych w całej flocie	0,0%	2,6%	9,0%	10,0%	13,5%	13,5%	22,4%	27,6%
Wariant 1								
BEV – suma	0	88	32	11	5	0	0	0
MINI								
MIDI								
MAXI		52	23	11				
MEGA 15								
MEGA 18		36	9		5			
FCEV – suma	0	0	0	0	20	0	0	0
MINI								
MIDI								
MAXI								
MEGA 15								
MEGA 18					20			
INNE (suma pojazdów z innymi napędami)	0	0	263	38	0	0	34	61
Udział pojazdów zeroemisyjnych w całej flocie	0,0%	20,2%	26,6%	25,6%	30,1%	30,1%	30,1%	30,1%
Wariant 2								

Autobus	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
BEV – suma	0	0	32	47	18	39	37	29
MINI								
MIDI								
MAXI			23	44	7	12		
MEGA 15								
MEGA 18			9	3	11	27	37	29
FCEV – suma	0	0	0	0	2	0	13	32
MINI								
MIDI								
MAXI								32
MEGA 15								
MEGA 18					2		13	
INNE (suma pojazdów z innymi napędami)	0	0	263	38	0	0	0	0
Udział pojazdów zeroemisyjnych w całej flocie	0,0%	2,6%	9,0%	16,4%	19,9%	26,9%	35,8%	46,6%

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

Nakłady inwestycyjne na wymianę autobusów

Opis	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	SUMA 2024-2030
Nakłady w tys. PLN — Wariant 0		-	105 490	33 880	96 440	-	216 235	111 650	563 695
Nakłady w tys. PLN – Wariant 1		298 760	105 490	33 880	132 765				570 895
Nakłady w tys. PLN – Wariant 2		-	105 490	147 070	75 262	140 910	216 235	215 217	900 184

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

Wartość inwestycji koniecznych dla rozwoju infrastruktury ładowania/tankowania dla pojazdów zeroemisyjnych w Wariantcie W0 (stan na koniec roku – w tys. PLN)

Nakłady	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	SUMA
Stacji transformatorowych z oprzyrządowaniem		-	14 780	5 540	-	-	18 840	18 080	57 240
Stacji ładowania pantografowych		-	2 000	1 000	-	-	5 000	5 000	13 000
Stacji ładowania wolnego		-	13 333	4 583	-	-	15 417	12 083	45 417
Stacji ładowania szybkiego									-
Stacji tankowania wodorem									-
Inne					200 000				200 000

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

Wartość inwestycji koniecznych dla rozwoju infrastruktury ładowania/tankowania dla pojazdów zeroemisyjnych w Wariantcie W1 (stan na koniec roku – w tys. PLN)

Nakłady	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	SUMA
Stacji transformatorowych z oprzyrządowaniem		43 560	12 940	4 070	7 350	-	-	-	67 920
Stacji ładowania pantografowych		16 000	2 000	-	8 000	-	-	-	26 000
Stacji ładowania wolnego		36 667	13 333	4 583	2 083	-	-	-	56 667
Stacji ładowania szybkiego									-
Stacji tankowania wodorem									-
Inne					200 000				200 000

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

Wartość inwestycji koniecznych dla rozwoju infrastruktury ładowania/tankowania dla pojazdów zeroemisyjnych w Wariancie W2 (stan na koniec roku – w tys. PLN)

Nakłady	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	SUMA
Stacji transformatorowych z oprzyrządowaniem		-	14 040	24 730	9 600	23 990	13 690	10 730	96 780
Stacji ładowania pantografowych		-	-	2 000	2 000	7 000	-	-	12 000
Stacji ładowania wolnego		-	13 333	19 583	7 500	16 250	15 417	12 083	84 167
Stacji ładowania szybkiego									-
Stacji tankowania wodorem									-
Inne					200 000				200 000

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

Załącznik D Ocena efektów środowiskowych

Emisje w przypadku wariantu bazowego W0 w kg

Rodzaj zanieczyszczenia	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Suma (2024-2030)
CO2	41 208 484,69	41 208 484,69	42 195 354,91	43 313 067,08	43 326 639,85	41 627 429,70	41 627 429,70	40 969 382,26	294 267 788,19
NOX	117 085,44	117 085,44	116 353,41	63 443,85	63 020,38	60 404,78	60 404,78	56 198,09	536 910,72
NHMC/NMVOC	31 410,69	31 410,69	31 362,65	19 847,01	19 603,07	18 753,00	18 753,00	16 621,79	156 351,22
SO2	551,09	551,09	708,73	2 351,90	2 675,66	2 675,66	2 675,66	5 002,58	16 641,27
PM	1 915,30	1 915,30	1 937,54	1 621,70	1 616,01	1 550,62	1 550,62	1 480,68	11 672,47

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

Emisje w przypadku wariantu bazowego W1 w kg

Rodzaj zanieczyszczenia	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Suma (2024-2030)
CO2	41 208 484,69	41 208 484,69	42 774 282,31	43 891 994,49	43 916 627,91	41 795 632,32	41 795 632,32	41 795 632,32	297 178 286,37
NOX	117 085,44	117 085,44	110 217,73	57 308,18	56 539,60	52 949,36	52 949,36	52 949,36	499 999,03
NHMC/NMVOC	31 410,69	31 410,69	27 687,53	16 171,89	15 729,17	14 484,50	14 484,50	14 484,50	134 452,78
SO2	551,08	551,09	5 828,35	7 471,52	8 059,12	8 296,19	8 296,19	8 296,19	46 798,65
PM	1 915,30	1 915,30	1 861,64	1 545,81	1 535,49	1 449,32	1 449,32	1 449,32	11 206,19

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

Emisje w przypadku wariantu bazowego W2 w kg

Rodzaj zanieczyszczenia	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Suma (2024-2030)
CO2	41 208 484,69	41 208 484,69	42 195 354,91	43 313 067,08	43 487 951,69	43 469 182,67	43 917 995,38	43 122 390,00	300 714 426,44
NOX	117 085,44	117 085,44	116 353,41	63 443,85	59 162,05	57 224,52	53 793,64	48 707,59	515 770,51
NHMC/NMVOC	31410,69	31 410,69	31 362,65	19 847,01	17 366,69	16 280,39	14 179,32	11 602,60	142 049,34
SO2	551,08	551,09	708,73	2 351,90	5 667,69	7 058,28	10 061,31	12 874,64	39 273,63
PM	1 915,30	1 915,30	1 937,54	1 621,70	1 564,85	1 537,46	1 497,15	1 412,58	11 486,57

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.