

The logo for TOR, consisting of the letters 'TOR' in a bold, blue, sans-serif font.

ZESPÓŁ DORADCÓW
GOSPODARCZYCH

**Analiza kosztów i korzyści (AKK)
wykorzystania autobusów zeroemisyjnych
do świadczenia usług komunikacji miejskiej
na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych
dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego
transportu zbiorowego- na mocy zawartych porozumień**



Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Opracowanie pt.

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

zostało przygotowane przez firmę:



Zespół Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

ul. Sielecka 35
00-738 Warszawa
www.zdgtor.pl

na podstawie umowy nr 127/TO/2024 pomiędzy Zamawiającym a Wykonawcą z dnia 17.07.2024 r.

Skład autorski opracowania:

Maciej Mysona – kierownik

Bartłomiej Kasiuk – koordynator

Jakub Balik

Szymon Bryzgalski

Robert Wojciechowski

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

SPIS TREŚCI

1. WPROWADZENIE	5
2. OBSZAR OBJĘTY ANALIZĄ	6
3. ANALIZA OTOCZENIA SPOŁECZNO-GOSPODARCZEGO NA OBSZARZE OBJĘTYM AKK	7
4. OPIS SYSTEMU KOMUNIKACYJNEGO	11
4.1. UŻYTKOWANY TABOR AUTOBUSOWY.....	18
5. PLAN WYMIANY I ROZWOJU TABORU	22
5.1. PROBLEMATYKA WYMIANY TABORU W AKK Z 2021 R.	22
5.2. WYBÓR RODZAJU NAPĘDU.....	22
5.3. PLAN WYMIANY TABORU	28
5.4. WYBÓR LINII DO OBSŁUGI TABOREM ZEROEMISYJNYM	33
6. ANALIZA FINANSOWO-EKONOMICZNA	40
6.1. ANALIZA SYTUACJI FINANSOWEJ MIASTA I WPŁYWU PROGRAMU WYMIANY POJAZDÓW NA JEJ STABILNOŚĆ	40
6.2. OCENA SYTUACJI FINANSOWEJ OPERATORA.....	42
6.3. DOSTĘPNE I PREFEROWANE MODELE NABYCIA POJAZDÓW ELEKTRYCZNYCH/WODOROWYCH	43
6.4. DOTYCHCZASOWY PRZEBIEG PROCESU WYMIANY POJAZDÓW ZEROEMISYJNYCH WLATACH 2021-2024	43
6.5. ZAŁOŻENIA ANALIZY FINANSOWEJ	44
6.6. NAKŁADY INWESTYCYJNE	45
6.7. NAKŁADY ODTWORZENIOWE	46
6.8. KOSZTY OPERACYJNE I WARTOŚĆ REZYDUALNA	47
6.9. EFEKTYWNOŚĆ FINANSOWA.....	50
7. OSZACOWANIE EFEKTÓW ŚRODOWISKOWYCH.....	51
8. ANALIZA SPOŁECZNO-EKONOMICZNA.....	55
8.1. WPŁYW NA POZIOM I JAKOŚĆ ŻYCIA, MOBILNOŚĆ SPOŁECZNĄ, OGRANICZENIE WYKLUCZENIA KOMUNIKACYJNEGO, DOSTĘPNOŚĆ USŁUG KOMUNIKACYJNYCH ORAZ INNYCH USŁUG SPOŁECZNYCH I ZAMOŻNOŚĆ SPOŁECZNOŚCI.....	55
8.2. WYCENA KOSZTÓW ZWIĄZANYCH Z EMISJĄ SZKODLIWYCH SUBSTANCJI	55
8.3. OCENA KORZYŚCI WDROŻENIA POJAZDÓW ZEROEMISYJNYCH- WYNIKI ANALIZY KOSZTÓW I KORZYŚCI	56
8.4. KLUCZOWE WYZWANIA SPOŁECZNO-EKONOMICZNE STOJĄCE PRZED SYSTEMEM ZBIOROWEJ KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ 57	
8.5. ANALIZA WRAŻLIWOŚCI	58
8.6. ANALIZA RYZYKA	59
9. REKOMENDACJE	63

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

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 2020 r., poz. 110 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.
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.
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. Niebieska księga. Sektor transportu publicznego w miastach, aglomeracjach i regionach, 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.

1. WPROWADZENIE

Celem niniejszego dokumentu jest przeprowadzenie analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Gminie Miasto Bydgoszcz, autobusów zeroemisyjnych oraz innych środków transportu zgodnie z art. 37 Ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2023 r., poz. 875 z późn. zm.) i Ustawą z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji (t.j. Dz. U. z 2022 r., poz. 673 z późn. zm.).

Przeprowadzona analiza stanowi podstawę do stwierdzenia zasadności eksploataowania autobusów zeroemisyjnych pod względem społeczno-ekonomicznym. Jeśli z analizy wynika, iż nie stwierdzono korzyści związanych z eksploatacją autobusów zeroemisyjnych oraz innych środków transportu, 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. Przeprowadzona analiza wykazała brak korzyści ze stosowania taboru zeroemisyjnego, a zatem i brak obowiązku jego stosowania.

Analiza kosztów i korzyści została przeprowadzana zgodnie z wytycznymi realizacyjnymi w zakresie zawartym w umowie oraz Ustawie o elektromobilności i paliwach alternatywnych, 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 r.;
- *Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach*. Jaspers, sierpień 2023 r.;
- *Analiza kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej*. Vademecum Beneficjenta, CUPT, 2016 r.

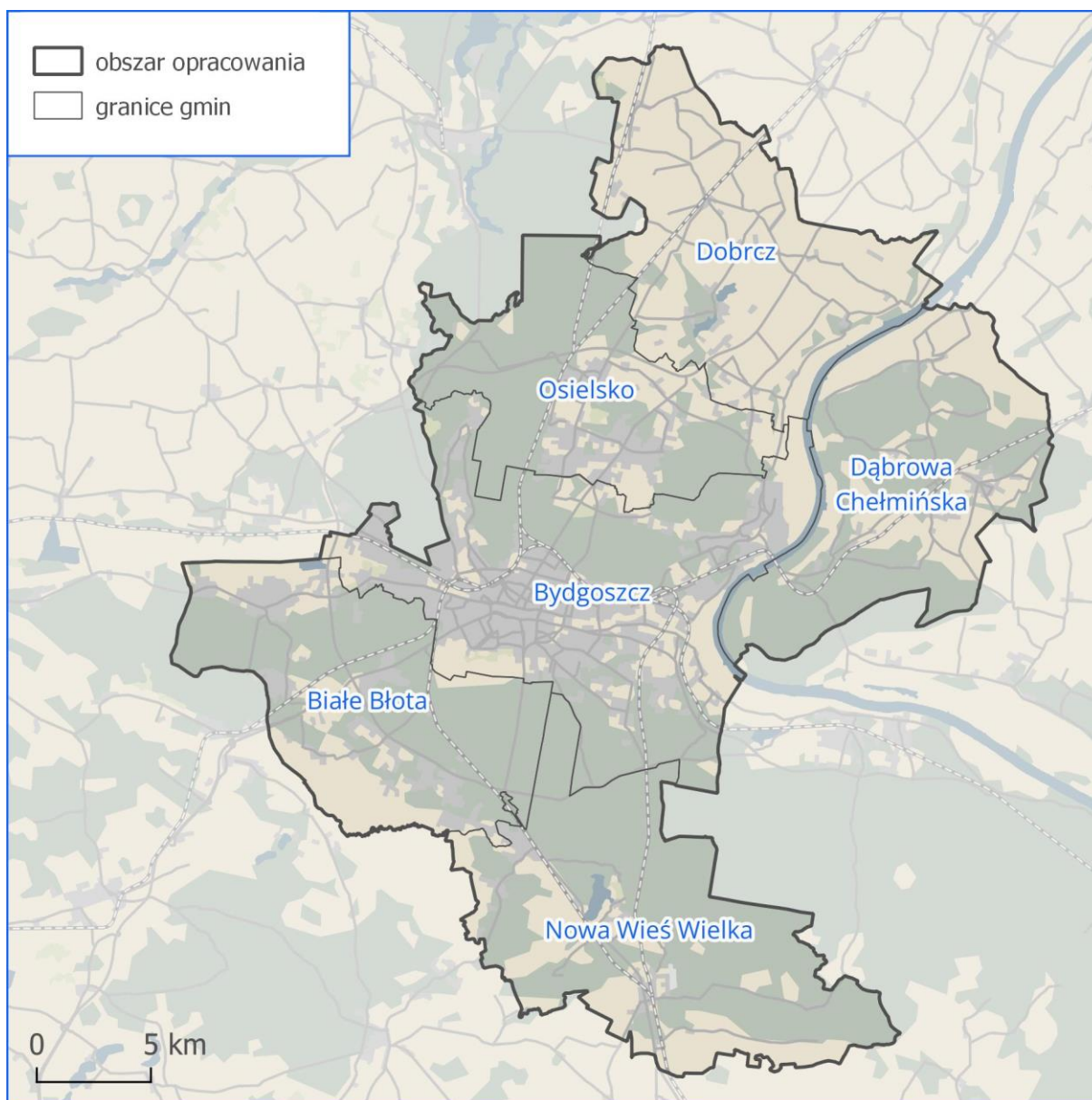
Na podstawie art. 39 ust. 1 ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz ocenach oddziaływania na środowisko (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1094 z późn. zm.) w związku z art. 37 ust. 3 ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2023 r., poz. 875 z późn. zm.) przeprowadzono konsultacje społeczne projektu dokumentu, które odbyły się w dniach 19.09.2024 r. – 10.10.2024 r. Do treści dokumentu nie zgłoszono uwag i wniosków.

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

2. OBSZAR OBJĘTY ANALIZĄ

Niniejsza analiza kosztów i korzyści została przygotowana na zlecenie Zarządu Dróg Miejskich i Komunikacji Publicznej, który jest jednostką organizacyjną Gminy Miasta Bydgoszcz - organizatora transportu publicznego w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 6 grudnia 2010 roku o publicznym transporcie zbiorowym. Analiza obejmuje obszar Gminy Miasta Bydgoszcz oraz gmin, z którymi zostały podpisane porozumienia międzygminne, tj. Białe Błota, Dąbrowa Chełmińska, Dobrcz, Nowa Wieś Wielka oraz Osielsko.

Mapa 1. Obszar analizy kosztów i korzyści



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

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

3. ANALIZA OTOCZENIA SPOŁECZNO-GOSPODARCZEGO NA OBSZARZE OBJĘTYM AKK

Miasto Bydgoszcz zlokalizowane jest w północnej części Polski, w województwie kujawsko-pomorskim. Miasto położone jest na rzece Brdą, Kanalem Bydgoskim oraz Wiśłą. Bydgoszcz jest największym miastem w regionie i zajmuje powierzchnię 176 km².

Sytuacja demograficzna miasta kształtuje się na takim samym poziomie, jak sytuacja innych miast w Polsce. Oznacza to, że liczba mieszkańców stopniowo maleje. W 2023 r. miasto liczyło 326 434 mieszkańców. W porównaniu do 2019 r. liczba mieszkańców spadła o -6,25%.

Tabela 1. Liczba mieszkańców Miasta Bydgoszcz

2019 r.	2020 r.	2021 r.	2022 r.	2023 r.
348 190	339 068	334 026	330 038	326 434

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o. na podstawie danych BDL GUS (dostęp: 24.07.2024 r.)

Według prognozy demograficznej dla miasta, liczba mieszkańców w dalszym ciągu będzie spadać. W 2040 r. liczba mieszkańców miasta wyniesie 276 422 osoby. W porównaniu do 2023 r. liczba mieszkańców spadnie o -15,33%.

Tabela 2. Prognoza demograficzna dla Miasta Bydgoszcz

2025 r.	2030 r.	2035 r.	2040 r.
320 649	308 142	292 310	276 422

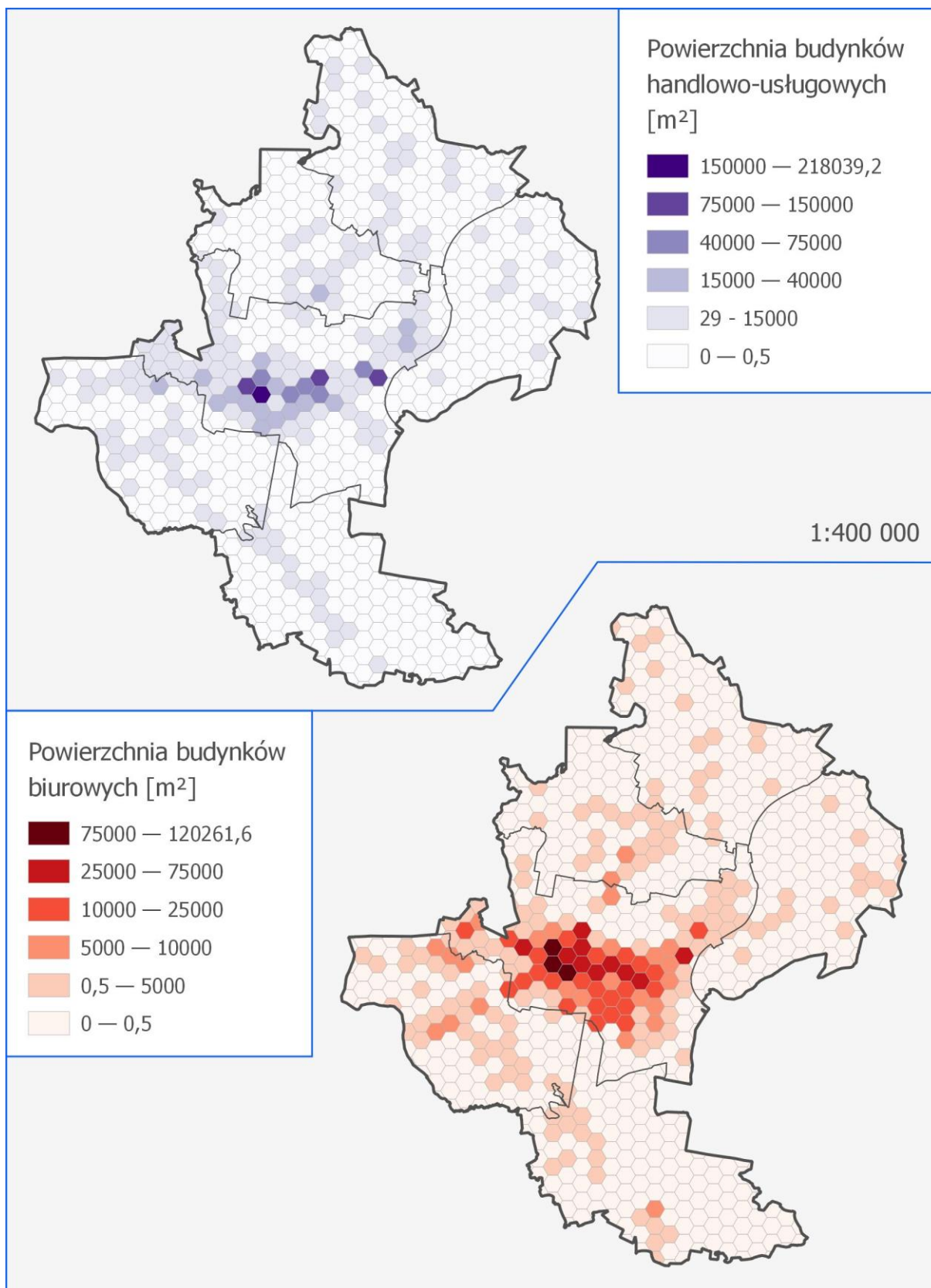
Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o. na podstawie danych BDL GUS (dostęp: 24.07.2024 r.)

Miasto Bydgoszcz podzielone jest na jednostki pomocnicze, jakimi są osiedla. W mieście wyznaczonych jest 29 osiedli, z czego największa koncentracja ludności występuje na osiedlach tj. Wyżyny, Nowy Fordon oraz Bocianowo-Śródmieście-Stare Miasto. Średnia gęstość zaludnienia w mieście wynosi 1 854 os./km².

Generatory ruchu to obiekty lub obszary, które powodują przemieszczanie się ludzi. Zalicza się do nich miejsca pracy, edukacji, obiekty usługowe i handlowe, obiekty kultury religijnej, rozrywkowe i sportowe w wymiarze ruchu docelowego oraz duże skupiska zamieszkania jako generatory ruchu źródłowego. Większość generatorów ruchu zlokalizowana jest w ścisłym centrum miasta, jednakże istnieją centra lokalne, które skupiają generatory ruchu szczebla lokalnego.

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

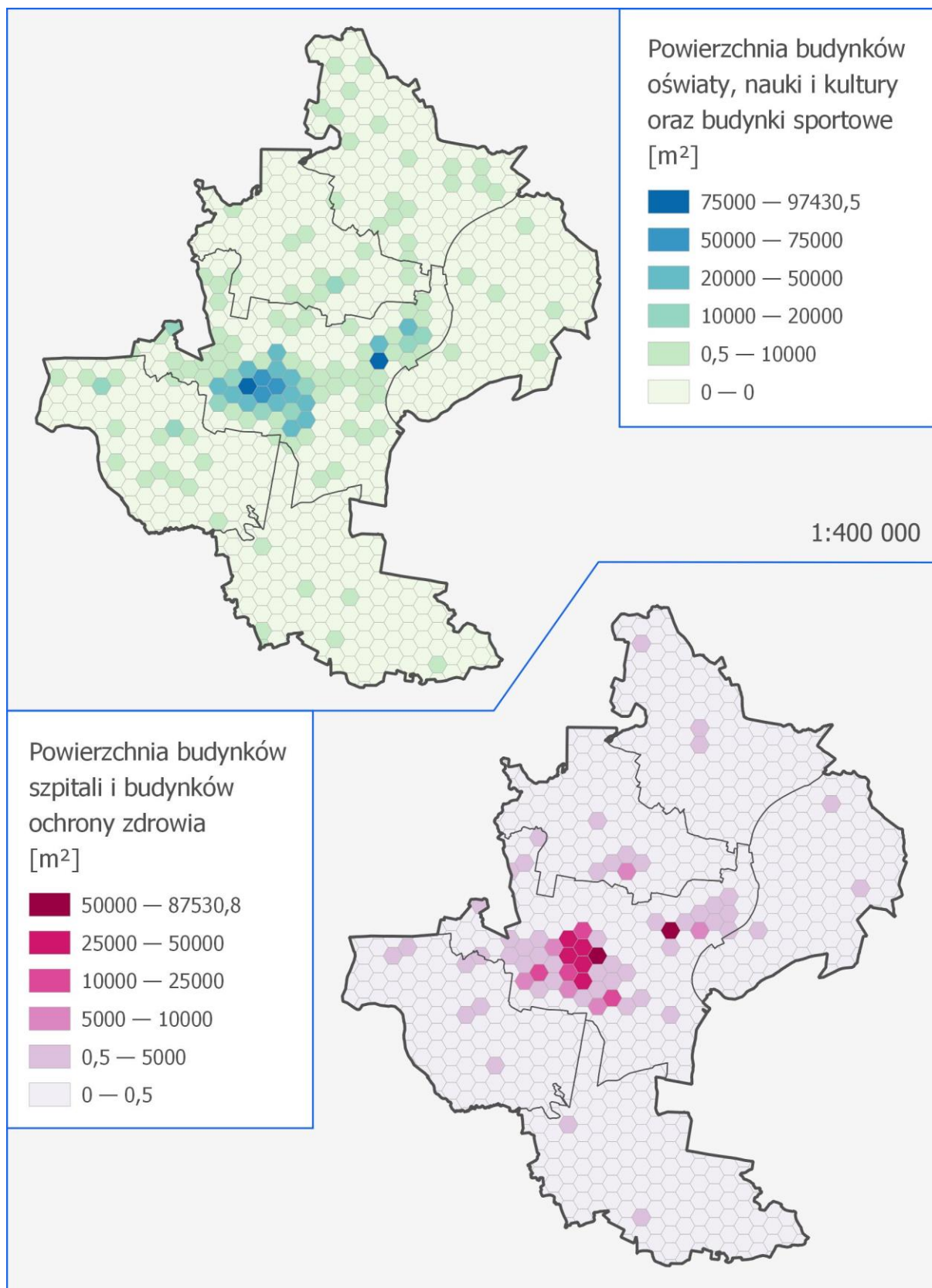
Mapa 2. Generatory ruchu docelowego – część 1



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

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

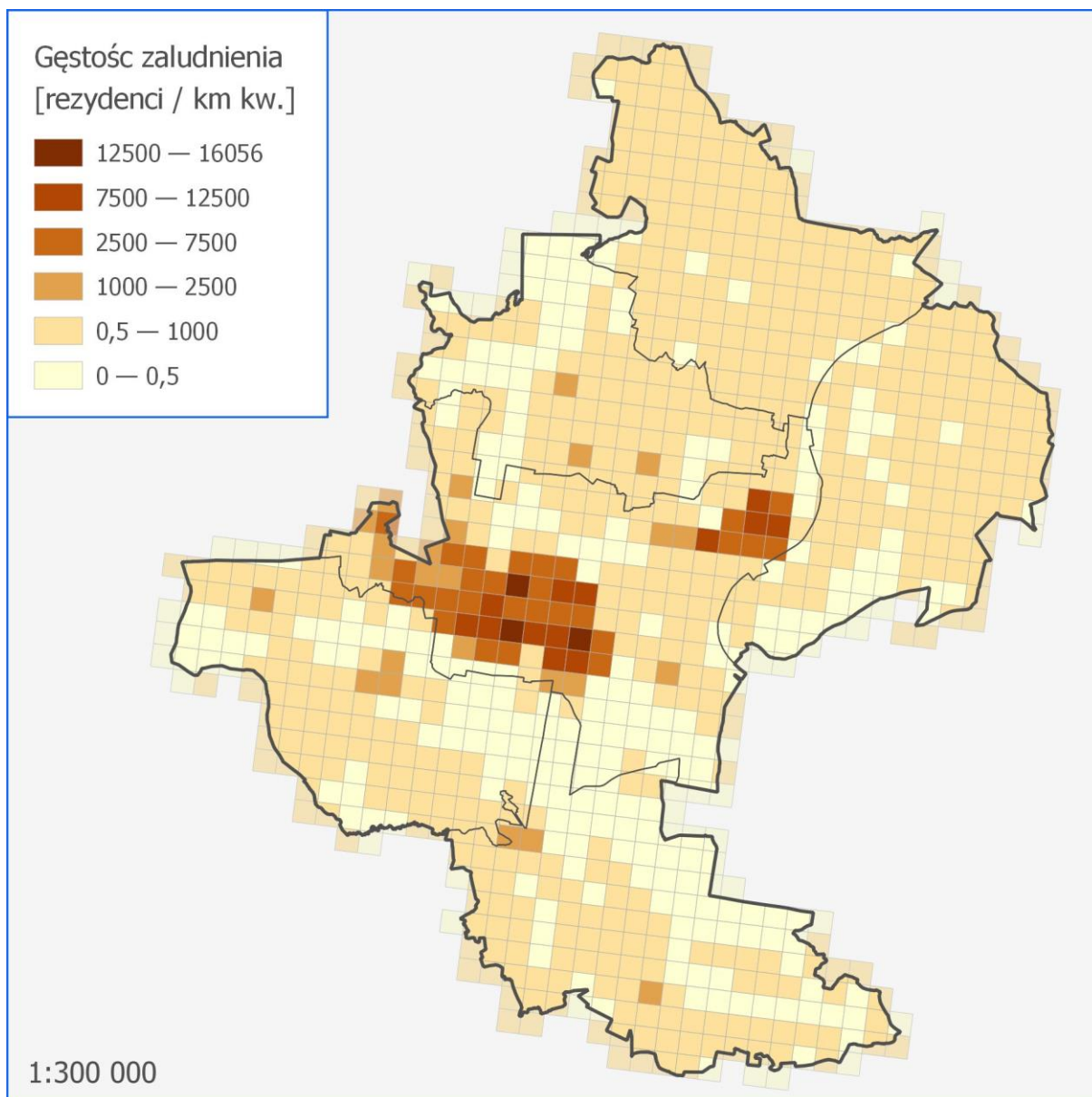
Mapa 3. Generatory ruchu docelowego – część 2



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

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Mapa 4. Generatory ruchu źródłowego – gęstość zaludnienia



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

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

4. OPIS SYSTEMU KOMUNIKACYJNEGO

Miasto Bydgoszcz cechuje się dobrym położeniem pod względem połączeń transportowych. Przez miasto przebiegają ciągi komunikacyjne rangi krajowej, regionalnej oraz lokalnej. System transportu opiera się na komunikacji drogowej oraz publicznym transporcie zbiorowym.

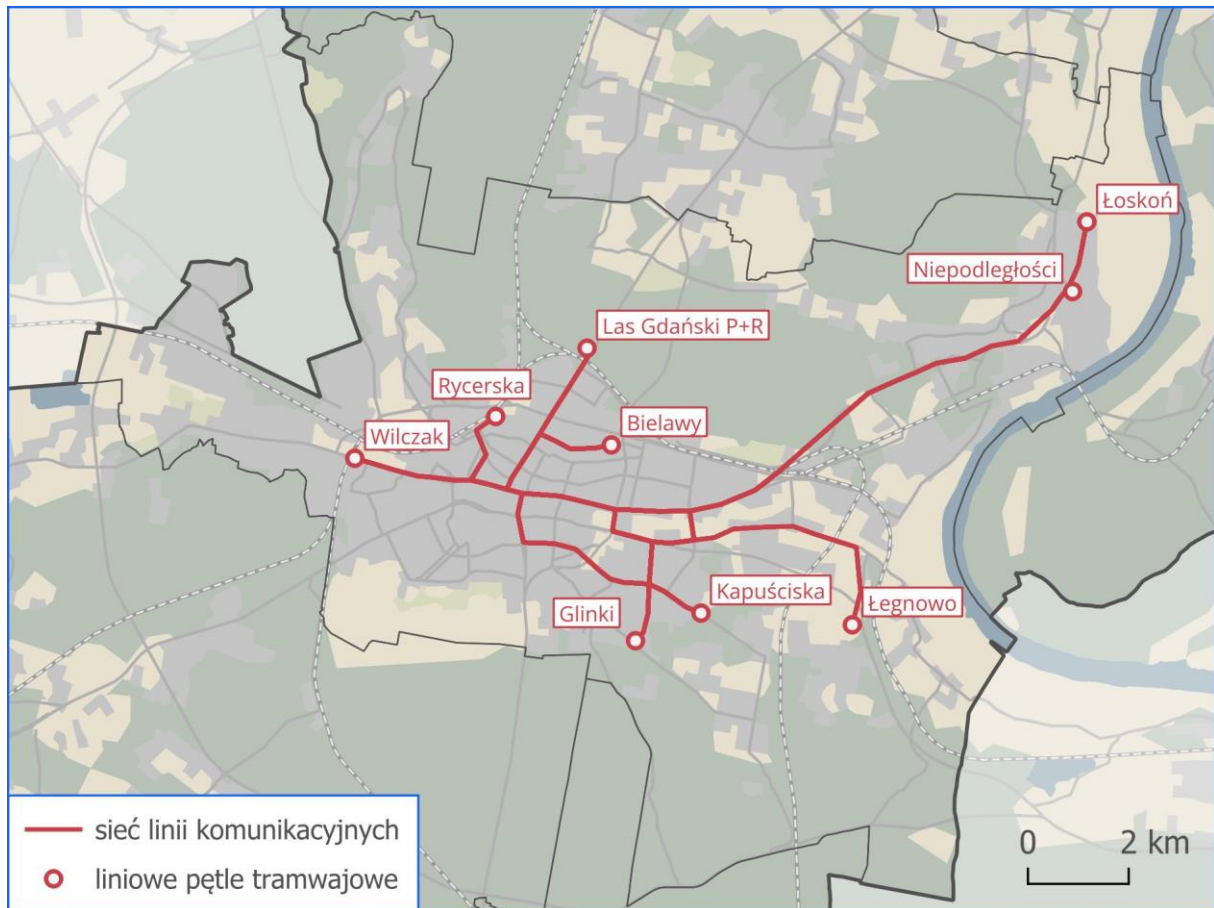
Sieć drogowa obsługująca miasto Bydgoszcz składa się z dróg krajowych, wojewódzkich, powiatowych i gminnych. Do najbardziej istotnych tras zaliczyć należą: S5, S10, DK25, DK80, DW_223, DW_232, DW_256, DW_244, DW_249 oraz DW394.

System publicznego transportu zbiorowego w Bydgoszczy obejmuje podsystemy: autobusowy, tramwajowy i kolejowy. Zapewniają one połączenia w obrębie miasta, jak również do gmin ościennych. Jednocześnie sezonowo funkcjonują także dwie linie turystyczne – linia tramwajowa obsługiwana historycznym taborem (linia nr 0) oraz linia tramwaju wodnego.

Transport kolejowy na terenie Bydgoszczy opiera się na liniach kolejowych znaczenia państwowego tj. 18, 131, 201, jak również na liniach lokalnych tj. 201, 209 i 356. W granicach miasta znajdują się 4 dworce kolejowe (Bydgoszcz Główna, Bydgoszcz Leśna, Bydgoszcz Wschód, Bydgoszcz Fordon) oraz 9 przystanków kolejowych. Największy ruch pasażerski odbywa się na stacji kolejowej Bydgoszcz Główna, na której dobowy wymiana pasażerska w 2023 r. wynosiła 15 800 osób.

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Mapa 5. Schemat linii tramwajowych w Bydgoszczy



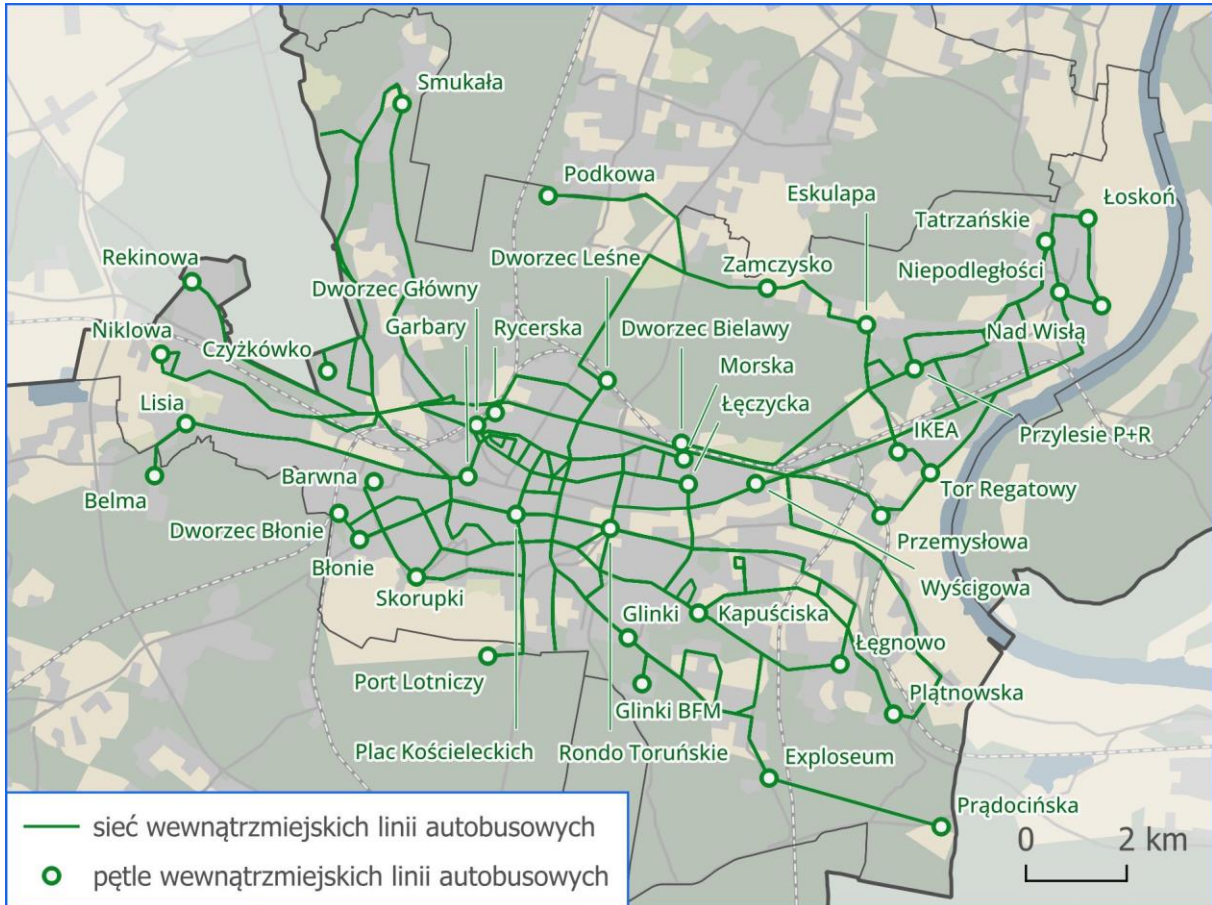
Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

Transport tramwajowy funkcjonujący w Bydgoszczy jest dziewiątym system tramwajowym w kraju pod względem długości toru pojedynczego. Cała sieć liczy 91,86 km toru pojedynczego. Bydgoski system należy do nielicznego grona miast, w którym rozstaw szyn wynosi 1 000 mm. W mieście funkcjonuje 11 całorocznych linii tramwajowych, które ponumerowane są od 1 do 11.

Transport autobusowy w Bydgoszczy składa się z 49 linii, z czego 30 linii to linie dzienne, 13 linii to linie międzygminne, natomiast 6 linii to linie nocne.

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

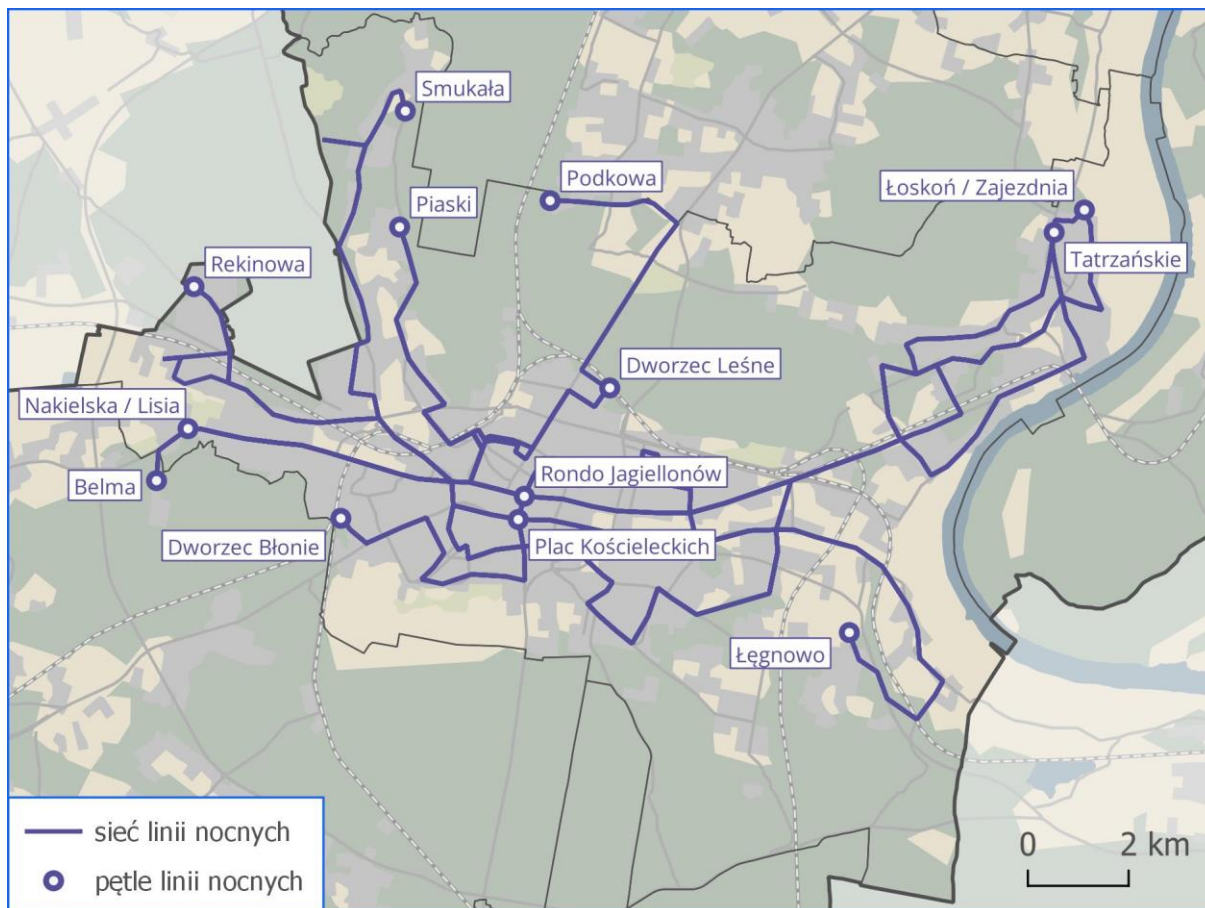
Mapa 6. Schemat dziennych linii autobusowych w Bydgoszczy



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

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Mapa 7. Schemat nocnych linii autobusowych w Bydgoszczy



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

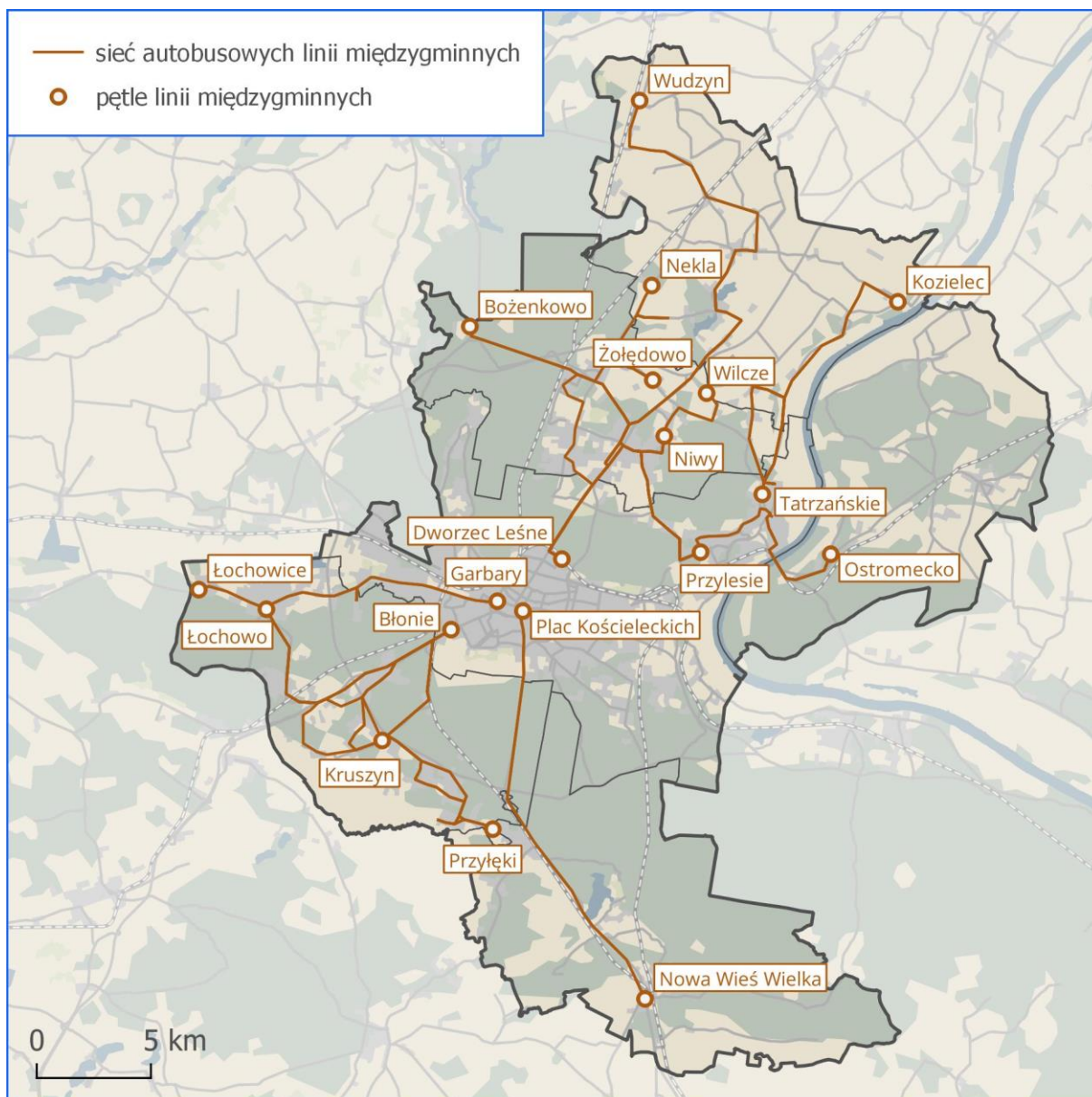
Przewozy autobusowe realizowane są przez dwóch operatorów: MZK Bydgoszcz oraz MOBILIS Sp. z o.o.. Od 1 stycznia 2023 r. przez kolejne 9 lat firma MOBILIS obsługuje 11 linii (nr 51, 53, 55, 56, 58, 62, 67, 69, 73, 76 i 85), natomiast pozostałe linie obsługiwane są przez MZK Bydgoszcz.

Na podstawie zawartych porozumień międzygminnych autobusy bydgoskiej komunikacji miejskiej dojeżdżają do gmin:

- Białe Błota (linie nr 42, 90, 91, 92, 96);
- Dąbrowa Chełmińska (linia nr 40);
- Dobrcz (linie nr 41, 93, 94, 95, 97);
- Nowa Wieś Wielka (linia nr 99).
- Osielsko (linie nr 41, 93, 94, 95, 98).

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Mapa 8. Schemat linii międzygminnych w obszarze analizy



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

W 2023 r. praca przewozowa autobusów wyniosła 13 455 421,79 wozokilometrów. W porównaniu do 2022 r. praca przewozowa zmalała o -5,33% (z 14 213 563,30 wzk), natomiast w porównaniu do 2021 r. o -9,67% (z 14 895 244,40 wzk).

Z usług komunikacji miejskiej w Bydgoszczy w 2023 r. skorzystało 90,19 mln pasażerów (łącznie z tramwajów i autobusów). W porównaniu do 2022 r. liczba pasażerów wzrosła o 4,91% (85,97 mln pasażerów), natomiast w porównaniu do 2021 r. wzrosła o 38,12% (65,30 mln pasażerów).

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

W poniższej tabeli przedstawiono wykaz linii autobusowych, wraz z podstawowym przebiegiem linii oraz dniami kursowania.

Tabela 3. Podstawowy przebieg linii autobusowych

Numer linii	Przebieg	Dni kursowania
Linie autobusowe dzienne		
51	CZYŻKÓWKO – PLAC KOŚCIELECKICH	Codziennie
52	DWORZEC LEŚNE – BŁONIE	Codziennie
53	DWORZEC BŁONIE – KAPUŚCISKA	Codziennie
54	PIASKI – BŁONIE	Codziennie
55	SKORUPKI – MORSKA	Codziennie
56	BELMA – GLINKI BFM	Codziennie
57	DWORZEC GŁÓWNY – BŁONIE	Codziennie
58	SMUKAŁA – PLAC KOŚCIELECKICH	Codziennie
59	KAPUŚCISKA – BŁONIE	Codziennie
60	MORSKA – BŁONIE	Codziennie
61	REKINOWA – PLAC KOŚCIELECKICH	Codziennie
62	BELMA - GARBARY	Dni powszednie
64	PRZEMYSŁOWA – BARWNA	Codziennie
65	DWORZEC LEŚNE – NAD WISŁĄ	Codziennie
67	SKŁODOWSKIEJ-CURIE/ŁĘCZYCKA - RYCERSKA	Codziennie
68	GLINKI – DWORZEC LEŚNE	Codziennie
69	TATRZAŃSKIE - BŁONIE	Codziennie
71	REKINOWA - MORSKA	Codziennie
73	ESKULAPA - KAPUŚCISKA	Codziennie
74	WYŚCIGOWA - TATRZAŃSKIE	Codziennie
76	ŁĘGNOWO – RONDO TORUŃSKIE	Codziennie
77	NIKLOWA – MORSKA	Codziennie

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Numer linii	Przebieg	Dni kursowania
79	GLINKI – RYCERSKA	Codziennie
80	DWORZEC GŁÓWNY – PORT LOTNICZY (AIRPORT)	Codziennie
81	SKANDYNWASKA/IKEA – TATRZAŃSKIE	Codziennie
82	ZAMCZYSKO (PĘTLA) - TATRZAŃSKIE	Codziennie
83	TATRZAŃSKIE - CZYŻKÓWKO	Codziennie
84	GLINKI - KAPUŚCISKA	Codziennie
85	ŁĘGNOWO - KAPUŚCISKA	Codziennie
89	BŁONIE – TATRZAŃSKIE	Codziennie
Linie autobusowe dzienne międzygminne		
40	OSTROMECKO – NIEPODLEGŁOŚCI (PĘTLA)	Codziennie
41	WUDZYN – DWORZEC LEŚNE	Codziennie
42	BŁONIE – KRUSZYN KRAJEŃSKI - BŁONIE	Codziennie
90	ŁOCHOWICE/NAKIELSKA/ZAJĘCZA (PĘTLA) – GARBARY	Codziennie
91	PRZYŁĘKI – BŁONIE	Codziennie
92	ŁOCHOWO – BŁONIE	Codziennie
93	NIWY – DWORZEC LEŚNE	Codziennie
94	ŻOŁĘDOWO/AUGUSTOWSKA – DWORZEC LEŚNE	Codziennie
95	TATRZAŃSKIE – STRZELCE GÓRNE - TATRZAŃSKIE	Codziennie
96	PRZYŁĘKI – BŁONIE	Codziennie
97	TATRZAŃSKIE – KOZIELEC - TATRZAŃSKIE	Dni powszednie, sobota
98	PRZYLESIE P+R – BOŻENKOWO - PRZYLESIE P+R	Codziennie
99	NOWA WIEŚ WIELKA – PLAC KOŚCIELECKICH	Codziennie
Linie autobusowe nocne		
31N	DWORZEC LEŚNE – ŁOSKOŃ/ZAJEZDNIA	Codziennie
32N	TATRZAŃSKIE – DWORZEC BŁONIE	Codziennie

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Numer linii	Przebieg	Dni kursowania
33N	TATRZAŃSKIE – PIASKI	Codziennie
34N	SMUKAŁA – PLAC KOŚCIELECKICH	Codziennie
35N	REKINOWA – PLAC KOŚCIELECKICH	Codziennie
36N	ŁĘGNOWO – NAKIELSKA/LISIA	Codziennie

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

4.1. UŻYTKOWANY TABOR AUTOBUSOWY

Linie komunikacji miejskiej w Bydgoszczy obsługiwane są przez dwóch operatorów: MZK Bydgoszcz oraz MOBILIS Sp. z o.o. Na ilostan składa się 188 autobusów, z czego 139 pojazdów należy do MZK Bydgoszcz, a 49 należy do MOBILIS.

Tabela 4. Spis taboru

Operator	Pojazd	Typ	Liczba pojazdów	Rodzaj napędu	Norma spalin	Wiek
MZK Bydgoszcz	Mercedes-Benz 628 B01 CONECTO	MAXI	9	ON	EURO 6	7 lat (9 pojazdów)
	Mercedes-Benz 628 B02 CONECTO	MEGA18	34	ON	EURO 6	2 lata (12 pojazdów) 5 lat (11 pojazdów) 6 lat (10 pojazdów) 7 lat (1 pojazd)
	Mercedes-Benz 628 G CONECTO	MEGA18	13	ON	EURO 5	13 lat (12 pojazdów) 14 lat (1 pojazd)
	Mercedes-Benz 628 LF CONECTO	MAXI	1	ON	EURO 5	13 lat (1 pojazd)
	Solaris Urbino 8,6	MINI	2	ON	EEV	11 lat (2 pojazdy)
	Solaris Urbino 12	MAXI	16	ON	EEV	11 lat (14 pojazdów) 12 lat (2 pojazdy)

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Operator	Pojazd	Typ	Liczba pojazdów	Rodzaj napędu	Norma spalin	Wiek
	Solaris Urbino 12	MAXI	34	ON	EURO 6	4 lata (3 pojazdy) 8 lat (4 pojazdy) 9 lat (27 pojazdów)
	Solaris Urbino 18	MEGA18	11	ON	EEV	11 lat (11 pojazdów)
	Solaris Urbino 18	MEGA18	19	ON	EURO 6	4 lata (5 pojazdów) 8 lat (3 pojazdy) 9 lat (4 pojazdy) 10 lat (7 pojazdów)
MOBILIS Sp. z o.o.	Mercedes-Benz Conecto	MAXI	28	ON	EURO 6	2 lata (28 pojazdów)
	Mercedes-Benz Conecto	MEGA18	21	ON	EURO 6	2 lata (21 pojazdów)

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

Biorąc pod uwagę długość i klasę pojemnościową pojazdów, w bydgoskiej komunikacji miejskiej wyróżnić można autobusy MINI, MAXI oraz MEGA18. Najwięcej jest autobusów klasy MEGA18 – 98 pojazdów oraz klasy MAXI – 90 pojazdów. Pojazdy klasy MINI reprezentowane są przez dwa autobusy.

Tabela 5. Pojazdy według długości i klasy pojemnościowej

MINI	MIDI	MAXI	Mega15	MEGA18
MZK Bydgoszcz				
2	0	60	0	77
MOBILIS Sp. z o.o.				
0	0	28	0	21
Łącznie				
2	0	88	0	98

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

W bydgoskiej komunikacji miejskiej eksploatowany jest tabor o jednym rodzaju napędu - wszystkie pojazdy napędzane są olejem napędowym.

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Tabela 6. Pojazdy według rodzaju napędu

ON	Hybryda	BEV	FCEV	Trolejbus	CNG	LNG	Inne
MZK Bydgoszcz							
139	0	0	0	0	0	0	0
MOBILIS Sp. z o.o.							
49	0	0	0	0	0	0	0
Łącznie							
188	0	0	0	0	0	0	0

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

Biorąc pod uwagę spełnienie normy emisyjności, zdecydowana większość autobusów (146 pojazdów) spełnia normę emisyjności EURO 6. Normę emisyjności EURO 5 spełnia 15 autobusów, natomiast 29 pojazdów spełnia normę emisyjności EEV.

Tabela 7. Pojazdy według normy emisyjności EURO

1 (lub brak normy)	2	3	4	5	EEV	6	EV
MZK Bydgoszcz							
0	0	0	0	14	29	96	0
MOBILIS Sp. z o.o.							
0	0	0	0	0	0	49	0
Łącznie							
0	0	0	0	14	29	145	0

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

Pod względem wieku pojazdów największą grupę stanowią autobusy, które mają do 5 lat – 80 pojazdów. Kolejne 66 pojazdów zaliczane są do kategorii pojazdów w wieku 6-10 lat, natomiast 44 pojazdy stanowią najstarszą grupę pojazdów, z przedziału wieku 11-15 lat.

Tabela 8. Pojazdy według wieku

Do 5 lat	Od 6 do 10 lat	Od 11 do 15 lat	Ponad 15 lat
MZK Bydgoszcz			
31	65	43	0

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Do 5 lat	Od 6 do 10 lat	Od 11 do 15 lat	Ponad 15 lat
MOBILIS Sp. z o.o.			
49	0	0	0
Łącznie			
80	65	43	0

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

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

5. PLAN WYMIANY I ROZWOJU TABORU

5.1. PROBLEMATYKA WYMIANY TABORU W AKK Z 2021 R.

Poprzednia analiza kosztów i korzyści dla Miasta Bydgoszcz została wykonana w 2021 r. Uzyskane wyniki wskazały na brak korzyści wykorzystania autobusów o napędzie zeroemisyjnym. W dokumencie podkreślono, iż organizator nie jest zobowiązany do zrealizowania obowiązku osiągnięcia poziomu udziału autobusów zeroemisyjnych. Jedynie, w przypadku pozyskania zewnętrznego źródła finansowania, inwestycja będzie opłacalna.

5.2. WYBÓR RODZAJU NAPĘDU

Wybór odpowiedniego rodzaju napędu jest ważny w procesie analizy kosztów i korzyści, z racji na zróżnicowanie cen zakupu pojazdów, jak również ich późniejszej eksploatacji. Do najpopularniejszych zeroemisyjnych rodzajów napędów należą zasilania elektryczne oraz wodorowe.

Autobusy elektryczne wykorzystują do pracy silniki na energię elektryczną, która jest gromadzona w bateriach. Na rynku istnieją pojazdy o różnych pojemnościach baterii i w zależności od przyjętej technologii i sposobu ładowania pojazdy mogą pokonać od kilkudziesięciu do kilkuset kilometrów na jednym ładowaniu. Autobusy elektryczne posiadają wiele zalet, tj.:

- brak emisji szkodliwych spalin do atmosfery;
- niska lub zerowa emisja hałasu;
- możliwość odzyskiwania energii podczas hamowania pojazdu;
- posiadają lepsze przyspieszenie niż autobusy spalinowe.

Kontrowersje związane z wykorzystaniem autobusów elektrycznych budzi proces tworzenia baterii elektrycznych. Do ich wyprodukowania niezbędne są rzadkie pierwiastki, tj. nikiel, lit oraz kobalt. Również kontrowersje wzbudza proces pozyskiwania energii do napędzania autobusów, ponieważ energia elektryczna w niskim stopniu pochodzi z odnawialnych źródeł energii.

Aby efektywnie wykorzystywać autobusy elektryczne w świadczeniu usług przewozowych należy wybrać odpowiedni sposób ładowania pojazdów. Najpopularniejsze sposoby ładowania to:

- ładowanie poprzez złącze plug-in – najdłuższa czasowo forma ładowania, podczas ładowania na terenie zajezdni wykorzystuje się wtyczki kablowe, ładowanie odbywa się najczęściej w nocy;
- ładowanie pantografowe – częściowe doładowywanie baterii pojazdu, zazwyczaj na pętłach lub zajezdni, pomiędzy kolejnymi kursami, wykorzystuje się pantograf znajdujący się na dachu autobusu, który łączy się ze stacją ładowania;

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

- ładowanie poprzez tzw. pantograf odwrócony – ładowanie poprzez opuszczenie ze stacji ładującej na „szyny”, które zlokalizowane są na dachu autobusu, działające w podobny sposób, jak klasyczne ładowanie pantograficzne.

Najczęściej spotykanym rozwiązaniem jest mieszanie różnych rodzajów ładowania pojazdów elektrycznych. Pojazdy można ładować 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.

Wykorzystanie autobusów elektrycznych wiąże się z koniecznością zakupu infrastruktury ładowania, która jest niezbędna do efektywnego wykorzystywania tychże pojazdów. W zależności od wybranej metody i liczby ładowarek zakupywanych w ramach jednego postępowania przetargowego, cena jednostkowa znacznie się różni. Przykładowe ceny poszczególnych ładowarek przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 9. Ceny ładowarek do autobusów elektrycznych w Polsce

Miasto	Typ ładowarki	Cena za sztukę netto [PLN]	Liczba ładowarek zamówionych w ramach postępowania	Rozstrzygnięcie przetargu
Jelenia Góra	Ładowarka typu plug-in	138 744	2 (2-stanowiskowe)	luty 2023 r.
Legnica	Stacja ładowania pantograficznego z trafostacją i przyłączem	1 595 122	1	luty 2024 r.
Włocławek	Ładowarka typu plug-in	158 475	6 (2-stanowiskowych)	luty 2022 r.

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

Infrastruktura ładowania bezpośrednio połączona jest z zasięgiem autobusów, jakie są w stanie pokonać. Autobusy wyposażone w mniejsze baterie mogą pokonywać krótsze dystanse, niż pojazdy wyposażone w większe baterie. Co równie ważne, autobusy o mniejszych bateriach wymagają dotadowywania pomiędzy kursami (np. na pętlach), jednakże pojazdy posiadają mniejszą masę własną pojazdu i są tańsze niż autobusy wyposażone w większe baterie. Zaletą autobusów wyposażonych w większe baterie jest możliwość realizacji przewozów bez konieczności ładowania baterii w trakcie postojów między kursami, jednakże cechują się większą masą własną i są droższe w zakupie. Wszystkie przedstawione aspekty przekładają na cenę zakupu pojazdu, które zależne są od wielu czynników, tj. liczba autobusów kupowanych w ramach jednego przetargu, pojemności baterii, klasy pojazdu czy sposobu ładowania. W poniższej tabeli przedstawiono przykładowe postępowania przetargowe na dostawy autobusów elektrycznych w Polsce.

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Tabela 10. Ceny autobusów elektrycznych w Polsce

Miasto	Klasa	Cena za sztukę netto [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.
Działdowo	MIDI	1 813 000	2	Yutong E9	maj 2023 r.
Suwałki*		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.
Pelplin		2 158 000	3	Solaris Urbino 12 electric	lipiec 2024 r.
Suwałki*	MAXI	2 688 000	5	Solaris Urbino 12 electric	kwiecień 2024 r.
Świeradów-Zdrój*		2 300 000	2	Yutong E12	kwiecień 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	lutych 2024 r.
Świdnica		MEGA18	3 324 932	3	Solaris Urbino 18 electric

*wraz z infrastrukturą ładowania

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

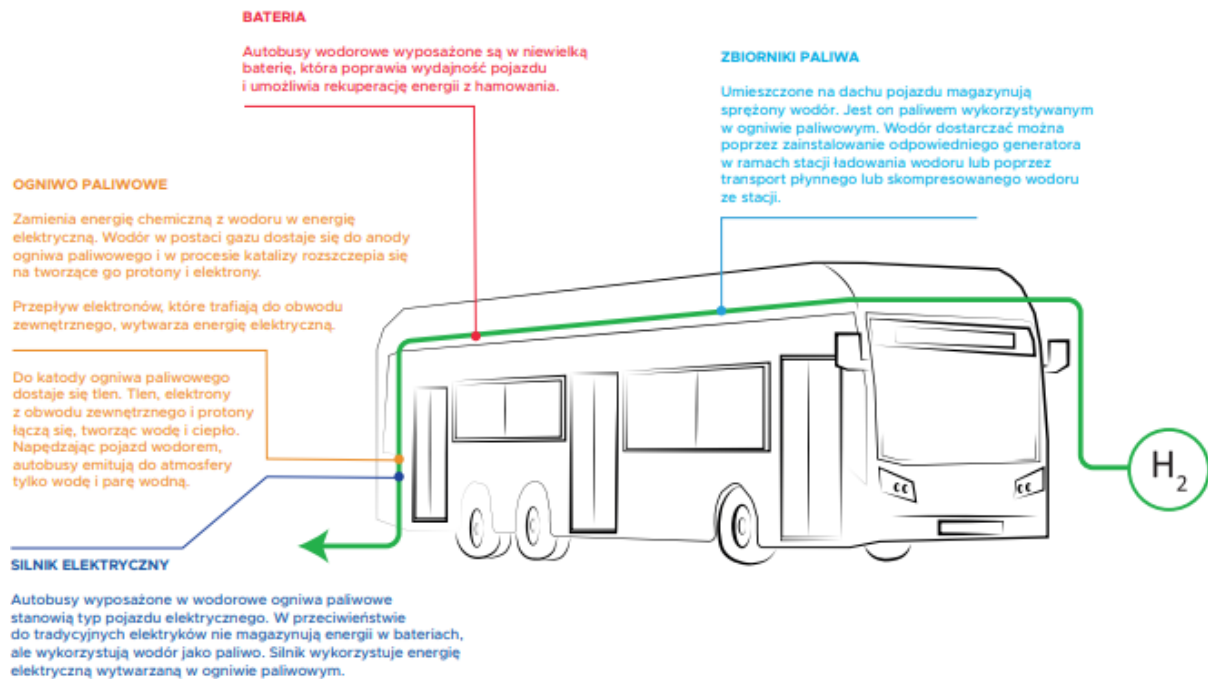
Oprócz autobusów elektrycznych, coraz częściej na polskich ulicach spotkać można **autobusy wodorowe**. Autobusy wykorzystują energię elektryczną wytwarzaną z ogniw paliwowych. Produktem procesu produkcji energii z wodoru jest woda w postaci gazowej. Aby produktem ubocznym była jedynie para wodna konieczne jest pozyskanie paliwa, uzyskanego w procesie elektrolizy wody z użyciem prądu z OZE, a nie reformingu parowego gazu ziemnego, podczas którego wydziela 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

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

w większości przypadków zgadzają się z osiągniętymi w warunkach codziennej eksploatacji. Wiąże się to z koniecznością doładowania pojazdów pomiędzy kursami, co uniemożliwia realizację całodziennych kursów. Natomiast, pojazdy wodorowe zatankowane maksymalnie mogą pokonać dystans średnio ok. 400 km (istnieją rozbieżności w zależności od producenta pojazdów i pojemności zbiornika). Specyfiki przykładowych autobusów wodorowych przedstawiono w tabeli poniżej.

Rysunek 1. Zasada funkcjonowania autobusu wodorowego



Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o., *Transport kluczem do rozwoju technologii wodorowych w Polsce*, 2021

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Tabela 11. Specyfika przykładowych autobusów wodorowych

Producent i model	Klasa	Deklarowany zasięg [km]	Ogniwo wodorowe [kW]
Solaris Urbino 12 hydrogen¹	MAXI	do 350	70
Solaris Urbino 18 hydrogen²	MEGA18	ok. 350	100
Mercedes-Benz eCitaro fuel cell³	MAXI	do 400	60
Mercedes-Benz eCitaro G fuel cell⁴	MEGA18	do 350	60
NesoBus 12⁵	MAXI	ok. 450	70
Arthur H2 Zero 12⁶	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 i deklaracji największych przedsiębiorstw paliwowych, w całym kraju dostępnych jest aktualnie tylko kilka stacji. Najbliższa stacja tankowania wodoru znajduje się w Poznaniu⁷ (ul. Warszawska 231), czyli ok. 130 km od Bydgoszczy. Warto również zwrócić uwagę na aktualne ceny wodoru, które wynoszą około 69 zł brutto/kg. Wysoka cena tego pierwiastka przekłada się na wyższe koszty eksploatacji pojazdów wodorowych.

Istnieje jednak rozwiązanie, które umożliwia zmniejszenie ceny eksploatacji pojazdów wodorowych. Jest nim budowa własnej stacji tankowania wodorem. Jednakże jak wskazują wyniki programu priorytetowego „Wsparcie infrastruktury do ładowania pojazdów elektrycznych i infrastruktury do tankowania wodoru”, koszt jej budowy wynosi nawet 16 324 041,02 zł netto. W poniższej tabeli przedstawiono przykładowe postępowania przetargowe na dostawy autobusów wodorowych w Polsce.

¹ <https://www.solarisbus.com/pl/pojazdy/napedy-zeroemisyjne/hydrogen> (dostęp: 29.07.2024 r.)

² Ibid.

³ https://www.mercedes-benz-bus.com/pl_PL/models/ecitaro-fuel-cell.html (dostęp: 29.07.2024 r.)

⁴ Ibid.

⁵ <https://www.nesobus.pl/> (dostęp: 29.07.2024 r.)

⁶ <https://www.arthurbus.com/> (dostęp: 29.07.2024 r.)

⁷ <https://eipa.udt.gov.pl/> (dostęp: 29.07.2024 r.)

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Tabela 12. Ceny autobusów wodorowych w Polsce

Miasto	Klasa	Cena za sztukę netto [PLN]	Liczba sztuk zamówionych w ramach postępowania	Producent i model pojazdu wybrany w przetargu	Rozstrzygnięcie przetargu
Chełm	MAXI	3 033 000	26	PAK-PCE Polski Autobus Wodorowy NesoBus 12	grudzień 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.

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

Na rynku dostępne są **autobusy zasilane biometanem**. Zostały one zakwalifikowane przez prawodawcę jako pojazdy zeroemisyjne wraz z nowelizacją Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych, pochodzącą z grudnia 2021 r. Biometanem nazywamy oczyszczony biogaz, czyli mieszaninę gazów, będącą produktem beztlenowego rozkładu materii organicznej. Powstaje on jako produkt uboczny m.in. w oczyszczalniach ścieków, składowiskach odpadów, gospodarstwach rolniczych, browarach. Na biometan składa się głównie metan oraz dwutlenek węgla, ale także siarkowodór, para wodna, tlenek węgla czy siloksany. Jest on biogazem oczyszczonym do ok. 98% zawartości metanu. W zależności od lokalizacji instalacji, istnieje kilka metod oczyszczania. Biometan nie wymaga zmian w konstrukcji i napędzie pojazdu, ponieważ pojazdy, które napędzane są sprężonym gazem ziemnym CNG są do niego przystosowane. Co ważne, nie ma też konieczności specjalnego dostosowania zbiorników ani instalacji tankowania. Niemniej, w Polsce nie funkcjonuje obecnie żadna biometanownia, a budowa nowej wiązałaby się z poniesieniem wysokich kosztów inwestycyjnych.

Autobusy zasilane olejem napędowym nie są uznawane za pojazdy zeroemisyjne, jednakże zostały one przedstawione w niniejszym opracowaniu ze względu na fakt, iż Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych wskazuje na obowiązek 30% udziału pojazdów zeroemisyjnych we flocie obsługującej komunikację miejską w 2028 r. lub czasowego 3-letniego okresu zwolnienia z obowiązku w przypadku negatywnego wyniku analizy kosztów i korzyści.

Niewątpliwie zaletą autobusów zasilanych olejem napędowym jest powszechność eksploatacji tych pojazdów. Co ważne, wykorzystywanie autobusów zasilanych olejem

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

napędowym nie wymaga ponoszenia dodatkowych kosztów m.in. na sieć trakcyjną, infrastrukturę do składowania 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 przedstawione postępowania przetargowe na autobusy napędzane olejem napędowym.

Tabela 13. Ceny autobusów ON w Polsce

Zamawiający	Klasa	Cena za sztukę netto [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 Województwa Łódzkiego (Łódzka Kolej Aglomeracyjna)		577 303	12	Creobus Sp. z o.o. Mercedes-Benz Sprinter	wrzesień 2023 r.
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.

5.3. PLAN WYMIANY TABORU

MZK Bydgoszcz obecnie posiada plany dotyczące zakupów autobusów elektrycznych. W trakcie oceny merytorycznej jest projekt dotyczący zakupu 11 autobusów elektrycznych wraz z infrastrukturą z wykorzystaniem OZE dofinansowany przez

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w ramach konkursu Zielony Transport Publiczny. Ponadto MZK Bydgoszcz posiada plan zakupów taboru do 2033 roku.

Na podstawie powyższych informacji i 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 oraz dwa scenariusze zakładające spełnienie wymogów ustawowych. Pomimo że wariant inwestycyjny W_0 zakłada zaniechanie projektu inwestycyjnego, to nie obejmuje on zaniechania świadczenia usług komunikacji miejskiej czy ponoszenia nakładów odtworzeniowych dotyczących taboru. Warto też zaznaczyć, że w art. 68a ust. 3 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych zobowiązano zamawiających, takich jak Gmina Miasto Bydgoszcz czy MZK Bydgoszcz do zapewnienia udziału autobusów (kategorii M3, klas A i I) wykorzystujących do napędu paliwa alternatywne, w całkowitej liczbie autobusów objętych zamówieniami, w wysokości 32% w okresie od 24 grudnia 2021 r. do 31 grudnia 2025 r. oraz 46% w okresie od 1 stycznia 2026 r. do 31 grudnia 2030 r. z zastrzeżeniem, że połowa tego udziału ma być osiągnięta przez autobusy zeroemisyjne. Do zamówień zalicza się zlecenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego oraz zakup, a także dzierżawę, wynajem lub leasing z opcją zakupu pojazdów.

Na podstawie powyższych założeń przyjęto następujące warianty inwestycyjne:

- **Wariant 0** (W_0 – bazowy) – wariant bazowy zakładający zakup taboru z uwzględnieniem minimalnych udziałów opisanych w art. 68a ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych, a także sukcesywne ponoszenie nakładów odtworzeniowych na pojazdy napędzane silnikami spalinowymi o normie emisji EURO6. Wariant uwzględnia też plan wymiany taboru przez MZK Bydgoszcz;
- **Wariant 1a** (W_1a – elektryczny_pantograf) – zakładający zakup taboru z uwzględnieniem minimalnych udziałów opisanych w art. 68a ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych oraz spełnienie udziału autobusów zeroemisyjnych opisanych w art. 36 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych poprzez autobusy elektryczne akumulatorowe ładowane metodą plug-in i z wykorzystaniem pantografu.
- **Wariant 1b** (W_1b – elektryczny_plug-in) – zakładający zakup taboru z uwzględnieniem minimalnych udziałów opisanych w art. 68a ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych oraz spełnienie udziału autobusów zeroemisyjnych opisanych w art. 36 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych poprzez autobusy elektryczne akumulatorowe ładowane jedynie metodą plug-in.
- **Wariant 2** (W_2 – wodorowy) – zakładający zakup taboru z uwzględnieniem minimalnych udziałów opisanych w art. 68a ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych oraz spełnienie udziału autobusów zeroemisyjnych opisanych w art. 36 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych poprzez autobusy elektryczne z wodorowymi ogniwami paliwowymi.

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

W wyniku przeprowadzonych analiz w rozdziale 5.4 konieczne jest zwiększenie liczby użytkowanego taboru w wariantcie 0 o 1 pojazd, w wariantcie 1a o 4 pojazdy, a w wariantcie 1b o 14 autobusów.

Tabela 14. Harmonogram wymiany floty

Rok	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Wariant 0											
BEV – suma	0	0	7	4	0	0	0	0	24	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	-
MEGA15	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	-	7	-	-	-	-	-	10	-	-
FCEV – suma	0	0	0	0	0	12	8	11	0	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	-	-	-	-	12	8	11	-	-	-
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INNE (suma pojazdów z innymi napędami)	0	12	10	15	4	11	4	0	36	11	-
Udział pojazdów zeroemisyjnych w całej flocie [%]	0,0	0,0	3,7	5,9	5,9	12,2	16,5	22,3	34,9	34,9	34,9
Wariant 1a											
BEV – suma	0	40	1	7	11	0	0	0	27	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Rok	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
MAXI	-	18	-	4	9	-	-	-	16	-	-
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	22	1	3	2	-	-	-	11	-	-
FCEV – suma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INNE (suma pojazdów z innymi napędami)	-	10	30	0	0	12	11	8	23	12	-
Udział pojazdów zeroemisyjnych w całej flocie [%]	0,0	21,1	21,6	25,3	30,9	30,9	30,9	30,9	44,8	44,8	44,8
Wariant 1b											
BEV – suma	0	41	1	7	13	0	0	0	34	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	18	-	4	12	-	-	-	19	-	-
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	23	1	3	1	-	-	-	15	-	-
FCEV – suma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Rok	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INNE (suma pojazdów z innymi napędami)	-	10	30	0	0	12	11	8	23	12	-
Udział pojazdów zeroemisyjnych w całej flocie [%]	0,0	21,5	22,0	25,7	32,0	32,0	32,0	32,0	47,5	47,5	47,5
Wariant 2											
BEV – suma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FCEV – suma	0	38	1	7	10	0	0	0	26	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	17	-	4	9	-	-	-	15	-	-
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	21	1	3	1	-	-	-	11	-	-
INNE (suma pojazdów z innymi napędami)	-	10	30	0	0	12	11	8	23	12	-
Udział pojazdów zeroemisyj-	0,0	20,2	20,7	24,5	29,8	29,8	29,8	29,8	43,6	43,6	43,6

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Rok	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
nnych w całej flocie [%]											

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

5.4. WYBÓR LINII DO OBSŁUGI TABOREM ZEROEMISYJNYM

Przy wyborze alokacji autobusów zeroemisyjnych należy wziąć pod uwagę aspekty społeczne, tj. liczba pasażerów, którzy będą korzystać z autobusów, liczbę mieszkańców oraz turystów, jak również potencjalny wzrost zainteresowania komunikacją miejską w wyniku wprowadzenia do eksploatacji pojazdów zeroemisyjnych. Szczególnie ważny jest aspekt środowiskowy, ponieważ autobusy zeroemisyjne charakteryzują się niższą emisją hałasu i zanieczyszczeń powietrza do atmosfery. Jest to szczególnie istotne, z racji na obsługiwane centrum miast, jak również obszary o wysokiej gęstości zaludnienia. W przypadku Gminy Miasto Bydgoszcz należy wziąć pod uwagę funkcjonowanie elektroenergetycznej infrastruktury tramwajowej, która umożliwia przyłączenie ładowarek dla autobusów elektrycznych do sieci, bez konieczności budowy przyłącza. Nie można zapomnieć również o bardzo ważnym aspekcie – synchronizacji rozkładu jazdy z harmonogramem ładowania (odpowiednie przerwy między kursami), aby nie doprowadzić do całkowitego rozładowania baterii autobusu na trasie lub wzajemnej blokady dostępu do ładowarki. W przypadku zdecydowania się na wariant z ładowaniem pojazdów poza terenem bazy operacyjnej operatora, autobusy powinny obsługiwać linie, które posiadają wspólny przystanek końcowy z innymi liniami, aby zwiększyć wykorzystanie infrastruktury ładowania oraz zmniejszyć koszty budowy stacji ładowania.

W miastach występują bariery, które uniemożliwiają wprowadzenie autobusów zeroemisyjnych na daną linię, jest to np. zakaz ruchu pojazdów o wysokości przekraczającej wysokość autobusu zeroemisyjnego (ok. 3,2-3,4 metra). Takie zakazy zazwyczaj występują w okolicach wiaduktów lub sieci trakcyjnej (kolejowej, tramwajowej lub trolejbusowej). W ramach wyboru linii autobusowych, które wskazano do elektryfikacji uwzględniono także wyniki poprzednich analiz kosztów i korzyści oraz strukturę i wiek wymienionego taboru.

Pominięto przy tym linie autobusowe wykraczające poza Gminę Miasto Bydgoszcz w związku z możliwymi problemami z posadowieniem ładowarek szybkiego ładowania ze względu na strukturę właścicielską gruntów, co może stanowić utrudnienie także przy uzyskaniu dofinansowania zewnętrznego. W kontekście struktury i wieku wymienianego taboru skupiono się na liniach obsługiwanych autobusami klasy MAXI i MEGA18. Sprawdzone także rozkłady brygadowe na poszczególnych liniach komunikacyjnych celem sprawdzenia czy autobus elektryczny akumulatorowy będzie w stanie obsłużyć zadanie przewozowe pod względem czasu ładowania pantografowego na pętlach (zbyt krótkie przerwy między kursami) oraz przejechanego dystansu w przypadku ładowania plug-in (uznano, że zasięg powyżej 300 km musi być obsługiwany dwoma autobusami).

W pierwszej kolejności do elektryfikacji (horyzont 2024 r.) wybrano linie 54, 57, 64, 65, 80, 81. Łącznie do obsługi niniejszych linii powinno zostać zakupionych 17 pojazdów klasy

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

MAXI i 22 autobusy klasy MEGA18. Ponadto w wariantcie W_1a – zakupione powinny zostać dwa dodatkowe autobusy – po 1 pojeździe klasy MAXI i MEGA18 do zapewnienia jednej dodatkowej brygady na liniach 54 i 65. W przypadku wariantu W_1b konieczny będzie zakup dodatkowo 1 autobusu klasy MAXI i 2 autobusów klasy MEGA18 do zapewnienia dodatkowych brygad na liniach 54, 64,65.

W drugim etapie (horyzont 2027 r.) wybrano linie 68, 74, 79 i 82. Linia 68 ma wspólną pętlę z linią 65, linia 74 i 82 z linią 81, linia 68 z linią 79. Łącznie do obsługi wybranych linii powinno zostać zakupionych 13 pojazdów klasy MAXI i 4 autobusy klasy MEGA18, co pozwoli na spełnienie wymogu 30% udziału pojazdów zeroemisyjnych. Ponadto w wariantcie W_1a – zakupiony powinien zostać 1 pojazd klasy MAXI do zapewnienia jednej dodatkowej brygady na linii 82. W przypadku wariantu W_1b konieczny będzie zakup dodatkowo 3 autobusów klasy MAXI do zapewnienia dodatkowych brygad na liniach 74, 82.

Do elektryfikacji po zakończeniu kontraktu firmy Mobilis (horyzont 2031 r.) wybrano linie 51, 58, 67, 68, 69, 74. W przypadku linii 68 i 74 będzie to kontynuacja elektryfikacji linii rozpoczętej w horyzoncie 2027 roku. Linia 58 ma wspólną pętlę z linią 54 i 51, linia 67 z linią 79, a linia 69 z linią 74, 81, 82. Łącznie do obsługi wybranych linii powinno zostać zakupionych 15 pojazdów klasy MAXI i 11 autobusów klasy MEGA18. Ponadto w wariantcie W_0 i W_1a – zakupiony powinien zostać 1 pojazd klasy MEGA18 do zapewnienia jednej dodatkowej brygady na linii 67. W przypadku wariantu W_1b konieczny będzie zakup dodatkowo 4 autobusów klasy MAXI oraz 4 klasy MEGA18 do zapewnienia dodatkowych brygad na liniach 51, 69, 74.

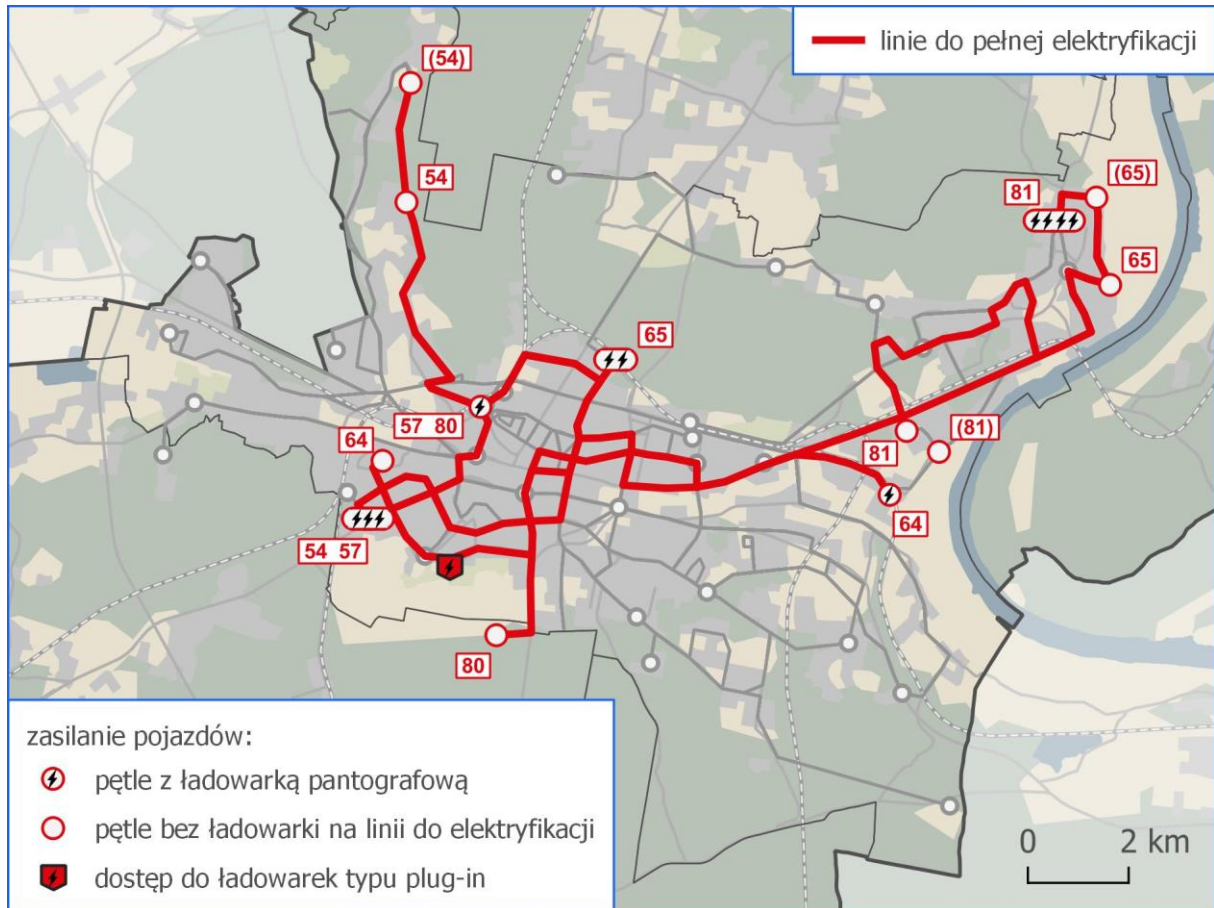
Tabela 15. Etapy elektryfikacji linii autobusowych

Linia	2024 r.	2027 r.	2031 r.
54	PEŁNA	-	
57	PEŁNA		
64	PEŁNA		
65	PEŁNA		
80	PEŁNA		
81	PEŁNA		
68		CZĘŚCIOWA	PEŁNA
74		CZĘŚCIOWA	PEŁNA
79		PEŁNA	
82		PEŁNA	
51			PEŁNA
58			PEŁNA
67			PEŁNA
69			PEŁNA

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

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

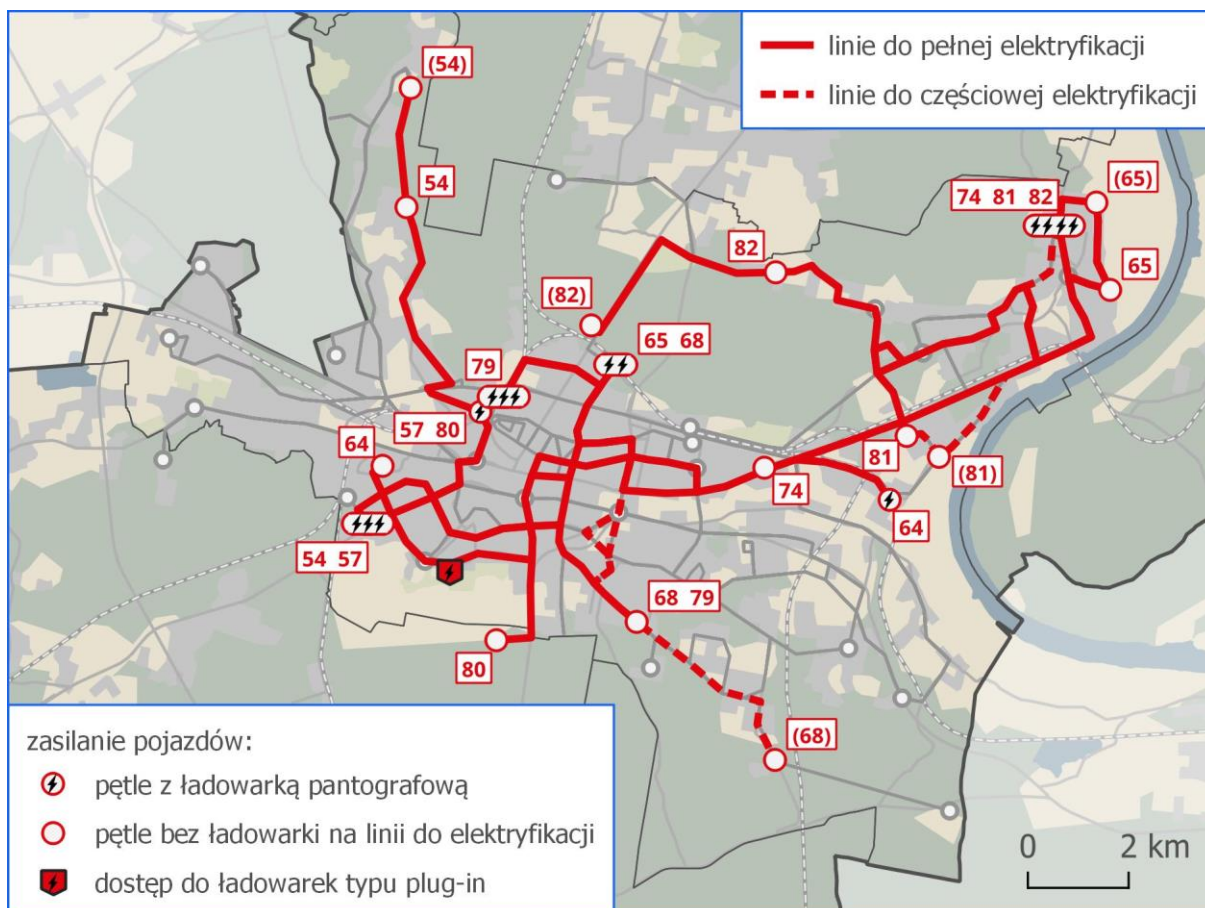
Mapa 9. Elektryfikacja linii autobusowych oraz lokalizacja punktów ładowania w przypadku opłacalności przedsięwzięcia lub pozyskania zewnętrznego dofinansowania (horyzont 2024)



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

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

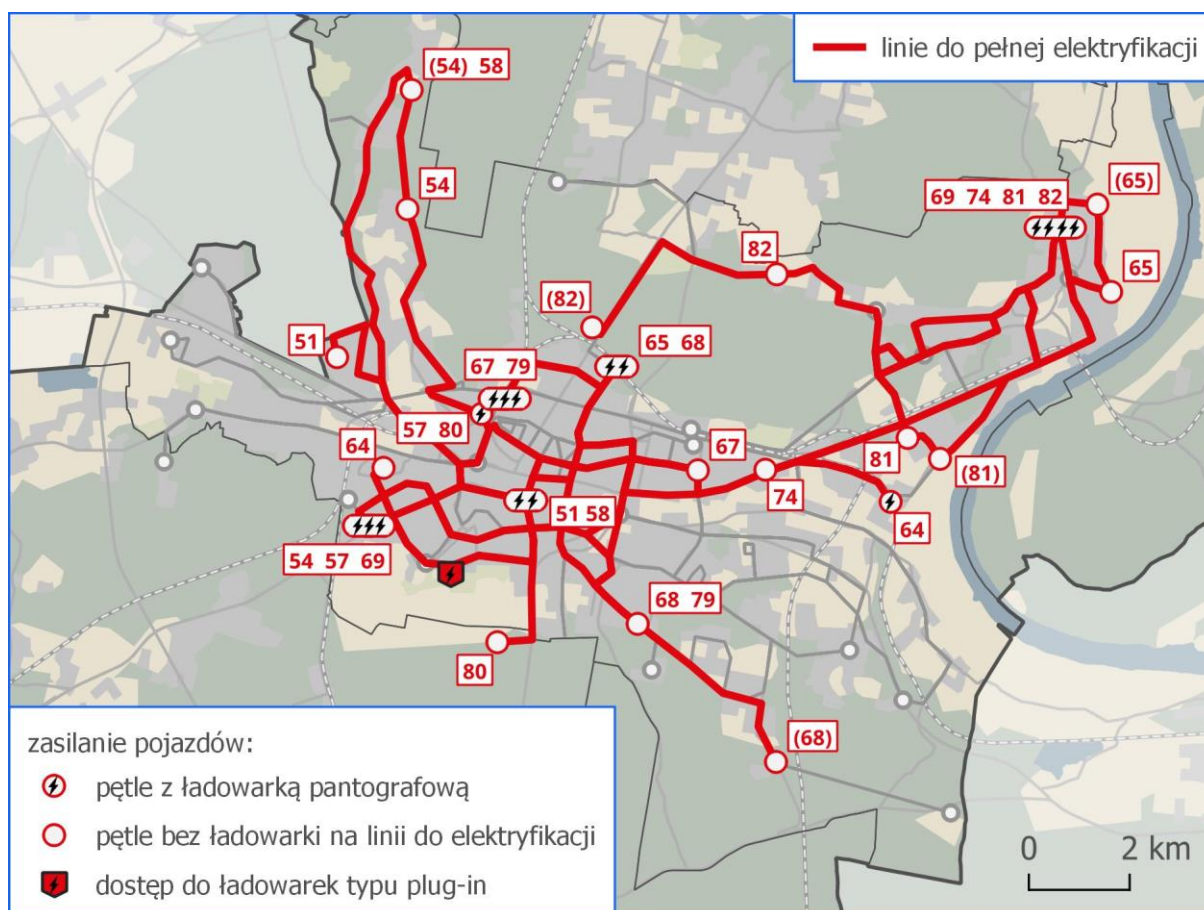
Mapa 10. Elektryfikacja linii autobusowych oraz lokalizacja punktów ładowania w przypadku opłacalności przedsięwzięcia lub pozyskania zewnętrznego dofinansowania (horyzont 2027)



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

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Mapa 11. Elektryfikacja linii autobusowych oraz lokalizacja punktów ładowania w przypadku opłacalności przedsięwzięcia lub pozyskania zewnętrznego dofinansowania (horyzont 2031)



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

W przypadku eksploatacji autobusów elektrycznych z wodorowymi ogniwami paliwowymi wybrano te same linie jak w przypadku autobusów elektrycznych akumulatorowych, ze względu na porównywalność wariantów oraz strukturę wiekową taboru.

W związku z rozpatrywanym zastosowaniem autobusów elektrycznych akumulatorowych ładowanych metodą pantografową i plug-in, obliczono szacunkową wymaganą pojemność akumulatora w celu obsługi linii. Na podstawie długości trasy pojedynczego kursu linii, obliczono zużycie energii na 2 parach kursów w kWh. Przy obliczeniach zużycia energii założono zużycie energii na poziomie 1,3 kWh/km dla autobusów MAXI oraz 1,5 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 kW przy założeniu sprawności energetycznej na poziomie 90%. Założona moc ładowarki pozwala na uzupełnienie energii utraconej podczas jazdy w czasie od 6 do 22 minut w przypadku autobusów o długości 12 metrów oraz od 7 do 30 minut w przypadku autobusów przegubowych. Zastosowanie słabszych ładowarek spowoduje wydłużenie czasu

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

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.

Kolejnym krokiem było obliczenie proponowanej pojemności baterii. Założono, że bateria powinna posiadać 30-proc. rezerwę pojemności w celu uniknięcia całkowitego jej rozładowywania oraz zachowania zapasu 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. 120 kWh (w przypadku obsługi linii 69 – 160 kWh) oraz ok. 140 kWh (w przypadku obsługi linii 69 – ok. 180 kWh) w autobusach klasy MEGA18. Do ładowania wolnego należy wykorzystać ładowarki jednostanowiskowe o mocy min. 50 kW lub dwustanowiskowe o mocy min. 100 kW (w przypadku linii 69 – odpowiednio 60 i 120 kW). Przy sprawności energetycznej na poziomie 90% i wykorzystaniu mocy na poziomie 50 kW, ładowanie powinno trwać maksymalnie około 3-4 h, co pozwala na swobodne doładowanie autobusu w godzinach nocnych. Zużycie energii na liniach komunikacyjnych zostało przedstawione w tabeli na następnej stronie.

W przypadku zastosowania autobusów elektrycznych akumulatorowych ładowanych jedynie metodą plug-in, akumulatory powinny umożliwić wykonanie zadań całodziennych, tj. minimum 300 km. Przy zużyciu energii na poziomie 1,3 kWh/km dla autobusów MAXI oraz 1,5 kWh dla autobusów MEGA18 pojemność akumulatorów powinna wynieść minimum 390 kWh dla autobusów MAXI oraz minimum 450 kWh dla autobusów MEGA18. Zakładając rezerwę pojemności na poziomie 30-proc. pojemność powinna wynieść odpowiednio 507 kWh oraz 585 kWh. Do ładowania wolnego należy wykorzystać ładowarki jednostanowiskowe o mocy min. 100 kW. Przy sprawności energetycznej na poziomie 90%, ładowanie powinno trwać maksymalnie około 4-5 h, co pozwala na swobodne doładowanie autobusu w godzinach nocnych.

Tabela 16. Zużycie energii na liniach komunikacyjnych

Linia	Długość kursu [km]	Długość 2 par kursów [km]	Zużycie energii na 2 parach kursów [kWh]		Czas szybkiego ładowania [min]		Pojemność baterii [kWh]	
			Autobus MAXI	Autobus MEGA18	Autobus MAXI	Autobus MEGA18	Autobus MAXI	Autobus MEGA18
54	10,30	41,20	53,56	61,80	8,93	10,30	69,63	80,34
57	11,70	46,80	60,84	70,20	10,14	11,70	79,09	91,26
64	15,90	63,60	82,68	95,40	13,78	15,90	107,48	124,02
65	16,90	67,60	87,88	101,40	14,65	16,90	114,24	131,82
80	10,50	42,00	54,60	63,00	9,10	10,50	70,98	81,90
81	15,20	60,80	79,04	91,20	13,17	15,20	102,75	118,56

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Linia	Długość kursu [km]	Długość 2 par kursów [km]	Zużycie energii na 2 parach kursów [kWh]		Czas szybkiego ładowania [min]		Pojemność baterii [kWh]		
			Autobus MAXI	Autobus MEGA18	Autobus MAXI	Autobus MEGA18	Autobus MAXI	Autobus MEGA18	
68	7,60	30,40	39,52	45,60	6,59	7,60	51,38	59,28	
74	11,00	44,00	57,20	66,00	9,53	11,00	74,36	85,80	
79	8,70	34,80	45,24	52,20	7,54	8,70	58,81	67,86	
82	13,20	52,80	68,64	79,20	11,44	13,20	89,23	102,96	
51	7,40	29,60	38,48	44,40	6,41	7,40	50,02	57,72	
58	12,20	48,80	63,44	73,20	10,57	12,20	82,47	95,16	
67	5,50	22,00	28,60	33,00	4,77	5,50	37,18	42,90	
69	22,30	89,20	115,96	133,80	19,33	22,30	150,75	173,94	
							MAX	150,75	173,94
							MAX (bez linii 69)	114,24	131,82

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

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

6. ANALIZA FINANSOWO-EKONOMICZNA

6.1. ANALIZA SYTUACJI FINANSOWEJ MIASTA I WPŁYWU PROGRAMU

WYMIANY POJAZDÓW NA JEJ STABILNOŚĆ

Finansowanie przewozów komunikacji miejskiej w Bydgoszczy odbywa się na podstawie rocznego wynagrodzenia operatorów zabezpieczonego w budżecie Gminy Miasta Bydgoszcz 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 Miasto Bydgoszcz w latach 2021-2024, zauważyć można, iż miasto jedynie w 2021 r. odnotowało dodatni wynik budżetu operacyjnego (występuje nadwyżka dochodów bieżących nad wydatkami bieżącymi). Oznacza to, że w kolejnych latach wykonywanie zadań bieżących przez jednostkę odbywa się na poziomie przekraczającym możliwości finansowe JST, a także kosztem sprzedaży majątku, zaciągnięciem nowych zobowiązań czy ograniczeniem inwestycji. W ostatnich latach wydatki majątkowe na lokalny transport zbiorowy były ponoszone w 2021 r. i dotyczyły infrastruktury zasilania trakcji tramwajowej, przebudowy przystanku oraz wdrożenia systemu informacji pasażerskiej. Ponadto w latach 2021-2022 w zakresie wydatków majątkowych dotyczących pozostałej działalności w zakresie transportu, realizowano projekty inwestycyjne dotyczące: budowy tras tramwajowych, budowy parkingów Park&Ride i Park&Go, opracowania dokumentacji technicznej rozwoju sieci tramwajowej, przebudowy zajezdni tramwajowych, zakupu nowego taboru tramwajowego, budowy buspasa w ul. Kolbego od ul. Grunwaldzkiej do granicy miasta, utworzenia centralnego systemu Bydgoskiej Karty Miejskiej wraz z urządzeniami do personalizacji kart.

Warto dodać, że dochody majątkowe miasta Bydgoszcz pozwalają w dużym stopniu na pokrycie wydatków majątkowych, pomimo tego w skali całego budżetu odnotowywany jest w ostatnich latach deficyt budżetowy. W konsekwencji odnowa taboru wymaga zmiany priorytetów inwestycyjnych, zaciągnięcia kredytu lub skorzystania z dofinansowania zewnętrznego w celu zmniejszenia wkładu własnego w nakładach inwestycyjnych na autobusy zeroemisyjne.

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Tabela 17. Budżet gminy miasta Bydgoszcz w latach 2021-2024 [mln zł]

Lp.	Pozycja	Wykonanie w latach			Plan na 2024 rok*
		2021	2022	2023	
1	Dochody budżetu Miasta w tym:	2 544,2	2 605,4	2 625,7	2 846,9
1a	dochody bieżące	2 444,0	2 379,7	2 433,6	2 622,5
1aa	lokalny transport zbiorowy	49,7	63,5	65,7	73,0
1b	dochody majątkowe	100,2	225,7	192,1	224,4
2	Wydatki budżetu Miasta w tym:	2 452,1	2 483,2	2 757,2	3 065,9
2a	wydatki bieżące	2 128,1	2 210,3	2 274,9	2 522,8
2aa	lokalny transport zbiorowy	191,2	218,1	223,3	267,7
2b	wydatki majątkowe na lokalny transport zbiorowy	96,2	71,6	239,0	105,9
3	Nadwyżka/deficyt budżetu Miasta	155,5	122,2	-131,5	-219,0
4	Deficyt/nadwyżka operacyjna	315,9	169,4	158,7	99,7
5	Finansowanie w tym:	40,7	177,8	209,3	219,0
5a	przychody	147,4	245,4	440,0	286,5
5b	rozchody	57,5	67,6	230,7	67,5

*Na podstawie Uchwały Nr LXXIV/1538/23 Rady Miasta Bydgoszczy z dnia 13 grudnia 2023 r. w sprawie uchwalenia budżetu Miasta na 2024 rok bez uwzględnienia późniejszych zmian.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie sprawozdań budżetowych.

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

6.2. OCENA SYTUACJI FINANSOWEJ OPERATORA

Ze względu na model organizacji stosowany przez Zarząd Dróg Miejskich i Komunikacji Publicznej w Bydgoszczy – udzielanie zamówień na świadczenie usług publicznego transportu zbiorowego poprzez zawieranie umów z podmiotami wewnętrznymi, a także organizację postępowań przetargowych, w niniejszym podrozdziale opisano jedynie sytuację finansową operatorów o charakterze podmiotów wewnętrznych. W przypadku operatorów prywatnych wymagania dotyczące taboru opisywane są w trakcie procedury przetargowej przez organizatora. 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. Sytuację finansową MZK Bydgoszcz należy uznać za zróżnicowaną w ostatnich latach. W latach 2021-2023 przychody spółki ze sprzedaży usług wzrosły z 137,0 mln zł do 152,0 mln zł, przy kosztach, które zwiększyły się z 139,0 mln zł do 150,6 mln zł. W tym okresie spółka odnotowywała dodatni wynik finansowy jedynie w 2023 roku, kiedy odnotowano 3,1 mln zł. We wcześniejszych latach spółka ponosiła stratę w wysokości od 2,5 mln zł do 8,2 mln zł. Wypracowany poziom zysku nie pozwala jednak na prowadzenie znacznych inwestycji w odnowę posiadanego taboru, tym bardziej na zakup pojazdów zeroemisyjnych. Działanie inwestycyjne musiałoby się wiązać z podwyższeniem kapitału zakładowego przez Gminę Miasto Bydgoszcz co pozwoliłoby na sfinansowanie inwestycji lub zakupem taboru w systemie rat forfaitingowych.

Tabela 18. Rachunek zysków i strat MZK Bydgoszcz w wariacie porównawczym [tys. PLN]

Pozycja	2021	2022	2023
Przychody ze sprzedaży	137 047,5	147 657,2	152 045,7
Koszty działalności operacyjnej	139 032,7	153 697,4	150 623,5
Zysk/strata ze sprzedaży	- 1 985,2	-6 040,2	1 422,2
Pozostałe przychody operacyjne	2 245,6	2 415,0	2 155,3
Pozostałe koszty operacyjne	2 315,1	4 904,2	1 513,7
Zysk/strata na działalności operacyjnej	- 2 054,6	-8 529,4	2 063,8
Przychody finansowe	26,3	523,2	1 106,9
Koszty finansowe	31,4	4,4	0,3
Podatek dochodowy	417,8	206,8	85,1
Zysk/strata netto	- 2 477,4	-8 217,3	3 085,4

Źródło: Rachunek zysków i strat Spółki MZK Bydgoszcz za rok obrotowy 2021, 2022, 2023.

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

6.3. DOSTĘPNE I PREFEROWANE MODELE NABYCIA POJAZDÓW ELEKTRYCZNYCH/WODOROWYCH

Dotychczasowo w Bydgoszczy nabywanie pojazdów autobusowych realizowane było przez operatora – MZK Bydgoszcz, który pozyskiwał nowe autobusy z napędem zasilanym olejem napędowym. Jednak jak wspomniano w poprzednim podrozdziale wypracowany poziom zysku przez operatora nie pozwala jednak 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 MZK Bydgoszcz stosowane jest rozwiązanie w formie rat forfaitingowych.

Nabywanie pojazdów jest też możliwe poprzez jednostkę samorządu terytorialnego, która może skorzystać z własnych środków budżetowych lub finansowania zewnętrznego w formie leasingu czy dzierżawy pojazdów. 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 85% kosztów kwalifikowanych przedsięwzięcia. Nabyty przez jednostkę samorządu terytorialnego 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 jednostkę samorządu terytorialnego z operatorem umową o świadczenie usług publicznych.

Przy wszystkich wskazanych powyżej formach finansowania zakupu należy pamiętać o wymogu art. 68a ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych.

6.4. DOTYCHCZASOWY PRZEBIEG PROCESU WYMIANY POJAZDÓW ZEROEMISYJNYCH WLATACH 2021-2024

W ostatnich latach Gmina Miasto Bydgoszcz oraz MZK Bydgoszcz nie prowadziły inwestycji w tabor autobusowy zeroemisyjny. W latach 2021-2024 MZK Bydgoszcz zakupiło 12 autobusów przegubowych Mercedes-Benz Conecto zasilanych olejem napędowym finansowych ratami forfaitingowymi.

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

6.5. ZAŁOŻENIA ANALIZY FINANSOWEJ

Kolejnym krokiem po określeniu wariantów inwestycyjnych jest przeprowadzenie analizy finansowej. Jej celem jest sprawdzenie opłacalności inwestycji pod względem finansowym. Analiza jest przeprowadzana z wykorzystaniem metody różnicowej pomiędzy wariantami inwestycyjnymi i uwzględnia jedynie przepływy finansowe związane z przewozami komunikacji miejskiej. W poniższej tabeli przedstawiono przyjęte założenia do analizy finansowej.

Tabela 19. Założenia analizy finansowej

Zakres	Założenie
Okres analizy	Lata 2024-2033 ⁸ .
Ceny	Ceny stałe netto, tj. bez uwzględnienia inflacji oraz z wyłączeniem podatku VAT z uwzględnieniem analizy rynkowej.
Dochody projektu	Wymiana autobusów na zeroemisyjne nie powinna generować dodatkowych przychodów z tytułu wzrostu liczby pasażerów.
Stopa dyskontowa	4%
Nakłady inwestycyjne	Na podstawie przeprowadzonej analizy rynkowej w rozdziale 3 oraz założonych nakładów inwestycyjnych w ramach projektu inwestycyjnego MZK Bydgoszcz w programie Zielony Transport Publiczny (w ramach nakładów założono też wymianę baterii po 7 latach w ramach umowy dostawy autobusów) .
Koszty eksploatacji i utrzymania	Na podstawie ponoszonych kosztów przez MZK Bydgoszcz uwzględnieniem specyfiki technicznej pojazdów zeroemisyjnych.
Nakłady odtworzeniowe	Następują po 10 latach dla pojazdów napędzanych olejem napędowym (z wyjątkiem pojazdów klasy MINI, gdzie według planów inwestycyjnych założono eksploatację przez 15 lat). Dla autobusów elektrycznych założono 15 lat eksploatacji dla pojazdów zeroemisyjnych. Okres żywotności stacji ładowania wynosi 30 lat, a infrastruktury do ładowania pojazdów – 40 lat.
Wartość rezydualna ⁹	Uwzględniona w ostatnim roku analizy z wykorzystaniem metody dochodowej.

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o. na podstawie *Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach*, Jaspers 2023.

⁸ Zgodnie z zaleceniami Ministerstwa Klimatu i Środowiska.

⁹ Wartość rezydualna to zdolność środków trwałych posiadających wartość ekonomiczną do generowania dochodów.

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

6.6. NAKŁADY INWESTYCYJNE

Nakłady inwestycyjne obliczono na podstawie analizy rynkowej przeprowadzonej w poprzednim rozdziale, a także na podstawie określonych wariantów inwestycyjnych. Najniższe nakłady inwestycyjne na autobusy zeroemisyjne i infrastrukturę ładowania odnotowano w wariantcie W_0 – 278,9 mln zł. W wariantcie W_1a łączne nakłady inwestycyjne wyniosły 383 mln zł, w wariantcie W_1b – 412,6 mln zł, a w wariantcie W_2 – 357 mln zł. W poniższej tabeli przedstawiono nakłady inwestycyjne w poszczególnych wariantach z uszczegółowieniem nakładów na tabor i infrastrukturę. 2023 r. nie jest uwzględniony w analizie finansowej, jednakże został przedstawiony zgodnie z wytycznymi Ministerstwa Klimatu i Środowiska.

Tabela 20. Nakłady inwestycyjne na wymianę autobusów w wariantach inwestycyjnych

Opis	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Nakłady [tys. PLN] Wariant 0	0	0	67 430	0	0	51 867	23 695	32 581	103 368	0	0
w tym:											
tabor	0	0	43 750	0	0	35 543	23 695	32 581	91 500	0	0
infrastruktura	0	0	23 680	0	0	16 324	0	0	11 868	0	0
Nakłady [tys. PLN] Wariant 1a	0	173 518	27 180	26 750	43 803	0	0	0	111 724	0	0
w tym:											
tabor	0	156 500	3 500	26 750	40 000	0	0	0	103 500	0	0
infrastruktura	0	17 018	23 680	0	3 803	0	0	0	8 224	0	0
Nakłady [tys. PLN] Wariant 1b	0	171 879	27 180	26 750	47 336	0	0	0	139 479	0	0
w tym:											
tabor	0	160 750	3 500	26 750	46 250	0	0	0	130 250	0	0
infrastruktura	0	11 129	23 680	0	1 086	0	0	0	9 229	0	0
Nakłady [tys. PLN] Wariant 2	0	185 904	2 962	28 880	32 335	0	0	0	106 881	0	0
w tym:											
tabor	0	169 580	2 962	28 880	32 335	0	0	0	10 6881	0	0

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Opis	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
infrastruktura	0	16 324	0	0	0	0	0	0	0	0	0

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

6.7. NAKŁADY ODTWORZENIOWE

Analizując wszystkie warianty inwestycyjne, wzięto pod uwagę konieczność ponoszenia nakładów o charakterze odtworzeniowym. Mają one na celu utrzymanie poziomu świadczonych usług transportu publicznego w Bydgoszczy. W pierwszej kolejności wymianie poddano najstarsze autobusy firmy Mercedes. Łącznie nakłady odtworzeniowe w wariantcie W_0 wyniosły 170,2 mln zł, a w wariantcie W_1a, W_1b i W_2 – 68,3 mln zł. Poniżej przedstawiono harmonogram i nakłady w poszczególnych latach.

Tabela 21. Harmonogram i wysokość nakładów odtworzeniowych w poszczególnych wariantach

Rok	Wariant W_0 [PLN]	Wariant W_1a/W_1b/W_2 [PLN]
2024	21 828 000,00	-
2025	16 345 000,00	43 500 000,00
2026	24 333 000,00	-
2027	5 800 000,00	-
2028	14 627 338,00	1 577 338,00
2029	7 276 000,00	-
2030	-	4 350 000,00
2031	59 949 000,00	18 850 000,00
2032	20 009 000,00	-
2033	-	-
Łącznie	170 167 338,00	68 277 338,00
Różnica pomiędzy wariantami (W1/W_2-W_0)		101 890 000,00

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

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

6.8. 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 22. Założenia kosztów operacyjnych przyjętych do analizy

Pozycja kosztowa	Jednostka	Podstawa	Wartość
Wielkość pracy eksploatacyjnej	wzkm	Dane operatorów	13,57 mln wzkm Przyjęto łączną pracę eksploatacyjną na podstawie średniego przebiegu pojazdów podaną przez operatorów. W okresie analizy nie zakłada się zmian linii autobusowych wynikających z uruchomienia nowych linii tramwajowych. Wraz z dalszym istotnym rozwojem sieci tramwajowej w Bydgoszczy, który planowany jest po roku 2030, następować będzie optymalizacja w zakresie sieci autobusowych linii komunikacyjnych, tak aby pełniły one funkcję dowozową do linii tramwajowych. Efektem takiego działania będą korzyści o których mowa w art. 37, ust.6 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych
Koszt paliwa	zł/l	Średnia cena hurtowa oleju napędowego netto Orlen SA w I połowie 2024 r.	5,06 zł
Koszt napraw i remontów, zużycia materiałów i części zamiennych	zł/km	Dane MZK Bydgoszcz	W zależności od rodzaju i typu autobusu.
Koszt dodatkowych kierowców	zł	Ogłoszenia o pracę na stanowisko kierowców autobusów miejskich w Bydgoszczy	8402 zł z kosztami pracodawcy

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Pozycja kosztowa	Jednostka	Podstawa	Wartość
Koszt ubezpieczeń dodatkowych pojazdów	zł/szt.	Dane MZK Bydgoszcz	9875,47
Podatek od środków transportu	zł/szt.	Uchwała nr LXI/1246/22 Rady Miasta Bydgoszczy z dnia 23 listopada 2022 r. w sprawie określenia wysokości stawek podatku od środków transportowych	Autobus z napędem wyłącznie elektrycznym o ilości miejsc do siedzenia poza miejscem kierowcy równej lub większej niż 22 miejsca – 1170 zł Dla pozostałych autobusów o ilości miejsc do siedzenia poza miejscem kierowcy równej lub większej niż 22 miejsca – 1170 zł
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 i używanego paliwa
Średnie spalanie oleju napędowego	l/100 km	Dane otrzymane od MZK Bydgoszcz i MOBILIS	W zależności od pojazdu, typu taboru i normy emisji
Średnie zużycie energii/paliwa wodorowego	kWh/100 km kg/100 km	Na podstawie doświadczeń innych operatorów	W zależności od pojazdu, typu taboru. Według danych <i>Analizy rozwoju zeroemisyjnego, zbiorowego transportu drogowego w Polsce (autobusy, trolejbusy, tramwaje)</i> ¹⁰ .
Cena energii elektrycznej	zł/kWh zł/kW zł/mies.	Na podstawie cennika Enea i Enea Operator	2,4319 zł/kWh Opłata handlowa: 200,00 zł/mies. Składnik stały stawki sieciowej: 23,49 zł/ 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	20% – tabor 18% – stacja tankowania wodoru 10% – infrastruktura ładowania i bramownice 5% – trafostacje

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

¹⁰ Ibidem.

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Uwzględniono dodatkowo ponoszenie kosztów na bieżącą eksploatację i serwisowanie infrastruktury ładowania na poziomie 15 tys. zł netto za ładowarkę plug-in na rok oraz 20 tys. zł netto za ładowarkę pantografową na rok. W obliczeniach uwzględniano wynagrodzenia dla dodatkowych kierowców, którzy będą obsługiwać dodatkowe brygady.

Inwestycje w wariantach W_1a generują w ciągu całego okresu analizy 15,4 mln zł straty, w wariantach W_1b 18,3 mln zł, a w wariantach W_2 111,8 mln zł. Wynika to z wyższych kosztów utrzymania infrastruktury ładowania i energii oraz kosztów uruchomienia dodatkowych brygad w wariantach W_1a i W_1b oraz wysokich kosztów paliwa wodorowego w wariantach W_2 względem kosztów paliwa w wariantach W_0. W poniższej tabeli przedstawiono wartość kosztów operacyjnych w całym okresie analizy.

Tabela 23. Wartość kosztów operacyjnych w okresie analizy

Pozycja	Koszty operacyjne w całym okresie analizy [PLN]
Koszty operacyjne w wariantach W_0	607 698 419,46 zł
Koszty operacyjne w wariantach W_1a	623 115 243,97 zł
Koszty operacyjne w wariantach W_1b	626 003 659,42 zł
Koszty operacyjne w wariantach W_2	719 481 103,04 zł
Różnica pomiędzy wariantami (W_1a-W_0)	-15 416 824,50 zł
Różnica pomiędzy wariantami (W_1b-W_0)	-18 305 239,95 zł
Różnica pomiędzy wariantami (W_2-W_0)	-111 782 683,58 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 24. Wartość rezydualna

Pozycja	Wariant W_1a	Wariant W_1b	Wariant W_2
Wartość brutto środków trwałych	361 894 547,36 zł	391 622 857,01 zł	356 962 896,60 zł
Umorzenie środków trwałych	310 383 659,53 zł	333 940 214,23 zł	314 210 306,74 zł
Wartość rezydualna	51 510 887,83 zł	57 682 642,78 zł	42 752 589,86 zł

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

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

6.9. 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, które zostały przedstawione w poniższej tabeli.

Tabela 25. Efektywność finansowa projektu wymiany taboru na autobusy zeroemisyjne

Wskaźnik	Wariant W_1a	Wariant W_1b	Wariant W_2
FNPV	-9 989 268,52 zł	-30 276 579,22 zł	-71 128 238,84 zł
FRR	2,97%	0,70%	-4,83%

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

Ujemna wartość wskaźnika FNPV w obu wariantach oznacza, że inwestycja w autobusy elektryczne akumulatorowe oraz elektryczne z wodorowymi ogniwami paliwowymi 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).

Metodę luki finansowej należy stosować jedynie dla projektów generujących dochód. Należy wskazać, że jedynym dochodem projektu jest wartość rezydualna na poziomie od 42,7 do 56,7 mln zł w zależności od wariantu. Obliczanie luki finansowej w tym przypadku nie jest wymagane. Pomimo tego podjęto próbę obliczenia luki finansowej – w wariantcie W_1a wyniosła 89,6%, w wariantcie W_1b 89,1%, a w wariantcie W_2 – 90,8%. Oznacza to, że przy zakupie autobusów zeroemisyjnych należy starać się o uzyskanie maksymalnego poziomu dofinansowania w programach takich jak Zielony Transport Publiczny, czy w ramach Funduszy Europejskich.

7. OSZACOWANIE EFEKTÓW ŚRODOWISKOWYCH

Autobusy użytkowane obecnie w bydgoskiej komunikacji miejskiej wykorzystują olej napędowy, co wpływa negatywnie na jakość powietrza. Spalanie tego paliwa powoduje emisję szkodliwych substancji – głównie tlenków azotu (NO_x). W mniejszym stopniu również cząstek stałych pyłów zawieszonych PM_{2,5}, PM₁₀, lotnych związków organicznych oraz CO₂.

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

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 wariantach. Największą różnicę pomiędzy nimi można zaobserwować w spadku emisji NO_x oraz niemetanowych lotnych związków organicznych. Niewielkie zmiany zachodzą podczas emisji pyłów zawieszonych PM_{2,5}. 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 poprawę jego zapachu.

W wariantcie W1 można zauważyć także wzrost emisji SO₂, który jest wynikiem większego wykorzystania autobusów elektrycznych oraz produkcji energii elektrycznej w elektrowni. Zmniejszenie negatywnego efektu może jedynie pojawić się przy wykorzystaniu OZE, np. poprzez instalację paneli fotowoltaicznych (co zakłada projekt inwestycyjny MZK Bydgoszcz w programie Zielony Transport Publiczny), budowę farm wiatrowych, czy budowę trafostacji z odzyskiem energii.

Tabela 26. Wielkość emisji szkodliwych substancji do atmosfery w poszczególnych wariantach w całym okresie analizy

Szkodliwa substancja	Wielkość emisji w Mg		
	W_0	W_1a/b	W_2
SO ₂	1,74	16,94	0,00
NO _x	266,71	230,80	213,09
PM _{2,5} /PM ₁₀	5,83	5,58	4,88
NMHC/NMVOC	75,49	64,17	63,98
CO ₂	144 958,98	149 418,87	122 809,08

Źródło: Opracowanie własne

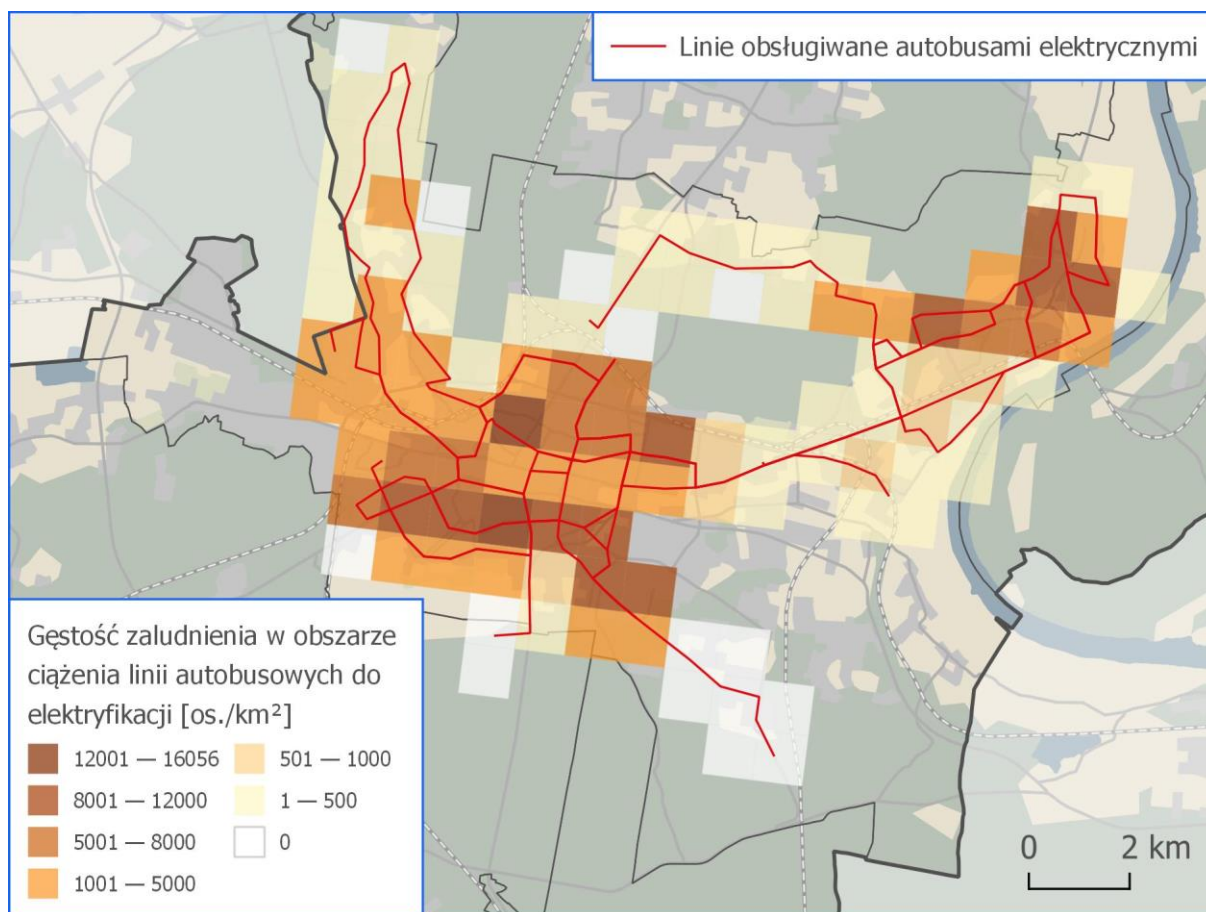
Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Pod względem środowiskowym należy wspomnieć także o emisji odpadów. Odpady z eksploatacji pojazdów mogą mieć postać stałą lub ciekłą. Do tych pierwszych należą między innymi elementy konstrukcyjne pojazdów, które odłączyły się od nich, np. w wyniku wypadku, a także różnego rodzaju filtry powietrza, paliwa, oleju smarującego 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. Istotnym problemem są zużyte baterie z autobusów elektrycznych, które mogą mieć negatywny wpływ na środowisko. Rozwiązaniem minimalizującym negatywny wpływ zużytych akumulatorów, których sprawność spadła poniżej akceptowalnego w ruchu pojazdu poziomu jest wykorzystanie ich jako magazyny energii dla budynków użyteczności publicznej czy dla instalacji fotowoltaicznych (np. znajdującej się na terenie MZK Bydgoszcz) lub ponownie wykorzystane w drodze recyklingu (niektórzy producenci oferują odbiór zużytych baterii).

Ważnym zagadnieniem w kontekście komfortu życia mieszkańców jest poziom hałasu. Narażenie na długotrwały hałas na poziomie 45-70 dB może spowodować zakłócenie wypoczynku czy pracy umysłowej człowieka, powodować dyskomfort, uczucie zmęczenia i wyczerpania. 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 nastroju, uczucie niepokoju (zwłaszcza u dzieci), nadciśnienie tętnicze, wzrost ciśnienia wewnątrzczaszkowego, zaburzenia trawienne .

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Mapa 12. Gęstość zaludnienia w obszarze ciążenia linii autobusowych do elektryfikacji [os./km²]



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

Źródła emisji hałasu z pojazdów konwencjonalnych to przede wszystkim silnik, a także tarcie opon o nawierzchnię. Znaczenie tego drugiego zwiększa się jednak dopiero przy większych prędkościach osiąganych przez pojazdy. W miastach, gdzie dopuszczalna prędkość ruchu drogowego ograniczona jest zwykle do 50 km/h, a w godzinach szczytu powstają kongestie drogowe, największe znaczenie ma pierwsze źródło, tj. hałas powodowany przez silnik spalinowy i elementy systemów z nim współpracujących. W przypadku autobusów elektrycznych emisja hałasu przez silnik jest znacznie mniejsza. Według producentów takich pojazdów, elektrobusey emitują hałas o ok. 15-20% mniejszy niż autobusy z silnikiem konwencjonalnym. Pozwala to na zwiększenie komfortu korzystania z transportu miejskiego, a także na zmniejszenie oddziaływania hałasu na mieszkańców w budynkach znajdujących się przy drogach. Jednocześnie zmniejszenie hałasu stwarza także pewne wyzwania w kontekście bezpieczeństwa ruchu drogowego. Piesi, rowerzyści i inni użytkownicy drogi mogą nie słyszeć nadjeżdżającego autobusu elektrycznego, co zwiększa ryzyko wypadków, zwłaszcza w strefach miejskich i na przejściach dla pieszych. W celu zwiększenia bezpieczeństwa pieszych wszystkie pojazdy o napędzie elektrycznym, wprowadzane na rynek motoryzacyjny od 1 lipca 2019 r. muszą posiadać system AVAS (Acoustic Vehicle Alerting System), który jest odpowiedzialny za generowanie ostrzegawczych sygnałów przy prędkości pojazdu do 20

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

km/h. Autobusy warto też wyposażyć w aktywne systemy wsparcia kierowcy (ADAS), który będzie zawierał funkcję automatycznego hamowania.

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. 3 000 os./km² oraz gęstość zaludnienia w pasie 250 metrów od drogi, po której przebiega linia komunikacyjna obsługiwana autobusami zeroemisyjnymi. Gęstość zaludnienia przy liniach komunikacyjnych obsługiwanych autobusami zeroemisyjnymi w przypadku analizowanej sieci komunikacji miejskiej w korytarzu 250 m wyniosła 2595,2 os./km² (277,7 tys. mieszkańców). Oznacza to, że gęstość zaludnienia przy liniach komunikacyjnych stanowi 0,83 gęstości typowego obszaru miejskiego. Powoduje to zmniejszenie korzyści wynikających ze zmniejszenia emisji hałasu o powyższą relację. Na dalszym rysunku przedstawiono gęstość zaludnienia w obszarze ciężenia linii autobusowych przeznaczonych do elektryfikacji.

Realizacja wariantu inwestycyjnego W1 i W_2 pozwoli na uzyskanie korzyści w wyniku redukcji hałasu w okresie analizy o wartości 549,2 tys. zł.

Tabela 27. Wielkość kosztów emisji hałasu w poszczególnych wariantach w całym okresie analizy

Koszt emisji hałasu	W_0	W_1a/W_1b/W_2	Korzyści w wyniku redukcji hałasu w okresie analizy (W1/W_2-W_0)
	4 089 114,36 zł	3 539 958,22 zł	549 156,13 zł

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

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

8. ANALIZA SPOŁECZNO-EKONOMICZNA

8.1. WPŁYW NA POZIOM I JAKOŚĆ ŻYCIA, MOBILNOŚĆ SPOŁECZNĄ, OGRANICZENIE WYKLUCZENIA KOMUNIKACYJNEGO, DOSTĘPNOŚĆ USŁUG KOMUNIKACYJNYCH ORAZ INNYCH USŁUG SPOŁECZNYCH I ZAMOŻNOŚĆ SPOŁECZNOŚCI

Wprowadzenie autobusów zeroemisyjnych, poza korzystnymi efektami środowiskowymi i spełnieniem art. 68a ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych, nie wpływa na poziom i jakość życia w mieście. Wyższe koszty utrzymania floty zeroemisyjnych pojazdów mogą prowadzić do konieczności zwiększania wydatków bieżących na lokalny transport zbiorowy. To z kolei wpływa na ograniczenie dostępnych środków, które mogłyby zostać przeznaczone na inne inwestycje. Wyższe koszty eksploatacji pojazdów zeroemisyjnych mogą też nie pozwolić na rozszerzenie oferty przewozowej. W konsekwencji dostępność komunikacji miejskiej nie ulegnie poprawie, zwiększając przy tym ryzyko redukcji liczby wykonywanych wozokilometrów, ograniczenia mobilności mieszkańców, a także podwyżki cen biletów, co wpłynie na zamożność społeczeństwa. To ograniczenie może prowadzić do zmniejszenia dostępu do usług komunikacji miejskiej i zwiększenia wykluczenia transportowego części mieszkańców miasta i sąsiednich gmin.

8.2. WYCENA KOSZTÓW ZWIĄZANYCH Z EMISJĄ SZKODLIWYCH SUBSTANCJI

Na podstawie obliczonej emisji w poprzednim rozdziale przeprowadzono wycenę emisji szkodliwych substancji. Do wyceny użyto przygotowanych przez CUPT tabeli kosztów jednostkowych zanieczyszczenia środowiska w transporcie lądowym, które zostały obliczone na podstawie *Ricardo-AEA. Update of the Handbook on External Costs of Transport¹¹*, 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. Wartość kosztów emisji szkodliwych substancji w poszczególnych wariantach w całym okresie analizy przedstawiono w tabeli na następnej stronie. Najwyższe koszty emisji odnotowano w wariantach W_1a i W_1b – 204,2 mln zł, a najniższe w wariantach W_2 – 164,5 mln zł.

¹¹ European Commission – DG Mobility and Transport, 2014, Ricardo AEA. Update of the Handbook on External Costs of Transport.

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Tabela 28. Wartość kosztów emisji szkodliwych substancji w poszczególnych wariantach w całym okresie analizy w zł

Szkodliwa substancja	Koszt emisji szkodliwych substancji		
	W_0	W_1a/W_1b	W_2
SO ₂	93 173,26	850 599,77	0,00
NO _x	22 338 214,18	19 432 203,78	17 837 400,57
PM _{2,5} /PM ₁₀	3 069 216,02	2 948 865,09	2 559 157,54
NMHC/NMVOC	304 698,67	258 710,72	257 871,35
CO ₂	171 907 264,99	180 695 566,60	143 889 817,19
Łącznie	197 712 567,11	204 185 945,96	164 544 246,64

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

8.3. OCENA KORZYŚCI WDROŻENIA POJAZDÓW ZEROEMISYJNYCH- WYNIKI ANALIZY KOSZTÓW I KORZYŚCI

Następną 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, hałasu.

Dodatkowo w analizie ekonomicznej stosuje się współczynniki konwersji do przepływów finansowych. Współczynniki konwersji zostały przedstawione w poniższej tabeli.

Tabela 29. 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, regionach, Jaspers, 2023

W odróżnieniu od analizy finansowej koszty i korzyści są dyskontowane społeczną stopą procentową na poziomie 3%¹². Ostatecznym wynikiem analizy kosztów i korzyści jest sprawdzenie efektywności ekonomicznej projektu inwestycyjnego na podstawie skorygowanych przepływów finansowych oraz wycenionej emisji szkodliwych substancji

¹² Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach, Jaspers 2023.

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

do atmosfery oraz hałasu. Do oceny wykorzystuje się wskaźniki ENPV, ERR oraz B/C, które zostały przedstawione w poniższej tabeli.

Tabela 30. Efektywność ekonomiczna projektu wymiany taboru na autobusy zeroemisyjne

Wskaźnik	Wariant W_1a	Wariant W1_b	Wariant W_2
ENPV	-3 484 546,91	-22 625 735,91	-20 922 901,54
ERR	2,58%	0,07%	0,26%
B/C	0,99	0,94	0,94

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 3%, co oznacza brak opłacalności ekonomicznej inwestycji. Wartość wskaźnika B/C na poziomie 1 oznacza, że koszty poniesione w projekcie równają się potencjalnym korzyściom ekonomicznym. Negatywny wynik analizy wskazuje, że nie musi zostać spełniony ustawowy obowiązek dotyczący udziału autobusów zeroemisyjnych we flocie obsługującej komunikację publiczną przez najbliższe 36 miesięcy, tj. do sporządzenia następnej analizy. Pomimo tego Gmina Miasto Bydgoszcz podejmuje dalsze działania w celu większego wykorzystania autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej dzięki wykorzystaniu środków zewnętrznych.

8.4. KLUCZOWE WYZWANIA SPOŁECZNO-EKONOMICZNE STOJĄCE PRZED SYSTEMEM ZBIOROWEJ KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ

System zbiorowej komunikacji miejskiej w Bydgoszczy, podobnie jak w innych miastach, stoi przed wyzwaniami społeczno-ekonomicznymi, które mają kluczowy wpływ na jego funkcjonowanie i rozwój. Prowadzona polityka dążenia do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych stawia przed systemem komunikacji miejskiej wyzwania związane z modernizacją taboru, wprowadzaniem pojazdów elektrycznych oraz rozwijaniem infrastruktury, która wspiera zrównoważoną mobilność. Inwestycje te są jednak kosztowne i często są wspierane środkami zewnętrznymi. Koszty utrzymania systemu komunikacji miejskiej stale rosną, na co wpływ mają m.in. koszty energii (m.in. konieczność wnoszenia opłat za zielone certyfikaty energetyczne), paliwa (objęcie ich w przyszłości system ETS2), wynagrodzeń, a także inwestycje w nowy tabor i infrastrukturę. Powoduje to konieczność wydawania coraz większych kwot z budżetu Miasta na publiczny transport zbiorowy, co prowadzi do większego deficytu budżetowego. Duży wzrost wynagrodzeń w Polsce powoduje także odpływ kierowców autobusów do innych branż. W konsekwencji operatorzy mogą mieć problem z pozyskaniem nowych kierowców, a to przekłada się na brak realizacji rozkładów jazdy i spadek zaufania pasażerów do publicznego transportu zbiorowego.

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

8.5. ANALIZA WRAŻLIWOŚCI

Po przeprowadzeniu analizy kosztów i korzyści sprawdzono, jak zmiana nakładów inwestycyjnych, odtworzeniowych, kosztów operacyjnych, wskaźników emisyjności oraz jednostkowych kosztów ekonomicznych 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 występują zmienne krytyczne.

Tabela 31. Wyznaczenie zmiennych krytycznych w analizie wrażliwości

Zmienna	Zmiana zmiennej	Wartość FNPV/C	Zmiana	Wartość ENPV	Zmiana
Wartość bazowa (wariant W_1a)		-9 989 268,52 zł	-	-3 484 546,91 zł	-
Nakłady inwestycyjne	1%	-10 168 575,89 zł	-1,79%	-3 369 469,86 zł	3,30%
Koszty operacyjne	1%	-10 128 133,83 zł	-1,39%	-3 595 706,05 zł	-3,19%
Jednostkowe koszty ekonomiczne	1%	-9 989 268,52 zł	0,00%	-3 523 310,27 zł	-1,11%
Wskaźnik emisyjności CO₂ dla odbiorcy końcowego energii elektrycznej	-1%	-9 989 268,52 zł	0,00%	-3 215 162,33 zł	7,73%
Wskaźnik emisyjności SO₂ dla odbiorcy końcowego energii elektrycznej	-1%	-9 989 268,52 zł	0,00%	-3 478 135,98 zł	0,18%
Wartość bazowa (wariant W_1b)		-30 276 579,22 zł	-	-22 625 735,91 zł	-
Nakłady inwestycyjne	1%	-30 639 074,03 zł	-1,20%	-22 685 173,41 zł	-0,26%
Koszty operacyjne	1%	-30 435 130,20 zł	-0,52%	-22 753 792,41 zł	-0,57%
Jednostkowe koszty ekonomiczne	1%	-30 276 579,22 zł	0,00%	-22 664 499,28 zł	-0,17%
Wskaźnik emisyjności CO₂ dla odbiorcy końcowego energii elektrycznej	-1%	-30 276 579,22 zł	0,00%	-22 356 351,34 zł	1,19%
Wskaźnik emisyjności SO₂ dla odbiorcy końcowego energii elektrycznej	-1%	-30 276 579,22 zł	0,00%	-22 619 324,99 zł	0,03%
Wartość bazowa (wariant W_2)		-71 128 238,84 zł	-	-20 922 901,54 zł	-
Nakłady inwestycyjne	1%	-71 141 649,42 zł	0,02%	-20 672 741,98 zł	-1,20%
Koszty operacyjne	1%	-72 044 390,64 zł	1,29%	-21 672 708,35 zł	3,58%

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Zmienna	Zmiana zmiennej	Wartość FNPV/C	Zmiana	Wartość ENPV	Zmiana
Jednostkowe koszty ekonomiczne	1%	-71 128 238,84 zł	-	-20 632 483,32 zł	-1,39%
Wskaźnik emisyjności CO ₂ dla odbiorcy końcowego energii elektrycznej	-1%	-71 128 238,84 zł	-	-20 958 907,97 zł	0,17%
Wskaźnik emisyjności SO ₂ dla odbiorcy końcowego energii elektrycznej	-1%	-71 128 238,84 zł	-	-20 923 626,24 zł	0,00%

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

Kolejnym krokiem jest test wrażliwości. Oznacza to wyznaczenie tzw. wartości progowych zmiennych kluczowych, przy jakiej wartości zmiennej wskaźnik ENPV wyzeruje się, czyli projekt spełnienia odpowiedniego udziału autobusów zeroemisyjnych osiągnie granicę ekonomicznej efektywności. Efektywność ekonomiczna danego wariantu zostanie spełniona w przypadku zmiany jednej z poniższych, np. spadku kosztów operacyjnych o 31,35% w wariantcie W_1b.

Tabela 32. Test wrażliwości zmiennych krytycznych

Zmienna	Zmiana zmiennej	Wartość ENPV
Nakłady inwestycyjne (W_1a)	30,28%	0,00 zł
Koszty operacyjne (W_1a)	-31,35%	0,00 zł
Jednostkowe koszty ekonomiczne (W_1a)	72,04%	0,00 zł
Wskaźnik emisyjności CO ₂ dla odbiorcy końcowego energii elektrycznej (W_1a)	-12,94%	0,00 zł
Wskaźnik emisyjności CO ₂ dla odbiorcy końcowego energii elektrycznej (W_1b)	-83,99%	0,00 zł
Nakłady inwestycyjne (W_2)	83,64%	0,00 zł
Koszty operacyjne (W_2)	-27,90%	0,00 zł
Jednostkowe koszty ekonomiczne (W_2)	72,04%	0,00 zł

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

8.6. 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 *Niebieską Księgą. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach* zidentyfikowano następujące czynniki ryzyka oraz ich przyczyny i skutki:

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Tabela 33. Identyfikacja ryzyka

L.p.	Kategoria ryzyka / czynniki ryzyka	Przyczyna	Skutek
Ryzyko administracyjne			
R1	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.
R2	Opóźnienia w uzyskiwaniu pozwoleń na realizację inwestycji (np. na budowę).		
R3	Opóźnienia związane z podłączeniem do sieci dystrybucyjnych.		
R4	Opóźnienia w uzyskiwaniu decyzji środowiskowych.		
R5	Opóźnienia w usuwaniu kolizji z sieciami dystrybucyjnymi.		
Ryzyko związane z zamówieniami			
R6	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 czy braku materiałów do produkcji pojazdów.	Opóźnienia w realizacji projektu, a także przesunięcie w czasie zakładanych efektów realizacji inwestycji w autobusy zeroemisyjne.
R7	Bardzo wysoki popyt na autobusy zeroemisyjne.		
Ryzyka związane z realizacją inwestycji			
R8	Przekroczenie budżetu nakładów inwestycyjnych.	Wzrost cen autobusów zeroemisyjnych oraz kosztów budowy infrastruktury ładowania lub tankowania.	Konieczność poniesienia dodatkowych nakładów inwestycyjnych.
R9	Ryzyka archeologiczne (wykopaliska).	Nieoczekiwane stanowisko archeologiczne.	Opóźnienia w realizacji projektu, a także przesunięcie w czasie zakładanych efektów

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

L.p.	Kategoria ryzyka / czynniki ryzyka	Przyczyna	Skutek
			realizacji inwestycji w autobusy zeroemisyjne. Zwiększenie kosztów realizacji inwestycji.
R10	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.
R11	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.
R12	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			
R13	Zwiększenie zakładanych kosztów operacyjnych.	Niedoszacowanie kosztów operacyjnych. Wzrost taryfy za prąd lub ceny wodoru.	Niższa efektywność inwestycji w autobusy elektryczne.
R14	Ryzyka klimatyczne (mrozy, powódzie itp.).	Warunki meteorologiczne.	Konieczność wykorzystania taboru zastępczego (o konwencjonalnym napędzie) lub niepełna obsługa linii przez autobusy elektryczne akumulatorowe, zaburzenie funkcjonowania systemu komunikacji zbiorowej.
R15	Ryzyko nieznaności rzeczywistych parametrów operacyjnych taboru.	Krótszy zasięg autobusu elektrycznego akumulatorowego.	Problemy z eksploatacją autobusów elektrycznych akumulatorowych.

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

L.p.	Kategoria ryzyka / czynniki ryzyka	Przyczyna	Skutek
R16	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 dotadowywania w określonym przedziale czasowym), zaburzenie funkcjonowania systemu komunikacji zbiorowej.
R17	Przerwa w dostawie prądu.	Awaryjne zasilanie, zwiększone pobory energii w mieście wymuszające czasowe wyłączenie dostaw dla poszczególnych dzielnic.	
R18	Uszkodzenia sieci zasilającej stację ładowania.	Przerwanie sieci zasilającej stację ładowania w wyniku wykonywania innych robót budowlanych.	
R19	Nadmierne skrócenie żywotności baterii i konieczność częstszej wymiany.	Wada fabryczna pakietów bateryjnych, nieodpowiednia eksploatacja pojazdów.	Konieczność ponoszenia dodatkowych nakładów odtworzeniowych.
Ryzyka regulacyjne			
R20	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			
R21	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.
R22	Dostępność środków krajowych na finansowanie kosztów operacyjnych.		
R23	Wzrost kosztów finansowania.	Wzrost stopy procentowej i oprocentowania kredytów.	
R24	Brak możliwości pokrycia wkładu własnego na zakup autobusów.	Zmiany w prawie podatkowym i utrata wpływów przez organizatorów transportu publicznego.	

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

9. REKOMENDACJE

Gmina Miasto Bydgoszcz, na podstawie ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych, jest zobligowana do opracowania analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem pojazdów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Zgodnie z ustawą, w jej ramach 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 zaproponowanej 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 (W_0 – bazowy)** – wariant bazowy zakładający zakup taboru z uwzględnieniem minimalnych udziałów opisanych w art. 68a ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych, a także sukcesywne ponoszenie nakładów odtworzeniowych na pojazdy napędzane silnikami spalinowymi o normie emisji EURO6. Wariant uwzględnia też plan wymiany taboru przez MZK Bydgoszcz;
- **Wariant 1a (W_1a – elektryczny_pantograf)** – zakładający zakup taboru z uwzględnieniem minimalnych udziałów opisanych w art. 68a ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych oraz spełnienie udziału autobusów zeroemisyjnych opisanych w art. 36 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych poprzez autobusy elektryczne akumulatorowe ładowane metodą plug-in i z wykorzystaniem pantografu.
- **Wariant 1b (W_1b – elektryczny_plug-in)** – zakładający zakup taboru z uwzględnieniem minimalnych udziałów opisanych w art. 68a ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych oraz spełnienie udziału autobusów zeroemisyjnych opisanych w art. 36 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych poprzez autobusy elektryczne akumulatorowe ładowane jedynie metodą plug-in.
- **Wariant 2 (W_2 – wodorowy)** – zakładający zakup taboru z uwzględnieniem minimalnych udziałów opisanych w art. 68a ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych oraz spełnienie udziału autobusów zeroemisyjnych opisanych w art. 36 ustawy

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

o elektromobilności i paliwach alternatywnych poprzez autobusy elektryczne z wodorowymi ogniwami paliwowymi.

Jako okres analizy przyjęto lata 2024-2033, zgodnie z wytycznymi Ministerstwa Klimatu i Środowiska. Zgodnie z art. 36 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych określono, ile powinna wynosić minimalna liczba autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu komunikacji miejskiej w Bydgoszczy:

- od 1 stycznia 2025 r. – 38 pojazdów (tj. udział 20%);
- od 1 stycznia 2028 r. – 56 pojazdów (tj. udział 30%).

Przeprowadzona analiza finansowo-ekonomiczna wykazała ujemną wartość wskaźnika efektywności finansowej w wariantach W_1a, W1_b i W_2. Oznacza to, że inwestycja w autobusy elektryczne akumulatorowe oraz elektryczne z wodorowymi ogniwami paliwowymi jest nieopłacalna pod względem finansowym.

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

Negatywny wynik analizy wskazuje, iż nie musi zostać spełniony ustawowy obowiązek dotyczący udziałów autobusów zeroemisyjnych we flocie obsługującej komunikację miejską w Bydgoszczy przez najbliższe 36 miesięcy, tj. do sporządzenia następnego analizy.

Pomimo tego Gmina Miasto Bydgoszcz, zważając na art. 68a ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych, może podjąć się zakupu takich pojazdów przy uzyskaniu wsparcia zewnętrznego (środków unijnych, krajowych lub poprzez leasing, dzierżawę pojazdów). Poziom wsparcia powinien oscylować w granicach ok. 90%. Oznacza to, że przy zakupie autobusów zeroemisyjnych należy starać się o uzyskanie maksymalnego poziomu dofinansowania w programach takich jak Zielony Transport Publiczny, czy w ramach Funduszy Europejskich. **Przy uzyskaniu wsparcia zewnętrznego powinna zostać przeprowadzona odrębna analiza kosztów i korzyści dla danego projektu inwestycyjnego, przykładowo wymiany starszych pojazdów na nowe, która otrzyma pozytywne wyniki wskaźników efektywności ekonomicznej wymaganych do uzyskania funduszy unijnych.**

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

ZAŁĄCZNIK A OPIS AKTUALNEGO STANU TABORU AUTOBUSOWEGO

Pojazdy według długości i klasy pojemnościowej

MINI	MIDI	MAXI	Mega15	MEGA18
MZK Bydgoszcz				
2	0	60	0	77
MOBILIS Sp. z o.o.				
0	0	28	0	21
Łącznie				
2	0	88	0	98

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

Klasa pojemnościowa
mini: do 8,99 m długości
midi: 9,00-10,99 m długości
maxi: 11,00-13,00 m długości
mega15: 13,01-16,00m długości
mega18: powyżej 16 m długości

Pojazdy według rodzaju napędu

ON	Hybryda	BEV	FCEV	Trolejbus	CNG	LNG	Inne
MZK Bydgoszcz							
139	0	0	0	0	0	0	0
MOBILIS Sp. z o.o.							
49	0	0	0	0	0	0	0
Łącznie							
188	0	0	0	0	0	0	0

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

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

Pojazdy według normy emisyjności

1 (lub brak normy)	2	3	4	5	EEV	6	EV
MZK Bydgoszcz							
0	0	0	0	14	29	96	0
MOBILIS Sp. z o.o.							
0	0	0	0	0	0	49	0
Łącznie							
0	0	0	0	14	29	145	0

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

Pojazdy według wieku

Do 5 lat	Od 6 do 10 lat	Od 11 do 15 lat	Ponad 15 lat
MZK Bydgoszcz			
31	65	43	0
MOBILIS Sp. z o.o.			
49	0	0	0
Łącznie			
80	65	43	0

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

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

ZAŁĄCZNIK B SPIS TABORU

Tabor MZK Bydgoszcz oraz MOBILIS Sp. z o.o.

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 100 km [dm3 dla ON, m3 dla CNG]
MZK Bydgoszcz							
1.	Mercedes -Benz 628 LF/Conecto	ON	2011	Euro 5	maxi	36 396	38,02
2.	Mercedes -Benz 628 G/Conecto	ON	2010	Euro 5	mega18	48 274	55,14
3.	Mercedes -Benz 628 G/Conecto	ON	2011	Euro 5	mega18	42 925	65,06
4.	Mercedes -Benz 628 G/Conecto	ON	2011	Euro 5	mega18	39 982	60,60
5.	Mercedes -Benz 628 G/Conecto	ON	2011	Euro 5	mega18	40 251	60,99
6.	Mercedes -Benz 628 G/Conecto	ON	2011	Euro 5	mega18	47 029	61,14
7.	Mercedes -Benz 628 G/Conecto	ON	2011	Euro 5	mega18	45 586	65,54
8.	Mercedes -Benz 628	ON	2011	Euro 5	mega18	37 942	59,29

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

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 100 km [dm3 dla ON, m3 dla CNG]
	G/Conecto						
9.	Mercedes-Benz 628 G/Conecto	ON	2011	Euro 5	mega18	42 334	69,93
10.	Mercedes-Benz 628 G/Conecto	ON	2011	Euro 5	mega18	38 538	60,68
11.	Mercedes-Benz 628 G/Conecto	ON	2011	Euro 5	mega18	40 193	60,39
12.	Mercedes-Benz 628 G/Conecto	ON	2011	Euro 5	mega18	40 525	59,01
13.	Mercedes-Benz 628 G/Conecto	ON	2011	Euro 5	mega18	43 602	63,22
14.	Mercedes-Benz 628 G/Conecto	ON	2011	Euro 5	mega18	38 454	59,48
15.	Mercedes-Benz 628 B01/Conecto	ON	2017	Euro 6	maxi	97 007	37,67
16.	Mercedes-Benz 628 B01/Conecto	ON	2017	Euro 6	maxi	89 357	38,64
17.	Mercedes-Benz 628	ON	2017	Euro 6	maxi	91 066	38,23

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

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 100 km [dm3 dla ON, m3 dla CNG]
	B01/Conecto						
18.	Mercedes-Benz 628 B01/Conecto	ON	2017	Euro 6	maxi	78 617	37,58
19.	Mercedes-Benz 628 B01/Conecto	ON	2017	Euro 6	maxi	88 972	39,13
20.	Mercedes-Benz 628 B01/Conecto	ON	2017	Euro 6	maxi	108 237	35,48
21.	Mercedes-Benz 628 B01/Conecto	ON	2017	Euro 6	maxi	99 289	36,18
22.	Mercedes-Benz 628 B01/Conecto	ON	2017	Euro 6	maxi	93 680	37,14
23.	Mercedes-Benz 628 B01/Conecto	ON	2017	Euro 6	maxi	97 415	38,73
24.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2017	Euro 6	mega18	63 557	57,56
25.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2018	Euro 6	mega18	80 729	55,01
26.	Mercedes-Benz 628	ON	2018	Euro 6	mega18	77 838	55,29

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

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 100 km [dm3 dla ON, m3 dla CNG]
	B02/Conecto G						
27.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2018	Euro 6	mega18	72 276	54,10
28.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2018	Euro 6	mega18	78 291	52,98
29.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2018	Euro 6	mega18	88 596	50,21
30.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2018	Euro 6	mega18	70 437	57,15
31.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2018	Euro 6	mega18	77 259	54,70
32.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2018	Euro 6	mega18	72 877	55,13
33.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2018	Euro 6	mega18	79 389	48,67
34.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2018	Euro 6	mega18	85 558	56,69
35.	Mercedes-Benz 628	ON	2019	Euro 6	mega18	81 114	53,60

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

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 100 km [dm3 dla ON, m3 dla CNG]
	B02/Conecto G						
36.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2019	Euro 6	mega18	71 644	58,00
37.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2019	Euro 6	mega18	84 889	47,38
38.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2019	Euro 6	mega18	83 362	53,48
39.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2019	Euro 6	mega18	74 881	55,23
40.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2019	Euro 6	mega18	76 017	54,99
41.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2019	Euro 6	mega18	78 729	52,53
42.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2019	Euro 6	mega18	79 923	55,75
43.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2019	Euro 6	mega18	84 506	51,01
44.	Mercedes-Benz 628	ON	2019	Euro 6	mega18	78 278	51,59

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

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 100 km [dm ³ dla ON, m ³ dla CNG]
	B02/Conecto G						
45.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2019	Euro 6	mega18	83 965	50,43
46.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2022	Euro 6	mega18	41 604	52,82
47.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2022	Euro 6	mega18	41 954	52,33
48.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2022	Euro 6	mega18	41 280	50,19
49.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2022	Euro 6	mega18	42 161	48,21
50.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2022	Euro 6	mega18	38 665	49,80
51.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2022	Euro 6	mega18	37 873	53,29
52.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2022	Euro 6	mega18	41 528	53,01
53.	Mercedes-Benz 628	ON	2022	Euro 6	mega18	37 935	53,22

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

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 100 km [dm ³ dla ON, m ³ dla CNG]
	B02/Conecto G						
54.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2022	Euro 6	mega18	37 475	53,61
55.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2022	Euro 6	mega18	40 036	47,97
56.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2022	Euro 6	mega18	43 067	50,67
57.	Mercedes-Benz 628 B02/Conecto G	ON	2022	Euro 6	mega18	34 170	55,31
58.	Solaris Urbino 12	ON	2012	EEV	maxi	85 303	40,48
59.	Solaris Urbino 12	ON	2012	EEV	maxi	75 131	37,49
60.	Solaris Urbino 12	ON	2013	EEV	maxi	73 091	41,52
61.	Solaris Urbino 12	ON	2013	EEV	maxi	69 667	40,06
62.	Solaris Urbino 12	ON	2013	EEV	maxi	72 630	43,07
63.	Solaris Urbino 12	ON	2013	EEV	maxi	93 439	40,12
64.	Solaris Urbino 12	ON	2013	EEV	maxi	77 864	42,29

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

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 100 km [dm ³ dla ON, m ³ dla CNG]
65.	Solaris Urbino 12	ON	2013	EEV	maxi	79 808	40,03
66.	Solaris Urbino 12	ON	2013	EEV	maxi	83 156	38,80
67.	Solaris Urbino 12	ON	2013	EEV	maxi	85 032	42,53
68.	Solaris Urbino 12	ON	2013	EEV	maxi	86 843	42,71
69.	Solaris Urbino 12	ON	2013	EEV	maxi	81 705	40,94
70.	Solaris Urbino 12	ON	2013	EEV	maxi	78 607	40,85
71.	Solaris Urbino 12	ON	2013	EEV	maxi	80 972	36,06
72.	Solaris Urbino 12	ON	2013	EEV	maxi	84 467	42,29
73.	Solaris Urbino 12	ON	2013	EEV	maxi	85 465	38,58
74.	Solaris Urbino 12	ON	2015	EURO 6	maxi	74 705	49,55
75.	Solaris Urbino 12	ON	2015	EURO 6	maxi	82 851	57,54
76.	Solaris Urbino 12	ON	2015	EURO 6	maxi	87 730	42,60
77.	Solaris Urbino 12	ON	2015	EURO 6	maxi	89 551	39,09
78.	Solaris Urbino 12	ON	2015	EURO 6	maxi	98 316	40,52
79.	Solaris Urbino 12	ON	2015	EURO 6	maxi	91 691	41,27

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

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 100 km [dm ³ dla ON, m ³ dla CNG]
80.	Solaris Urbino 12	ON	2015	EURO 6	maxi	86 546	46,49
81.	Solaris Urbino 12	ON	2015	EURO 6	maxi	84 229	45,66
82.	Solaris Urbino 12	ON	2015	EURO 6	maxi	92 825	42,71
83.	Solaris Urbino 12	ON	2015	EURO 6	maxi	86 204	44,20
84.	Solaris Urbino 12	ON	2015	EURO 6	maxi	87 507	41,86
85.	Solaris Urbino 18	ON	2013	EEV	mega18	57 071	59,08
86.	Solaris Urbino 18	ON	2013	EEV	mega18	61 174	59,51
87.	Solaris Urbino 18	ON	2013	EEV	mega18	55 028	61,22
88.	Solaris Urbino 18	ON	2013	EEV	mega18	65 247	55,60
89.	Solaris Urbino 18	ON	2013	EEV	mega18	59 646	58,94
90.	Solaris Urbino 18	ON	2013	EEV	mega18	56 827	62,89
91.	Solaris Urbino 18	ON	2013	EEV	mega18	57 885	55,20
92.	Solaris Urbino 18	ON	2013	EEV	mega18	59 386	62,84
93.	Solaris Urbino 18	ON	2013	EEV	mega18	63 945	57,17
94.	Solaris Urbino 18	ON	2013	EEV	mega18	58 994	59,91

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

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 100 km [dm ³ dla ON, m ³ dla CNG]
95.	Solaris Urbino 18	ON	2013	EEV	mega18	60 309	59,97
96.	Solaris Urbino 18	ON	2014	EURO 6	mega18	65 785	66,41
97.	Solaris Urbino 18	ON	2014	EURO 6	mega18	61 754	63,46
98.	Solaris Urbino 18	ON	2014	EURO 6	mega18	57 541	62,69
99.	Solaris Urbino 18	ON	2014	EURO 6	mega18	59 634	61,34
100.	Solaris Urbino 18	ON	2014	EURO 6	mega18	51 667	60,14
101.	Solaris Urbino 18	ON	2014	EURO 6	mega18	62 101	62,60
102.	Solaris Urbino 18	ON	2014	EURO 6	mega18	70 677	59,32
103.	Solaris Urbino 18	ON	2015	EURO 6	mega18	55 350	61,51
104.	Solaris Urbino 18	ON	2015	EURO 6	mega18	58 948	61,14
105.	Solaris Urbino 18	ON	2015	EURO 6	mega18	67 264	54,29
106.	Solaris Urbino 18	ON	2015	EURO 6	mega18	63 881	58,90
107.	Solaris Urbino 18	ON	2016	EURO 6	mega18	56 782	60,37
108.	Solaris Urbino 18	ON	2016	EURO 6	mega18	65 296	61,97
109.	Solaris Urbino 18	ON	2016	EURO 6	mega18	69 982	57,39

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

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 100 km [dm ³ dla ON, m ³ dla CNG]
110.	Solaris Urbino 8,6	ON	2013	EEV	mini	74 879	31,94
111.	Solaris Urbino 8,6	ON	2013	EEV	mini	74 024	32,85
112.	Solaris Urbino 12	ON	2015	EURO 6	maxi	77 009	43,05
113.	Solaris Urbino 12	ON	2015	EURO 6	maxi	80 096	46,15
114.	Solaris Urbino 12	ON	2015	EURO 6	maxi	89 357	43,34
115.	Solaris Urbino 12	ON	2015	EURO 6	maxi	88 000	39,78
116.	Solaris Urbino 12	ON	2015	EURO 6	maxi	89 145	42,34
117.	Solaris Urbino 12	ON	2015	EURO 6	maxi	97 173	40,92
118.	Solaris Urbino 12	ON	2015	EURO 6	maxi	96 769	42,67
119.	Solaris Urbino 12	ON	2015	EURO 6	maxi	91 353	41,87
120.	Solaris Urbino 12	ON	2015	EURO 6	maxi	89 127	40,48
121.	Solaris Urbino 12	ON	2015	EURO 6	maxi	89 935	41,12
122.	Solaris Urbino 12	ON	2015	EURO 6	maxi	92 616	37,76
123.	Solaris Urbino 12	ON	2015	EURO 6	maxi	92 160	40,62
124.	Solaris Urbino 12	ON	2015	EURO 6	maxi	90 624	44,40

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

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 100 km [dm ³ dla ON, m ³ dla CNG]
125.	Solaris Urbino 12	ON	2015	EURO 6	maxi	92 526	42,54
126.	Solaris Urbino 12	ON	2015	EURO 6	maxi	91 057	37,28
127.	Solaris Urbino 12	ON	2015	EURO 6	maxi	101 244	37,49
128.	Solaris Urbino 12	ON	2016	EURO 6	maxi	89 019	41,71
129.	Solaris Urbino 12	ON	2016	EURO 6	maxi	79 127	44,91
130.	Solaris Urbino 12	ON	2016	EURO 6	maxi	88 134	39,25
131.	Solaris Urbino 12	ON	2016	EURO 6	maxi	94 989	39,93
132.	Solaris Urbino 12	ON	2020	EURO 6	mega18	71 051	60,48
133.	Solaris Urbino 12	ON	2020	EURO 6	mega18	64 858	54,05
134.	Solaris Urbino 12	ON	2020	EURO 6	mega18	57 369	57,09
135.	Solaris Urbino 12	ON	2020	EURO 6	mega18	80 492	54,71
136.	Solaris Urbino 12	ON	2020	EURO 6	mega18	71 908	54,29
137.	Solaris Urbino 12	ON	2020	EURO 6	maxi	98 000	39,49
138.	Solaris Urbino 12	ON	2020	EURO 6	maxi	88 710	39,25
139.	Solaris Urbino 12	ON	2020	EURO 6	maxi	95 551	36,00

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

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 100 km [dm3 dla ON, m3 dla CNG]
MOBILIS Sp. z o.o.							
140.	Mercedes-Benz CONECTO	ON	2022	EURO 6	maxi	68 481	35,60
141.	Mercedes-Benz CONECTO	ON	2022	EURO 6	maxi	67 025	36,70
142.	Mercedes-Benz CONECTO	ON	2022	EURO 6	maxi	96 065	33,62
143.	Mercedes-Benz CONECTO	ON	2022	EURO 6	maxi	54 107	38,10
144.	Mercedes-Benz CONECTO	ON	2022	EURO 6	maxi	71 363	41,19
145.	Mercedes-Benz CONECTO	ON	2022	EURO 6	maxi	64 248	38,79
146.	Mercedes-Benz CONECTO	ON	2022	EURO 6	maxi	62 685	39,57
147.	Mercedes-Benz CONECTO	ON	2022	EURO 6	maxi	71 643	38,26
148.	Mercedes-Benz	ON	2022	EURO 6	maxi	67 666	40,57

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

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 100 km [dm3 dla ON, m3 dla CNG]
	CONNECT O						
149.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	maxi	81 639	37,76
150.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	maxi	79 157	37,81
151.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	maxi	67 471	39,65
152.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	maxi	55 995	37,90
153.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	maxi	52 151	38,05
154.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	maxi	66 236	42,06
155.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	maxi	81 659	36,36
156.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	maxi	75 129	40,59
157.	Mercedes-Benz	ON	2022	EURO 6	maxi	73 046	37,26

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

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 100 km [dm3 dla ON, m3 dla CNG]
	CONNECT O						
158.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	maxi	70 702	38,49
159.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	maxi	72 222	35,67
160.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	maxi	51 354	38,30
161.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	maxi	83 322	36,65
162.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	maxi	44 304	36,22
163.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	maxi	81 616	36,98
164.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	maxi	81 097	36,02
165.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	maxi	54 661	38,68
166.	Mercedes-Benz	ON	2022	EURO 6	maxi	67 873	40,47

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

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 100 km [dm3 dla ON, m3 dla CNG]
	CONNECT O						
167.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	maxi	55 360	38,59
168.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	mega	72 970	50,88
169.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	mega	72 171	50,06
170.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	mega	81 493	51,91
171.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	mega	91 821	45,44
172.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	mega	85 947	48,24
173.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	mega	74 496	48,48
174.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	mega	68 715	49,45
175.	Mercedes-Benz	ON	2022	EURO 6	mega	66 679	52,19

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

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 100 km [dm3 dla ON, m3 dla CNG]
	CONNECT O						
176.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	mega	74 822	49,93
177.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	mega	85 832	50,03
178.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	mega	79 312	48,73
179.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	mega	89 197	48,90
180.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	mega	77 533	53,79
181.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	mega	88 428	49,80
182.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	mega	83 816	48,26
183.	Mercedes-Benz CONNECT O	ON	2022	EURO 6	mega	76 254	49,47
184.	Mercedes-Benz	ON	2022	EURO 6	mega	73 007	49,66

Analiza kosztów i korzyści (AKK) wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Bydgoszczy i gmin ościennych, dla których Miasto Bydgoszcz jest organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych

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 100 km [dm ³ dla ON, m ³ dla CNG]
	CONNECTO						
185.	Mercedes-Benz CONNECTO	ON	2022	EURO 6	mega	91 979	46,60
186.	Mercedes-Benz CONNECTO	ON	2022	EURO 6	mega	94 114	46,85
187.	Mercedes-Benz CONNECTO	ON	2022	EURO 6	mega	71 775	52,05
188.	Mercedes-Benz CONNECTO	ON	2022	EURO 6	mega	69 058	50,43

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 (bazowy, elektryczny, wodorowy itp.)	Opis wariantu
Wariant 0 (W_0)	bazowy	Wariant bazowy zakładający zakup taboru z uwzględnieniem minimalnych udziałów opisanych w art. 68a ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych, a także sukcesywne ponoszenie nakładów odtworzeniowych na pojazdy napędzane silnikami spalinowymi o normie emisji EURO6. Wariant uwzględnia też plan wymiany taboru przez MZK Bydgoszcz
Wariant 1a (W_1a)	elektryczny_pantograf	wariant zakładający zakup taboru z uwzględnieniem minimalnych udziałów opisanych w art. 68a ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych oraz spełnienie udziału autobusów zeroemisyjnych opisanych w art. 36 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych poprzez autobusy elektryczne akumulatorowe ładowane metodą plug-in i z wykorzystaniem pantografu.
Wariant 1b (W_1b)	elektryczny_plug-in	wariant zakładający zakup taboru z uwzględnieniem minimalnych udziałów opisanych w art. 68a ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych oraz spełnienie udziału autobusów zeroemisyjnych opisanych w art. 36 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych poprzez autobusy elektryczne akumulatorowe ładowane jedynie metodą plug-in.
Wariant 1 (W_2)	wodorowy	zakładający zakup taboru z uwzględnieniem minimalnych udziałów opisanych w art. 68a ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych oraz spełnienie udziału autobusów zeroemisyjnych opisanych w art. 36 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych poprzez autobusy elektryczne z wodorowymi ogniwami paliwowymi.

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



Harmonogram wymiany floty

Rok	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Wariant 0											
BEV – suma	0	0	7	4	0	0	0	0	24	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	-
MEGA15	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	-	7	-	-	-	-	-	10	-	-
FCEV – suma	0	0	0	0	0	12	8	11	0	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	-	-	-	-	12	8	11	-	-	-
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INNE (suma pojazdów z innymi napędami)	0	12	10	15	4	11	4	0	36	11	-



Rok	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Udział pojazdów zeroemisyjnych w całej flocie [%]	0,0	0,0	3,7	5,9	5,9	12,2	16,5	22,3	34,9	34,9	34,9
Wariant 1a											
BEV – suma	0	40	1	7	11	0	0	0	27	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	18	-	4	9	-	-	-	16	-	-
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	22	1	3	2	-	-	-	11	-	-
FCEV – suma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Rok	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
INNE (suma pojazdów z innymi napędami)	-	10	30	0	0	12	11	8	23	12	-
Udział pojazdów zeroemisyjnych w całej flocie [%]	0,0	21,1	21,6	25,3	30,9	30,9	30,9	30,9	44,8	44,8	44,8
Wariant 1b											
BEV – suma	0	41	1	7	13	0	0	0	34	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	18	-	4	12	-	-	-	19	-	-
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	23	1	3	1	-	-	-	15	-	-
FCEV – suma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Rok	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
MEGA18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INNE (suma pojazdów z innymi napędami)	-	10	30	0	0	12	11	8	23	12	-
Udział pojazdów zeroemisyj-nych w całej flocie [%]	0,0	21,5	22,0	25,7	32,0	32,0	32,0	32,0	47,5	47,5	47,5
Wariant 2											
BEV – suma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FCEV – suma	0	38	1	7	10	0	0	0	26	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	17	-	4	9	-	-	-	15	-	-



Rok	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	21	1	3	1	-	-	-	11	-	-
INNE (suma pojazdów z innymi napędami)	-	10	30	0	0	12	11	8	23	12	-
Udział pojazdów zeroemisyjnych w całej flocie [%]	0,0	20,2	20,7	24,5	29,8	29,8	29,8	29,8	43,6	43,6	43,6

Nakłady inwestycyjne na wymianę autobusów

Opis	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Nakłady [tys. PLN] Wariant 0	0	0	67 430	0	0	51 867	23 695	32 581	103 368	0	0
w tym:											
tabor	0	0	43 750	0	0	35 543	23 695	32 581	91 500	0	0
infrastruktura	0	0	23 680	0	0	16 324	0	0	11 868	0	0
Nakłady [tys. PLN] Wariant 1a	0	173 518	27 180	26 750	43 803	0	0	0	111 724	0	0
w tym:											
tabor	0	156 500	3 500	26 750	40 000	0	0	0	103 500	0	0



Opis	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
infrastruktura	0	17 018	23 680	0	3 803	0	0	0	8 224	0	0
Nakłady [tys. PLN] Wariant 1b	0	171 879	27 180	26 750	47 336	0	0	0	139 479	0	0
w tym:											
tabor	0	160 750	3 500	26 750	46 250	0	0	0	130 250	0	0
infrastruktura	0	11 129	23 680	0	1 086	0	0	0	9 229	0	0
Nakłady [tys. PLN] Wariant 2	0	185 904	2 962	28 880	32 335	0	0	0	106 881	0	0
w tym:											
tabor	0	169 580	2 962	28 880	32 335	0	0	0	10 6881	0	0
infrastruktura	0	16 324	0	0	0	0	0	0	0	0	0

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



**Wartość inwestycji koniecznych dla rozwoju infrastruktury ładowania/tankowania dla pojazdów zeroemisyjnych w Wariancie W_0
(stan na koniec roku – w tys. PLN)**

Nakłady	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	SUMA
Stacji transformatorowych z oprzyrządowaniem												-
Stacji ładowania pantografowych												-
Stacji ładowania wolnego			2 680						11 868			14 548
Stacji ładowania szybkiego												-
Stacji tankowania wodorem						16 324						16 324
Inne			21 000									21 000

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



Wartość inwestycji koniecznych dla rozwoju infrastruktury ładowania/tankowania dla pojazdów zeroemisyjnych w Wariancie W_1a (stan na koniec roku – w tys. PLN)

Opis	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	SUMA
Stacji transformatorowych z oprzyrządowaniem		7 181							1 860			9 041
Stacji ładowania pantografowych		6 200			3 260				3 875			13 335
Stacji ładowania wolnego		3 637	2 680		543				2 489			9 349
Stacji ładowania szybkiego												-
Stacji tankowania wodorem												-
Inne			21 000									21 000

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



Wartość inwestycji koniecznych dla rozwoju infrastruktury ładowania/tankowania dla pojazdów zeroemisyjnych w Wariancie W_1b (stan na koniec roku – w tys. PLN)

Opis	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	SUMA
Stacji transformatorowych z oprzyrządowaniem												
Stacji ładowania pantografowych												
Stacji ładowania wolnego		11 129	2 680		1 086				9 229			24 123
Stacji ładowania szybkiego												
Stacji tankowania wodorem												
Inne			21 000									21 000

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

**Wartość inwestycji koniecznych dla rozwoju infrastruktury ładowania/tankowania dla pojazdów zeroemisyjnych w Wariancie W_2
(stan na koniec roku – w tys. PLN)**

Opis	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	SUMA
Stacji transformatorowych z oprzyrządowaniem												
Stacji ładowania pantografowych												
Stacji ładowania wolnego												
Stacji ładowania szybkiego												
Stacji tankowania wodorem		16 324										16 324
Inne												

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



ZAŁĄCZNIK D OCENA EFEKTÓW ŚRODOWISKOWYCH

Emisje w przypadku wariantu bazowego (W_0) w kg

Rodzaj zanieczyszczenia	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	Suma 2023-2033
CO2	16 502 081,158	16 502 081,158	16 404 171,442	15 706 333,445	15 358 560,411	15 358 560,411	14 346 221,430	13 671 328,777	12 743 351,378	12 434 183,885	12 434 183,885	161 461 057,380
NOX	46 362,060	46 362,060	41 661,536	31 231,328	24 413,191	24 413,191	22 083,171	21 044,307	19 615,869	17 943,603	17 943,603	313 073,918
NHMC/NMVOC	10 562,376	10 562,376	9 574,995	8 386,548	7 741,356	7 741,356	7 177,030	6 839,400	6 375,158	5 545,466	5 545,466	86 051,525
SO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PM	766,045	766,045	733,840	648,511	595,860	595,860	552,079	526,108	490,397	461,785	461,785	6 598,313

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

Emisje w przypadku wariantu 1a/1b (W_1a/1b)

Rodzaj zanieczyszczenia	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	Suma 2023-2033
CO2	16 502 081,158	16 502 081,158	15 077 164,261	15 052 496,535	14 929 506,668	14 794 618,894	14 794 618,894	14 794 618,894	14 794 618,894	14 339 573,825	14 339 573,825	165 920 953,009
NOX	46 362,060	46 362,060	22 577,260	22 477,943	21 850,127	21 008,619	20 236,895	20 236,895	20 236,895	17 907,415	17 907,415	277 163,583
NHMC/NMVOC	10 562,376	10 562,376	6 809,093	6 762,139	6 453,198	6 028,066	5 970,187	5 970,187	5 970,187	4 823,395	4 823,395	74 734,600
SO2	-	-	1 022,04	1 066,74	1 386,22	1 848,05	1 848,05	1 848,05	1 848,05	3 034,93	3 034,93	16 937,035
PM	766,045	766,045	565,433	563,627	552,767	538,721	533,897	533,897	533,897	493,627	493,627	6 341,583

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

**Emisje w przypadku wariantu 2 (W_2)**

Rodzaj zanieczyszczenia	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	Suma 2023-2033
CO ₂	16 502 081,158	16 502 081,158	13 471 437,976	13 376 547,990	12 751 620,436	11 891 150,853	11 891 150,853	11 891 150,853	11 891 150,853	9 571 395,020	9 571 395,020	139 311 162,170
NO _X	46 362,060	46 362,060	21 508,339	21 362,275	20 400,322	19 075,800	18 304,075	18 304,075	18 304,075	14 733,270	14 733,270	259 449,620
NHMC/NMVOC	10 562,376	10 562,376	6 797,279	6 749,808	6 437,174	6 006,704	5 948,824	5 948,824	5 948,824	4 788,313	4 788,313	74 538,814
SO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PM	766,045	766,045	523,239	519,587	495,538	462,425	457,602	457,602	457,602	368,332	368,332	5 642,347

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