



**TOR**

ZESPÓŁ DORADCÓW  
GOSPODARCZYCH

**Analiza kosztów i korzyści  
związanych z wykorzystaniem  
autobusów zeroemisyjnych  
przy świadczeniu usług komunikacji  
miejskiej (AKK) dla Gminy Miasto Zgierz**



**TOR**

ZESPÓŁ DORADCÓW  
GOSPODARCZYCH

Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK) dla Gminy Miasto Zgierz

Opracowanie pt.

**Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK) dla Gminy Miasto Zgierz**

przez firmę:

**TOR**

ZESPÓŁ DORADCÓW  
GOSPODARCZYCH

Zespół Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

ul. Sielecka 35  
00-738 Warszawa  
[www.zdgtor.pl](http://www.zdgtor.pl)

na podstawie umowy pomiędzy Zamawiającym a Wykonawcą z dnia 28.03.2024 r.

Skład autorski opracowania:

Maciej Mysona - Kierownik projektu

Bartłomiej Kasiuk - Koordynator

Jakub Balik

Michał Męczyński

Robert Wojciechowski

i inni



## SPIS TREŚCI

WYKAZ POJĘĆ I SKRÓTÓW .....	4
<b>1. WPROWADZENIE .....</b>	<b>6</b>
<b>2. CHARAKTERYSTYKA ZGIERZA I ORGANIZOWANEJ KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ .....</b>	<b>7</b>
2.1. OBSZAR OBJĘTY ANALIZĄ .....	7
2.2. ANALIZA OTOCZENIA SPOŁECZNO-GOSPODARCZEGO NA OBSZARZE OBJĘTYM AKK .....	7
2.3. SYSTEM TRANSPORTOWY NA OBSZARZE OBJĘTYM ANALIZĄ .....	9
2.4. UŻYTKOWANY TABOR AUTOBUSOWY .....	14
<b>3. PLAN WYMIANY I ROZWOJU TABORU .....</b>	<b>19</b>
3.1. PROBLEMATYKA RODZAJU TABORU W OPRACOWANIACH STRATEGICZNYCH ZGIERZA .....	19
3.2. PROBLEMATYKA WYMIANY TABORU W AKK Z 2021 R. ....	22
3.3. WYBÓR RODZAJU NAPĘDU .....	23
3.4. PLAN WYMIANY TABORU .....	29
3.5. WYBÓR LINII DO OBSŁUGI TABOREM ZEROEMISYJNYM .....	32
<b>4. ANALIZA FINANSOWO-EKONOMICZNA .....</b>	<b>36</b>
4.1. ANALIZA SYTUACJI FINANSOWEJ MIASTA I WPŁYWU PROGRAMU WYMIANY POJAZDÓW NA JEJ STABILNOŚĆ .....	36
4.2. OCENA SYTUACJI FINANSOWEJ OPERATORA .....	38
4.3. MODEL NABYWANIA POJAZDÓW .....	39
4.4. DZIAŁANIA INWESTYCYJNE ZREALIZOWANE W LATACH 2020-2023 .....	39
4.5. ZAŁOŻENIA ANALIZY FINANSOWEJ .....	40
4.6. NAKŁADY INWESTYCYJNE .....	41
4.7. NAKŁADY ODTWORZENIOWE .....	42
4.8. KOSZTY OPERACYJNE I WARTOŚĆ REZYDUALNA .....	43
4.9. EFEKTYWNOŚĆ FINANSOWA .....	46
<b>5. ANALIZA SPOŁECZNO-EKONOMICZNA .....</b>	<b>47</b>
5.1. OSZACOWANIE EFEKTÓW ŚRODOWISKOWYCH .....	47
5.2. EFEKTY DLA MIASTA I MIESZKAŃCÓW WYNIKAJĄCE Z WYMIANY POJAZDÓW NA ZEROEMISYJNE .....	50
5.3. WYNIKI ANALIZY KOSZTÓW I KORZYŚCI .....	50
5.4. ANALIZA WRAŻLIWOŚCI .....	52
5.5. ANALIZA RYZYKA .....	53
<b>6. REKOMENDACJE .....</b>	<b>61</b>
ZAŁĄCZNIK A OPIS AKTUALNEGO STANU TABORU AUTOBUSOWEGO .....	63
ZAŁĄCZNIK B SPIS TABORU .....	64
ZAŁĄCZNIK C OPIS WARIANTÓW ORAZ NAKŁADY INWESTYCYJNE .....	68
ZAŁĄCZNIK D OCENA EFEKTÓW ŚRODOWISKOWYCH .....	74



## WYKAZ POJĘĆ I SKRÓTÓW

<b>Autobus zeroemisyjny</b>	– 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 energią elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w autobusie ogniwach paliwowych lub wyłącznie silnik, którego cykl pracy nie prowadzi do emisji gazów.
<b>B/C</b>	– wskaźnik zdyskontowanych korzyści do zdyskontowanych kosztów.
<b>CUPT</b>	– Centrum Unijnych Projektów Transportowych.
<b>ENPV</b>	– 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.
<b>FNPV</b>	– finansowa wartość bieżąca netto z inwestycji.
<b>FRR</b>	– finansowa stopa zwrotu.
<b>ERR</b>	– ekonomiczna stopa zwrotu. Określa efektywność ekonomiczną danego projektu, tj. uwzględniającą nie tylko koszty i przychody finansowe, ale także korzyści i koszty ekonomiczne (efekty zewnętrzne).
<b>MINI</b>	– klasa autobusu, którego długość wynosi do 8,99 m.
<b>MIDI</b>	– klasa autobusu, którego długość wynosi 9-10,99 m.
<b>MAXI</b>	– klasa autobusu, którego długość wynosi 11-13 m.
<b>MEGA15</b>	– klasa autobusu, którego długość wynosi 13-16 m.
<b>MEGA18</b>	– klasa autobusu, którego długość wynosi 16 m.
<b>MUK Zgierz</b>	– Miejskie Usługi Komunikacyjne w Zgierzu.
<b>Niebieska Księga</b>	– opracowanie pt. <i>Niebieska księga. Sektor transportu publicznego w miastach, aglomeracjach i regionach</i> , Jaspers 2023.



---

<b>Organizator</b>	– właściwa jednostka samorządu terytorialnego zapewniająca funkcjonowanie publicznego transportu zbiorowego na danym obszarze.
<b>Operator</b>	– 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.
<b>Wozokilometr (wzkm)</b>	– jednostka odpowiadająca jednemu kilometrowi drogi wykonanej przez środek transportu.
<b>ZPK MARKAB</b>	– Zgierskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne „MARKAB” sp. z o.o.

---





## 1. WPROWADZENIE

Celem dokumentu jest przeprowadzenie analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Gminie Miasto Zgierz, 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.).

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

Poprzednia analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej została wykonana w październiku 2021 r. Dokument rekomendował wdrażanie w mieście autobusów zasilanych gazem (CNG), z uwagi na zależność eksploatacji autobusów elektrycznych od wahań cen energii elektrycznej. W przypadku braku dofinansowania do zakupu pojazdów elektrycznych na odpowiednim poziomie, ich eksploatacja, pomimo korzyści środowiskowych, nie wydaje się zasadna ze względu na wyższe koszty inwestycyjne i operacyjne.

Ze względu na aktualizację dokumentu w 2021 r., podjęto decyzję o wykonaniu pełnej analizy kosztów i korzyści, związanych z wykorzystaniem przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych przed upływem 36 miesięcy od pierwszej wersji analizy, które upływa w grudniu 2024 r. 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. 37 ust. 3 Ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (tj. Dz. U. z 2023 r., poz. 875 z późn. zm.) dokument został poddany konsultacjom społecznym w terminie od 08.05.2024 r. do 29.05.2024 r. Zostały one przeprowadzone zgodnie z zasadami określonymi w dziale III w rozdziałach 1 i 3 Ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (tj. Dz.U. z 2023 r., poz. 1094 z późn. zm.).



## 2. CHARAKTERYSTYKA ZGIERZA I ORGANIZOWANEJ KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ

### 2.1. OBSZAR OBJĘTY ANALIZĄ

Niniejsza analiza kosztów i korzyści obejmuje obszar Gminy Miasto Zgierz oraz gmin ościennych obsługiwanych przez Miejskie Usługi Komunikacyjne w Zgierzu tj.: gminy wiejskiej Zgierz, gminy wiejskiej Ozorków, gminy miejskiej Ozorków, gminy miejsko-wiejskiej Aleksandrów Łódzki oraz miasto Łódź.

### 2.2. ANALIZA OTOCZENIA SPOŁECZNO-GOSPODARCZEGO NA OBSZARZE OBJĘTYM AKK

Miasto Zgierz zlokalizowane jest w centralnej części Polski, w województwie łódzkim. Zgierz znajduje się ok. 10 km na północny-zachód od Łodzi i wchodzi w skład Aglomeracji Łódzkiej oraz Łódzkiego Obszaru Metropolitalnego. Powierzchnia miasta wynosi 43,33 km<sup>2</sup>.

Sytuacja demograficzna stanowi jedną z kluczowych cech wpływających na potrzeby transportowe danego obszaru. Według danych GUS na koniec 2022 r. miasto Zgierz zamieszkiwało 54 012 osób, z czego 28 845 z nich stanowiły kobiety, natomiast 25 167 – mężczyźni. W porównaniu do 2018 r. liczba mieszkańców miasta zmniejszyła się o 4,45%. Należy jednocześnie zauważyć, iż w zaledwie 5 lat liczba mieszkańców gminy wiejskiej Zgierz wzrosła o 13,89%. Według prognozy demograficznej GUS, w 2040 r. liczba mieszkańców miasta Zgierz będzie wynosić 46 757 osób, natomiast gminy wiejskiej Zgierz wyniesie 17 971 osób.

Tabela 1. Liczba ludności jednostek administracyjnych obsługiwanych przez MUK Zgierz

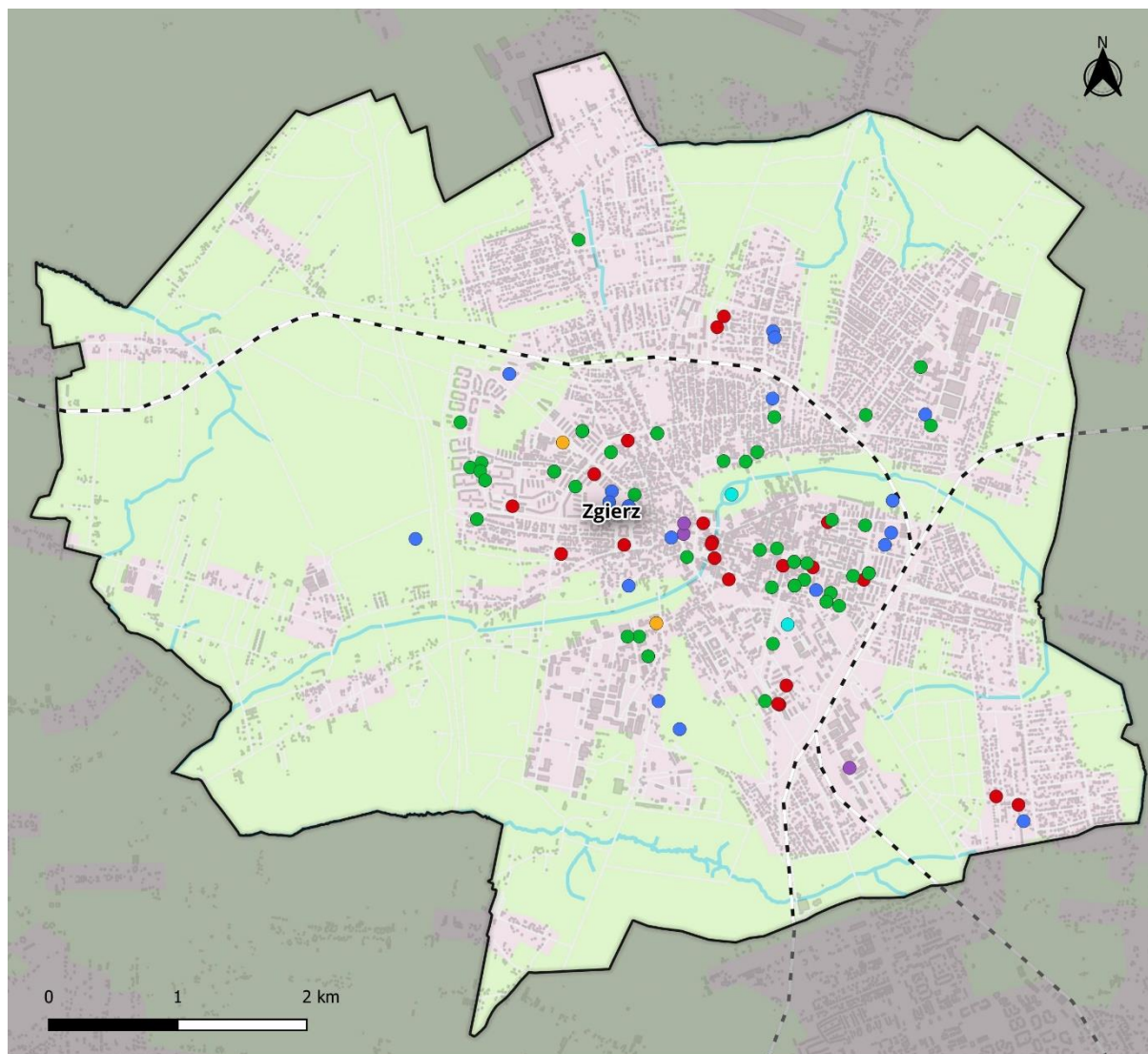
Jednostka samorządu terytorialnego	2018	2019	2020	2021	2022
Miasto Zgierz	56 529	56 190	55 251	54 550	54 012
Gmina Zgierz	14 147	14 538	15 828	15 999	16 112
Gmina Ozorków	7 009	7 021	7 265	7 209	7 198
Miasto Ozorków	19 456	19 311	18 766	18 488	18 259
Gmina Aleksandrów Łódzki	31 969	32 303	34 126	34 527	34 820
Miasto Łódź	685 285	679 941	673 003	664 860	658 444

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o. na podstawie danych BDL GUS (dostęp: 16.04.2024 r.)



Miasto Zgierz podzielone jest na 11 dzielnic (jednostek pomocniczych): Nowe Miasto, Stare Miasto, Przybyłów, Rudunki, Krzywie – Chełmy, Proboszczewice – Lućmierz, Podleśna, Piaskowice – Aniołów, Kurek, Chełmy – Adelmówek oraz Osiedle 650-lecia. Średnia gęstość zaludnienia w mieście wynosi 1 247 os./km<sup>2</sup>. Największa koncentracja ludności w mieście występuje na Osiedlu 650-lecia, które zamieszkaane jest przez ok. 20 000 mieszkańców.

Mapa 1. Generatory ruchu w Zgierzu



**Legenda**

**Generatory ruchu**

- |   |   |
|---|---|
| ● Miejska kultura religijnego           | ● Obiekty sportowe i tereny rekreacyjne |
| ● Placówki edukacyjne i obiekty kultury | ● Urzędy i administracja publiczna      |
| ● Handel                                | ● Ośrodek zdrowia                       |

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





W Zgierzu swoje siedziby mają instytucje szczebla gminnego i powiatowego tj.: Urząd Miasta oraz Starostwo Powiatowe. W mieście znajdują się również: Sąd Rejonowy, Sąd Okręgowy, Prokuratura, Inspektor Sanitarny, Powiatowy Urząd Pracy, Powiatowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna, Urząd Skarbowy oraz Zakład Ubezpieczeń Społecznych.

**Generatory ruchu** to obiekty lub obszary, które powodują przemieszczanie się ludzi. Zalicza się do nich miejsca pracy, edukacji, obiekty usługowe i handlowe, obiekty kultu religijnego, rozrywkowe i sportowe. Do najważniejszych generatorów w mieście należą: Wojewódzki Szpital Specjalistyczny im. Marii Skłodowskiej-Curie, Galeria Zgierska, Centrum Zakupów „Zgierz” oraz Miejski Ośrodek Sportu i Rekreacji. Oprócz ww. miejsc ważnymi generatorami ruchu są placówki oświatowe (szczebla podstawowego i ponadpodstawowego).

Na terenie miasta Zgierz nie występują formy ochrony przyrody. W najbliższej okolicy od miasta znajdują się rezerваты: Wiączyń, Ciosny, Dąbrówka Grotnicka, Szczawin oraz Las Łagiewnicki.

Główny Inspektorat Ochrony Środowiska przeprowadza roczną ocenę jakości powietrza w województwie łódzkim. W 2022 r. odnotowano przekroczenia dopuszczalnego poziomu pyłu zawieszonego PM10, dopuszczalnego poziomu pyłu zawieszonego PM2,5 poziomu docelowego benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM10 oraz poziomu celu długoterminowego ozonu.

### 2.3. SYSTEM TRANSPORTOWY NA OBSZARZE OBJĘTYM ANALIZĄ

Zgierz cechuje się bardzo dobrym położeniem pod względem połączeń transportowych. Przez teren miasta przebiegają ciągi komunikacyjne rangi krajowej, regionalnej oraz lokalnej. System transportu opiera się na komunikacji drogowej oraz publicznym transporcie zbiorowym, które wykorzystują rozległą infrastrukturę transportową zlokalizowaną na terenie i w otoczeniu miasta.

**Sieć drogowa** obsługująca miasto Zgierz składa się z dróg krajowych, wojewódzkich, powiatowych i gminnych. Do najbardziej istotnych tras zaliczyć należy m.in.:

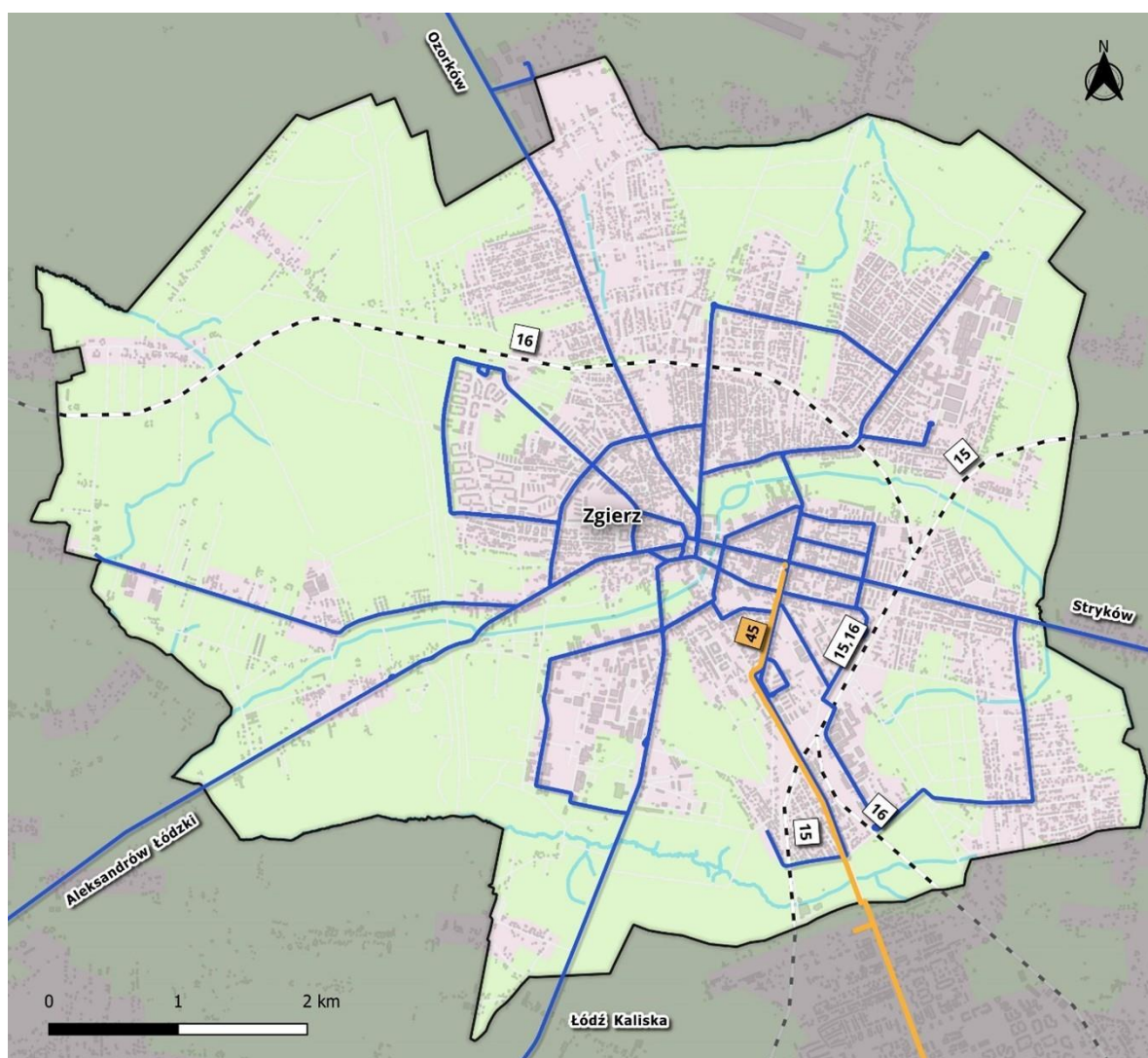
- **S14** – drogę będącą częścią tzw. „łódzkiego ringu autostradowego”, a także zachodnią obwodnicą miasta umożliwiającą dojazd np. do autostrady A2;
- **dawną DK91** (ulice: Łódzka, Łęczycka, Ozorkowska) – drogę wojewódzką zdegradowaną z krajowej, przebiegającą przez centrum miasta, pozwalającą na dojazd do Łodzi (na południe) czy do Ozorkowa (na północ); zarządca drogi nie nadał jej jeszcze nowego numeru;
- **DK71** (ulice: Aleksandrowska, Sieradzka, Krótka, 3 Maja, Stefana Cezaka, Długa) – drogę krajową zlokalizowaną w osi wschód-zachód, łączącą Zgierz ze Strykowem (na wschodzie) i Aleksandrowem Łódzkim (na zachodzie);
- **DW702** (ulica Piątkowska) – drogę wojewódzką rozpoczynającą swój przebieg na skrzyżowaniu z DK 91 w centrum miasta i prowadzącą do Kutna.



Niezwykle istotną funkcję w transporcie drogowym Zgierza pełni również **autostrada A2**, która choć nie przebiega w granicach administracyjnych miasta, to stale oddziałuje na komunikację w tym obszarze. Biegnie ona około 4 km na północ od miasta, a dostęp do niej umożliwiają węzły Emilia (S14) oraz Zgierz Północ (DW702).

**System publicznego transportu zbiorowego** w Zgierzu obejmuje podsystemy: autobusowy, tramwajowy i kolejowy. Zapewniają one połączenia w obrębie miasta, ale również do gmin sąsiednich.

Mapa 2. Linie publicznego transportu zbiorowego w Zgierzu



#### Legenda

##### Linie publicznego transportu zbiorowego

- Linie autobusowe MUK Zgierz  
Nr: 1, 1E, 2BIS, 3, 4, 4K, 5, 5R, 6,  
7, 7A, 8, 8K, 9, 9I, 10, 10S, 61
- Tramwaj Linia nr 45

- - - Linia kolejowa Nr: 15, 16
- Granica administracyjna miasta Zgierz

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



**Transport kolejowy** na terenie miasta Zgierz opiera się na liniach kolejowych numer 15 i 16, które zarządzane są przez spółkę PKP Polskie Linie Kolejowe. W mieście znajdują się stacja kolejowa Zgierz oraz cztery przystanki kolejowe: Zgierz Północny, Zgierz Jaracza, Zgierz Kontrewers i Zgierz Rudunki. Według danych UTK dzienna wymiana pasażerska na stacji kolejowej Zgierz w 2022 r. wynosiła 2 500 osób. Stacje i przystanki kolejowe na terenie miasta obsługiwane są przez pociągi Łódzkiej Kolei Aglomeracyjnej, POLREGIO oraz PKP Intercity.

**Transport tramwajowy** funkcjonujący na terenie miasta Zgierz jest częścią łódzkiej sieci komunikacji tramwajowej. Trasa tramwajowa przebiega z północy Łodzi do Zgierza, wzdłuż DK 91. Linia jest dwutorowa i rozgałęzia się w kierunku północnym i wschodnim za zespołem przystankowym Łódzka-Kurak. Funkcjonująca linia biegnie dalej na wschód i dociera do pętli zlokalizowanej na placu Kilińskiego (przystanek: pl. Kilińskiego (Zgierz)). Dawniej w obrębie skrzyżowania ulic Łódzkiej i 1 Maja (zespół przystankowy Łódzka-Kurak) możliwy był także ruch tramwajowy w kierunku północy miasta i dalej do Ozorkowa, jednakże z uwagi na bardzo zły stan techniczny torowiska, linia została wyłączona z eksploatacji w 2018 r. Podczas prowadzonej do 2021 r. modernizacji trasy do placu Kilińskiego zlikwidowano rozjazdy umożliwiające wjazd tramwajów na torowisko w kierunku północy miasta.

Numerы połączeń tramwajowych kursujących po Zgierzu są zgodne z łódzkimi zasadami numeracji i mają postać dwucyfrowej liczby z zakresu 40-49, oznaczającą połączenia tramwajowe podmiejskie. Obecnie jedynym funkcjonującym połączeniem tramwajowym w Zgierzu jest to oznaczone numerem 45. Kursy realizowane są na trasie z pętli Telefoniczna Zajezdnia w Łodzi do Placu Kilińskiego w Zgierzu w takcie co 15 minut w szczycie komunikacyjnym (między godziną 7 a 18) i co ok. 20 minut poza nim. Jak już wspomniano, do 2018 r. przez miasto przebiegało również połączenie nr 46, w ramach którego tramwaje kursowały do Ozorkowa. Obecnie jednak komunikację w relacji między Zgierzem a Ozorkowem zapewnia linia autobusowa 10.

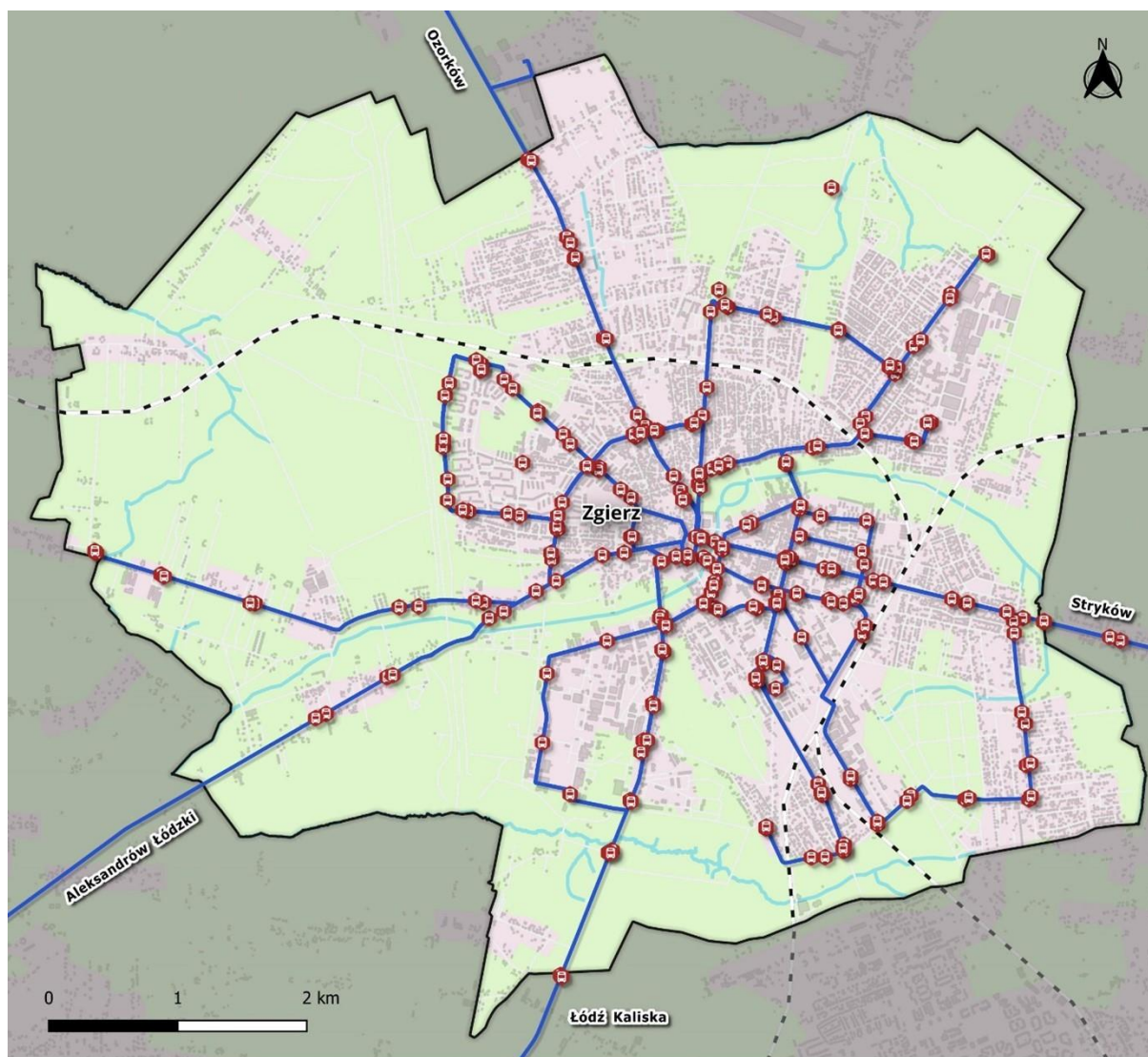
**Transport autobusowy** jest podstawowym środkiem transportu w mieście Zgierz. Pełni on kluczową rolę zarówno w systemie wewnętrznych połączeń transportowych, jak i w relacjach zewnętrznych – do gmin ościennych, w tym Łodzi (rdzenia aglomeracji). Sieć organizowana przez Miejskie Usługi Komunikacyjne w Zgierzu (jednostkę budżetową Gminy Miasto Zgierz) składa się z 18 linii obsługiwanych przez operatora wybranego w postępowaniu przetargowym (przedsiębiorstwo ZPK MARKAB). Obecna umowa na świadczenie usług publicznego transportu zbiorowego z przewoźnikiem zakończy się w czerwcu 2024 r.

W 2023 r. praca przewozowa wykonana przez pojazdy komunikacji miejskiej wyniosła 2,549 mln wozokilometrów. W porównaniu do 2022 r. wzrosła ona o 6,3% (z 2,399 mln wzk), a do 2021 r. o 8,7% (z 2,345 mln wzk). Poniżej przedstawiono przebiegi linii komunikacyjnych organizowanych przez MUK Zgierz.









Mapa 3. Schemat linii komunikacji miejskiej organizowanej przez Gminę Miasto Zgierz



**Legenda**

**Linie publicznego transportu zbiorowego**

-  Linie autobusowe MUK Zgierz  
Nr: 1, 1E, 2BIS, 3, 4, 4K, 5, 5R, 6,  
7, 7A, 8, 8K, 9, 9I, 10, 10S, 61
-  Przystanek autobusowy

-  Linia kolejowa
-  Granica administracyjna miasta Zgierz

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



Tabela 2. Wykaz linii autobusowych wraz z trasami

Numer linii	Trasa podstawowa
1	Parzęczewska/Staffa – Parzęczewska/Staffa ( <i>linia okrężna</i> )
1E	Parzęczewska/Staffa – Sadowa/Chełmska
2BIS	Corning – Targowy Rynek-Aleksandów Łódzki – Corning
3	Sadowa – Konstantynowska (tor PKP) – Sadowa
4	Parzęczewska/Staffa – Szczawińska – Parzęczewska/Staffa ( <i>linia okrężna</i> )
4K	Parzęczewska/Staffa – Parzęczewska/Staffa ( <i>linia okrężna</i> )
5	Parzęczewska/Staffa – Szczawińska
5R	Parzęczewska/Staffa – Szczawińska
6	Parzęczewska/Staffa – Dworzec Łódź Kaliska
7	Kolejowa (dw. PKP) – Parzęczewska/Staffa
7A	Kolejowa (dw. PKP) – Parzęczewska/Staffa
8	Parzęczewska/Staffa – Parzęczewska/Staffa ( <i>linia okrężna</i> )
8K	Parzęczewska/Staffa – Parzęczewska/Staffa ( <i>linia okrężna</i> )
9	Kolejowa (dw. PKP) – Wiosny Ludów/Kontrawers – Kolejowa (dw. PKP)
9I	Wiosny Ludów/Kontrewers – Iglasta
10	Kolejowa (dw. PKP) – Armii Krajowej (Ozorków)
10S	Kolejowa (dw. PKP) – Łanowa/Strefa Ekonomiczna – Kolejowa (dw. PKP)
61	Parzęczewska/Staffa – Dworzec Łódź Fabryczna

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





Oprócz linii organizowanych przez Urząd Miasta na terenie Zgierza realizowane są również kursy linii nr 45, które obsługiwane są przez MPK-Łódź.

**Węzły przesiadkowe** pełnią istotną rolę w systemie transportowym, zapewniając wygodny i sprawny sposób realizacji podróży łączonych. W Zgierzu miejsca takie znajdują się przy stacji kolejowej, placu Kilińskiego oraz na Osiedlu 650-lecia. Węzeł przesiadkowy przy najważniejszej stacji kolejowej w mieście obsługiwany jest przez transport kolejowy (pociągi regionalne i dalekobieżne) oraz autobusowy (linie miejskie). Zespół przystanków zlokalizowany przy placu Kilińskiego umożliwia natomiast przesiadkę pomiędzy autobusami miejskimi, tramwajem oraz rowerem miejskim. Węzeł przesiadkowy na Osiedlu 650-lecia (pętla Parzęczewska/Staffa) umożliwia natomiast przesiadki pomiędzy pociągami a autobusami miejskimi.

## 2.4. UŻYTKOWANY TABOR AUTOBUSOWY

Linie komunikacji miejskiej organizowane przez MUK Zgierz obsługiwane są przez autobusy ZPK MARKAB Sp. z o.o. Na flotę składa się 46 autobusów, wszystkie marki Mercedes-Benz. Pod względem roku produkcji największą grupę stanowią pojazdy wyprodukowane w 2012 r., których udział we flocie wynosi 26% (12 szt.). Łącznie autobusy wyprodukowane po 2010 r. stanowią 41% (19 szt.) wszystkich pojazdów obsługujących komunikację autobusową w Zgierzu.

Tabela 3. Spis taboru

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/ długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat [km]	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 100 km [dm <sup>3</sup> dla ON, m <sup>3</sup> dla CNG]
<b>ZPK MARKAB Sp. z o.o.</b>							
1.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2003	3	MAXI	54 210	45
2.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2001	3	MAXI	54 210	45
3.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2001	3	MAXI	54 210	45
4.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2001	3	MAXI	54 210	45
5.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2000	3	MAXI	54 210	45



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 <sup>3</sup> dla ON, m <sup>3</sup> dla CNG]
6.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2000	3	MAXI	54 210	45
7.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2002	3	MAXI	54 210	45
8.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2002	3	MAXI	54 210	45
9.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2002	3	MAXI	54 210	45
10.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2002	3	MAXI	54 210	45
11.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2002	3	MAXI	54 210	45
12.	Mercedes-Benz 0530 C1	CNG	2007	EEV	MAXI	54 210	65
13.	Mercedes-Benz Sprinter	ON	2007	4	MINI	54 210	25
14.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2003	3	MEGA 18	54 210	65
15.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2001	3	MAXI	54 210	45
16.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2001	3	MAXI	54 210	45
17.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2001	3	MAXI	54 210	45
18.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2001	3	MAXI	54 210	45
19.	Mercedes-Benz 0530 C1	CNG	2004	EEV	MEGA 18	54 210	95
20.	Mercedes-Benz 0530 C1	CNG	2004	EEV	MEGA 18	54 210	85



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 <sup>3</sup> dla ON, m <sup>3</sup> dla CNG]
21.	Mercedes-Benz 0530 C1	CNG	2007	EEV	MAXI	54 210	65
22.	Mercedes-Benz 0530 C1	CNG	2008	EEV	MAXI	54 210	65
23.	Mercedes-Benz 0530 C1	CNG	2008	EEV	MAXI	54 210	65
24.	Mercedes-Benz Sprinter	ON	2006	4	MINI	54 210	25
25.	Mercedes-Benz Sprinter	ON	2013	5	MINI	54 210	25
26.	Mercedes-Benz 0530 C1	CNG	2011	EEV	MEGA 18	54 210	95
27.	Mercedes-Benz 0530 C1	CNG	2011	EEV	MEGA 18	54 210	95
28.	Mercedes-Benz 0530 C1	CNG	2011	EEV	MEGA 18	54 210	95
29.	Mercedes-Benz 0530 C1	CNG	2011	EEV	MEGA 18	54 210	95
30.	Mercedes-Benz 0530 C1	CNG	2007	EEV	MAXI	54 210	65
31.	Mercedes-Benz 0530 C1	CNG	2007	EEV	MAXI	54 210	65
32.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2012	5	MIDI	54 210	45
33.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2012	5	MIDI	54 210	45
34.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2012	5	MIDI	54 210	45
35.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2012	5	MIDI	54 210	45



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 <sup>3</sup> dla ON, m <sup>3</sup> dla CNG]
36.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2006	4	MEGA 18	54 210	65
37.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2011	5	MAXI	54 210	45
38.	Mercedes-Benz 0530 C2	ON	2012	5	MAXI	54 210	45
39.	Mercedes-Benz 0530 C2	ON	2012	5	MAXI	54 210	45
40.	Mercedes-Benz 0530 C2	ON	2012	5	MAXI	54 210	45
41.	Mercedes-Benz 0530 C2	ON	2012	5	MAXI	54 210	45
42.	Mercedes-Benz 0530 C2	ON	2012	5	MAXI	54 210	45
43.	Mercedes-Benz 0530 C2	ON	2012	5	MAXI	54 210	45
44.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2010	5	MEGA 18	54 210	65
45.	Mercedes-Benz 0530 C2	ON	2012	5	MAXI	54 210	45
46.	Mercedes-Benz 0530 C2	ON	2012	5	MAXI	54 210	45

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



Biorąc pod uwagę długość i klasę pojemności pojazdów, w zgierskiej komunikacji miejskiej wyróżnić można autobusy MINI, MIDI, MAXI oraz MEGA18. W strukturze taboru dominują pojazdy MAXI, które stanowią 65% floty (30 szt.). Drugą największą grupą są MEGA18, stanowiące 20% floty (9 szt.). Flotę uzupełniają pojazdy MIDI (4 szt.) oraz MINI (3 szt.).

**Tabela 4. Liczba pojazdów według długości i klasy pojemnościowej**

ZPK MARKAB Sp. z o.o.				
MINI	MIDI	MAXI	MEGA15	MEGA18
3	4	30	0	9

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

W zgierskiej komunikacji miejskiej eksploatowany jest tabor o dwóch rodzajach napędu. Najwięcej pojazdów zasilanych jest olejem napędowym. Stanowią one 74% ilostanu (34 szt.). Natomiast 26% floty (12 szt.) zasilanych jest CNG.

**Tabela 5. Liczba pojazdów według rodzaju napędu**

ZPK MARKAB Sp. z o.o.							
ON	Hybryda	BEV	FCEV	Trolejbus	CNG	LNG	Inne
34	0	0	0	0	12	0	0

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

Biorąc pod uwagę spełniane normy emisyjności, w zgierskiej komunikacji miejskiej dominują pojazdy EURO3, które stanowią 35% autobusów (16 szt.) oraz EURO5, stanowiące 33% autobusów (15 szt.). Flota przewoźnika obejmuje również pojazdy spełniające normę EURO5 EVV, które stanowią 26% pojazdów (12 szt.), a także autobusy spełniające normę EURO 4, które stanowią 6% pojazdów (3 szt.).

**Tabela 6. Liczba pojazdów spełniających daną normę emisyjności**

ZPK MARKAB Sp. z o.o.							
1 (lub brak normy)	2	3	4	5	EEV	6	EV
0	0	16	3	15	12	0	0

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





### 3. PLAN WYMIANY I ROZWOJU TABORU

#### 3.1. PROBLEMATYKA RODZAJU TABORU W OPRACOWANIACH STRATEGICZNYCH ZGIERZA

Obecne uwarunkowania związane z problematyką zmian klimatycznych wpływają na zapisy dokumentów strategicznych. Coraz częściej wytyczne tych dokumentów kładą duży nacisk na rozwój zrównoważonej mobilności, co przekłada się na promowanie najbardziej przyjaznych środowisku środków transportu, takich jak np. transport publiczny. W opracowaniach strategicznych dotyczących miasta Zgierza odnaleźć można zapisy uwzględniające potrzebę modernizacji floty autobusów obsługujących linie komunikacyjne w mieście.

Na potrzeby niniejszej analizy zweryfikowano **zapisy dokumentów strategicznych** wojewódzkich (woj. łódzkie), metropolitalnych (łódzki Obszar Metropolitalny), powiatowych (powiat zgierski) oraz lokalnych (Gmina Miasto Zgierz). Wśród nich znalazły się te w kompleksowy sposób wskazujące wymagania co do konieczności rozwoju alternatywnych względem spalinowego metod zasilania pojazdów komunikacji miejskiej w Zgierzu oraz budowy infrastruktury towarzyszącej, a także takie, które w ogólny sposób wyznaczają kierunki zmian w zakresie taboru i infrastruktury zgierskiego transportu autobusowego.

Z uwagi na wielkość obszaru opracowania, dokumenty **rangi wojewódzkiej** wskazują na potrzeby wymiany floty pojazdów obsługujących połączenia transportu publicznego na nisko- lub zeroemisyjne. W dokumentach **szczebla powiatowego** brak zapisów traktujących o modernizacji taboru obsługującego linie autobusowego w Zgierzu. Opracowania te zawierały jedynie ogólne informacje opisujące potrzebę rozwoju sieci połączeń PTZ w obszarze. Najbardziej dokładne zalecenia zawarte są w **dokumentach miejskich**. Zakładają one m.in.: modernizację taboru autobusowego na zasilany nisko- lub zeroemisyjnie wraz z budową niezbędnej infrastruktury towarzyszącej (ładowarki).

Można zatem wskazać, iż dokumenty strategiczne w różnym stopniu opisują zagadnienia związane z elektromobilnością transportu publicznego. Ogólne założenia wynikające z tych opracowań wskazują jednak na wyraźną potrzebę modernizacji taboru oraz infrastruktury komunikacji miejskiej, które nie wykluczają (a niekiedy zalecają) wykorzystanie pojazdów zeroemisyjnych.



Tabela 7. Wypis celów, kierunków działań i zadań dotyczących taboru autobusowego w Zgierzu wynikających z dokumentów strategicznych

Lp.	Dokument strategiczny	Cel, kierunek działań lub zadanie wynikające z dokumentu strategicznego
1.	Program ochrony środowiska województwa łódzkiego na lata 2021-2024 z perspektywą do 2028	Kierunek interwencji OKJP.3. Zmniejszenie emisyjności w transporcie oraz zwiększenie dostępności i atrakcyjności transportu publicznego Zadanie OKJP.3.5. Rozwój komunikacji publicznej – wymiana taboru na pojazdy nisko – lub bezemisyjne (zasilane gazem LPG, LNG, CNG, hybrydowe lub elektryczne), a także wdrażanie rozwiązań podnoszących efektywność energetyczną w ruchu kolejowym Zadanie OKJP.3.9. Dostosowanie floty pojazdów do wymogów odnośnie elektromobilności
2.	Strategia Rozwoju Województwa łódzkiego 2030	Cel operacyjny 3.3. Zwiększenie dostępności transportowej, w tym: Działanie 3.3.4. Stworzenie atrakcyjnej i konkurencyjnej oferty przewozowej publicznym transportem zbiorowym, m.in. poprzez: rozwój parku taborowego, w tym m.in. wspieranie: zakupu nowoczesnego zero- lub niskoemisyjnego taboru
3.	Strategia rozwoju Łódzkiego Obszaru Metropolitalnego 2020+	CEL 3 – Budowa zintegrowanego i zrównoważonego systemu transportu metropolitalnego Priorytet 3.1 Integracja, modernizacja i rozwój sieci metropolitalnego transportu zbiorowego, w tym: modernizacja taboru w transporcie tramwajowym i autobusowym
4.	Strategia elektromobilności dla Gminy Miasto Zgierz na lata 2019-2035	Cel operacyjny I – Infrastruktura elektromobilności w przestrzeni publicznej: Kierunek działań I – Modernizacja taboru komunikacji publicznej Kierunek działań II – Stacje ładowania taboru komunikacji publicznej Kierunek działań III – Stacje ładowania pojazdów zlokalizowane na terenie parkingów w strategicznych lokalizacjach Cel operacyjny II – Niskoemisyjna komunikacja publiczna uwzględniająca potrzeby wszystkich grup mieszkańców Kierunek działań I – Modernizacja taboru komunikacji publicznej Kierunek działań II – Stacje ładowania taboru komunikacji publicznej Kierunek działań III – Elektryczny pojazd dostępny dla mieszkańców starszych i z niepełnosprawnościami



Lp.	Dokument strategiczny	Cel, kierunek działań lub zadanie wynikające z dokumentu strategicznego
5.	Strategia Rozwoju dla Gminy Zgierz na lata 2021-2030	Cel operacyjny II.1. Zwiększenie znaczenia transportu zbiorowego i transportu rowerowego, w tym: rozwój sieci transportu zbiorowego wraz z poprawą stanu taboru
6.	Program Ochrony Środowiska dla Gminy Miasto Zgierz na lata 2017-2021 z perspektywą na lata 2022-2024	4.5.2 Ustalenia dla miasta Zgierza wynikających z zapisów „Programu ochrony powietrza w celu osiągnięcia poziomów dopuszczalnych pyłu zawieszonego i poziomu docelowego benzoalfapirenu” Kierunek nr 3 – w zakresie ograniczania emisji liniowej (komunikacyjnej): sukcesywna, planowa wymiana pojazdów wykorzystywanych w systemie transportu publicznego i służbach miejskich na niskoemisyjne budowa stacji zasilania w CNG lub energię elektryczną środków transportu modernizacja pojazdów osobowych i ciężarowych, pojazdów wykorzystywanych w systemach transportu publicznego oraz pojazdów wykorzystywanych przez służby miejskie, mająca na celu zmniejszenie emisji pochodzącej ze spalania paliw w silnikach tych pojazdów
7.	Aktualizacja Planu Gospodarki Niskoemisyjnej dla Gminy Miasto Zgierz 2020	Zadanie C5 – Wybór przewoźnika dla transportu, którego tabor wyposażony jest w ekologiczne jednostki napędowe (EURO6)

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



### 3.2. PROBLEMATYKA WYMIANY TABORU W AKK Z 2021 R.

Niniejsza analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych w komunikacji miejskiej stanowi kolejną aktualizację tego dokumentu dla miasta Zgierz. Do tej pory sporządzono dwie analizy: w 2019 i 2021 r. W ciągu tego okresu rynek pojazdów jak i dostępne technologie przeszły zdecydowaną rewolucję i w dalszym ciągu widoczny jest rozwój tego sektora. Należy jednak mieć na uwadze wnioski z poprzednich dokumentów w celu zachowania pełnej integralności z poprzednimi wynikami analiz.

W analizie z 2021 r. przedstawiono 4 warianty, w tym jeden bazowy, które różnią się zastosowanym napędem w pojazdach komunikacji miejskiej:

- **Wariant bazowy** – zakładający wykorzystanie konwencjonalnych autobusów z silnikami diesla spełniającymi normę emisji spalin EURO6, będący jednocześnie punktem odniesienia w dalszych analizach;
- **Wariant I** – wskazujący na wykorzystanie autobusów elektrycznych;
- **Wariant II** – rekomendujący wykorzystanie autobusów gazowych zasilanych sprężonym gazem ziemnym (CNG);
- **Wariant III** – zakładający eksploatację autobusów wodorowych.

Autorzy AKK z 2021 r. w części analitycznej oceniali techniczne możliwości realizacji każdego z wariantów oraz sprawdzali opłacalność inwestycji w tabor zeroemisyjny według wcześniejszych założeń. W dokumencie zweryfikowano także efekt środowiskowy wynikający z eksploatacji pojazdów o różnych napędach w ramach poszczególnych wariantów.

Z przeprowadzonych analiz środowiskowych jednoznacznie wynika, iż najmniejszą szkodliwością dla środowiska odznaczają się pojazdy elektryczne i wodorowe. Natomiast autorzy opracowania z 2021 r. zaznaczają, iż pomimo niższych kosztów eksploatacyjnych, zakup autobusów elektrycznych nie jest tak opłacalny jak nabycie autobusów wykorzystujących olej napędowy lub gaz ziemny (CNG). Jednakże wskazane jest także, że próg rentowności wykorzystania pojazdów elektrycznych może zostać osiągnięty w przypadku dofinansowania w wysokości 65% kosztów ich zakupu.

Końcowa rekomendacja płynąca z poprzedniej analizy kosztów i korzyści wykorzystania pojazdów zeroemisyjnych w zgierskiej komunikacji miejskiej pokazuje, że z uwagi na wahania cen energii elektrycznej oraz gazu trudno jest zastąpić tabor konwencjonalny zeroemisyjnym. Nawet pomimo korzyści środowiskowych i niższych kosztów paliwa (energii), wykorzystanie bezemisyjnych pojazdów jest zależne od zmian cen energii elektrycznej. Jako najbardziej zasadną alternatywę dla autobusów spalinowych autorzy wskazują eksploatację taboru gazowego, jednocześnie informując, iż nie stanowi to przeszkody dla inwestycji w pojazdy elektryczne. Należy mieć na uwadze, iż od 2021 r., kiedy to sporządzona została poprzednia AKK, ustawa o elektromobilności przeszła nowelizację, której zapisy zostały uwzględnione w niniejszym opracowaniu.



### 3.3. WYBÓR RODZAJU NAPĘDU

Wybór rodzaju napędu autobusów zeroemisyjnych ma istotne znaczenie dla rozwoju zrównoważonych systemów transportowych. Zastosowanie odpowiedniego zasilania jest szczególnie ważne w procesie analizy kosztów z uwagi na zróżnicowanie cen zakupu pojazdów i ich późniejszej eksploatacji. Wśród najpopularniejszych zeroemisyjnych rodzajów napędów wymienić należy zasilanie bateryjne i wodorowe.

**Autobusy elektryczne** to pojazdy, które do pracy silników wykorzystują energię elektryczną zgromadzoną w bateriach. W zależności od przyjętej technologii baterii i sposobu ładowania mogą one przekładać się na zasięg wynoszący od kilkudziesięciu do nawet kilkuset kilometrów. Pojazdy te cechują się wieloma zaletami, w tym m.in. brakiem emisji szkodliwych substancji do atmosfery, niską (lub wręcz zerową) emisją hałasu, czy możliwością odzysku energii z hamowania pojazdu. Z uwagi na wykorzystanie rzadkich pierwiastków do produkcji baterii oraz niski udział OZE w procesie wytwarzania energii elektrycznej w Polsce<sup>1</sup> pod dyskusję poddane może być ich realne pozytywne oddziaływanie na środowisko.

Pomijając aspekt źródła energii elektrycznej w sieci energetycznej, istotne jest wybranie odpowiedniej metody jej dostarczenia do pojazdów. Wśród najpopularniejszych sposobów ładowania autobusów elektrycznych stosowanych w Polsce wymienić należy:

- **wolne ładowanie poprzez złącze plug-in**, tj. najdłuższą czasowo formę stosowaną podczas ładowania w zajezdni (najczęściej nocą) z wykorzystaniem wtyczki kablowej;
- **szybkie ładowanie pantografowe**, które wykorzystywane jest do częściowego doładowania baterii pojazdowych na pętlach lub w bazie operatora, w przerwach między kolejnymi kursami wykorzystujące pantograf zamontowany na dachu autobusu, który łączy się ze stacją ładowania;
- **szybkie ładowanie poprzez tzw. pantograf odwrócony**, który opuszczany jest ze stacji ładującej na „szyny” zlokalizowane na dachu pojazdu, stosowane w sposób podobny jak w przypadku klasycznego ładowania pantografowego.

Najczęściej spotkać można mieszane modele ładowania pojazdów elektrycznych, które przystosowane są zarówno do ładowania poprzez wtyczkę (podczas nocnych postojów), jak i pantograf (w trakcie postojów między kursami). Wybór metody zależy od specyfiki miasta oraz linii, którą obsługuje tabor zasilany elektrycznie. Proces ładowania pojazdów wymaga także opracowania harmonogramu, który w optymalny sposób wykorzysta dostępną infrastrukturę ładowania i zminimalizuje ryzyko braku pojazdów zdolnych do jazdy z uwagi na ich niewystarczającą liczbę.

---

<sup>1</sup> Jak wskazuje Główny Urząd Statystyczny w analizie pt. *Energia ze źródeł odnawialnych w 2022 r.* udział energii z OZE w końcowym zużyciu brutto w 2022 r. wyniósł 16,9%.





Wykorzystanie autobusów elektrycznych wiąże się zatem z koniecznością zakupu dedykowanej infrastruktury ładowania, która konieczna jest do efektywnej eksploatacji tych pojazdów. W zależności od wybranej metody ładowania pojazdów i liczby ładowarek kupowanych w ramach jednego postępowania, cena jednostkowa tej infrastruktury może się znacznie różnić. Przykładowe ceny poszczególnych rodzajów ładowarek prezentuje Tabela 8. **Należy zwrócić uwagę na pewną tendencję w ostatnich postępowaniach prowadzonych w Polsce. Zdecydowana większość przetargów na autobusy elektryczne zawierała również część dotyczącą infrastruktury ładowania (zarówno szybkiego, jak i wolnego), co przekłada się na trudność w oszacowaniu kwoty jednostkowej za ładowarkę.**

Tabela 8. Zestawienie cen ładowarek do autobusów elektrycznych w Polsce

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

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

Z infrastrukturą ładowania bezpośrednio powiązany jest więc zasięg autobusów elektrycznych. Pojazdy posiadające mniejsze baterie cechują się zdecydowanie krótszym zasięgiem i koniecznością zakupu infrastruktury i doładowania pomiędzy kursami, lecz również mniejszą masą własną pojazdów i tańszą ceną jednostkową za pojazd. Natomiast autobusy o bateriach z dużą pojemnością mogą być eksploatowane bez konieczności doładowywania między kursami, jednakże cechują się większą masą własną i wyższą ceną. Powyższe aspekty przekładają się na ceny pojazdów, które zależne są od wielu czynników, takich jak np. liczba autobusów kupowanych w ramach jednego postępowania, pojemności baterii, klasa pojazdów (MINI, MAXI, MIDI itd.) czy sposób ładowania. Poniższe zestawienie przedstawia przykładowe postępowania na dostawy autobusów elektrycznych w Polsce.



Tabela 9. Zestawienie cen autobusów elektrycznych w Polsce

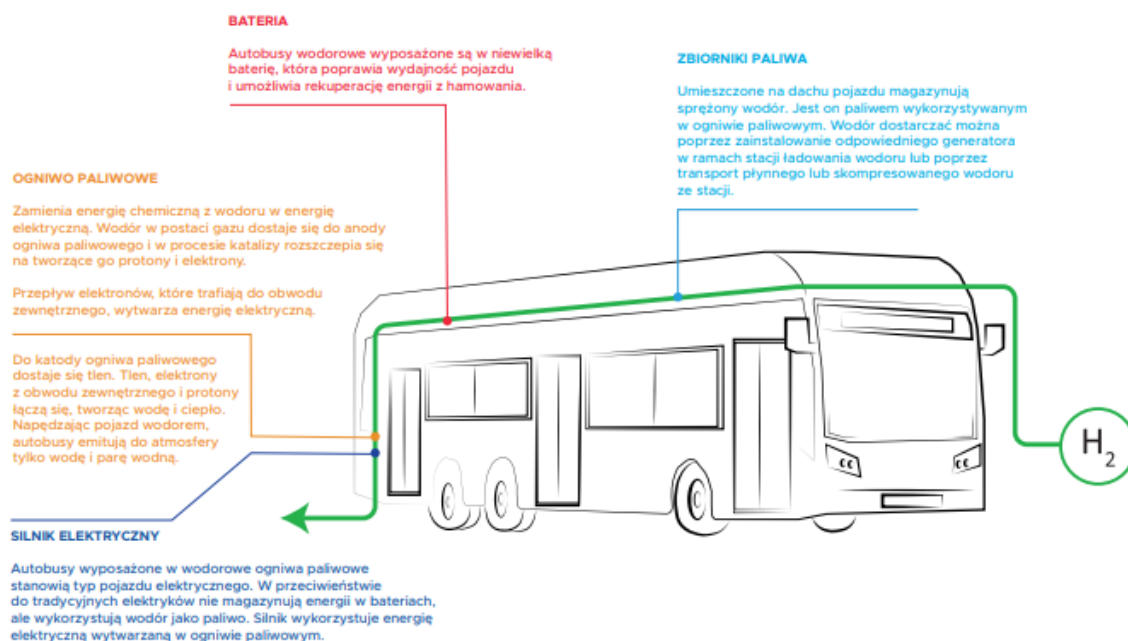
Miasto	Klasa	Cena za sztukę netto [PLN]	Liczba sztuk zamówionych w ramach postępowania	Producent i model pojazdu wybrany w przetargu	Rozstrzygnięcie przetargu
Warszawa	MAXI	2 632 000	18	Yutong U12	luty 2024 r.
Suwałki*		2 688 000	5	Solaris Urbino 12 electric	kwiecień 2024 r.
Świeradów-Zdrój*		2 300 000	2	Yutong E12	kwiecień 2024 r.
Łódź*	MEGA18	3 248 000	8	Solaris Urbino 18 electric	październik 2022 r.
Warszawa		3 473 983	12	Solaris Urbino 18 electric	październik 2023 r.

\*wraz z infrastrukturą ładowania

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

**Autobusy wodorowe** do zasilania silników wykorzystują energię elektryczną wytwarzaną z ogniw paliwowych. Jedynym produktem procesu produkcji energii z wodoru (substancją emitowaną z pojazdu) jest woda w postaci gazowej. Jednakże, aby produktem ubocznym była jedynie para wodna, paliwo te musi być uzyskane w procesie elektrolizy wody z użyciem prądu z OZE, a nie reformingu parowego gazu ziemnego, podczas którego wydziela się tlenek węgla (CO).

Tankowanie zbiorników z wodorem, umieszczonych na dachach tych pojazdów, trwa około 10-15 minut, co w porównaniu z czasem niezbędnym do naładowania autobusów zasilanych bateryjnie jest zdecydowanym atutem tego rodzaju napędu. Rozwój technologii produkcji baterii dla autobusów elektrycznych pozwala na pokonywanie przez nich coraz dłuższych tras pomiędzy ładowaniami, jednakże maksymalne deklarowane przez producentów zasięgi zazwyczaj zgadzają się z osiągnięciami w warunkach codziennej eksploatacji. Przewoźnicy zmuszeni są zatem do doładowywania pojazdów pomiędzy kursami, co niekiedy uniemożliwia realizację całodziennych zadań. Tymczasem w przypadku pojazdów wodorowych jednorazowe tankowanie pozwala na pokonanie dystansu nawet powyżej 400 km (w zależności od deklaracji producenta i pojemności zasobników wodoru w pojeździe, patrz: Tabela 10.).

**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

**Tabela 10. Specyfikacja przykładowych autobusów wodorowych**

Producent i model	Klasa	Deklarowany zasięg [km]	Ogniwo wodorowe [kW]
Solaris Urbino 12 hydrogen <sup>2</sup>	MAXI	do 350	70
Solaris Urbino 18 hydrogen <sup>3</sup>	MEGA18	ok. 350	100
Mercedes-Benz eCitaro fuel cell <sup>4</sup>	MAXI	do 400	60
Mercedes-Benz eCitaro G fuel cell <sup>5</sup>	MEGA18	do 350	60
NesoBus 12 <sup>6</sup>	MAXI	ok. 450	70
Arthur H2 Zero 12 <sup>7</sup>	MAXI	do 500	60-125
Pilea 10 H2 <sup>8</sup>	MIDI	300	30

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

<sup>2</sup> <https://www.solarisbus.com/pl/pojazdy/napedy-zeroemisyjne/hydrogen> (dostęp: 24.04.2024 r.)

<sup>3</sup> Ibid.

<sup>4</sup> [https://www.mercedes-benz-bus.com/pl\\_PL/models/ecitaro-fuel-cell.html](https://www.mercedes-benz-bus.com/pl_PL/models/ecitaro-fuel-cell.html) (dostęp: 24.04.2024 r.)

<sup>5</sup> Ibid.

<sup>6</sup> <https://www.nesobus.pl/> (dostęp: 24.04.2024 r.)

<sup>7</sup> <https://www.arthurbus.com/> (dostęp: 24.04.2024 r.)

<sup>8</sup> <https://arpev.pl/617/katalog> (dostęp: 24.04.2024 r.)



Niestety, eksploatacja autobusów wodorowych jest wciąż problematyczna z uwagi na niewielką liczbę stacji tankowania wodoru w Polsce. Pomimo ciągłego rozwoju infrastruktury dla pojazdów wodorowych i deklaracji największych przedsiębiorstw paliwowych, w skali kraju dostępnych jest aktualnie tylko kilka stacji. Z perspektywy miasta Zgierza najbliższa ogólnodostępna stacja tankowania wodoru znajduje się w Warszawie<sup>9</sup> (PAK-PCE Stacje H2 przy ul. Tango 4) oddalonej o ponad 100 km. Na uwagę zasługują również aktualne ceny wodoru, które wynoszą około 69 zł brutto/kg. Przekłada się to na wysokie ceny eksploatacji pojazdów wodorowych, które miałyby korzystać z tzw. „zielonego wodoru”. Pewnym rozwiązaniem może być budowa własnej stacji tankowania tego ekologicznego paliwa, jednak 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.

Na kapitałochłonność inwestycji w autobusy wodorowe wpływa oczywiście zakup samych pojazdów. Ceny w rozstrzygniętych w ostatnim czasie przetargach wskazują na ich duże zróżnicowanie. Zestawienie przykładowych cen autobusów wodorowych zakupionych w Polsce prezentuje Tabela 11. Na uwagę zasługuje fakt, iż polskie miasta decydują się obecnie jedynie na zakup autobusów wodorowych w wersji MAXI, choć producenci autobusów posiadają w swojej ofercie pojazdy przegubowe, które znajdują odbiorców np. na rynku niemieckim.

Tabela 11. Zestawienie cen 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
Poznań	MAXI	2 930 992	15 (+10 w opcji)	Solaris Urbino 12 hydrogen	lipiec 2022 r.
Rybnik		2 689 024	20	NesoBus 12	marzec 2023 r.
Świdnik		2 399 728	3	Arthur H2 Zero 12	wrzesień 2023 r.
Wałbrzych		3 250 000	20 (+25 w opcji)	Solaris Urbino 12 hydrogen	wrzesień 2023 r.
Chełm		3 032 989	26	NesoBus 12	grudzień 2023 r.

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

Kolejną grupą pojazdów zeroemisyjnych są **autobusy zasilane biometanem**. Zaliczane są one do niej po nowelizacji ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych w grudniu 2021 roku. Biometan to oczyszczony biogaz – naturalna mieszanina gazów, będących produktem beztlenowego rozkładu materii organicznej. Wytwarza się go jako produkt uboczny w oczyszczalniach ścieków, składowiskach odpadów, gospodarstwach rolniczych, zakładach produkcji spożywczej, browarach. Biometan składa się głównie z metanu oraz CO<sub>2</sub>, ale także

<sup>9</sup> <https://eipa.udt.gov.pl/> (dostęp: 23.04.2024 r.)



siarkowodoru, pary wodnej, tlenku węgla, czy siloksanów. Jest on biogazem oczyszczonym do ok. 98% zawartości metanu. Istnieje kilka metod oczyszczania, w zależności od specyfiki lokalizacji instalacji. Biometan, jako zamiennik, nie wymaga zmian w konstrukcji i napędzie pojazdu, ponieważ silniki wykorzystujące sprężony gaz ziemny CNG, są już do tego przystosowane. Ponadto nie ma konieczności specjalnego dostosowania zbiorników ani instalacji tankowania.

ZPK MARKAB dysponuje flotą autobusów zasilanych CNG (12 autobusów), którą można byłoby napędzać biometanem, jednakże na terenie Gminy Miasto Zgierz nie funkcjonuje instalacja do produkcji lub odzyskiwania biogazu. Należy też nadmienić, że w Polsce na dzień przygotowania analizy nie funkcjonuje żadna biometanownia, tj. instalacja do oczyszczania biogazu. Znacząco utrudnia to eksploatację autobusów zasilanych biometanem.

Autobusy zasilane CNG są droższe od autobusów z napędem konwencjonalnym, ale znacznie tańsze od elektrobusesów.

**Tabela 12. Zestawienie cen autobusów zasilanych CNG w Polsce**

Miasto	Klasa	Cena za sztukę brutto [PLN]	Liczba sztuk zamówionych w ramach postępowania	Producent i model pojazdu wybrany w przetargu	Rozstrzygnięcie przetargu
Katowice	MAXI	1 574 000	8	MAN Lion's City CNG	luty 2023 r.
Rzeszów		1 464 606	10	Autosan Sancity 12LF CNG	kwiecień 2022 r.
Rzeszów	MEGA18	2 108 000	2	Solaris Urbino 18 CNG	kwiecień 2022 r.

\*wraz z infrastrukturą ładowania

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

Pomimo że autobusy zasilane olejem napędowym nie są uznawane za pojazdy zeroemisyjne, zostały opisane w niniejszej pracy ze względu na fakt, iż ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych wskazuje na obowiązek 30-proc. 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.

Zaletą autobusów zasilanych olejem napędowym jest ich powszechność w eksploatacji, a także brak konieczności ponoszenia dodatkowych nakładów finansowych na sieć trakcyjną, infrastrukturę ładowania energii elektrycznej czy tankowania wodoru oraz dostosowania zaplecza technicznego. Zakupione pojazdy powinny posiadać najbardziej ekologiczną normę emisji spalin EURO6, a po 2027 r. – EURO7. Średnia cena autobusu klasy MNI wynosi ok. 676,2 tys. zł, MIDI – ok. 1,383 mln zł netto, klasy MAXI – 1,45 mln zł netto, a klasy MEGA18 – 1,819 mln zł netto.





### 3.4. PLAN WYMIANY TABORU

Na podstawie wyników analiz z poprzednich podrozdziałów określono trzy warianty wymiany taboru: jeden zakładający brak spełnienia wymagań opisanych w art. 36 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych oraz dwa scenariusze zakładające spełnienie wymogów ustawowych. Pomimo że wariant inwestycyjny W0 zakłada zaniechanie projektu inwestycyjnego, to nie obejmuje on zaniechania świadczenia usług komunikacji miejskiej czy ponoszenia nakładów odtworzeniowych dotyczących taboru. We wszystkich wariantach uwzględniono fakt, że w 2024 r. planowane jest postępowanie przetargowe na 10-letnie świadczenie usług komunikacji miejskiej, a usługa nie powinna być świadczona pojazdem nie starszym niż 23 lata (na podstawie dotychczasowych doświadczeń organizatora). Ponadto przyjęto, że za nabywanie pojazdów będzie odpowiedzialny operator zewnętrzny. Warto też zaznaczyć, że w art. 68a ust. 3 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych zobowiązano zamawiających, takich jak Gmina Miasto Zgierz 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 postępowanie przetargowe na świadczenie usług komunikacji miejskiej z uwzględnieniem minimalnych udziałów opisanych w art. 68a ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych, a także sukcesywne ponoszenie nakładów odtworzeniowych przez operatora zewnętrznego na pojazdy napędzane silnikami spalinowymi o normie emisji EURO6;
- **Wariant 1** (W\_1 – elektryczny) – wariant zakładający postępowanie przetargowe na świadczenie usług komunikacji miejskiej 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;
- **Wariant 2** (W\_2 – wodorowy) – wariant zakładający postępowanie przetargowe na świadczenie usług komunikacji miejskiej 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.



Tabela 13. Harmonogram wymiany floty

Autobus	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Wariant 0</b>											
BEV – suma	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FCEV – suma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INNE (suma pojazdów z innymi napędami)	-	2	5	2	9	0	0	2	0	1	5
Udział pojazdów zeroemisyjnych w całej flocie [%]	0,00	15,22	15,22	15,22	15,22	15,22	15,22	15,22	15,22	15,22	15,22
<b>Wariant 1</b>											
BEV – suma	0	9	0	0	5	0	0	0	0	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	9	-	-	2	-	-	-	-	-	-
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Autobus	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
MEGA18	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-
FCEV – suma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INNE (suma pojazdów z innymi napędami)	0	0	5	2	4	0	0	2	0	1	5
Udział pojazdów zeroemisyjnych w całej flocie [%]	0,00	19,57	19,57	19,57	30,43	30,43	30,43	30,43	30,43	30,43	30,43
<b>Wariant 2</b>											
BEV – suma	0	9	0	0	5	0	0	0	0	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	9	-	-	2	-	-	-	-	-	-
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-
FCEV – suma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Autobus	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
INNE (suma pojazdów z innymi napędami)	0	0	5	2	4	0	0	2	0	1	5
Udział pojazdów zeroemisyjnych w całej flocie [%]	0,00	19,57	19,57	19,57	30,43	30,43	30,43	30,43	30,43	30,43	30,43

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

### 3.5. WYBÓR LINII DO OBSŁUGI TABOREM ZEROEMISYJNYM

W zakresie alokacji autobusów zeroemisyjnych należy uwzględnić aspekty społeczne, tj. liczbę potencjalnych pasażerów obsługiwanych przez nowy tabor autobusowy, liczbę mieszkańców i turystów oraz potencjalny wzrost zainteresowania komunikacją miejską po wprowadzeniu do eksploatacji takich pojazdów. Przy wyborze linii ważnym aspektem jest też wymiar środowiskowy – autobusy zeroemisyjne charakteryzują się niższą emisją hałasu oraz nie emitują spalin. Stanowi to ważny argument, przemawiający za tym, aby obsługiwały one ścisłe centrum miasta, obszary o wysokiej gęstości zaludnienia i zabudowy, czy węzły przesiadkowe. Pod uwagę powinno się wziąć także funkcjonowanie elektroenergetycznej infrastruktury tramwajowej, która umożliwi przyłączenie ładowarek dla elektrobusów do sieci bez konieczności budowy przyłącza. Przy wprowadzeniu autobusów elektrycznych ważna jest również synchronizacja rozkładu jazdy z harmonogramem ładowania (odpowiednie przerwy pomiędzy kursami), aby uniknąć całkowitego rozładowania autobusu na trasie lub wzajemnej blokady dostępu do ładowarki przez pojazdy. W przypadku wybrania wariantu z ładowaniem pojazdów poza terenem bazy operatora, autobusy zeroemisyjne powinny obsługiwać linie, które mają wspólny przystanek końcowy z innymi liniami (zwiększenie stopnia wykorzystania infrastruktury ładowania oraz zmniejszenie nakładów inwestycyjnych na jej budowę).

Wybrane linie komunikacyjne nie powinny przebiegać też przez drogi, na których obowiązuje zakaz ruchu pojazdów o wysokości przekraczającej wysokość autobusu zeroemisyjnego (ok. 3,2-3,4 metra – zakazy występują często w okolicy wiaduktów lub sieci trakcyjnej). Przy wyborze linii autobusowych do elektryfikacji uwzględniono:

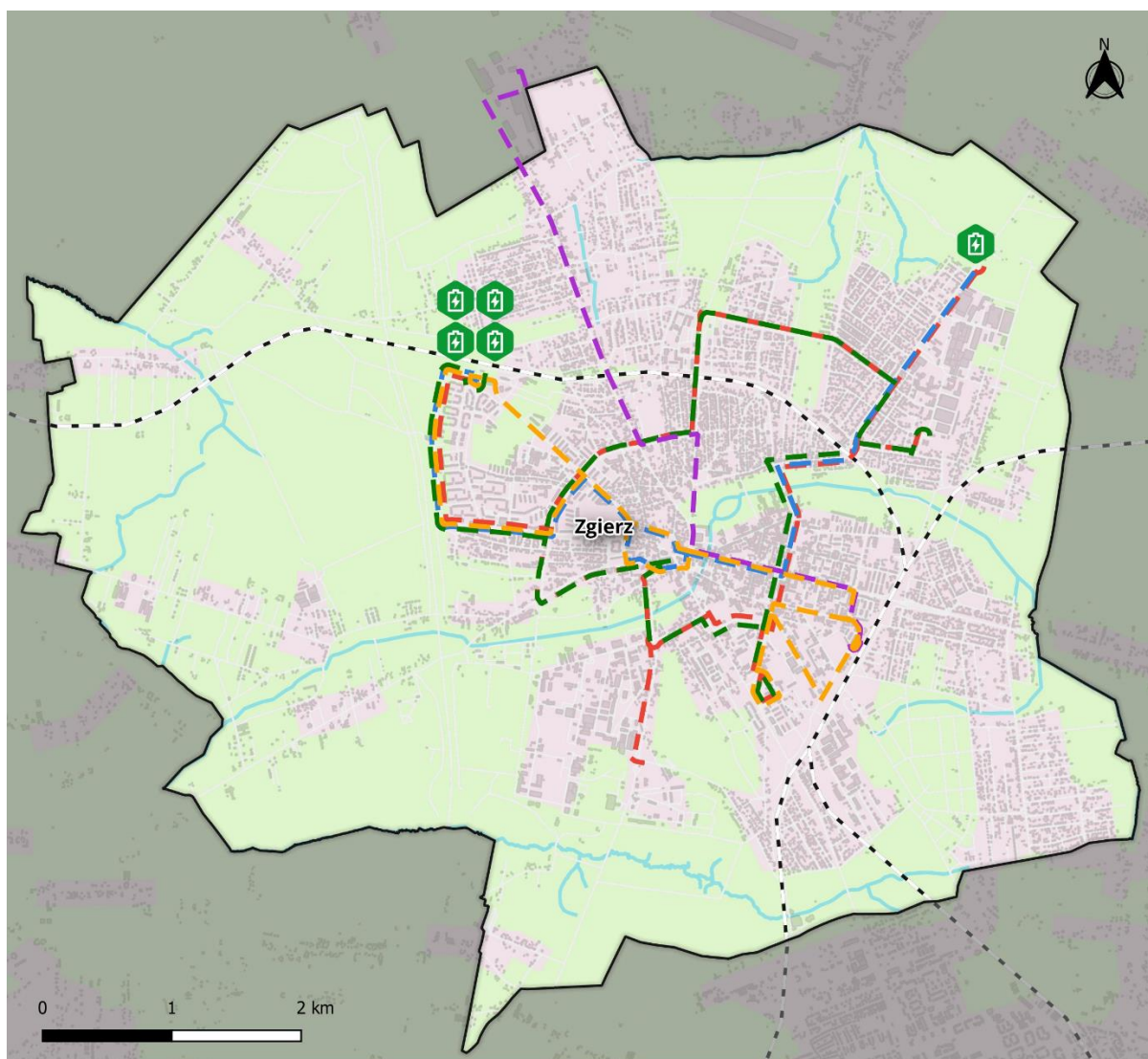
- wyniki poprzednich analiz kosztów i korzyści;
- strukturę i wiek wymienianego taboru.

Pominięto przy tym linie autobusowe wykraczające poza Gminę Miasto Zgierz 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.



W pierwszej kolejności do elektryfikacji (horyzont 2024 r.) wybrano linię 5, która została wskazana do elektryfikacji w poprzednich analizach kosztów i korzyści. Do częściowej elektryfikacji we wspomnianym horyzoncie czasowym wybrano także linię 4 ze względu na wspólną pętlę z linią nr 5. Łącznie do obsługi niniejszych linii powinno zostać zakupionych 7 pojazdów klasy MAXI. Zakup 9 pojazdów pozwoliłby na pełną obsługę linii nr 4.

Mapa 42. Elektryfikacja linii autobusowych oraz lokalizacja punktów ładowania w przypadku opłacalności przedsięwzięcia lub pozyskania zewnętrznego dofinansowania

**LEGENDA**

Elektryfikacja linii autobusowych

— Nr 1

— Nr 4

— Nr 5

— Nr 8

— Nr 10S



Ładowarka pantografowa

- - - Linia kolejowa

□ Granica administracyjna  
miasta Zgierz

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





W drugim etapie wybrano linie 1 i 8 ze względu na wspólną pętlę z wcześniej wymienionymi liniami przeznaczonymi do elektryfikacji. Do częściowej elektryfikacji wybrano także linię 10S, na której autobusy korzystają z pętli razem z pojazdami z linii nr 1. Łącznie do obsługi tych linii powinny zostać zakupione 2 pojazdy klasy MAXI oraz 3 autobusy klasy MEGA18, co pozwoli na spełnienie wymogu 30% udziału pojazdów zeroemisyjnych.

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.

Tabela 14. Etapy elektryfikacji linii autobusowych

Linia	2024	2027
5	PEŁNA	-
4	CZĘŚCIOWA	PEŁNA
1	-	PEŁNA
8	-	PEŁNA
10S	-	CZĘŚCIOWA

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

W związku z rozpatrywanym zastosowaniem autobusów elektrycznych akumulatorowych, 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 1,5 kWh/km dla autobusów MAXI oraz 2,0 kWh dla autobusów MEGA18 (w zużyciu uwzględniono włączone ogrzewanie lub klimatyzację, które są wykorzystywane przez większość roku i powodują podwyższenie zużycia energii). Następnym krokiem było obliczenie czasu ładowania z wykorzystaniem ładowarki pantografowej o mocy 400 kW przy założeniu sprawności energetycznej na poziomie 90%. Założona moc ładowarki pozwala na uzupełnienie energii utraconej podczas jazdy w czasie od 6 do 18 minut w przypadku autobusów o długości 12 metrów oraz od 8 do 23 minut w przypadku autobusów przegubowych. Zastosowanie słabszych ładowarek spowoduje wydłużenie czasu 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. 140 kWh oraz 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. 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 poniższej tabeli.

Tabela 15. 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
5	9,10	36,40	54,60	72,80	9,10	12,13	70,98	94,64
4	17,04	68,16	102,24	136,32	17,04	22,72	132,91	177,22
1	13,65	54,60	81,90	109,20	13,65	18,20	106,47	141,96
8	17,16	68,64	102,96	137,28	17,16	22,88	133,85	178,46
10S	6,70	26,80	40,20	53,60	6,70	8,93	52,26	69,68
						<b>MAX</b>	<b>133,85</b>	<b>178,46</b>

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



## 4. ANALIZA FINANSOWO-EKONOMICZNA

### 4.1. ANALIZA SYTUACJI FINANSOWEJ MIASTA I WPŁYWU PROGRAMU

#### WYMIANY POJAZDÓW NA JEJ STABILNOŚĆ

ZPK MARKAB świadczy usługi komunikacji miejskiej na podstawie umowy wieloletniej, która została podpisana na okres 10 lat. Finansowanie przewozów komunikacji miejskiej w Zgierzu wykonywanych przez ZPK MARKAB odbywa się na podstawie rocznego wynagrodzenia spółki zabezpieczonego w budżecie Gminy Miasta Zgierz 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 Zgierz 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 dotyczącej pozostałej działalności w zakresie transportu, realizowano projekt inwestycyjny polegający na modernizacji infrastruktury torowo-sieciowej na terenie miasta razem z poprawą jakości, funkcjonowania i rozwoju oferty systemu transportowego.

Warto dodać, że dochody majątkowe miasta Zgierz 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.



Tabela 16. Budżet gminy miasta Zgierz w latach 2021-2024 [mln zł]

Lp.	Pozycja	Wykonanie w latach			Plan na 2024 rok*
		2021	2022	2023	
<b>1</b>	<b>Dochody budżetu Miasta</b> w tym:	<b>315,3</b>	<b>306,8</b>	<b>336,9</b>	<b>363,0</b>
1a	dochody bieżące	288,9	284,4	278,9	287,1
1aa	lokalny transport zbiorowy	8,4	14,0	16,1	15,9
1b	dochody majątkowe	26,3	22,4	58,0	75,8
<b>2</b>	<b>Wydatki budżetu Miasta</b> w tym:	<b>329,2</b>	<b>335,2</b>	<b>356,2</b>	<b>387,4</b>
2a	wydatki bieżące	276,6	295,8	291,9	293,7
2aa	lokalny transport zbiorowy	23,7	30,6	35,1	26,8
2b	wydatki majątkowe na lokalny transport zbiorowy	801,7	0,0	0,0	0,0
<b>3</b>	<b>Nadwyżka/deficyt budżetu Miasta</b>	<b>-13,9</b>	<b>-28,4</b>	<b>-19,3</b>	<b>-24,4</b>
<b>4</b>	<b>Deficyt/nadwyżka operacyjna</b>	<b>12,3</b>	<b>-11,4</b>	<b>-13,0</b>	<b>-6,6</b>
<b>5</b>	<b>Finansowanie</b> w tym:	<b>40,7</b>	<b>37</b>	<b>39,3</b>	<b>24,4</b>
5a	przychody	45,3	41,7	44,3	28,1
5b	rozchody	4,6	4,7	4,4	3,7

\*Na podstawie Uchwały Nr LXX/1004/2023 Rady Miasta Zgierza z dnia 21 grudnia 2023 r. w sprawie budżetu Miasta Zgierza na 2024 rok bez uwzględnienia późniejszych zmian.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie sprawozdań budżetowych.



## 4.2. OCENA SYTUACJI FINANSOWEJ OPERATORA

Sytuację finansową ZPK MARKAB należy uznać za dobrą i stabilną. W latach 2020-2022 przychody spółki ze sprzedaży usług wzrosły z 20,5 mln zł do 27,2 mln zł, przy kosztach, które zwiększyły się z 16,3 mln zł do 22,1 mln zł. W tym okresie spółka odnotowywała dodatni wynik finansowy, który wynosił od 2,9 mln zł do 5 mln zł, pomimo ograniczeń wynikających z restrykcji spowodowanych pandemią COVID-19. Wypracowany poziom zysku nie pozwala jednak na prowadzenie znacznych inwestycji w odnowę posiadanego taboru, tym bardziej na zakup pojazdów zeroemisyjnych. Ponadto, należy odnotować, iż od września 2023 roku ZPK MARKAB nie jest spółką miejską, gdyż miasto Zgierz sprzedało swoje wszystkie udziały<sup>10</sup>.

Tabela 17. Rachunek zysków i strat ZPK MARKAB w wariantcie porównawczym [tys. PLN]

Pozycja	2020	2021	2022
Przychody ze sprzedaży	20 459,7	24 697,5	27 229,5
Koszty działalności operacyjnej	16 342,8	17 459,3	22 163,2
<b>Zysk/strata ze sprzedaży</b>	<b>4 116,9</b>	<b>7 138,2</b>	<b>5 066,3</b>
Pozostałe przychody operacyjne	1 197,9	903,1	378,2
Pozostałe koszty operacyjne	1 668,7	2 047,3	1 056,5
<b>Zysk/strata na działalności operacyjnej</b>	<b>3 646,0</b>	<b>5 994,0</b>	<b>4 388,0</b>
Przychody finansowe	18,3	2,7	0,04
Koszty finansowe	2,1	1,7	1,0
Podatek dochodowy	689,5	1 033,0	877,8
<b>Zysk/strata netto</b>	<b>2 972,8</b>	<b>4 962,1</b>	<b>3 509,2</b>

Źródło: Rachunek zysków i strat Spółki ZPK MARKAB za rok obrotowy 2020, 2021, 2022.

<sup>10</sup> Uchwała nr LXVII/937/2023 Rady Miasta Zgierza z dnia 28 września 2023 r.





### 4.3. MODEL NABYWANIA POJAZDÓW

Dotychczasowo w Zgierzu nabywanie pojazdów realizowane było przez operatora – ZPK MARKAB, który pozyskiwał autobusy używane, z napędem zasilanym olejem napędowym lub sprężonym gazem ziemnym. 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, w tym 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 kontekście kończącej się umowy z ZPK MARKAB, w nowym postępowaniu przetargowym na usługę przewozową trzeba będzie uwzględnić art. 68a i 68b ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych. Wskazują one na konieczność zapewnienia odpowiedniego udziału autobusów wykorzystujących do napędu paliwa alternatywne w całkowitej liczbie autobusów objętych zamówieniami, z zastrzeżeniem, że połowa tego udziału ma być osiągnięta przez autobusy zeroemisyjne.

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

### 4.4. DZIAŁANIA INWESTYCYJNE ZREALIZOWANE W LATACH 2020-2023

W ostatnich latach Gmina Miasto Zgierz oraz ZPK MARKAB nie prowadziły inwestycji w tabor autobusowy zeroemisyjny. W latach 2021-2023 operator zgierskiej komunikacji miejskiej zakupił 1 autobus klasy MINI zasilany olejem napędowym, 4 autobusy klasy MEGA18 zasilane sprężonym gazem ziemnym, 2 autobusy klasy MAXI zasilane sprężonym gazem ziemnym, 11 autobusów klasy MAXI zasilanych olejem napędowym oraz 2 autobusy klasy MEGA18 zasilane olejem napędowym. Wszystkie 20 autobusów zostało zakupionych jako pojazdy używane.



## 4.5. 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 18. Założenia analizy finansowej

Zakres	Założenie
Okres analizy	Lata 2024-2033 <sup>11</sup> .
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.
Koszty eksploatacji i utrzymania	Na podstawie ponoszonych kosztów przez ZPK MARKAB sp. o.o. z uwzględnieniem specyfiki technicznej pojazdów zeroemisyjnych.
Nakłady odtworzeniowe	Następują po 10 latach dla pojazdów napędzanych olejem napędowym (dla pojazdów starszych, wyprodukowanych przed 2011 r., nakłady następują w latach późniejszych, ze względu na przekroczenie progu 10 lat) oraz po 15 latach dla pojazdów zeroemisyjnych; mogą nastąpić szybciej, w przypadku gdy nastąpiły zaniedbania w ostatnich latach. Okres żywotności stacji ładowania wynosi 30 lat, a infrastruktury do ładowania pojazdów – 40 lat.
Wartość rezydualna <sup>12</sup>	Uwzględniona w ostatnim roku analizy z wykorzystaniem metody dochodowej.

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

<sup>11</sup> Zgodnie z zaleceniami Ministerstwa Klimatu i Środowiska

<sup>12</sup> Wartość rezydualna to zdolność środków trwałych posiadających wartość ekonomiczną do generowania dochodów.



## 4.6. NAKŁADY INWESTYCYJNE

Na podstawie analizy rynkowej przeprowadzonej w poprzednim rozdziale, a także na podstawie określonych wariantów inwestycyjnych, obliczono nakłady inwestycyjne. Najniższe nakłady inwestycyjne na autobusy zeroemisyjne i infrastrukturę ładowania odnotowano w wariantcie W0 – 23,1 mln zł. W wariantcie W1 łączne nakłady inwestycyjne wyniosły 47,9 mln zł, a w wariantcie W2 – 65,9 mln zł. W poniższej tabeli przedstawiono nakłady inwestycyjne w poszczególnych wariantach z uszczegółowieniem nakładów na tabor i infrastrukturę. Rok 2023 nie jest uwzględniony w analizie finansowej, jednakże został przedstawiony zgodnie z wytycznymi Ministerstwa Klimatu i Środowiska.

Tabela 19 Nakłady inwestycyjne na wymianę autobusów w wariantach inwestycyjnych

Opis	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Nakłady [tys. PLN] Wariant 0</b>	0	23 680	0	0	0	0	0	0	0	0	0
w tym:											
tabor	0	18 424	0	0	0	0	0	0	0	0	0
infrastruktura	0	5 256	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Nakłady [tys. PLN] Wariant 1</b>	0	30 806	0	0	17 084	0	0	0	0	0	0
w tym:											
tabor	0	23 688	0	0	15 686	0	0	0	0	0	0
infrastruktura	0	7 118	0	0	1 398	0	0	0	0	0	0
<b>Nakłady [tys. PLN] Wariant 2</b>	0	42 981	0	0	22 951	0	0	0	0	0	0
w tym:											
tabor	0	26 657	0	0	22 951	0	0	0	0	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.



#### 4.7. 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 Zgierzu. W pierwszej kolejności wymianie poddano najstarsze autobusy firmy Mercedes. Ze względu na krótki horyzont analizy, nie brano pod uwagę konieczności wymiany akumulatorów w autobusach elektrycznych lub ogniw paliwowych w autobusach wykorzystujących energię elektryczną i wodór po 8 latach eksploatacji. Dla zwiększenia porównywalności wariantów założono ponoszenie nakładów odtworzeniowych w wariantcie W0 w tych samych latach, co nakłady inwestycyjne i odtworzeniowe w wariantcie W1 i W2. Łącznie nakłady odtworzeniowe w wariantcie W0 wyniosły 31,7 mln zł, a w wariantcie W1 i W2 – 19,7 mln zł. Poniżej przedstawiono harmonogram i nakłady w poszczególnych latach.

Tabela 20. Harmonogram i wysokość nakładów odtworzeniowych w poszczególnych wariantach

Rok	Wariant W0 [PLN]	Wariant W1/W2 [PLN]
2024	2 900 000,00	-
2025	7 250 000,00	7 250 000,00
2026	3 269 000,00	3 269 000,00
2027	9 061 451,10	-
2028	-	-
2029	676 200,00	676 200,00
2030	3 702 651,10	3 702 651,10
2031	3 026 451,10	3 026 451,10
2032	-	-
2033	1 819 000,00	1 819 000,00
Łącznie	31 704 753,30	19 743 302,20
Różnica pomiędzy wariantami (W1/W2-W0)		- 11 961 451,10

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



#### 4.8. 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 w kolejnych latach okresu operacyjnego przez przewoźnika, 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 21. Założenia kosztów operacyjnych przyjętych do analizy

Pozycja kosztowa	Jednostka	Podstawa	Wartość
Wielkość pracy eksploatacyjnej	wzkm	Dane otrzymane od ZPK MARKAB sp. z o.o.	2 493 660 wzkm Przyjęto łączną pracę eksploatacyjną na podstawie średniego przebiegu pojazdów podaną przez ZPK MARKAB
Koszt paliwa	zł/l	Średnia cena hurtowa oleju napędowego netto Orlen SA w I kwartale 2024 r.	4,99 zł
Koszt napraw i remontów, zużycia materiałów i części zamiennych	zł/km	Dane otrzymane od ZPK MARKAB sp. z o.o.	W zależności od rodzaju i typu autobusu. Dla autobusów elektrycznych koszty materiałów i części zamiennych (będące składnikiem kosztów napraw i remontów) obniżone o 15% ze względu na ich mniejsze skomplikowanie (brak skrzyni biegów, mniej skomplikowana budowa silnika, brak konieczności uzupełniania płynów eksploatacyjnych – olejów silnikowych).
Koszt podatków od środków transportowych	pojazd	Załącznik nr 7 do uchwały nr XIII/177/15 Rady Miasta Zgierza z dnia 29 października 2015 r. w sprawie wysokości stawek podatku od środków transportowych na terenie miasta Zgierza	1720 zł w przypadku pojazdu wyprodukowanego po 2007 roku z normą emisji spalin EURO 1783 zł w przypadku pojazdu wyprodukowanego do 2007 roku (włącznie) z normą emisji spalin EURO
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





Pozycja kosztowa	Jednostka	Podstawa	Wartość
Średnie spalanie oleju napędowego	l/100 km	Dane otrzymane od ZPK MARKAB sp. z o.o.	W zależności od pojazdu, typu taboru i normy emisji
Średnie zużycie energii	kWh/100km	Na podstawie doświadczeń innych operatorów	W zależności od pojazdu, typu taboru
Cena energii elektrycznej <sup>13</sup>	zł/kWh zł/ kW zł/m-c	Na podstawie cennika PGE Dystrybucja	2,1770 zł/kWh Opłata handlowa 200,00 zł/m-c Składnik stały stawki sieciowej 18,80 kW/m-c Składnik opłaty abonamentowej 15,00 zł/m-c
Cena wodoru	zł netto/kg	Na podstawie ceny detalicznej na ogólnodostępnych stacjach tankowania w dniu 04.04.2024 r.	56,10 zł/kg
Cena CNG	zł netto/m <sup>3</sup>	Na podstawie ceny detalicznej PGNiG w dniu 04.04.2024 r.	6,24 zł/m <sup>3</sup>
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.

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 przypadku stacji tankowania wodoru i zamontowanych sprzężarek, założono koszty obejmujące także przeprowadzanie przeglądów instalacji na poziomie 250 tys. zł netto rocznie. W obliczeniach nie uwzględniano wynagrodzeń dla kierowców ze względu na brak wpływu na obliczenia (w wyniku wdrożenia autobusów zeroemisyjnych nie zakłada się zwiększenia zatrudnienia, w konsekwencji kwota wynagrodzeń nie różnicuje wariantów).

<sup>13</sup> Przyjęto cenę energii elektrycznej uzyskaną w postępowaniu przetargowym przeprowadzonym w 2021 r. na dostawę energii elektrycznej w 2022 r.



Inwestycje w wariantcie W1 generują w ciągu całego okresu analizy 3,7 mln zł straty. Wynika to z wyższych kosztów zużytej energii elektrycznej oraz kosztów utrzymania odpowiedniej mocy przyłączeniowej w wariantcie W1 względem kosztów poniesionych na zużyty olej napędowy w wariantcie W0. Najmniej korzystny wynik osiągnął wariant z autobusami elektrycznymi z wodorowymi ogniwami paliwowymi, co wynika m.in. z wysokiej ceny paliwa wodorowego. W poniższej tabeli przedstawiono wartość kosztów operacyjnych w całym okresie analizy.

Tabela 22. Wartość kosztów operacyjnych w okresie analizy

Pozycja	Koszty operacyjne w całym okresie analizy [PLN]
Koszty operacyjne w wariantcie W0	100 630 703,88 zł
Koszty operacyjne w wariantcie W1	104 321 035,09 zł
Koszty operacyjne w wariantcie W2	113 323 973,73 zł
Różnica pomiędzy wariantami (W1-W0)	-3 690 331,20 zł
Różnica pomiędzy wariantami (W2-W0)	-13 192 469,84 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 23. Wartość rezydualna

Pozycja	Wariant W1	Wariant W2
Wartość brutto środków trwałych	46 339 961,37 zł	65 932 539,10 zł
Umorzenie środków trwałych	44 690 365,82 zł	65 932 539,10 zł
Wartość rezydualna	1 649 595,55 zł	0,00 zł

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



## 4.9. 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 24. Efektywność finansowa projektu wymiany taboru na autobusy zeroemisyjne

Wskaźnik	Wariant W1	Wariant W2
FNPV	-13 287 637,17 zł	- 39 641 683,84 zł
FRR	-36,87%	nieobliczalne

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). Analizę finansową uzupełniono o obliczenie luki finansowej, która wyniosła 91%, co stanowi maksymalny poziom wsparcia ze środków zewnętrznych.



## 5. ANALIZA SPOŁECZNO-EKONOMICZNA

### 5.1. OSZACOWANIE EFEKTÓW ŚRODOWISKOWYCH

Autobusy użytkowane obecnie w komunikacji miejskiej w Zgierzy wykorzystują olej napędowy, co wpływa negatywnie na jakość powietrza. Spalanie tego paliwa powoduje emisję szkodliwych substancji – głównie tlenków azotu (NO<sub>x</sub>). W mniejszym stopniu również cząstek stałych pyłów zawieszonych PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, lotnych związków organicznych oraz CO<sub>2</sub>. W przypadku autobusów zasilanych sprężonym gazem ziemnym CNG, emisja jest ograniczona o cząstki stałe pyłów zawieszonych PM<sub>2,5</sub> i PM<sub>10</sub>.

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<sup>14</sup>. Największą różnicę pomiędzy nimi można zaobserwować w spadku emisji CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> oraz SO<sub>2</sub>. Niewielkie zmiany zachodzą podczas emisji pyłów zawieszonych PM<sub>2,5</sub> i PM<sub>10</sub>. 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 znaczny wzrost emisji SO<sub>2</sub>, który jest wynikiem produkcji energii elektrycznej w elektrowni. Zmniejszenie negatywnego efektu może jedynie pojawić się przy wykorzystaniu OZE, np. poprzez instalację paneli fotowoltaicznych, budowę farm wiatrowych, czy budowę trafostacji z odzyskiem energii.

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.

---

<sup>14</sup> Kalkulator emisji zanieczyszczeń i kosztów klimatu dla środków transportu publicznego oraz *Wskaźniki emisyjności dla energii elektrycznej za rok 2022* opublikowane w grudniu 2023 r. przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE).



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<sup>15</sup>.

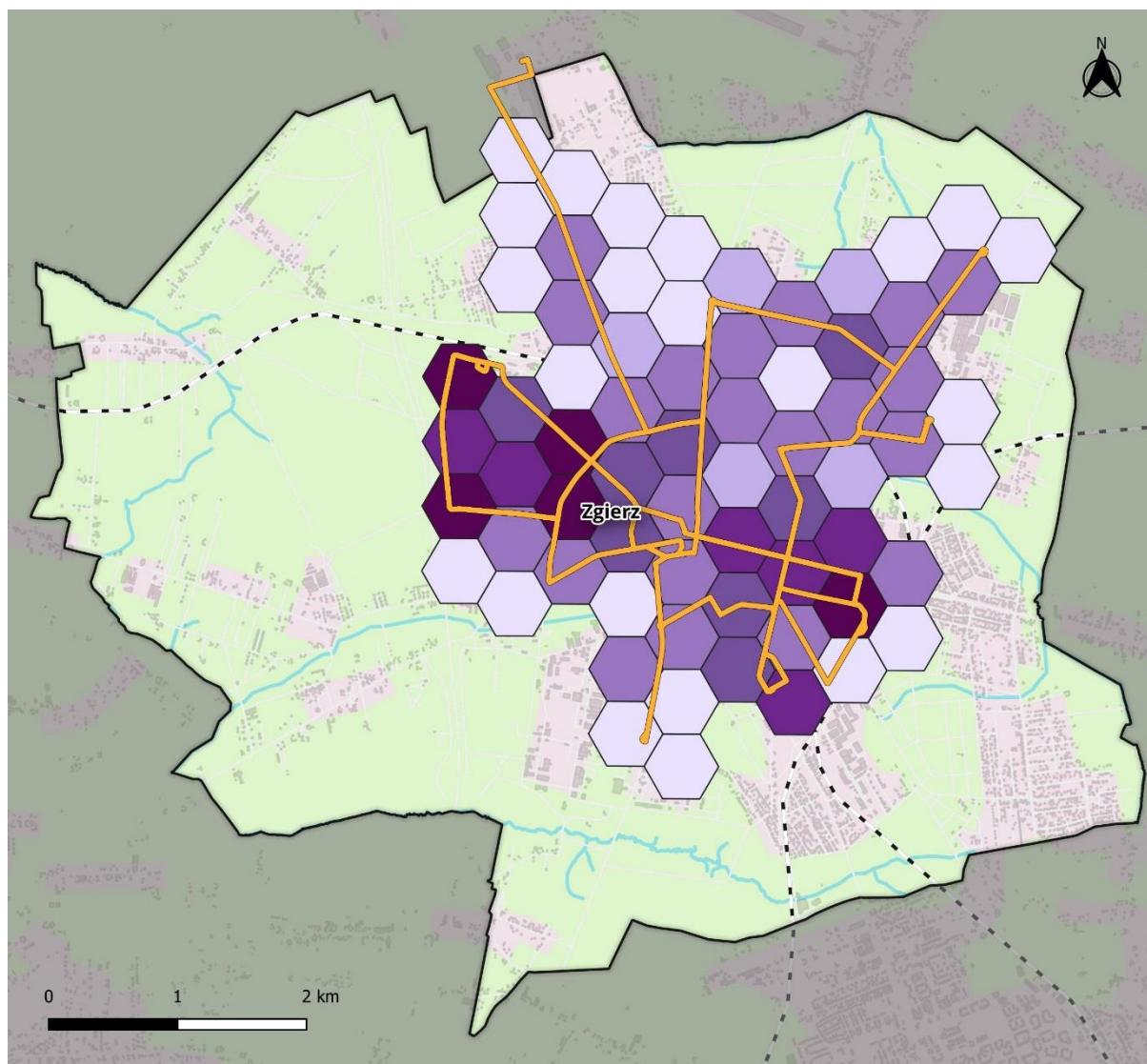
Źródła emisji hałasu z pojazdów konwencjonalnych to przede wszystkim silnik, a także tarcie opon o nawierzchnię. Znaczenie tego drugiego zwiększa się jednak dopiero przy większych prędkościach osiąganych przez pojazdy. W miastach, gdzie dopuszczalna prędkość ruchu drogowego ograniczona jest zwykle do 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, elektrobusy emitują hałas o ok. 15-20% mniejszy niż autobusy z silnikiem konwencjonalnym<sup>16,17</sup>. Pozwala to na zwiększenie komfortu korzystania z transportu miejskiego, a także na zmniejszenie oddziaływania hałasu na mieszkańców w budynkach znajdujących się przy drogach.

W zakresie wyceny emisji hałasu wykorzystuje się przygotowaną przez CUPT tabelę kosztów jednostkowych hałasu w transporcie drogowym zindeksowaną o prognozę rozwoju gospodarczego Polski autorstwa Ministerstwa Finansów. Przy szacowaniu zakłada się średnią gęstość zaludnienia dla typowego obszaru miejskiego, tj. 3000 os./km<sup>2</sup> oraz gęstość zaludnienia miasta w pasie 250 metrów od drogi, po której przebiega linia komunikacyjna obsługiwana autobusami zeroemisyjnymi. W Zgierzu gęstość zaludnienia miasta w korytarzu 250 m wyniosła 4601 os./km<sup>2</sup> (358,5 tys. mieszkańców). Oznacza to, że gęstość zaludnienia jest o 1,06 razy większa niż na typowym obszarze miejskim. Pozwala to na zmnożenie korzyści wynikających ze zmniejszenia emisji hałasu o powyższą relację. Na dalszym rysunku przedstawiono gęstość zaludnienia w obszarze ciężenia linii autobusowych przeznaczonych do elektryfikacji.

<sup>15</sup><http://laboratoria.net/pl/artykul/Ha%C5%82as%20i%20jego%20wp%C5%82yw%20na%20C5%BCycie%20cz%C5%82owieka;26785.html> (dostęp: 18.09.2024 r.)

<sup>16</sup> Irizar e-mobility, E.motion. Irizar Group's electromobility magazine, 2016, [https://www.irizar.com/wp-content/uploads/2016/07/Revista-Irizar-emobility\\_eng.pdf](https://www.irizar.com/wp-content/uploads/2016/07/Revista-Irizar-emobility_eng.pdf) (dostęp: 18.09.2024 r.)

<sup>17</sup> J. Turcsany, C. Features&NVH, 2016, Electric buses and noise, [http://www.bullernatverket.se/wp-content/uploads/2014/05/Electric-buses-and-noise\\_Volvo-Bus.pdf](http://www.bullernatverket.se/wp-content/uploads/2014/05/Electric-buses-and-noise_Volvo-Bus.pdf) (dostęp: 18.09.2024 r.)

Mapa 53. Gęstość zaludnienia w obszarze ciążenia linii autobusowych do elektryfikacji [os/km<sup>2</sup>]

**Gęstość zaludnienia w obszarze elektryfikacji linii autobusowych**

7001 – 11000  
 5001 – 7000  
 3001 – 5000

1001 – 3000  
 501 – 1000  
 0 – 500

Elektryfikacja linii autobusowych  
Linia nr: 1, 4, 5, 8, 10S  
 Granica administracyjna miasta Zgierz

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

Realizacja inwestycji w autobusy elektryczne akumulatorowe oraz autobusy elektryczne z wodorowymi ogniwami paliwowymi pozwoli na uzyskanie korzyści w wyniku redukcji hałasu w okresie analizy o wartości 172,8 tys. zł.





Tabela 25. Wielkość kosztów emisji hałasu w poszczególnych wariantach w całym okresie analizy

Koszt emisji hałasu	W0	W1/W2	Korzyści w wyniku redukcji hałasu w okresie analizy (W1/W2-W0)
	827 501,46 zł	664 426,13 zł	172 811,74 zł

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

## 5.2. EFEKTY DLA MIASTA I MIESZKAŃCÓW WYNIKAJĄCE Z WYMIANY POJAZDÓW NA ZEROEMISYJNE

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. Niemniej wprowadzenie nowych autobusów bez względu na ich napęd może pozwolić na zmniejszenie awaryjności taboru autobusowego, który obsługuje komunikację miejską w Zgierzu. Oprócz powyższego za kluczowe wyzwanie społeczno-ekonomiczne stojące przed systemem zbiorowej komunikacji miejskiej w Zgierzu należy uznać wybór nowego operatora świadczącego usługi publicznego transportu zbiorowego.

## 5.3. 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 CO<sub>2</sub>, niskiej emisji, hałasu.

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



Tabela 26. 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%<sup>18</sup>. Ostatecznym wynikiem analizy kosztów i korzyści jest sprawdzenie efektywności ekonomicznej projektu inwestycyjnego na podstawie skorygowanych przepływów finansowych oraz wycenionej emisji szkodliwych substancji do atmosfery oraz hałasu. Do oceny wykorzystuje się wskaźniki ENPV, ERR oraz B/C, które zostały przedstawione w poniższej tabeli.

Tabela 27. Efektywność ekonomiczna projektu wymiany taboru na autobusy zeroemisyjne

Wskaźnik	Wariant W1	Wariant W2
ENPV	- 13 019 299,81 zł	-27 460 631,65 zł
ERR	nieobliczalne	nieobliczalne
B/C	0,71	0,57

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

Ujemna wartość wskaźnika ENPV oznacza, że inwestycja jest nieopłacalna pod względem ekonomicznym. W przypadku wskaźnika ERR jego wartość nie przekroczyła założonej społecznej stopy dyskontowej na poziomie 4,5%, co oznacza brak opłacalności ekonomicznej inwestycji. Wartość wskaźnika B/C na poziomie poniżej 1 oznacza, że koszty poniesione w projekcie przeważają potencjalne korzyści ekonomiczne. Negatywny wynik analizy wskazuje, że nie musi zostać spełniony ustawowy obowiązek dotyczący udziału autobusów zeroemisyjnych we flocie obsługującej komunikację publiczną przez najbliższe 36 miesięcy, tj. do sporządzenia następnej analizy. Pomimo tego Gmina Miasto Zgierz, zważając na art. 68a, powinny podjąć się zakupu takich pojazdów przy uzyskaniu wsparcia zewnętrznego (środków unijnych, krajowych lub poprzez leasing, dzierżawę pojazdów) lub uwzględnić wymóg pojazdów zeroemisyjnych przy przetargu na świadczenie usług publicznego transportu zbiorowego. Przy uzyskaniu wsparcia zewnętrznego powinna zostać przeprowadzona odrębna analiza kosztów i korzyści dla danego projektu inwestycyjnego, przykładowo wymiany starszych pojazdów na nowe, która uzyska pozytywne wyniki wskaźników efektywności ekonomicznej wymaganych do uzyskania funduszy unijnych.

<sup>18</sup> Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach, Jaspers 2023.



## 5.4. 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 żadna ze zmiennych nie jest zmienną krytyczną.

Tabela 28. Wyznaczenie zmiennych krytycznych w analizie wrażliwości

Zmienna	Zmiana zmiennej	Wartość FNPV/C	Zmiana	Wartość ENPV	Zmiana
<b>Wartość bazowa (warant W1)</b>		<b>-13 287 637,17 zł</b>	<b>-</b>	<b>-13 019 299,81 zł</b>	<b>-</b>
Nakłady inwestycyjne	1%	- 13 389 622,63 zł	0,768%	- 13 108 185,28 zł	0,683%
Koszty operacyjne	1%	- 13 318 528,09 zł	0,232%	- 13 044 442,46 zł	0,193%
Jednostkowe koszty ekonomiczne	1%	- 13 887 637,17 zł	-	- 13 036 422,27 zł	0,132%
Wskaźnik emisyjności CO <sub>2</sub> dla odbiorcy końcowego energii elektrycznej	-1%	- 13 887 637,17 zł	-	- 12 973 067,70 zł	-0,355%
Wskaźnik emisyjności SO <sub>2</sub> dla odbiorcy końcowego energii elektrycznej	-1%	- 13 887 637,17 zł	-	- 13 018 469,17 zł	-0,006%
<b>Wartość bazowa (warant W2)</b>		<b>-39 641 683,84 zł</b>	<b>-</b>	<b>-27 460 631,65 zł</b>	<b>-</b>
Nakłady inwestycyjne	1%	- 39 929 172,20 zł	0,725%	- 27 709 478,88 zł	0,906%
Koszty operacyjne	1%	- 39 750 612,33 zł	0,275%	- 27 549 604,94 zł	0,324%
Jednostkowe koszty ekonomiczne	1%	- 40 241 683,84 zł	-	- 27 405 992,39 zł	-0,199%
Wskaźnik emisyjności CO <sub>2</sub> dla odbiorcy końcowego energii elektrycznej	-1%	- 40 241 683,84 zł	-	- 27 486 161,25 zł	0,093%
Wskaźnik emisyjności SO <sub>2</sub> dla odbiorcy końcowego energii elektrycznej	-1%	- 40 241 683,84 zł	-	- 27 461 574,27 zł	0,003%

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



## 5.5. 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:

Tabela 29. Identyfikacja ryzyka

L.p.	Kategoria ryzyka / czynniki ryzyka	Przyczyna	Skutek
<b>Ryzyko administracyjne</b>			
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.		
<b>Ryzyko związane z zamówieniami</b>			
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.		



L.p.	Kategoria ryzyka / czynniki ryzyka	Przyczyna	Skutek
<b>Ryzyka związane z realizacją inwestycji</b>			
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 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.
<b>Ryzyko operacyjne</b>			
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



L.p.	Kategoria ryzyka / czynniki ryzyka	Przyczyna	Skutek
			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.
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 doładowywania 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 stacje 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.
<b>Ryzyka regulacyjne</b>			
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.
<b>Ryzyka finansowe</b>			
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
R22	Dostępność środków krajowych na finansowanie kosztów operacyjnych.		





L.p.	Kategoria ryzyka / czynniki ryzyka	Przyczyna	Skutek
R23	Wzrost kosztów finansowania.	Wzrost stopy procentowej i oprocentowania kredytów.	zakładanych efektów realizacji inwestycji.
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.



Tabela 30. Analiza jakościowa ryzyka – skala prawdopodobieństwa

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

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

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

Tabela 31. Analiza jakościowa ryzyka – skala siły oddziaływania na projekt

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

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

Poziom ryzyka jest kombinacją Prawdopodobieństwa i Siły oddziaływania. Im wyższy poziom ryzyka, tym intensywniejsze działania zaradcze są potrzebne w celu obniżenia poziomu ryzyka. Tabela 32. definiuje poziom ryzyka w zależności od prawdopodobieństwa i siły oddziaływania oraz prezentuje ryzyko w odpowiednich kolorach.



Tabela 32. Matryca poziomu ryzyka

		Wpływ				
		I	II	III	IV	V
Prawdopodobieństwo	A			R21, R22		
	B		R7, R10, R14, R16, R20	R1, R2, R3, R4, R5,	R11	
	C		R17	R6, R9, R12, R13, R19	R15, R18	R24
	D			R8, R23		
	E					

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

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

Wyróżniamy cztery główne strategie działań zaradczych:

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



Tabela 33. Strategie „Zapobiegania” i „Ograniczania” powiązane z matrycą poziomu ryzyka

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

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

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

Tabela 34. Identyfikacja ryzyka

Lp.	Kategoria ryzyka / czynniki ryzyka	Strategia przeciwdziałania ryzyku
<b>Ryzyko administracyjne</b>		
R1	Opóźnienia w uzyskiwaniu uzgodnień i warunków technicznych.	Doświadczenie inwestora oraz wykonawców w kontaktach z administracją oraz znajomość wymogów proceduralnych. Rzetelne przygotowanie wniosków z odpowiednią rezerwą czasową. Aktualizacja map zasadniczych. Zaplanowanie rezerwy czasowej na ewentualne usuwanie kolizji.
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.	
<b>Ryzyko związane z zamówieniami</b>		
R6	Opóźnienia w realizacji procedur.	Czas realizacji inwestycji jest dość długi, jednak korzystając z doświadczenia ze zrealizowanych projektów inwestycyjnych, przedłużenie tej procedury o kilka miesięcy pozwoli zakończyć zakup autobusów zgodnie z harmonogramem. Wprowadzenie kar umownych dla wykonawców.
R7	Bardzo wysoki popyt na autobusy zeroemisyjne.	
<b>Ryzyka związane z realizacją inwestycji</b>		
R8	Przekroczenie budżetu nakładów inwestycyjnych.	Przeprowadzenie odpowiednich analiz rynkowych.
R9	Ryzyka archeologiczne (wykopaliska).	Przeprowadzenie odpowiednich badań wcześniej. Analiza map historycznych.
R10	Możliwość wystąpienia szkody w środowisku.	Realizacja prac budowlanych związanych z budową infrastruktury z poszanowaniem istniejących przepisów ochrony środowiska.



Lp.	Kategoria ryzyka / czynniki ryzyka	Strategia przeciwdziałania ryzyku
R11	Ryzyka związane z wykonawcą (bankructwo, brak wystarczających zasobów itp.).	Wykonawcy będą w wybierani w formie oferty publicznej. Kryteriami w wyborze będą między innymi dotychczasowe doświadczenie, zrealizowane dotychczas projekty, terminowość w ich realizacjach, czas funkcjonowania podwykonawcy na rynku.
R12	Opóźnienia w budowie infrastruktury na obszarze miasta.	Założenie dłuższego czasu realizacji przedsięwzięcia.
<b>Ryzyko operacyjne</b>		
R13	Zwiększenie zakładanych kosztów operacyjnych.	Koszty operacyjne, eksploatacyjne zostały oszacowane w sposób ostrożny na podstawie danych bieżących. Jak wskazała analiza wrażliwości, wzrost kosztów operacyjnych ma niewielki wpływ na efektywność ekonomiczną inwestycji w autobusy zeroemisyjne. Podpisywanie dłuższych kontraktów na zakup energii elektrycznej, paliwa wodorowego.
R14	Ryzyka klimatyczne (mrozy, powódzie itp.).	Dostosowanie środków trwałych do zmian klimatycznych.
R15	Ryzyko niezajomości rzeczywistych parametrów operacyjnych taboru.	Wprowadzanie wymogu gwarancji na zestawy bateryjne w postępowaniu przetargowym.
R16	Awaria stacji ładowania.	Określenie odpowiedniego wskaźnika niezawodności urządzenia. Posiadanie awaryjnych urządzeń.
R17	Przerwa w dostawie prądu.	Zapewnienie awaryjnego zasilania.
R18	Uszkodzenia sieci zasilającej stacje ładowania.	Aktualizacja map zasadniczych. Konieczność obsługi transportu publicznego autobusami konwencjonalnymi.
R19	Nadmierne skrócenie żywotności baterii i konieczność częstszej wymiany.	Wprowadzanie wymogu gwarancji na zestawy bateryjne w postępowaniu przetargowym.
<b>Ryzyka regulacyjne</b>		
R20	Zmiany w przepisach prawnych dotyczących ochrony środowiska.	Dostosowanie się do zmian legislacyjnych.
<b>Ryzyka finansowe</b>		
R21	Dostępność środków krajowych na finansowanie nakładów inwestycyjnych.	Pozyskiwanie finansowania o stałym oprocentowaniu. Finansowanie inwestycji ze środków własnych. Prowadzenie negocjacji z administracją centralną.
R22	Dostępność środków krajowych na finansowanie kosztów operacyjnych.	
R23	Wzrost kosztów finansowania.	
R24	Brak możliwości pokrycia wkładu własnego na zakup autobusów.	

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



## 6. REKOMENDACJE

Gmina Miasto Zgierz, na podstawie ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych, jest zobligowane 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 postępowanie przetargowe na świadczenie usług komunikacji miejskiej z uwzględnieniem minimalnych udziałów opisanych w art. 68a ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych, a także sukcesywne ponoszenie nakładów odtworzeniowych przez operatora zewnętrznego na pojazdy napędzane silnikami spalinowymi o normie emisji EURO6;
- **Wariant 1** (W\_1 – elektryczny) – wariant zakładający postępowanie przetargowe na świadczenie usług komunikacji miejskiej 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;
- **Wariant 2** (W\_2 – wodorowy) – wariant zakładający postępowanie przetargowe na świadczenie usług komunikacji miejskiej 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.

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 Zgierzy:

- od 1 stycznia 2025 r. – 9 pojazdów (tj. udział 20%);
- od 1 stycznia 2028 r. – 14 pojazdów (tj. udział 30%).





Przeprowadzona analiza finansowo-ekonomiczna wykazała ujemną wartość wskaźnika efektywności finansowej w wariantach W1 i W2. Oznacza to, że inwestycja w autobusy elektryczne akumulatorowe oraz elektryczne z wodorowymi ogniwami paliwowymi jest nieopłacalna pod względem finansowym. Analizę finansową uzupełniono o obliczenie wielkości luki finansowej, która wyniosła 91% w wariantcie W1, co stanowi maksymalny poziom wsparcia ze środków zewnętrznych.

W wyniku analizy społeczno-ekonomicznej obliczono wskaźniki efektywności ekonomicznej, które uzyskały ujemne wartości w obu 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 Zgierzu przez najbliższe 36 miesięcy, tj. do sporządzenia następnej analizy.**

Pomimo tego Gmina Miasto Zgierz, zważając na art. 68a, powinny podjąć się zakupu takich pojazdów przy uzyskaniu wsparcia zewnętrznego (środków unijnych, krajowych lub poprzez leasing, dzierżawę pojazdów) lub uwzględnić wymóg pojazdów zeroemisyjnych przy przetargu na świadczenie usług publicznego transportu zbiorowego. 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.



## ZAŁĄCZNIK A OPIS AKTUALNEGO STANU TABORU AUTOBUSOWEGO

Liczba pojazdów według długości i klasy pojemnościowej

ZPK MARKAB Sp. z o.o.				
MINI	MIDI	MAXI	MEGA15	MEGA18
3	4	30	0	9

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

Klasa pojemnościowa
mini: do 8,99 m długości
midi: 9-10,99 m długości
maxi: 11-13 m długości
mega 15: 13,01-16 m długości
mega 18: powyżej 16 m długości

Liczba pojazdów według rodzaju napędu

ZPK MARKAB Sp. z o.o.							
ON	Hybryda	BEV	FCEV	Trolejbus	CNG	LNG	Inne
34	0	0	0	0	12	0	0

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

Liczba pojazdów spełniających daną normę emisyjności

ZPK MARKAB Sp. z o.o.							
1 (lub brak normy)	2	3	4	5	EEV	6	EV
0	0	16	3	15	12	0	0

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



## ZAŁĄCZNIK B SPIS TABORU

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/ długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat [km]	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 100 km [dm <sup>3</sup> dla ON, m <sup>3</sup> dla CNG]
ZPK MARKAB Sp. z o.o.							
1.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2003	3	MAXI	54 210	45
2.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2001	3	MAXI	54 210	45
3.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2001	3	MAXI	54 210	45
4.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2001	3	MAXI	54 210	45
5.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2000	3	MAXI	54 210	45
6.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2000	3	MAXI	54 210	45
7.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2002	3	MAXI	54 210	45
8.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2002	3	MAXI	54 210	45
9.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2002	3	MAXI	54 210	45
10.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2002	3	MAXI	54 210	45
11.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2002	3	MAXI	54 210	45
12.	Mercedes-Benz 0530 C1	CNG	2007	EEV 1	MAXI	54 210	65
13.	Mercedes-Benz Sprinter	ON	2007	4	MINI	54 210	25
14.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2003	3	MEGA 18	54 210	65



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 <sup>3</sup> dla ON, m <sup>3</sup> dla CNG]
15.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2001	3	MAXI	54 210	45
16.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2001	3	MAXI	54 210	45
17.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2001	3	MAXI	54 210	45
18.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2001	3	MAXI	54 210	45
19.	Mercedes-Benz 0530 C1	CNG	2004	EEV	MEGA 18	54 210	95
20.	Mercedes-Benz 0530 C1	CNG	2004	EEV	MEGA 18	54 210	85
21.	Mercedes-Benz 0530 C1	CNG	2007	EEV	MAXI	54 210	65
22.	Mercedes-Benz 0530 C1	CNG	2008	EEV	MAXI	54 210	65
23.	Mercedes-Benz 0530 C1	CNG	2008	EEV	MAXI	54 210	65
24.	Mercedes-Benz Sprinter	ON	2006	4	MINI	54 210	25
25.	Mercedes-Benz Sprinter	ON	2013	5	MINI	54 210	25
26.	Mercedes-Benz 0530 C1	CNG	2011	EEV	MEGA 18	54 210	95
27.	Mercedes-Benz 0530 C1	CNG	2011	EEV	MEGA 18	54 210	95
28.	Mercedes-Benz 0530 C1	CNG	2011	EEV	MEGA 18	54 210	95
29.	Mercedes-Benz 0530 C1	CNG	2011	EEV	MEGA 18	54 210	95



Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/ długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat [km]	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 100 km [dm <sup>3</sup> dla ON, m <sup>3</sup> dla CNG]
30.	Mercedes-Benz 0530 C1	CNG	2007	EEV	MAXI	54 210	65
31.	Mercedes-Benz 0530 C1	CNG	2007	EEV	MAXI	54 210	65
32.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2012	5	MIDI	54 210	45
33.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2012	5	MIDI	54 210	45
34.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2012	5	MIDI	54 210	45
35.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2012	5	MIDI	54 210	45
36.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2006	4	MEGA 18	54 210	65
37.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2011	5	MAXI	54 210	45
38.	Mercedes-Benz 0530 C2	ON	2012	5	MAXI	54 210	45
39.	Mercedes-Benz 0530 C2	ON	2012	5	MAXI	54 210	45
40.	Mercedes-Benz 0530 C2	ON	2012	5	MAXI	54 210	45
41.	Mercedes-Benz 0530 C2	ON	2012	5	MAXI	54 210	45
42.	Mercedes-Benz 0530 C2	ON	2012	5	MAXI	54 210	45
43.	Mercedes-Benz 0530 C2	ON	2012	5	MAXI	54 210	45
44.	Mercedes-Benz 0530 C1	ON	2010	5	MEGA 18	54 210	65



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 <sup>3</sup> dla ON, m <sup>3</sup> dla CNG]
45.	Mercedes-Benz 0530 C2	ON	2012	5	MAXI	54 210	45
46.	Mercedes-Benz 0530 C2	ON	2012	5	MAXI	54 210	45

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





## 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 postępowanie przetargowe na świadczenie usług komunikacji miejskiej z uwzględnieniem minimalnych udziałów opisanych w art. 68a ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych, a także sukcesywne ponoszenie nakładów odtworzeniowych przez operatora zewnętrznego na pojazdy napędzane silnikami spalinowymi o normie emisji EURO6
Wariant 1 (W_1)	elektryczny	Wariant zakładający postępowanie przetargowe na świadczenie usług komunikacji miejskiej 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
Wariant 2 (W_2)	wodorowy	Wariant zakładający postępowanie przetargowe na świadczenie usług komunikacji miejskiej 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

Autobusy	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Wariant 0</b>											
BEV – suma	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FCEV – suma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INNE (suma pojazdów z innymi napędami)	0	2	5	2	9	0	1	1	0	1	5
Udział pojazdów zeroemisyjnych w całej flocie	0,00	15,22%	15,22%	15,22%	15,22%	15,22%	15,22%	15,22%	15,22%	15,22%	15,22%
<b>Wariant 1</b>											
BEV – suma	0	9	0	0	5	0	0	0	0	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	9	-	-	2	-	-	-	-	-	-
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-
FCEV – suma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Autobusy	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INNE (suma pojazdów z innymi napędami)	0	0	5	2	4	0	1	1	0	1	5
Udział pojazdów zeroemisyjnych w całej flocie	0,00%	19,57%	19,57%	19,57%	30,43%	30,43%	30,43%	30,43%	30,43%	30,43%	30,43%
<b>Wariant 2</b>											
BEV – suma	0	9	0	0	5	0	0	0	0	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	9	-	-	2	-	-	-	-	-	-
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-
FCEV – suma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INNE (suma pojazdów z innymi napędami)	0	0	5	2	4	0	1	1	0	1	5
Udział pojazdów zeroemisyjnych w całej flocie	0,00%	19,57%	19,57%	19,57%	30,43%	30,43%	30,43%	30,43%	30,43%	30,43%	30,43%



**Nakłady inwestycyjne na wymianę autobusów**

Opis	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	SUMA
Nakłady w tys. PLN – Wariant 0	0	18 424	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18 424
Nakłady w tys. PLN – Wariant 1	0	30 806	0	0	17 084	0	0	0	0	0	0	47 890
Nakłady w tys. PLN – Wariant 2	0	26 657	0	0	22 951	0	0	0	0	0	0	49 608

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

Wartość inwestycji koniecznych dla rozwoju infrastruktury ładowania/tankowania dla pojazdów zeroemisyjnych w Wariantcie 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	0	3060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3060
Stacji ładowania pantografowych	0	1550	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1550
Stacji ładowania wolnego	0	646	0	0	0	0	0	0	0	0	0	646



Nakłady	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	SUMA
Stacji ładowania szybkiego	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stacji tankowania wodorem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inne	0	0	0	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\_1 (stan na koniec roku – w tys. PLN)

Opis	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	SUMA
Stacji transformatorowych z oprzyrządowaniem	0	3210	0	0	300	0	0	0	0	0	0	3510
Stacji ładowania pantografowych	0	3100	0	0	775	0	0	0	0	0	0	3875
Stacji ładowania wolnego	0	807	0	0	323	0	0	0	0	0	0	1130
Stacji ładowania szybkiego	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stacji tankowania wodorem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Opis	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	SUMA
Inne	0	0	0	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 Wariantcie 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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stacji ładowania pantografowych	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stacji ładowania wolnego	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stacji ładowania szybkiego	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stacji tankowania wodorem	0	16324	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16324
Inne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

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
CO2	3 183 096,817	3 129 264,823	3 129 264,823	3 129 264,823	3 129 264,823	3 129 264,823	3 129 264,823	3 129 264,823	3 129 264,823	3 129 264,823	3 129 264,823	31 292 648,232
NOX	39 098,963	28 576,151	22 965,416	20 222,390	15 965,640	15 965,640	15 545,513	13 839,840	12 554,295	12 554,295	11 990,511	170 179,691
NHMC/NMVOC	5810,2278	4 427,489	3 781,035	3 464,990	3 157,891	3 157,891	3 113,168	2 990,924	2 913,404	2 913,404	2 797,123	32 717,318
SO2	-	245,692	245,692	245,692	245,692	245,692	245,692	245,692	245,692	245,692	245,692	2 456,916
PM	486,806	282,380	172,605	118,937	115,413	115,413	114,058	112,703	112,703	112,703	109,179	1 366,092

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

Emisje w przypadku wariantu 1 (W\_1)

Rodzaj zanieczyszczenia	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	Suma
CO2	3 183 096,817	3 113 884,254	3 113 884,254	3 050 493,194	2 950 532,719	3 042 097,583	3 042 097,583	3 042 097,583	3 042 097,583	3 042 097,583	3 042 097,583	30 481 379,916
NOX	39 098,963	28 455,154	22 844,419	20 003,815	15 812,696	15 953,642	15 533,514	13 827,842	12 542,297	12 542,297	11 978,513	169 494,188
NHMC/NMVOC	5810,2278	4 364,883	3 718,429	3 370,672	2 813,503	2 859,310	2 814,587	2 692,343	2 614,823	2 614,823	2 498,543	30 361,914
SO2	-	315,889	315,889	315,889	526,482	526,482	526,482	526,482	526,482	526,482	526,482	4 633,042
PM	486,806	280,428	170,653	114,546	116,280	119,804	118,449	117,094	117,094	117,094	113,570	1 385,011

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
CO2	3 183 096,817	3 113 884,254	2 612 577,279	2 549 186,219	2 115 021,094	2 206 585,958	2 206 585,958	2 206 585,958	2 206 585,958	2 206 585,958	2 206 585,958	23 630 184,591
NOX	39 098,963	28 121,438	22 510,703	19 670,099	15 256,501	15 397,447	14 977,320	13 271,647	11 986,102	11 986,102	11 422,318	164 599,675
NHMC/NMVOC	5810,2278	4 361,195	3 714,740	3 366,983	2 807,355	2 853,163	2 808,439	2 686,196	2 608,676	2 608,676	2 492,395	30 307,817
SO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PM	486,806	267,255	157,480	101,373	94,325	97,849	96,494	95,139	95,139	95,139	91,615	1 191,807

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