



TOR

ZESPÓŁ DORADCÓW
GOSPODARCZYCH

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





TOR

**ZESPÓŁ DORADCÓW
GOSPODARCZYCH**

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

Opracowanie pt.

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

zostało przygotowane przez firmę:

TOR

**ZESPÓŁ DORADCÓW
GOSPODARCZYCH**

Zespół Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

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

na podstawie umowy nr MK-K.7031.16.2024.MD pomiędzy Zamawiającym a Wykonawcą z dnia 07.06.2024 r.

Skład autorski opracowania:

Maciej Mysona – Kierownik projektu

Bartłomiej Kasiuk – Koordynator

Jakub Balik

Michał Męczyński

Robert Wojciechowski

i inni



SPIS TREŚCI

1. WPROWADZENIE	6
2. CHARAKTERYSTYKA EŁKU I ORGANIZOWANEJ KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ	7
2.1. OBSZAR OBJĘTY ANALIZĄ.....	7
2.2. ANALIZA OTOCZENIA SPOŁECZNO-GOSPODARCZEGO	8
2.3. SYSTEM TRANSPORTOWY	11
2.4. UŻYTKOWANY TABOR AUTOBUSOWY.....	14
3. PLAN WYMIANY I ROZWOJU TABORU	18
3.1. PROBLEMATYKA WYMIANY TABORU W AKK Z 2021 R.	18
3.2. WYBÓR RODZAJU NAPĘDU.....	18
3.3. PLAN WYMIANY TABORU	22
3.4. WYBÓR LINII DO OBSŁUGI TABOREM ZEROEMISYJNYM	25
4. ANALIZA FINANSOWO-EKONOMICZNA	27
4.1. ANALIZA SYTUACJI FINANSOWEJ MIASTA I WPŁYWU PROGRAMU WYMIANY POJAZDÓW NA JEJ STABILNOŚĆ	27
4.2. OCENA SYTUACJI FINANSOWEJ OPERATORA.....	29
4.3. MODEL NABYWANIA POJAZDÓW	29
4.4. DZIAŁANIA INWESTYCYJNE ZREALIZOWANE W LATACH 2021-2024.....	30
4.5. ZAŁOŻENIA ANALIZY FINANSOWEJ	30
4.6. NAKŁADY INWESTYCYJNE	31
4.7. NAKŁADY ODTWORZENIOWE	32
4.8. KOSZTY OPERACYJNE I WARTOŚĆ REZYDUALNA	33
4.9. EFEKTYWNOŚĆ FINANSOWA.....	36
5. ANALIZA SPOŁECZNO-EKONOMICZNA.....	37
5.1. OSZACOWANIE EFEKTÓW ŚRODOWISKOWYCH.....	37
5.2. EFEKTY DLA MIASTA I MIESZKAŃCÓW WYNIKAJĄCE Z WYMIANY POJAZDÓW NA ZEROEMISYJNE	40
5.3. WYNIKI ANALIZY KOSZTÓW I KORZYŚCI	40
5.4. ANALIZA WRAŻLIWOŚCI	41
5.5. ANALIZA RYZYKA	42
6. REKOMENDACJE	46



WYKAZ POJĘĆ I SKRÓTÓW

AKK	analiza kosztów i korzyści.
Autobus zeroemisyjny	autobus w rozumieniu art. 2 pkt 41 ustawy z dnia 20 czerwca 1997 r. – Prawo o ruchu drogowym (Dz. U. z 2020 r., poz. 110 z późn. zm.), wykorzystujący do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w pojeździe ogniwach paliwowych lub wyłącznie silnik, którego cykl pracy nie prowadzi do emisji gazów.
B/C	wskaźnik zdyskontowanych korzyści do zdyskontowanych kosztów.
CUPT	Centrum Unijnych Projektów Transportowych.
ENPV	ekonomiczna wartość bieżąca projektu. Stanowi sumę zdyskontowanych różnic między całkowitymi korzyściami i kosztami, przy czym całkowite koszty obejmują wycenione w wartościach pieniężnych koszty zewnętrzne (np. zanieczyszczenie, hałas, emisja spalin) i wydatki, a całkowite korzyści – wycenione w wartościach pieniężnych korzyści zewnętrzne i wpływy.
FNPV	finansowa wartość bieżąca netto z inwestycji.
FRR	finansowa stopa zwrotu.
ERR	ekonomiczna stopa zwrotu. Określa efektywność ekonomiczną danego projektu, tj. uwzględniającą nie tylko koszty i przychody finansowe, ale także korzyści i koszty ekonomiczne (efekty zewnętrzne).
MINI	klasa autobusu, którego długość wynosi do 8,99 m.
MIDI	klasa autobusu, którego długość wynosi 9-10,99 m.
Miasto Etk	Gmina Miasto Etk
MAXI	klasa autobusu, którego długość wynosi 11-13 m.
MEGA15	klasa autobusu, którego długość wynosi 13-16 m.
MEGA18	klasa autobusu, którego długość wynosi powyżej 16 m.
MZK Etk	„Miejski Zakład Komunikacji” Spółka z o.o. w Etku
Niebieska Księga	opracowanie pt. <i>Niebieska księga. Sektor transportu publicznego w miastach, aglomeracjach i regionach</i> , Jaspers 2023.
Organizator	właściwa jednostka samorządu terytorialnego zapewniająca funkcjonowanie publicznego transportu zbiorowego na danym obszarze.
Operator	przedsiębiorca uprawniony do prowadzenia działalności gospodarczej w zakresie przewozu osób, który zawarł z organizatorem publicznego transportu zbiorowego



umowę o świadczenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego, na linii komunikacyjnej określonej w umowie.

**Wozokilometr
(wzkm)**

jednostka odpowiadająca jednemu kilometrowi drogi wykonanej przez środek transportu.



1. WPROWADZENIE

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

Przeprowadzona analiza stanowi podstawę do stwierdzenia zasadności eksploataowania autobusów zeroemisyjnych pod względem społeczno-ekonomicznym. Jeśli wynika z niej, iż nie stwierdzono korzyści związanych z eksploatacją autobusów zeroemisyjnych oraz innych środków transportu, jednostka samorządu terytorialnego nie musi realizować ustawowego obowiązku osiągnięcia poziomu udziału autobusów zeroemisyjnych przez następne 36 miesięcy do czasu sporządzenia następnej analizy kosztów i korzyści.

Poprzednia analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej została wykonana w październiku 2021 r. Wykazała ona brak korzyści ze stosowania taboru zeroemisyjnego, a zatem i brak obowiązku jego stosowania.

Ze względu na przeprowadzenie ostatniej analizy w 2021 r., podjęto decyzję o wykonaniu nowej analizy kosztów i korzyści, związanych z wykorzystaniem przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych, przed upływem 36 miesięcy od ostatniej wersji analizy, przypadającym na październik 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:

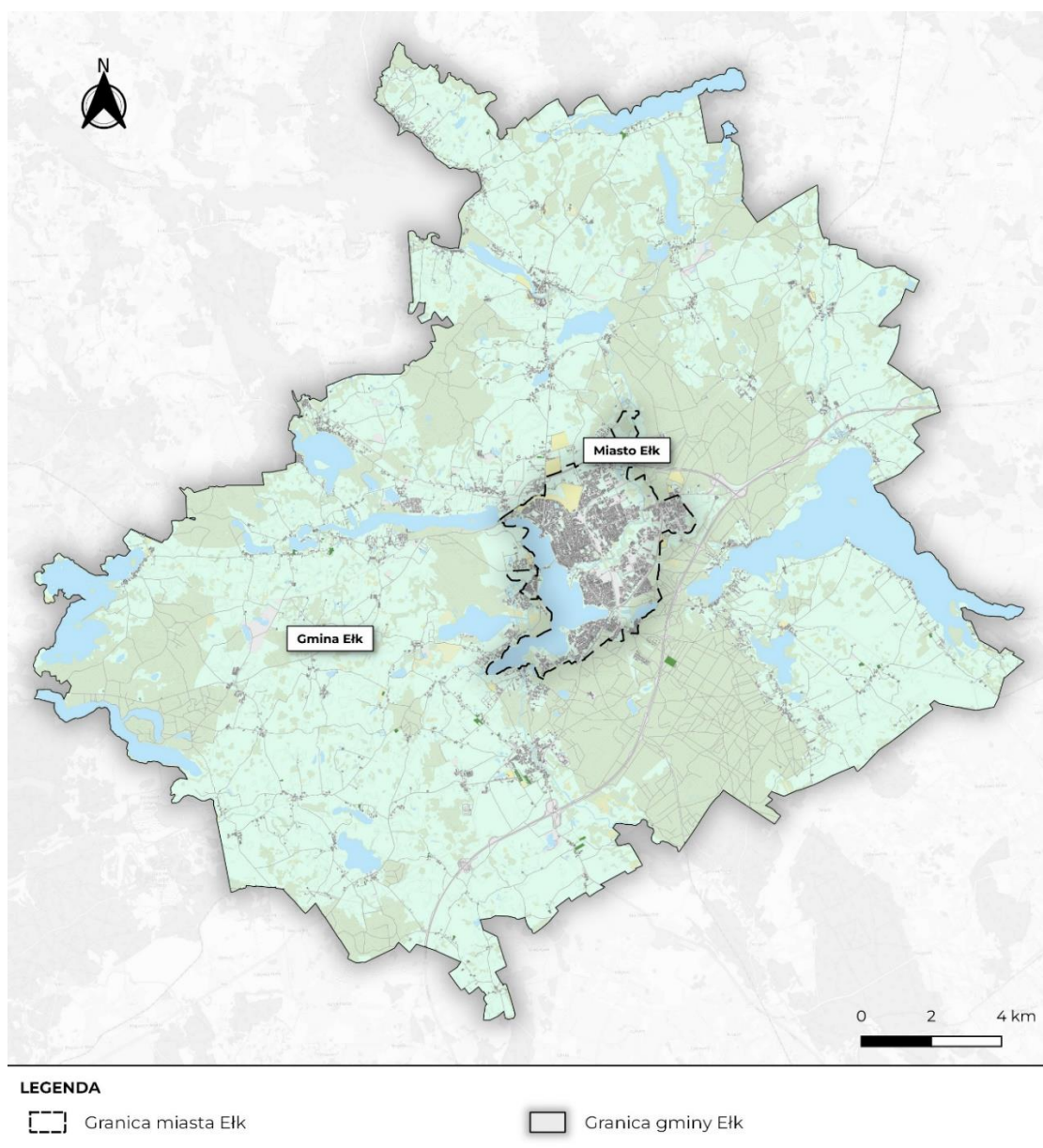
- M. Gromadzki, *Zasady opracowania wymaganej ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Praktyczny przewodnik dla samorządów*, Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej, 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.

2. CHARAKTERYSTYKA EŁKU I ORGANIZOWANEJ KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ

2.1. OBSZAR OBJĘTY ANALIZĄ

Niniejsza analiza kosztów i korzyści obejmuje obszar Gminy Miasto Ełk oraz Gminy Ełk, która powierzyła Gminie Miasto Ełk zadania w zakresie lokalnego transportu zbiorowego na jej obszarze. Połączenia są obsługiwane przez MZK Ełk.

Mapa 1. Obszar objęty analizą



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



2.2. ANALIZA OTOCZENIA SPOŁECZNO-GOSPODARCZEGO

Miasto Ełk zlokalizowane jest w północno-wschodniej części Polski, w województwie warmińsko-mazurskim, na Pojezierzu Ełckim. Miasto położone jest nad Jeziorem Ełckim i Jeziorem Sunowo oraz rzeką Ełk, będącą dopływem Biebrzy. Ełk znajduje się ok. 120 km od Olsztyna oraz ok. 100 km od Białegostoku. Powierzchnia miasta wynosi 21,05 km².

Sytuacja demograficzna stanowi podstawowy aspekt wpływający na potrzeby transportowe na danym obszarze. Według danych GUS na koniec 2023 r. miasto Ełk zamieszkiwało 59 759 osób, z czego 31 269 stanowiły kobiety, natomiast 28 490 – mężczyźni. W porównaniu do 2019 r. liczba mieszkańców miasta zmniejszyła się o 3,78%. Inaczej kształtuje się sytuacja demograficzna w Gminie Ełk, w której mieszka 12 465 osób, a w przeciągu 5 lat liczba mieszkańców zwiększyła się o 5,46%. Gęstość zaludnienia w mieście wynosi 2 839 os./km² – jest to wartość trzykrotnie większa niż średnia gęstość zaludnienia dla miast w Polsce.

Tabela 1. Liczba ludności jednostek administracyjnych obsługiwanych przez MZK Ełk

	2019	2020	2021	2022	2023
Gmina Ełk	11 820	12 044	12 108	12 272	12 465
Gmina Miasto Ełk	62 109	60 471	60 248	60 070	59 759

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o. na podstawie danych BDL GUS (dostęp: 21.06.2024 r.)

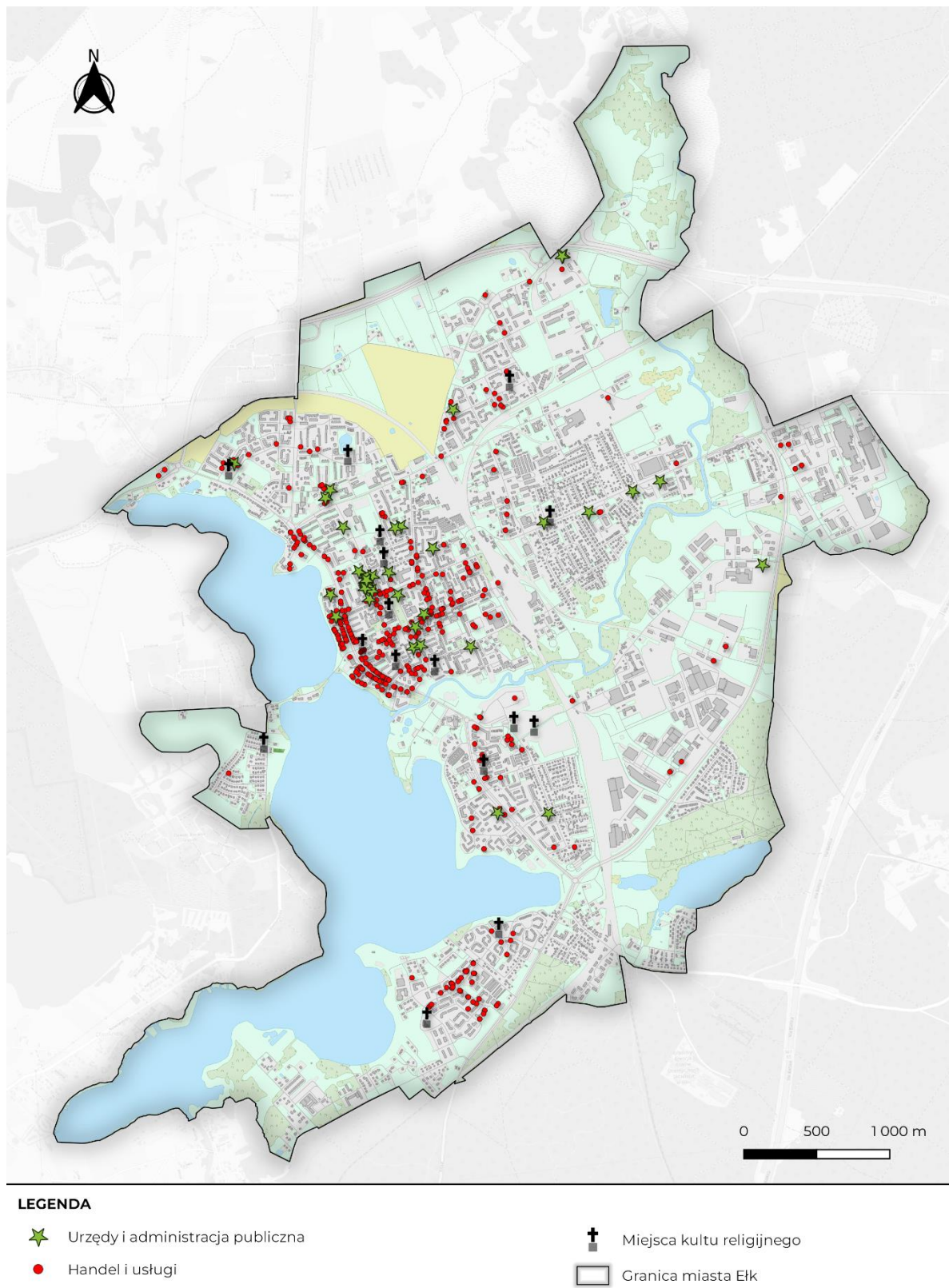
Według prognozy demograficznej Głównego Urzędu Statystycznego liczba mieszkańców miasta do 2040 r. spadnie do 57 335 osób. W porównaniu do innych ośrodków miejskich, spadek ten nie będzie duży – sytuacja Miasta Ełku w sferze demograficznej nie jest zatem najgorsza. W Gminie Ełk (wiejskiej) z kolei, liczba mieszkańców wzrośnie i w 2040 r. będzie ją zamieszkiwać 14 519 osób.

Tabela 2. Prognoza demograficzna dla jednostek administracyjnych obsługiwanych przez MZK Ełk

	2025	2030	2035	2040
Gmina Ełk	12 744	13 512	14 047	14 519
Gmina Miasto Ełk	59 812	59 436	58 491	57 335

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o. na podstawie danych BDL GUS (dostęp: 21.06.2024 r.)

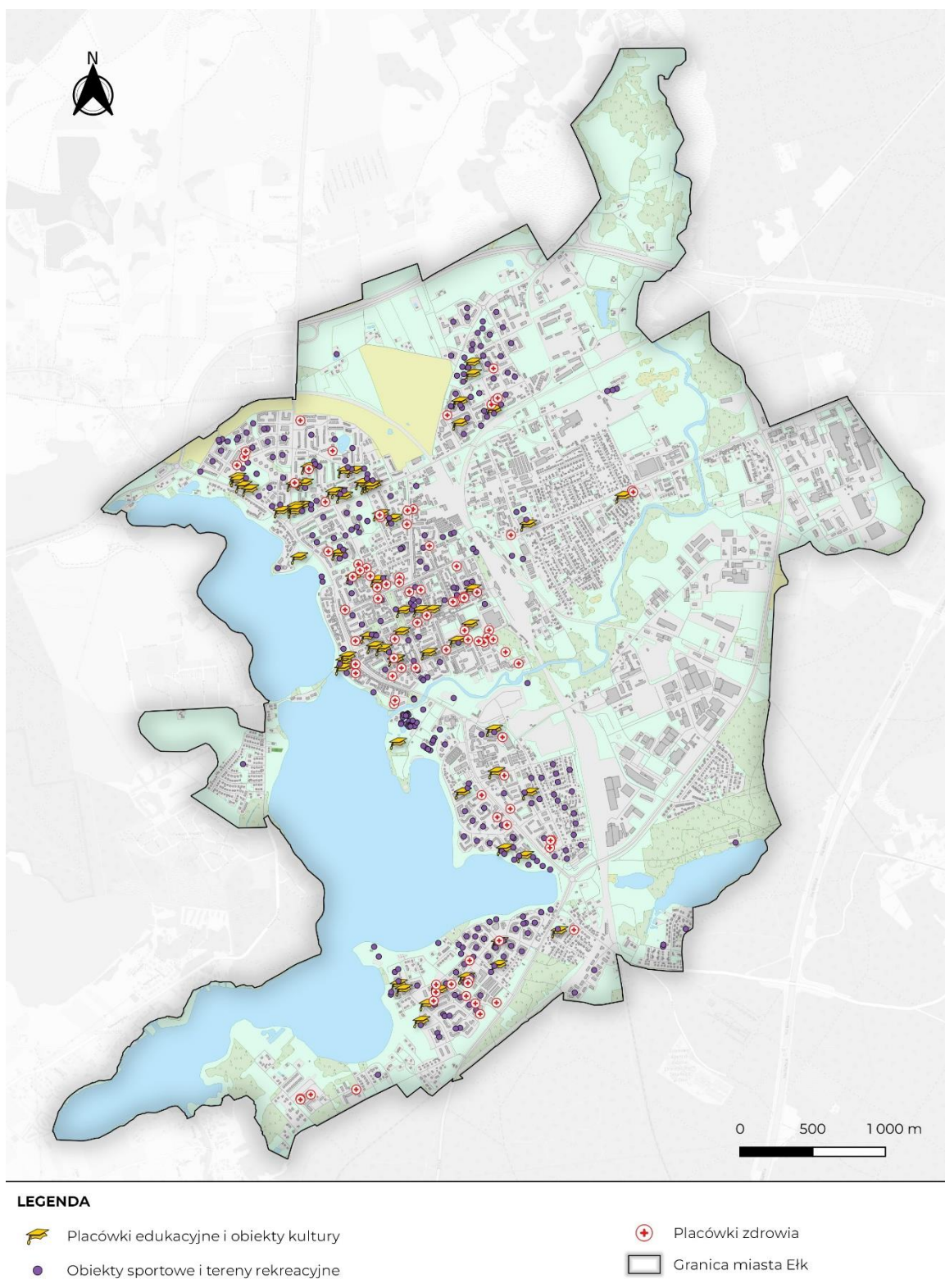
Z punktu widzenia kształtowania transportu publicznego ważne jest rozmieszczenie na mapie miasta generatorów ruchu. Są to obiekty lub obszary, które powodują przemieszczanie się ludzi. Zalicza się do nich miejsca pracy, edukacji, obiekty sportowe, handlowe, kultu religijnego, rozrywkowe oraz sportowe.

**Mapa 2. Generatory ruchu w zakresie handlu, urzędów i miejsc kultu religijnego**

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



Mapa 3. Generatory ruchu w zakresie placówek edukacyjnych, placówek zdrowia, obiektów kultury, obiektów sportowych i terenów rekreacyjnych



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



Układ przestrzenny miasta jest zwarty. W centralnej jego części znajduje się historyczne centrum. Północne rejony to dzielnice mieszkaniowe o zabudowie wielorodzinnej, natomiast te na wschód od centrum są terenami przemysłowo-składowymi i handlowymi. Na tym obszarze znajduje się Podstrefa Ełk Suwalskiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej. Południowa część miasta to obszary zabudowy mieszkaniowej (jedno- i wielorodzinnej).

2.3. SYSTEM TRANSPORTOWY

Miasto Ełk cechuje się 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 infrastrukturę transportową zlokalizowaną na terenie i w otoczeniu miasta.

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

- S16 – droga ekspresowa, docelowo zapewni połączenie z Olsztynem (S51) oraz Knyszynem (S19);
- S61 – droga ekspresowa, stanowiąca część międzynarodowej trasy E67 (Via Baltica), przebiegająca na wschód od miasta;
- DK16 – droga krajowa, stanowiąca główny szlak komunikacyjny Mazur;
- DK65 – droga krajowa, łącząca Gołdap (granica z Rosją) oraz Bobrownikami (granica z Białorusią);
- DW656 – droga wojewódzka łącząca Staświny z Ełkiem.

System publicznego transportu zbiorowego w Ełku obejmuje podsystemy: autobusowy oraz kolejowy. Transport autobusowy jest podstawowym środkiem transportu na terenie miasta. Pełni on kluczową rolę w systemie wewnętrznych połączeń transportowych, jak również w relacjach zewnętrznych – do Gminy Ełk. Sieć autobusowa składa się z 16 linii organizowanych przez Gminę Miasto Ełk.

W 2023 r. praca przewozowa wykonana przez pojazdy komunikacji miejskiej wyniosła 1 517 398,04 wozokilometrów. W porównaniu do 2022 r. praca przewozowa wzrosła o 1,34 % (z 1 497 348,39 wzkm), a do 2021 r. o 2,84% (z 1 475 455,42 wzkm).

Tabela 3. Wykaz linii autobusowych wraz z trasami

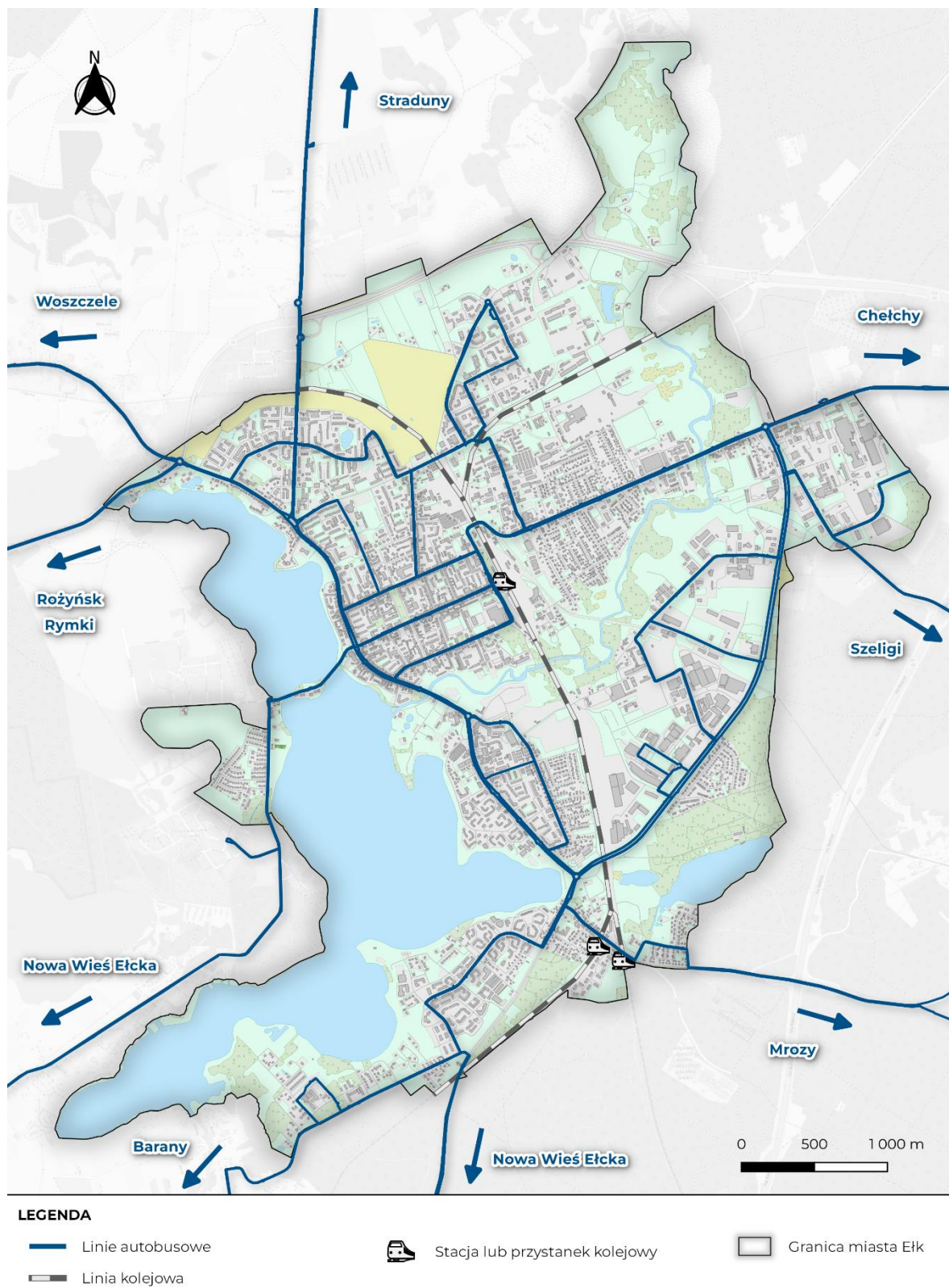
Numer linii	Trasa podstawowa
1	Mrozy – Zakłady Mięsne
2	Woszczele – Zakłady Mięsne
3	Straduny – Zakłady Mięsne



Numer linii	Trasa podstawowa
4	Nowa Wieś – Zakłady Mięsne
5	Chetchy – Konieczki
6	Jeziorna – os. Bajkowe
7	Szpital – Konieczki
8	Jeziorna - Konieczki
10	Nowa Wieś – Konieczki
11	Jeziorna – Zakłady Mięsne
12	Jeziorna – Zakłady Mięsne
13	Zakłady Mięsne – Konieczki
14	Jeziorna – os. Bajkowe
16	Jeziorna – Konieczki
17	Rożyńsk – Dworzec PKP
18	Rymki – Zakłady Mięsne

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

W mieście znajduje się największa węzłowa stacja kolejowa na Mazurach, na której krzyżują się linie kolejowe nr 41, 219 i 223. Według danych UTK dobową wymianę pasażerską na stacji Ełk w 2023 r. wyniosła 1 500 osób. Stacja obsługiwana jest przez pociągi dalekobieżne i regionalne. W mieście znajduje się również przystanek kolejowy: Ełk Szyba Zachód oraz bezpośrednio przyległy do miasta przystanek o nazwie Ełk Szyba Wschód.

**Mapa 4. Schemat linii komunikacji miejskiej**

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



2.4. UŻYTKOWANY TABOR AUTOBUSOWY

Linie etckiej komunikacji miejskiej organizowane przez Gminę Miasto Etk obsługiwane są przez 35 autobusów. Najstarsze pojazdy zostały wyprodukowane w 2004 r., natomiast najnowsze – w 2024 r.

Tabela 4. Spis taboru – stan na 30.06.2024 r.

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/ długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat [km]	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 100 km [dm ³ dla ON]
1.	Mercedes Citaro	spalinowy	2012	EURO 5	MIDI	57 214,05	39,4
2.	Mercedes Citaro	spalinowy	2012	EURO 5	MAXI	56 257,22	41,1
3.	Mercedes Citaro	spalinowy	2012	EURO 5	MAXI	50 769,53	41,8
4.	Mercedes Citaro	spalinowy	2004	EURO 3	MAXI	37 235,23	41,8
5.	Mercedes Citaro	spalinowy	2004	EURO 3	MAXI	39 828,24	44,4
6.	Mercedes Citaro	spalinowy	2004	EURO 3	MAXI	30 551,01	45,9
7.	Mercedes Citaro	spalinowy	2004	EURO 3	MAXI	27 347,08	45,3
8.	Mercedes Citaro	spalinowy	2004	EURO 3	MAXI	41 885,16	48,2
9.	Mercedes Citaro	spalinowy	2007	EURO 4	MAXI	33 880,28	42,7
10.	Mercedes Citaro	spalinowy	2007	EURO 4	MAXI	35 050,48	44,7
11.	Mercedes Citaro	spalinowy	2007	EURO 4	MAXI	36 556,00	42,5
12.	Mercedes Citaro	spalinowy	2010	EURO 5	MAXI	48 528,69	39,3



Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/ długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat [km]	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 100 km [dm ³ dla ON]
13.	Mercedes Citaro	spalinowy	2010	EURO 5	MIDI	54 453,89	34,9
14.	Mercedes Citaro	spalinowy	2008	EURO 4	MAXI	48 746,39	42,3
15.	Mercedes Citaro	spalinowy	2010	EURO 5	MIDI	49 187,47	38,7
16.	Iveco Wing	spalinowy	2010	EURO 5	MINI	35 457,41	19,3
17.	Mercedes Citaro	spalinowy	2008	EURO 4	MAXI	44 634,87	42,9
18.	Volvo 7900	hybrydowy	2019	EURO 6	MAXI	49 995,07	31,9
19.	Volvo 7900	hybrydowy	2019	EURO 6	MAXI	54 182,45	33,7
20.	Volvo 7900	hybrydowy	2019	EURO 6	MAXI	53 692,54	33,8
21.	Volvo 7900	hybrydowy	2020	EURO 6	MAXI	50 982,52	34,2
22.	Volvo 7900	hybrydowy	2020	EURO 6	MAXI	51 120,19	32,1
23.	Volvo 7900	hybrydowy	2020	EURO 6	MAXI	54 122,17	31,8
24.	Volvo 7900	hybrydowy	2021	EURO 6	MAXI	49 933,16	33,6
25.	Volvo 7900	hybrydowy	2021	EURO 6	MAXI	50 830,01	33,1
26.	Mercedes Citaro	spalinowy	2012	EURO 5	MIDI	43 975,82	39,9
27.	Mercedes Citaro	spalinowy	2012	EURO 5	MAXI	49 718,53	41,3



Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/ długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat [km]	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 100 km [dm ³ dla ON]
28.	Mercedes Citaro	spalinowy	2012	EURO 5	MAXI	45 548,41	40,2
29.	Kutsenits City VII-H	spalinowy	2011	EURO 5	MINI	27 565,80	19,0
30.	Iveco Kapena	spalinowy	2013	EURO 5	MINI	46 157,88	19,1
31.	Mercedes Conecto	spalinowy	2011	EURO 5	MAXI	42 349,26	42,1
32.	Mercedes Citaro	spalinowy	2014	EURO 5	MAXI	12 870,00*	49,4
33.	Solaris Urbino 12 electric	elektryczny	2024	EV	MAXI	-	-
34.	Solaris Urbino 12 electric	elektryczny	2024	EV	MAXI	-	-
35.	Solaris Urbino 12 electric	elektryczny	2024	EV	MAXI	-	-

*Przebieg za okres od grudnia 2023 roku.

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

Pod względem długości i klasy pojemności, w etckiej komunikacji miejskiej najwięcej jest autobusów MAXI – 28 sztuk. We flocie znajdują się również autobusy MINI oraz MIDI.

Tabela 5. Pojazdy według długości i klasy pojemnościowej

MINI	MIDI	MAXI	MEGA15	MEGA18
3	4	28	0	0

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

Najwięcej z tych pojazdów zasilanych jest olejem napędowym – 24 pojazdy. We flocie znajduje się 8 pojazdów hybrydowych oraz 3 pojazdy elektryczne.

**Tabela 6. Pojazdy według rodzaju napędu**

ON	Hybryda	BEV	FCEV	Trolejbus	CNG	LNG	Inne
24	8	3	0	0	0	0	0

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

Biorąc pod uwagę normy emisyjności, w Ełku największą grupę stanowią pojazdy spełniające EURO 5 (14 pojazdów). We flocie znajdują się również pojazdy spełniające normę EURO 3 (5 pojazdów), EURO 4 (5 pojazdów) oraz EURO 6 (8 pojazdów). Najnowsze autobusy zaliczane są do kategorii EV.

Tabela 7. Pojazdy według normy emisyjności EURO

1 (lub brak normy)	2	3	4	5	EEV	6	EV
0	0	5	5	14	0	8	3

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

Pod względem wieku pojazdów największy udział stanowią autobusy wieku od 11 do 15 lat, a najmniej w przedziale 6-10 lat.

Tabela 8. Pojazdy według wieku taboru

Do 5 lat	Od 6 do 10 lat	Od 11 do 15 lat	Ponad 15 lat
11	1	13	10

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



3. PLAN WYMIANY I ROZWOJU TABORU

3.1. PROBLEMATYKA WYMIANY TABORU W AKK Z 2021 R.

Z analizy kosztów i korzyści z 2021 r., przy przyjętych założeniach, wynika brak korzyści ze stosowania taboru zeroemisyjnego, a zatem i brak obowiązku jego stosowania. Głównym czynnikiem, który negatywnie wpłynął na wyniki przeprowadzonej analizy były wysokie ceny autobusów zeroemisyjnych, jak również konieczność poniesienia znaczących dodatkowych nakładów na instalacje je zasilające. Podkreślono, iż dla jednostki samorządu terytorialnego efektywność zastosowania autobusów zeroemisyjnych znacznie by wzrosła, gdyby cena pojazdów była niższa. Zwrócono również uwagę na jedyną możliwą opcję zakupu pojazdów zeroemisyjnych, w przypadku uzyskania przez MZK Ełk oraz Miasto Ełk dofinansowania zewnętrznego.

3.2. WYBÓR RODZAJU NAPĘDU

Istotną rolę dla rozwoju zrównoważonych systemów transportowych odgrywa rodzaj napędu autobusów zeroemisyjnych. Wybór odpowiedniego rodzaju napędu jest szczególnie ważny w procesie analizy kosztów, z racji na różnicowanie cen zakupu pojazdów, jak również ich późniejszej eksploatacji. Do najpopularniejszych zeroemisyjnych rodzajów napędów należą zasilania elektryczne oraz wodorowe.

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

- brak emisji szkodliwych spalin do atmosfery;
- niską lub zerową emisję hałasu;
- możliwość odzyskiwania energii podczas hamowania pojazdu;
- cechowanie się lepszym przyspieszeniem niż autobusy spalinowe.

Kontrowersje związane z wykorzystaniem autobusów elektrycznych wywołuje jednak kosztowny i szkodliwy dla środowiska proces wytwarzania baterii elektrycznych. Do ich produkcji wykorzystuje się rzadkie pierwiastki, tj. nikiel, lit oraz kobalt. Podobnie jest z produkcją energii elektrycznej do napędzania autobusów, ponieważ w polskich warunkach jedynie w ograniczonym stopniu pochodzi ona z odnawialnych źródeł energii.

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

- poprzez złącze plug-in – najdłuższa czasowo forma ładowania, podczas niej na terenie zajezdni wykorzystuje się wtyczki kablowe, odbywa się najczęściej w nocy;



- pantografowe – częściowe doładowywanie baterii pojazdu, zazwyczaj na pętlach lub zajezdni, pomiędzy kolejnymi kursami, wykorzystuje się pantograf znajdujący się na dachu autobusu, który łączy się ze stacją ładowania;
- szybkie ładowanie poprzez tzw. pantograf odwrócony, który opuszczany jest ze stacji ładującej na „szyny”, które zlokalizowane są na dachu autobusu, działające w podobny sposób, jak klasyczne ładowanie pantograficzne.

Najczęściej spotykanym rozwiązaniem jest mieszanie różnych rodzajów ładowania. Pojazdy można ładować poprzez wtyczkę (podczas nocnego postoju w zajezdni) oraz pantograf (podczas postoju między kursami).

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

Tabela 9. Ceny ładowarek do autobusów elektrycznych w Polsce

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

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

Infrastruktura ładowania bezpośrednio powiązana jest z odległościami, jakie autobusy są w stanie pokonać. Pojazdy wyposażone w mniejsze baterie mogą pokonywać zdecydowanie krótsze dystanse, niż te z większymi bateriami. Co równie ważne, autobusy o mniejszych bateriach wymagają doładowywania pomiędzy kursami (np. na pętlach), jednakże pojazdy te mają mniejszą masę własną i są tańsze niż jednostki wyposażone w większe baterie. Zaletą tych ostatnich jest możliwość realizacji przewozów bez konieczności ładowania baterii w trakcie postojów między kursami. Jednakże pojazdy te cechują się większą masą własną i są droższe w zakupie.



Wszystkie przedstawione aspekty przekładają się na ceny pojazdów, które zależne są od wielu czynników, tj. liczby autobusów kupowanych w ramach jednego przetargu, pojemności baterii, klasy pojazdu czy sposobu ładowania. W poniższej tabeli przedstawiono przykładowe postępowania przetargowe na dostawy autobusów elektrycznych w Polsce.

Tabela 10. Ceny autobusów elektrycznych w Polsce

Miasto	Klasa	Cena za sztukę netto [PLN]	Liczba sztuk zamówionych w ramach postępowania	Producent i model pojazdu wybrany w przetargu	Rozstrzygnięcie przetargu
Działdowo	MIDI	1 813 000	2	Yutong E9	Maj 2023 r.
Suwałki*		2 635 000	5	Solaris Urbino 9 LE electric	Kwiecień 2024 r.
Jasło		1 598 000	6	Karsan e-Atak	Kwiecień 2024 r.
Oświęcim		2 560 000	6	Solaris Urbino 9 LE electric	czerwiec 2024 r.
Muszyna		1 669 000	5	Yutong E9 i E7	grudzień 2023 r.
Pelplin	MAXI	2 158 000	3	Solaris Urbino 12 electric	lipiec 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.
Toruń		2 560 000	10	Solaris Urbino 12 electric	marzec 2023 r.
Warszawa		2 632 000	18	Yutong U12	luty 2024 r.

*wraz z infrastrukturą ładowania

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



W ramach opisu dostępnych rodzajów napędu należy wspomnieć o **autobusach wodorowych**. Wykorzystują one energię elektryczną wytwarzaną z ogniw paliwowych. Produktem procesu produkcji energii z wodoru jest woda w postaci gazowej. Aby produktem ubocznym była tylko para wodna, konieczne jest pozyskanie paliwa, wyprodukowanego w procesie elektrolizy wody z użyciem prądu z OZE, a nie reformingu parowego gazu ziemnego, podczas którego wydzielą się tlenek węgla.

Zbiorniki na wodór umieszczone są na dachach pojazdów, a proces tankowania trwa około 10-15 minut, co w porównaniu z czasem niezbędnym do naładowania autobusów zasilanych bateryjnie jest zdecydowanie na plus. Wraz z rozwojem i udoskonaleniem technologii produkcji baterii dla autobusów elektrycznych pojazdy mogą pokonywać coraz dłuższe trasy pomiędzy ładowniami, jednakże maksymalnie deklarowane przez producentów zasięgi w większości przypadków nie zgadzają się z osiągniętymi w warunkach codziennej eksploatacji. Wiąże się to z koniecznością doładowania pojazdów pomiędzy kursami, co często uniemożliwia realizację całodziennych kursów. Pojazd wodorowy natomiast, zatankowany maksymalnie, może pokonać dystans średnio ok. 400 km (oczywiście w tym zakresie istnieją rozbieżności w zależności od producenta pojazdów i pojemności zbiornika).

Świadczenie usług przewozowych taborem tego typu jest wciąż problematyczne, z uwagi na niewielką liczbę stacji tankowania wodorem w Polsce. Pomimo ciągłego rozwoju infrastruktury dla pojazdów wodorowych i deklaracji największych przedsiębiorstw paliwowych, w całym kraju dostępnych jest aktualnie tylko kilka stacji. Z perspektywy miasta Etk najbliższa ogólnodostępna stacja tankowania wodoru znajduje się w Warszawie (PAK-PCE Stacje H2 przy ul. Tango 4), a zatem oddalona jest o ponad 250 km. Warto również zwrócić uwagę na aktualne ceny wodoru, które wynoszą około 69 zł brutto/kg. Wysoka cena tego pierwiastka przekłada się na wyższe koszty eksploatacji pojazdów wodorowych.

Istnieje jednak rozwiązanie, które umożliwia zmniejszenie ceny eksploatacji pojazdów wodorowych. Jest nim budowa własnej stacji tankowania wodorem. Jednakże jak wskazują wyniki programu priorytetowego „Wsparcie infrastruktury do ładowania pojazdów elektrycznych i infrastruktury do tankowania wodoru”, średni koszt jej budowy wynosi nawet 16 324 041,02 zł netto. Ze względu na wysokie koszty inwestycyjne i rozpoczęte inwestycje związane z autobusami elektrycznymi akumulatorowymi – w dalszej części opracowania nie odnoszono się do autobusów elektrycznych z wodorowymi ogniwami paliwowymi.

Oprócz autobusów elektrycznych i wodorowych, na rynku dostępne są **autobusy zasilane biometanem**. Zostały one zakwalifikowane przez prawodawcę jako pojazdy zeroemisyjne wraz z nowelizacją Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych, pochodzącą z grudnia 2021 r. Biometanem nazywamy oczyszczony biogaz, czyli mieszaninę gazów, będącą produktem beztlenowego rozkładu materii organicznej. Powstaje on jako produkt uboczny m.in. w oczyszczalniach ścieków, składowiskach odpadów, gospodarstwach rolniczych, browarach. Na biometan składa się głównie metan oraz dwutlenek węgla, ale także siarkowodór, para wodna, tlenek węgla czy siloksany. Jest on biogazem oczyszczonym do ok. 98% zawartości metanu. W zależności od lokalizacji instalacji, istnieje kilka metod oczyszczania. Biometan nie wymaga zmian



w konstrukcji i napędzie pojazdu, ponieważ pojazdy, które napędzane są sprężonym gazem ziemnym CNG są do niego przystosowane. Co ważne, nie ma też konieczności specjalnego dostosowania zbiorników ani instalacji tankowania. Niemniej, w Polsce nie funkcjonuje obecnie żadna biometanownia, a budowa nowej wiązałaby się z poniesieniem wysokich kosztów inwestycyjnych.

Autobusy zasilane olejem napędowym nie są uznawane za pojazdy zeroemisyjne, jednakże zostały one przedstawione w niniejszym opracowaniu ze względu na fakt, iż Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych wskazuje na obowiązek 30-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.

Niewątpliwie zaletą autobusów zasilanych olejem napędowym jest powszechność eksploatacji tych pojazdów. Co ważne, wykorzystywanie autobusów zasilanych olejem napędowym nie wymaga ponoszenia dodatkowych kosztów m.in. na sieć trakcyjną, infrastrukturę do składowania pojazdów elektrycznych lub tankowania wodoru oraz dostosowywania zaplecza technicznego. Pozyskane pojazdy powinny spełniać najbardziej ekologiczną normę spalin EURO 6, natomiast po 2027 r. – EURO 7. Średnia cena autobusu klasy MINI kształtuje się na poziomie ok. 675 tys. zł, MIDI – ok. 1,38 mln zł, klasy MAXI – 1,45 mln zł, natomiast klasy MEGA18 – 1,819 mln zł.

3.3. PLAN WYMIANY TABORU

Gmina Miasto Ełk obecnie posiada plany dotyczące zakupów autobusów elektrycznych. W trakcie realizacji jest projekt dotyczący zakupu 5 autobusów elektrycznych wraz z budową odpowiedniej infrastruktury w Ełku, dofinansowany przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w ramach konkursu Zielony Transport Publiczny. W roku sporządzania analizy zrealizowany ma być także zakup jeszcze jednego autobusu elektrycznego, dzięki oszczędnościom pochodzącym z postępowania przetargowego z wykorzystaniem tego samego programu priorytetowego. Ponadto w trakcie oceny jest wniosek złożony przez MZK Ełk na zakup czterech autobusów elektrycznych dofinansowanych przez NFOŚiGW w ramach konkursu Zielony Transport Publiczny w ramach projektu pn. „Zakup 4 autobusów elektrycznych wraz z infrastrukturą w Ełku”.

Na podstawie powyższych informacji i wyników analiz z poprzednich podrozdziałów określono trzy warianty wymiany taboru: jeden zakładający brak spełnienia wymagań opisanych w art. 36 Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych oraz dwa zakładające spełnienie wymogów ustawowych.

Pomimo że wariant inwestycyjny W0 zakłada zaniechanie projektu inwestycyjnego, to nie obejmuje on jednak zaniechania świadczenia usług komunikacji miejskiej czy ponoszenia nakładów odtworzeniowych dotyczących taboru. Warto też zaznaczyć, że w art. 68a ust. 3 Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych zobowiązano zamawiających, takich jak Gmina Miasto Ełk 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 świadczenie usług komunikacji miejskiej z uwzględnieniem minimalnych udziałów opisanych w art. 68a Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych, a także sukcesywne ponoszenie nakładów odtworzeniowych na pojazdy napędzane silnikami spalinowymi o normie emisji EURO 6;
- **Wariant 1** (W_1 – elektryczny) – wariant zakładający 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.

Ze względu na postępujący proces inwestycyjny, różnicą pomiędzy wariantami jest przyspieszenie zakupów w 2024 r. w celu spełnienia 20% udziału autobusów zeroemisyjnych we flocie od 1 stycznia 2025 r.

Tabela 11. Harmonogram wymiany floty

Autobus	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Wariant 0											
BEV – suma	0	5	5	2	1	0	0	6	0	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
MAXI	-	5	5	2	1	-	-	4	-	-	-
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FCEV – suma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAXI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Autobus	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
MEGA15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGA18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INNE (suma pojazdów z innymi napędami)	-	-	-	-	-	4	2	0	1	1	-
Udział pojazdów zeroemisyjnych w całej flocie [%]	0,0	14,3	28,6	34,3	37,1	37,1	37,1	54,3	54,3	54,3	54,3
Wariant 1											
BEV – suma	0	7	3	2	1	0	0	6	0	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
MAXI	-	7	3	2	1	-	-	4	-	-	-
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)	-	-	-	-	-	4	2	2	1	1	-
Udział pojazdów zeroemisyjnych w całej flocie [%]	0,0	20,0	28,6	34,3	37,1	37,1	37,1	54,3	54,3	54,3	54,3

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



3.4. WYBÓR LINII DO OBSŁUGI TABOREM ZEROEMISYJNYM

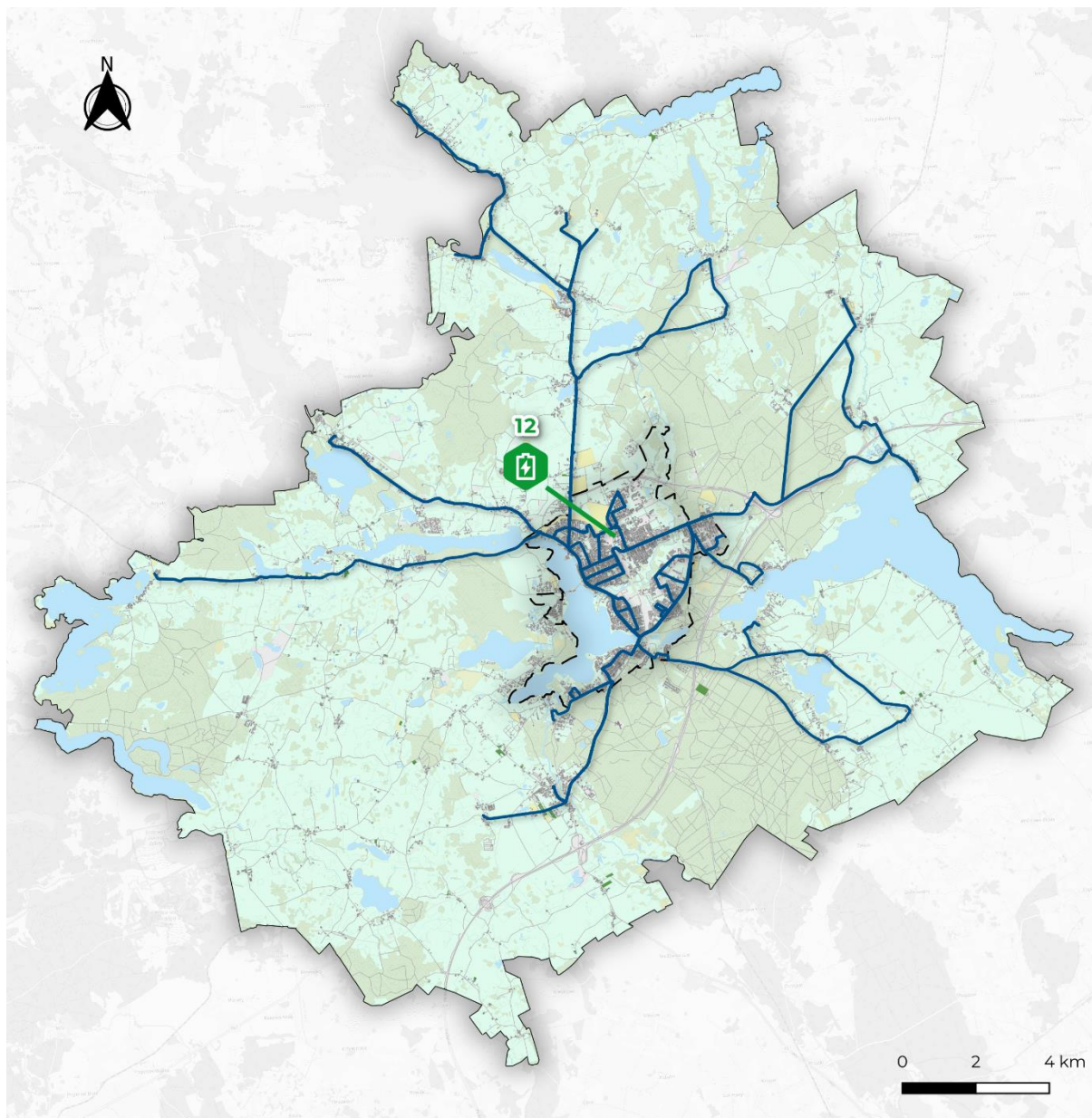
W zakresie alokacji autobusów zeroemisyjnych należy uwzględnić aspekty społeczne, tj. liczbę potencjalnych pasażerów obsługiwanych przez nowy tabor autobusowy, liczbę mieszkańców i turystów oraz potencjalny wzrost zainteresowania komunikacją miejską po wprowadzeniu do eksploatacji takich pojazdów. Przy 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. Przy wprowadzeniu autobusów elektrycznych ważna jest również synchronizacja rozkładu jazdy z harmonogramem ładowania (odpowiednie przerwy pomiędzy kursami) tak, aby uniknąć całkowitego rozładowania autobusu na trasie lub wzajemnej blokady dostępu do ładowarki przez pojazdy. 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).

Biorąc pod uwagę wybór linii autobusowych przeznaczonych do elektryfikacji w etckiej komunikacji miejskiej, należy uwzględnić, że w trakcie przygotowania niniejszej analizy eksploatowano już autobusy elektryczne akumulatorowe. Według informacji od organizatora, elektrobusey obecnie wykorzystywane są na niemal wszystkich liniach komunikacyjnych. Brak ich na liniach nr 10 oraz 18, ze względu na ograniczenia tonażowe na zabytkowym moście oraz złego stanu nawierzchni jezdni na ich trasach. Z tego względu odstąpiono od dalszego wyboru linii do obsługi taborem zeroemisyjnym, umożliwiając dalsze elastyczne wykorzystanie elektrobusey organizatorowi i operatorowi.

Infrastruktura ładowania autobusów elektrycznych akumulatorowych powinna być w dalszym stopniu rozwijana na zajezdni operatora. Pojemność akumulatorów w pojazdach musi pozwalać na wykonywanie zadań całodziennych przypisanych do pojazdów, a także cechować się pojemnością podobną do obecnie użytkowanych pojazdów, tj. 320 kWh.



Mapa 5. Elektryfikacja linii autobusowych oraz lokalizacja punktów ładowania



LEGENDA

— Linie obsługiwane autobusami elektrycznymi



Ładowarki plug-in



Granica miasta Elk



Granica gminy Elk

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

MZK Ełk świadczy usługi komunikacji miejskiej na podstawie umowy wieloletniej, która została podpisana na okres 10 lat do końca 2029 roku. Finansowanie przewozów ełckiej komunikacji miejskiej wykonywanych przez MZK Ełk odbywa się na podstawie rocznego wynagrodzenia spółki zabezpieczonego w budżecie Gminy Miasto Ełk oraz w Wieloletniej Prognozie Finansowej. Jest ono przeznaczane 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 Ełk w latach 2021-2024, zauważyć można, iż miasto w ostatnich latach odnotowuje dodatni wynik budżetu operacyjnego (występuje nadwyżka dochodów nad wydatkami bieżącymi). Oznacza to, że wykonywanie zadań bieżących przez jednostkę odbywa się na poziomie możliwości finansowych JST. Wydatki majątkowe na lokalny transport zbiorowy były ponoszone w 2021 r. i dotyczyły zakupu autobusów hybrydowych, systemów informacji i zarządzania ruchem wspierających uprzywilejowanie transportu zbiorowego w ruchu publicznym, systemów zwiększających bezpieczeństwo, a także zakupu i montażu tablic informacji na przystankach wraz z kamerami.

Warto dodać, że inwestycje majątkowe Ełku spowodowały, że odnotowano deficyt w budżecie miasta w 2023 r. (koszty majątkowe były wyższe niż łączne dochody majątkowe oraz nadwyżka operacyjna). W 2024 r. zaplanowano deficyt w wysokości 79,8 mln zł. 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 12. Budżet Gminy Miasto Ełk w latach 2021-2024 [mln zł]

Lp.	Pozycja	Wykonanie w latach			Plan na 2024 r.*
		2021	2022	2023	
1	Dochody budżetu Miasta w tym:	357,9	331,2	328,1	363,0
1a	dochody bieżące	318,9	310,2	293,7	291,6
1aa	lokalny transport zbiorowy	11,7	6,8	3,5	17,3
1b	dochody majątkowe	39,0	21,1	34,4	71,4
2	Wydatki budżetu Miasta w tym:	337,1	324,6	337,3	442,8
2a	wydatki bieżące	295,5	298,2	293,2	341,9
2aa	lokalny transport zbiorowy	17,7	10,3	11,0	13,5
2b	wydatki majątkowe na lokalny transport zbiorowy	8,6	0,0	0,2	20,4
3	Nadwyżka/deficyt budżetu Miasta	20,8	6,6	-9,2	-79,8
4	Deficyt/nadwyżka operacyjna	23,4	12,0	0,5	-50,3
5	Finansowanie w tym:	25,1	27,5	36,4	79,8
5a	przychody	31,4	33,8	46,9	89,8
5b	rozchody	6,3	6,3	10,5	10,0

*Na podstawie Uchwały nr LIX.644.2023 Rady Miasta Ełku z dnia 13 grudnia 2023 w sprawie budżetu Miasta Ełku na rok 2024 bez uwzględnienia późniejszych zmian.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie sprawozdań budżetowych



4.2. OCENA SYTUACJI FINANSOWEJ OPERATORA

Sytuację finansową MZK Ełk należy uznać za przeciętną. W latach 2021-2023 przychody spółki ze sprzedaży usług wzrosły z 10,7 mln zł do 14 mln zł, przy kosztach, które zwiększyły się z 11,3 mln zł do 14 mln zł. W tym okresie spółka odnotowywała dwukrotnie ujemny wynik finansowy -524 tys. zł w 2021 r. oraz -290 tys. zł w 2022 r. Jedynie w 2023 r. spółka odnotowała zysk w wysokości 55,7 tys. zł. Wypracowany poziom zysku nie pozwala jednak na prowadzenie znacznych inwestycji w odnowę posiadanego taboru, tym bardziej na zakup pojazdów zeroemisyjnych.

Tabela 13. Rachunek zysków i strat MZK Ełk w wariantcie porównawczym [tys. PLN]

Pozycja	2021	2022	2023
Przychody ze sprzedaży	10 725,0	12 743,0	13 980,5
Koszty działalności operacyjnej	11 344,7	13 153,4	14 027,6
Zysk/strata ze sprzedaży	-618,7	-410,4	-47,1
Pozostałe przychody operacyjne	159,5	153,2	126,0
Pozostałe koszty operacyjne	65,4	103,7	84,8
Zysk/strata na działalności operacyjnej	-524,6	-360,9	-5,9
Przychody finansowe	0,0	70,8	113,9
Koszty finansowe	0,0	0,0	0,0
Podatek dochodowy	0,0	0,0	52,3
Zysk/strata netto	-524,6	-290,1	55,7

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

4.3. MODEL NABYWANIA POJAZDÓW

Dotychczasowo w Ełku nabywanie pojazdów realizowane było przez operatora i organizatora. MZK Ełk pozyskiwał autobusy używane z napędem zasilanym olejem napędowym. 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 zwłaszcza zeroemisyjnych. Alternatywą dla zakupu z własnych środków mogłoby być finansowanie zewnętrzne w postaci leasingu lub dzierżawy pojazdów w zależności od długości kontraktu.



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 zakupy z własnych środków budżetowych musiałyby spowodować ograniczenie innych wydatków majątkowych. Częściej spotykanym rozwiązaniem jest pozyskiwanie nowego taboru z wykorzystaniem środków unijnych umożliwiających sfinansowanie projektu do 85% kosztów kwalifikowanych przedsięwzięcia lub programu priorytetowego „Zielony Transport Publiczny”.

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 umową o świadczenie usług publicznych zawartą przez jednostkę samorządu terytorialnego z operatorem.

4.4. DZIAŁANIA INWESTYCYJNE ZREALIZOWANE W LATACH 2021-2024

W ostatnich latach Gmina Miasto Ełk oraz MZK Ełk prowadziły inwestycje w tabor autobusowy. W 2021 r. Gmina Miasto Ełk zakupiła 8 autobusów klasy MAXI z napędem hybrydowym spalinowo-elektrycznym. Pojazdy zostały przekazane na podstawie umowy dzierżawy operatorowi.

W trakcie przygotowywania analizy, realizowany jest także projekt zakupu 5 autobusów elektrycznych akumulatorowych klasy MAXI wraz z niezbędną infrastrukturą. Do końca czerwca pierwsze 3 autobusy zostały przekazane MZK Ełk na podstawie umowy dzierżawy.

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 14. Założenia analizy finansowej

Zakres	Założenie
Okres analizy	Lata 2024-2033 ¹ .
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 MZK Ełk z uwzględnieniem specyfiki technicznej pojazdów zeroemisyjnych.
Nakłady odtworzeniowe	Następują po 18 latach dla pojazdów napędzanych olejem napędowym (wynika to z obecnego procesu wymiany autobusu i struktury taboru – w przypadku przyjęcia progu 10 lat – w pierwszym roku analizy konieczna byłaby wymiana 69% autobusów, które aktualnie świadczą usługi komunikacji miejskiej.) Dla autobusów elektrycznych założono 15 lat eksploatacji dla pojazdów zeroemisyjnych. Okres żywotności stacji ładowania wynosi 30 lat, a infrastruktury do ładowania pojazdów – 40 lat.
Wartość rezydualna ²	Uwzględniona w ostatnim roku analizy z wykorzystaniem metody dochodowej.

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

4.6. NAKŁADY INWESTYCYJNE

Nakłady inwestycyjne obliczono na podstawie analizy rynkowej przeprowadzonej w poprzednim rozdziale, a także na podstawie określonych wariantów inwestycyjnych. Najniższe nakłady inwestycyjne na autobusy zeroemisyjne i infrastrukturę ładowania odnotowano w wariantcie W0 – 17,8 mln zł. W wariantcie W1 łączne nakłady inwestycyjne wyniosły 20,3 mln zł. W poniższej tabeli przedstawiono nakłady inwestycyjne w poszczególnych wariantach z uszczegółowieniem nakładów na tabor i infrastrukturę. 2023 r. nie jest uwzględniony w analizie finansowej, jednakże został przedstawiony zgodnie z wytycznymi Ministerstwa Klimatu i Środowiska.

¹ Zgodnie z zaleceniami Ministerstwa Klimatu i Środowiska.

² Wartość rezydualna to zdolność środków trwałych posiadających wartość ekonomiczną do generowania dochodów.



Tabela 15. Nakłady inwestycyjne na wymianę autobusów w wariantach inwestycyjnych

Opis	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Nakłady [tys. PLN] Wariant 0											
w tym:											
tabor	0	4 957	12 877	0	0	0	0	0	0	0	0
infrastruktura	0	0	485	0	0	0	0	0	0	0	0
Nakłady [tys. PLN] Wariant 1											
w tym:											
tabor	0	10 076	7 758	2 478	0	0	0	0	0	0	0
infrastruktura	0	162	323	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 Ełku. W pierwszej kolejności wymianie poddano najstarsze autobusy firmy Mercedes. Ze względu na krótki horyzont analizy, ale także 8-letnią gwarancję producenta na akumulatory, nie brano pod uwagę konieczności wymiany akumulatorów w autobusach elektrycznych po 8 latach eksploatacji. Dla zwiększenia porównywalności wariantów założono ponoszenie nakładów odtworzeniowych w wariantie W0 w tych samych latach, co nakłady inwestycyjne i odtworzeniowe w wariantie W1. Łącznie nakłady odtworzeniowe w wariantie W0 wyniosły 34,1 mln zł, a w wariantie W1 – 31,6 mln zł. Poniżej przedstawiono harmonogram i nakłady w poszczególnych latach.

Tabela 16. Harmonogram i wysokość nakładów odtworzeniowych w poszczególnych wariantach

Rok	Wariant W0 [PLN]	Wariant W1 [PLN]
2024	-	-
2025	-	-
2026	5 280 000,00	2 801 520,91



Rok	Wariant W0 [PLN]	Wariant W1 [PLN]
2027	2 478 479,09	2 478 479,09
2028	4 892 200,00	4 892 200,00
2029	2 126 200,00	2 126 200,00
2030	17 212 210,53	17 212 210,53
2031	676 200,00	676 200,00
2032	1 450 000,00	1 450 000,00
2033	-	-
Łącznie	34 115 289,62	31 636 810,53
Różnica pomiędzy wariantami (W1-W0)		-2 478 479,09

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 przez przewoźnika w kolejnych latach okresu operacyjnego, uwzględniono podstawowe koszty związane z eksploatacją taboru oraz infrastrukturą do obsługi autobusów elektrycznych w wariantach inwestycyjnych. W poniższej tabeli przedstawiono założenia do obliczenia kosztów operacyjnych.

Tabela 17. Założenia kosztów operacyjnych przyjętych do analizy

Pozycja kosztowa	Jednostka	Podstawa	Wartość
Wielkość pracy eksploatacyjnej	wzkm	Dane otrzymane od MZK Etk	1,57 mln wzkm Przyjęto łączną pracę eksploatacyjną na podstawie średniego przebiegu pojazdów podaną przez MZK Etk
Koszt paliwa	zł/l	Średnia cena hurtowa oleju napędowego netto Orlen SA w I połowie 2024 r.	5,06 zł
Koszt napraw i remontów, zużycia materiałów	zł/km	Dane otrzymane od MZK Etk	W zależności od rodzaju i typu autobusu. Dla autobusów elektrycznych koszty materiałów i części zamiennych (będące składnikiem kosztów napraw



Pozycja kosztowa	Jednostka	Podstawa	Wartość
i części zamiennych			i remontów) obniżone o 5% wg danych <i>Analizy rozwoju zeroemisyjnego, zbiorowego transportu drogowego w Polsce (autobusy, trolejbusy, tramwaje)</i> ³ .
Koszt opłat za zanieczyszczenie środowiska	t/zł	Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 4 sierpnia 2023 r. w sprawie wysokości stawek opłat za korzystanie ze środowiska na rok 2024	W zależności od normy emisji spalin i używanego paliwa
Średnie spalanie oleju napędowego	l/100 km	Dane otrzymane od MZK Ełk	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. Według danych <i>Analizy rozwoju zeroemisyjnego, zbiorowego transportu drogowego w Polsce (autobusy, trolejbusy, tramwaje)</i> ⁴ .
Cena energii elektrycznej	zł/kWh zł/kW zł/mies.	Na podstawie cennika PGE Dystrybucja	2,1770 zł/kWh Opłata handlowa: 200,00 zł/mies. Składnik stały stawki sieciowej: 18,80 kW/mies. Składnik opłaty abonamentowej: 15,00 zł/mies.
Amortyzacja (liniowa)	% [rok]	Załącznik nr 1 do ustawy z dnia 26 lipca 1991 r. o podatku dochodowym od osób fizycznych	20% – tabor 18% – stacja tankowania wodoru 10% – infrastruktura ładowania i bramownice 5% – trafostacje

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

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

³ <https://legislacja.rcl.gov.pl/docs//2/12386951/13068507/13068508/dokument673918.pdf>, (dostęp: 10.07.2024 r.)

⁴ Ibidem.



Inwestycje w wariantcie W1 generują w ciągu całego okresu analizy 71,5 tys. zł straty. Wynika to z wyższych kosztów utrzymania odpowiedniej mocy przyłączeniowej w wariantcie W1 względem kosztów utrzymania odpowiedniej mocy przyłączeniowej w wariantcie W0. W poniższej tabeli przedstawiono wartość kosztów operacyjnych w całym okresie analizy.

Tabela 18. Wartość kosztów operacyjnych w okresie analizy

Pozycja	Koszty operacyjne w całym okresie analizy [PLN]
Koszty operacyjne w wariantcie W0	53 474 686,45 zł
Koszty operacyjne w wariantcie W1	53 546 137,27 zł
Różnica pomiędzy wariantami (W1-W0)	-71 450,82 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 19. Wartość rezydualna

Pozycja	Wariant W1
Wartość brutto środków trwałych	20 312 395,45 zł
Umorzenie środków trwałych	20 280 091,27 zł
Wartość rezydualna	32 304,18 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 20. Efektywność finansowa projektu wymiany taboru na autobusy zeroemisyjne

Wskaźnik	Wariant W1
FNPV	-242 870,80 zł
FRR	-0,73%

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).



5. ANALIZA SPOŁECZNO-EKONOMICZNA

5.1. OSZACOWANIE EFEKTÓW ŚRODOWISKOWYCH

Autobusy użytkowane obecnie w etckiej komunikacji miejskiej wykorzystują olej napędowy, co wpływa negatywnie na jakość powietrza. Spalanie tego paliwa powoduje emisję szkodliwych substancji – głównie tlenków azotu (NOx). W mniejszym stopniu również cząstek stałych pyłów zawieszonych PM_{2,5}, PM₁₀, lotnych związków organicznych oraz CO₂. W przypadku autobusów zasilanych sprężonym gazem ziemnym CNG, emisja jest ograniczona o cząstki stałe pyłów zawieszonych PM_{2,5} i PM₁₀.

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

Na podstawie metodyki zaproponowanej przez Centrum Unijnych Projektów Transportowych uwzględniającej normy emisji spalin EURO w pojeździe i zużycie paliwa lub energii elektrycznej, obliczono emisję zanieczyszczeń w poszczególnych wariantach. Największą różnicę pomiędzy nimi można zaobserwować w spadku emisji CO₂, NOx oraz SO₂. Niewielkie zmiany zachodzą podczas emisji pyłów zawieszonych PM_{2,5} i PM₁₀. Warto jednak zaznaczyć przy tym, że następuje zmiana charakteru emisji z lokalnej (emisji liniowej) na globalną (emisję punktową). W konsekwencji ograniczenie emisji pochodzącej z transportu publicznego powoduje, że następuje poprawa komfortu życia mieszkańców poprzez lepszą jakość powietrza atmosferycznego oraz poprawę jego zapachu.

W wariantcie W1 można zauważyć także wzrost emisji SO₂, który jest wynikiem większego wykorzystania autobusów elektrycznych oraz produkcji energii elektrycznej w elektrowni. Zmniejszenie negatywnego efektu może jedynie pojawić się przy wykorzystaniu OZE, np. poprzez instalację paneli fotowoltaicznych, 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.

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.

Źródła emisji hałasu z pojazdów konwencjonalnych to przede wszystkim silnik, a także tarcie opon o nawierzchnię. Znaczenie tego drugiego zwiększa się jednak dopiero przy większych prędkościach osiąganych przez pojazdy. W miastach, gdzie dopuszczalna prędkość ruchu drogowego ograniczona jest zwykle do 50 km/h, a w godzinach szczytu powstają kongestie drogowe, największe znaczenie ma pierwsze źródło, tj. hałas powodowany przez silnik spalinowy i elementy systemów z nim współpracujących. W przypadku autobusów elektrycznych emisja hałasu przez silnik jest znacznie mniejsza. Według producentów takich pojazdów, elektrobusey emitują hałas o ok. 15-20% mniejszy niż autobusy z silnikiem konwencjonalnym. Pozwala to na zwiększenie komfortu korzystania z transportu miejskiego, a także na zmniejszenie oddziaływania hałasu na mieszkańców w budynkach znajdujących się przy drogach.

W zakresie wyceny emisji hałasu wykorzystuje się przygotowaną przez CUPT tabelę kosztów jednostkowych hałasu w transporcie drogowym zindeksowaną o prognozę rozwoju gospodarczego Polski autorstwa Ministerstwa Finansów. Przy szacowaniu zakłada się średnią gęstość zaludnienia dla typowego obszaru miejskiego, tj. 3 000 os./km² oraz gęstość zaludnienia w pasie 250 metrów od drogi, po której przebiega linia komunikacyjna obsługiwana autobusami zeroemisyjnymi. Gęstość zaludnienia przy liniach komunikacyjnych obsługiwanych autobusami zeroemisyjnymi w przypadku analizowanej sieci komunikacji miejskiej w korytarzu 250 m wyniosła 413,6 os./km² (64,5 tys. mieszkańców). Oznacza to, że gęstość zaludnienia jest o 7,3 razy mniejsza niż na typowym obszarze miejskim. Powoduje to zmniejszenie korzyści wynikających ze zmniejszenia emisji hałasu o powyższą relację. Na dalszym rysunku przedstawiono gęstość zaludnienia w obszarze ciążenia linii autobusowych przeznaczonych do elektryfikacji.

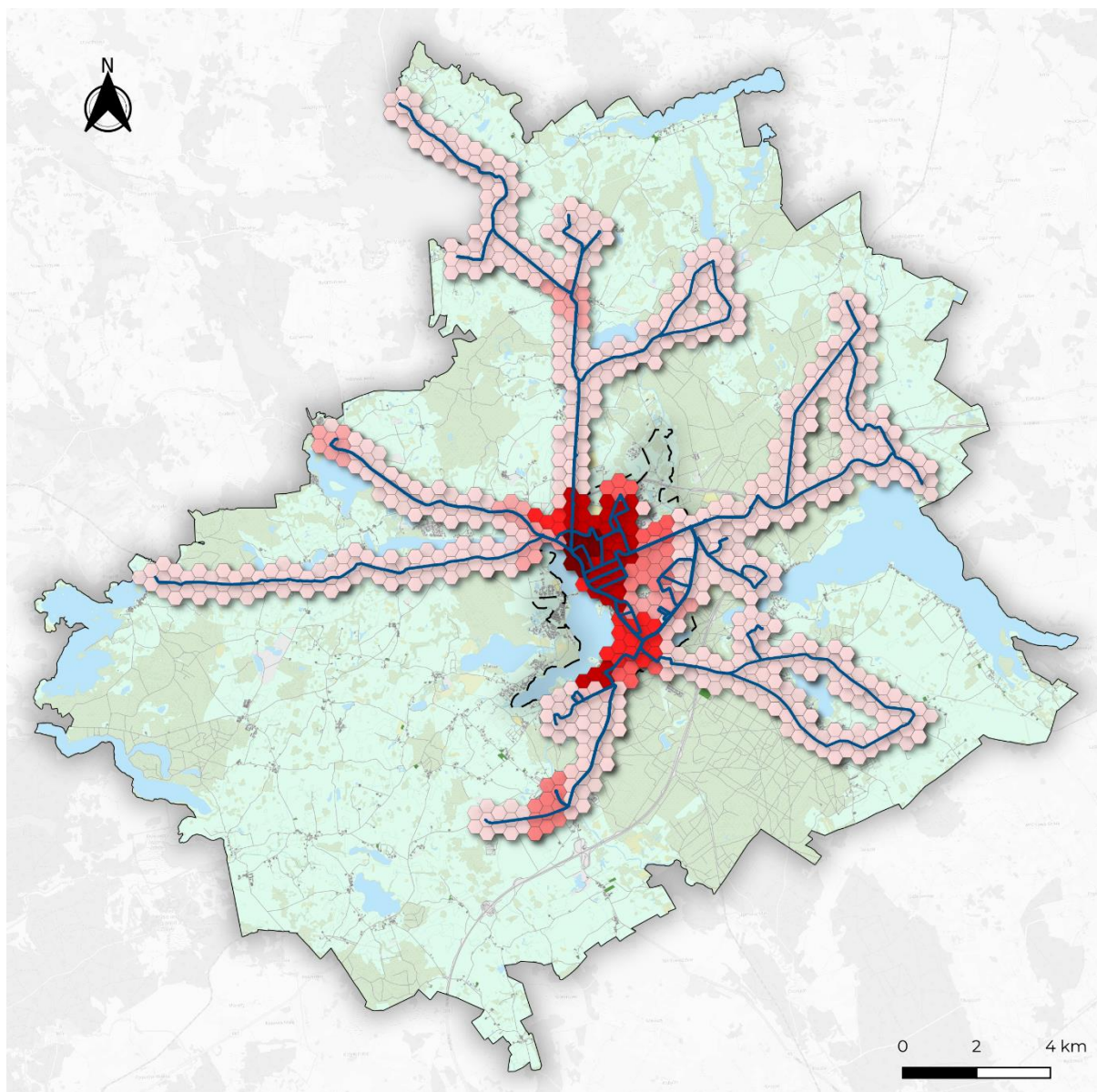
Realizacja wariantu inwestycyjnego W1 pozwoli na uzyskanie korzyści w wyniku redukcji hałasu w okresie analizy o wartości 49,76 zł.

Tabela 21. Wielkość kosztów emisji hałasu w poszczególnych wariantach w całym okresie analizy

Koszt emisji hałasu	W0	W1/	Korzyści w wyniku redukcji hałasu w okresie analizy (W1/W2-W0)
	57 309,29 zł	56 948,41zł	49,76 zł

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

Mapa 6. Gęstość zaludnienia w obszarze ciążenia linii autobusowych do elektryfikacji [os/km²]


LEGENDA

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

powyżej 7000
 4001 - 7000
 2001 - 4000
 1001 - 2000

601 - 1000
 251 - 600
 0 - 250

Linie obsługiwane autobusami elektrycznymi
 Granica miasta Elk
 Granica gminy Elk

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. Wykorzystanie środków zewnętrznych przy pozyskiwaniu autobusów zeroemisyjnych, a także zainicjowany proces elektryfikacji ełckiej komunikacji miejskiej (poniesiono już nakłady na infrastrukturę elektroenergetyczną) nie powinien przyczynić się do ograniczenia oferty przewozowej. W następstwie braku uzyskania środków zewnętrznych, mogłoby dojść do ograniczenia liczby połączeń, zmniejszenia mobilności społecznej oraz dostępności usług społecznych, a potencjalnie do zwiększenia wykluczenia komunikacyjnego części mieszkańców miasta i sąsiedniej gminy.

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 CO₂, niskiej emisji, hałasu.

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

Tabela 22. 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%⁵. 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.

⁵ Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach, Jaspers 2023.

**Tabela 23. Efektywność ekonomiczna projektu wymiany taboru na autobusy zeroemisyjne**

Wskaźnik	Wariant W1
ENPV	-14 315,69 zł
ERR	2,68%
B/C	1,00

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

Ujemna wartość wskaźnika ENPV oznacza, że inwestycja jest nieopłacalna pod względem ekonomicznym. W przypadku wskaźnika ERR jego wartość nie przekroczyła założonej społecznej stopy dyskontowej na poziomie 3%, co oznacza brak opłacalności ekonomicznej inwestycji. Wartość wskaźnika B/C na poziomie 1 oznacza, że koszty poniesione w projekcie równają się potencjalnym korzyściom ekonomicznym. Negatywny wynik analizy wskazuje, że nie musi zostać spełniony ustawowy obowiązek dotyczący udziału autobusów zeroemisyjnych we flocie obsługującej komunikację publiczną przez najbliższe 36 miesięcy, tj. do sporządzenia następnej analizy. Pomimo tego Gmina Miasto Ełk podejmuje dalsze działania w celu większego wykorzystania autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej dzięki wykorzystaniu środków zewnętrznych. Pozytywna ocena wniosku przez NFOŚiGW na zakup czterech autobusów elektrycznych w ramach konkursu Zielony Transport Publiczny spowoduje, że w najbliższych latach Gmina Miasto Ełk osiągnie ponad 20% udział autobusów zeroemisyjnych.

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 wszystkie zmienne oprócz wskaźnika emisyjności SO₂ dla odbiorcy końcowego energii elektrycznej są zmiennymi krytycznymi.



Tabela 24. Wyznaczenie zmiennych krytycznych w analizie wrażliwości

Zmienna	Zmiana zmiennej	Wartość FNPV/C	Zmiana	Wartość ENPV	Zmiana
Wartość bazowa (warant W1)		- 242 870,80 zł	-	-14 315,69 zł	-
Nakłady inwestycyjne	1%	-294 182,06 zł	-21,1%	-15 405,33 zł	-7,7%
Koszty operacyjne	1%	-243 557,83 zł	-0,3%	-14 856,78 zł	-3,8%
Jednostkowe koszty ekonomiczne	1%	-242 870,80 zł	0,0%	-12 828,13 zł	10,4%
Wskaźnik emisyjności CO₂ dla odbiorcy końcowego energii elektrycznej	-1%	-242 870,80 zł	0,0%	-13 802,44 zł	3,6%
Wskaźnik emisyjności SO₂ dla odbiorcy końcowego energii elektrycznej	-1%	-242 870,80 zł	0,0%	-14 298,58 zł	0,1%

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

Kolejnym krokiem jest test wrażliwości. Oznacza to wyznaczenie tzw. wartości progowych zmiennych kluczowych, przy jakiej wartości zmiennej wskaźnik ENPV wyzeruje się, czyli projekt spełnienia odpowiedniego udziału autobusów zeroemisyjnych osiągnie granicę ekonomicznej efektywności. Efektywność ekonomiczna wskazanego projektu zostanie spełniona w przypadku spełnienia jednego z warunków: spadku wartości nakładów inwestycyjnych o 13,14%, spadku wartości kosztów operacyjnych o 26,46%, wzroście wartości jednostkowych kosztów ekonomicznych o 9,63%, spadku wskaźnika emisyjności CO₂ o 27,90%.

Tabela 25. Wyznaczenie zmiennych krytycznych w analizie wrażliwości

Zmienna	Zmiana zmiennej	Wartość ENPV
Nakłady inwestycyjne	-13,14%	2,12 zł
Koszty operacyjne	-26,46%	1,38 zł
Jednostkowe koszty ekonomiczne	9,63%	9,53 zł
Wskaźnik emisyjności CO₂ dla odbiorcy końcowego energii elektrycznej	-27,90%	4,15 zł

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o. w 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 26. Identyfikacja ryzyka

L.p.	Kategoria ryzyka / czynniki ryzyka	Przyczyna	Skutek
Ryzyko administracyjne			
R1	Opóźnienia w uzyskiwaniu uzgodnień i warunków technicznych.	Prace w ramach inwestycji w autobusy zeroemisyjne wymagają pozyskania warunków technicznych oraz uzgodnień z podmiotami zewnętrznymi, jak również pozwoleń na budowę lub wycinkę. Mogą również wystąpić opóźnienia związane z podłączeniem do sieci dystrybucyjnych (w wyniku problemów w negocjacjach z operatorem sieci dystrybucyjnej, brakiem odpowiednich mocy przyłączeniowych), opóźnienia w uzyskiwaniu decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, opóźnienia w usuwaniu kolizji z sieciami dystrybucyjnymi.	Opóźnienia w realizacji inwestycji w autobusy elektryczne. Przesunięcie w czasie zakładanych efektów realizacji inwestycji. Zwiększenie kosztów realizacji inwestycji.
R2	Opóźnienia w uzyskiwaniu pozwoleń na realizację inwestycji (np. na budowę).		
R3	Opóźnienia związane z podłączeniem do sieci dystrybucyjnych.		
R4	Opóźnienia w uzyskiwaniu decyzji środowiskowych.		
R5	Opóźnienia w usuwaniu kolizji z sieciami dystrybucyjnymi.		
Ryzyko związane z zamówieniami			
R6	Opóźnienia w realizacji procedur.	Istnieje ryzyko przedłużania procedur przetargowych ze względu na odwołania oferentów przedłużające proces wyboru wykonawcy. Mogą wystąpić także problemy z dotrzymaniem okresów dostaw ze względu na zbyt wysoki popyt na autobusy zeroemisyjne w wyniku konieczności spełnienia warunków z ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych czy braku materiałów do produkcji pojazdów.	Opóźnienia w realizacji projektu, a także przesunięcie w czasie zakładanych efektów realizacji inwestycji w autobusy zeroemisyjne.
R7	Bardzo wysoki popyt na autobusy zeroemisyjne.		
Ryzyka związane z realizacją inwestycji			
R8	Przekroczenie budżetu nakładów inwestycyjnych.	Wzrost cen autobusów zeroemisyjnych oraz kosztów budowy infrastruktury ładowania lub tankowania.	Konieczność poniesienia dodatkowych nakładów inwestycyjnych.
R9	Ryzyka archeologiczne (wykopaliska).	Nieoczekiwane stanowisko archeologiczne.	Opóźnienia w realizacji projektu, a także przesunięcie w czasie zakładanych efektów



L.p.	Kategoria ryzyka / czynniki ryzyka	Przyczyna	Skutek
			realizacji inwestycji w autobusy zeroemisyjne. Zwiększenie kosztów realizacji inwestycji.
R10	Możliwość wystąpienia szkody w środowisku.	Wystąpienie szkody środowiskowej w wyniku budowy infrastruktury ładowania i tankowania.	Opóźnienia w realizacji projektu, a także przesunięcie w czasie zakładanych efektów realizacji inwestycji w autobusy zeroemisyjne. Zwiększenie kosztów realizacji inwestycji.
R11	Ryzyka związane z wykonawcą (bankructwo, brak wystarczających zasobów itp.).	Bankructwo, brak wystarczających zasobów itp. ze strony wykonawcy.	Opóźnienia w realizacji projektu, a także przesunięcie w czasie zakładanych efektów realizacji inwestycji w autobusy zeroemisyjne.
R12	Opóźnienia w budowie infrastruktury na obszarze miasta.	Zbyt późna realizacja zamówienia na budowę infrastruktury na obszarze miasta. Zbyt krótki czas realizacji czy problemy wynikające z dużej liczby zamówień na ładowarki. Sezonowość robót budowlanych.	Opóźnienia w realizacji projektu, a także przesunięcie w czasie zakładanych efektów realizacji inwestycji w autobusy zeroemisyjne.
Ryzyko operacyjne			
R13	Zwiększenie zakładanych kosztów operacyjnych.	Niedoszacowanie kosztów operacyjnych. Wzrost taryfy za prąd lub ceny wodoru.	Niższa efektywność inwestycji w autobusy elektryczne.
R14	Ryzyka klimatyczne (mrozy, powódzie itp.).	Warunki meteorologiczne.	Konieczność wykorzystania taboru zastępczego (o konwencjonalnym napędzie) lub niepełna obsługa linii przez autobusy elektryczne akumulatorowe, zaburzenie funkcjonowania systemu komunikacji zbiorowej.
R15	Ryzyko nieznaności rzeczywistych parametrów operacyjnych taboru.	Krótszy zasięg autobusu elektrycznego akumulatorowego.	Problemy z eksploatacją autobusów elektrycznych akumulatorowych.



L.p.	Kategoria ryzyka / czynniki ryzyka	Przyczyna	Skutek
R16	Awaria stacji ładowania.	Awaryjność urządzeń.	Opóźnienia w realizacji kursów, konieczność wykorzystania taboru zastępczego (o konwencjonalnym napędzie) lub niepełna obsługa linii przez autobusy elektryczne akumulatorowe (brak możliwości dotładowywania w określonym przedziale czasowym), zaburzenie funkcjonowania systemu komunikacji zbiorowej.
R17	Przerwa w dostawie prądu.	Awarie zasilania, zwiększone pobory energii w mieście wymuszające czasowe wyłączenie dostaw dla poszczególnych dzielnic.	
R18	Uszkodzenia sieci zasilającej stację ładowania.	Przerwanie sieci zasilającej stację ładowania w wyniku wykonywania innych robót budowlanych.	
R19	Nadmierne skrócenie żywotności baterii i konieczność częstszej wymiany.	Wada fabryczna pakietów bateryjnych, nieodpowiednia eksploatacja pojazdów.	Konieczność ponoszenia dodatkowych nakładów odtworzeniowych.
Ryzyka regulacyjne			
R20	Zmiany w przepisach prawnych dotyczących ochrony środowiska.	Zmiany legislacyjne.	Opóźnienia w realizacji inwestycji w autobusy zeroemisyjne a także przesunięcia w czasie osiągnięcia zakładanych efektów realizacji inwestycji.
Ryzyka finansowe			
R21	Dostępność środków krajowych na finansowanie nakładów inwestycyjnych.	Zmiany warunków finansowania projektu. Zaprzestanie prowadzenia programów wspierających rozwój inwestycji w autobusy zeroemisyjne w Polsce oraz Unii Europejskiej.	Zagrożenie trwałości finansowej. Opóźnienia w realizacji inwestycji w autobusy zeroemisyjne a także przesunięcia w czasie osiągnięcia zakładanych efektów realizacji inwestycji.
R22	Dostępność środków krajowych na finansowanie kosztów operacyjnych.		
R23	Wzrost kosztów finansowania.	Wzrost stopy procentowej i oprocentowania kredytów.	
R24	Brak możliwości pokrycia wkładu własnego na zakup autobusów.	Zmiany w prawie podatkowym i utrata wpływów przez organizatorów transportu publicznego.	

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



6. REKOMENDACJE

Gmina Miasto Etk, 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 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 na pojazdy napędzane silnikami spalinowymi o normie emisji EURO6;
- **Wariant 1** (W_1 – elektryczny) – wariant zakładający 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;

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 Etku:

- od 1 stycznia 2025 r. – 7 pojazdów (tj. udział 20%);
- od 1 stycznia 2028 r. – 11 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.

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 Ełku przez najbliższe 36 miesięcy, tj. do sporządzenia następnej analizy.

Pomimo tego Gmina Miasto Ełk podejmuje dalsze działania w celu większego wykorzystania autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej dzięki wykorzystaniu środków zewnętrznych. Pozytywna ocena wniosku przez NFOŚiGW na zakup czterech autobusów elektrycznych w ramach konkursu Zielony Transport Publiczny spowoduje, że w najbliższych latach Gmina Miasto Ełk osiągnie ponad 20% udział autobusów zeroemisyjnych.



ZAŁĄCZNIK A OPIS AKTUALNEGO STANU TABORU AUTOBUSOWEGO

Pojazdy według długości i klasy pojemnościowej

MINI	MIDI	MAXI	MEGA15	MEGA18
3	4	28	0	0

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

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

Pojazdy według rodzaju napędu

ON	Hybryda	BEV	FCEV	Trolejbus	CNG	LNG	Inne
24	8	3	0	0	0	0	0

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

Pojazdy według normy emisyjności

1 (lub brak normy)	2	3	4	5	EEV	6	EV
0	0	5	5	14	0	8	3

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

Pojazdy według wieku taboru

Do 5 lat	Od 6 do 10 lat	Od 11 do 15 lat	Ponad 15 lat
11	1	13	10

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

**Załącznik B SPIS TABORU****Tabor MZK Ełk**

Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 100 km (dm ³ dla ON, m ³ dla CNG)
1.	Mercedes Citaro	spalinowy	2012	EURO 5	midi	57 214,05	39,4
2.	Mercedes Citaro	spalinowy	2012	EURO 5	maxi	56 257,22	41,1
3.	Mercedes Citaro	spalinowy	2012	EURO 5	maxi	50 769,53	41,8
4.	Mercedes Citaro	spalinowy	2004	EURO 3	maxi	37 235,23	41,8
5.	Mercedes Citaro	spalinowy	2004	EURO 3	maxi	39 828,24	44,4
6.	Mercedes Citaro	spalinowy	2004	EURO 3	maxi	30 551,01	45,9
7.	Mercedes Citaro	spalinowy	2004	EURO 3	maxi	27 347,08	45,3
8.	Mercedes Citaro	spalinowy	2004	EURO 3	maxi	41 885,16	48,2
9.	Mercedes Citaro	spalinowy	2007	EURO 4	maxi	33 880,28	42,7
10.	Mercedes Citaro	spalinowy	2007	EURO 4	maxi	35 050,48	44,7
11.	Mercedes Citaro	spalinowy	2007	EURO 4	maxi	36 556,00	42,5
12.	Mercedes Citaro	spalinowy	2010	EURO 5	maxi	48 528,69	39,3
13.	Mercedes Citaro	spalinowy	2010	EURO 5	midi	54 453,89	34,9



Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 100 km (dm ³ dla ON, m ³ dla CNG)
14.	Mercedes Citaro	spalinowy	2008	EURO 4	maxi	48 746,39	42,3
15.	Mercedes Citaro	spalinowy	2010	EURO 5	midi	49 187,47	38,7
16.	Iveco Wing	spalinowy	2010	EURO 5	mini	35 457,41	19,3
17.	Mercedes Citaro	spalinowy	2008	EURO 4	maxi	44 634,87	42,9
18.	Volvo 7900	hybrydowy	2019	EURO 6	maxi	49 995,07	31,9
19.	Volvo 7900	hybrydowy	2019	EURO 6	maxi	54 182,45	33,7
20.	Volvo 7900	hybrydowy	2019	EURO 6	maxi	53 692,54	33,8
21.	Volvo 7900	hybrydowy	2020	EURO 6	maxi	50 982,52	34,2
22.	Volvo 7900	hybrydowy	2020	EURO 6	maxi	51 120,19	32,1
23.	Volvo 7900	hybrydowy	2020	EURO 6	maxi	54 122,17	31,8
24.	Volvo 7900	hybrydowy	2021	EURO 6	maxi	49 933,16	33,6
25.	Volvo 7900	hybrydowy	2021	EURO 6	maxi	50 830,01	33,1
26.	Mercedes Citaro	spalinowy	2012	EURO 5	midi	43 975,82	39,9
27.	Mercedes Citaro	spalinowy	2012	EURO 5	maxi	49 718,53	41,3
28.	Mercedes Citaro	spalinowy	2012	EURO 5	maxi	45 548,41	40,2
29.	Kutsenis City VII-H	spalinowy	2011	EURO 5	mini	27 565,80	19,0
30.	Iveco Kapena	spalinowy	2013	EURO 5	mini	46 157,88	19,1



Lp.	Marka i model	Rodzaj napędu	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Klasa/długość	Średni roczny przebieg autobusu w okresie 3 ostatnich lat (km)	Realne, zmierzone zużycie paliwa na 100 km (dm ³ dla ON, m ³ dla CNG)
31.	Mercedes Conecto	spalinowy	2011	EURO 5	maxi	42 349,26	42,1
32.	Mercedes Citaro	spalinowy	2014	EURO 5	maxi	12 870,00	49,4
33.	Solaris Urbino 12	elektryczny	2024	EV	maxi	-	-
34.	Solaris Urbino 12	elektryczny	2024	EV	maxi	-	-
35.	Solaris Urbino 12	elektryczny	2024	EV	maxi	-	-

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



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 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 na pojazdy napędzane silnikami spalinowymi o normie emisji EURO6
Wariant 1 (W_1)	elektryczny	Wariant zakładający 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

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

Harmonogram wymiany floty

Autobus	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Wariant 0											
BEV – suma	0	5	5	2	1	0	0	6	0	0	0
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-



Autobus	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
MAXI	-	5	5	2	1	-	-	4	-	-	-
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)	-	-	-	-	-	4	2	0	1	1	-
Udział pojazdów zeroemisyj-nych w całej flocie [%]	0,0	14,3	28,6	34,3	37,1	37,1	37,1	54,3	54,3	54,3	54,3
Wariant 1											
BEV – suma	0	7	3	2	1	0	0	6	0	0	0



Autobus	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
MINI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIDI	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
MAXI	-	7	3	2	1	-	-	4	-	-	-
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)	-	-	-	-	-	4	2	2	1	1	-
Udział pojazdów zeroemisyj-nych w całej flocie [%]	0,0	20,0	28,6	34,3	37,1	37,1	37,1	54,3	54,3	54,3	54,3

**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	4 956	12 392	0	0	0	0	0	0	0	0	17 349
Nakłady w tys. PLN – Wariant 1	0	9 913	7 435	2 478	0	0	0	0	0	0	0	19 827

*Uwzględnia jedynie nakłady inwestycyjne na wymianę autobusów, które znajdują się w trakcie procesu pozyskiwania środków zewnętrznych oraz potrzebne na osiągnięcie wymogów ustawowych. Pozostałe autobusy elektryczne zostały uwzględnione, jako nakłady odtworzeniowe.

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

**Wartość inwestycji koniecznych dla rozwoju infrastruktury ładowania/tankowania dla pojazdów zeroemisyjnych w Wariacie 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	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	484	0	0	0	0	0	0	0	0	484
Stacji ładowania szybkiego	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Nakłady	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	SUMA
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

*Uwzględnia jedynie nakłady inwestycyjne na infrastrukturę ładowania, które znajdują się w trakcie procesu pozyskiwania środków zewnętrznych oraz potrzebne na osiągnięcie wymogów ustawowych. Pozostała infrastruktura została uwzględniona, jako nakłady odtworzeniowe.

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_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	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	161	323	0	0	0	0	0	0	0	0	484
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

***Uwzględnia jedynie nakłady inwestycyjne na infrastrukturę ładowania, które znajdują się w trakcie procesu pozyskiwania środków zewnętrznych oraz potrzebne na osiągnięcie wymogów ustawowych. Pozostała infrastruktura została uwzględniona, jako nakłady odtworzeniowe.**

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 2024-2033
CO2	1 509 342,855	1 479 337,438	1 459 333,826	1 411 357,347	1 393 386,285	1 384 400,755	1 325 819,261	1 317 812,053	1 275 472,558	1 275 472,558	1 267 465,350	13 589 857,429
NOX	14 133,550	11 801,016	10 245,993	6 764,470	5 615,482	5 040,988	3 891,302	3 444,494	1 382,490	1 271,039	935,682	50 392,954
NHMC/NMVOC	2451,501208	2 135,999	1 925,664	1 453,476	1 296,789	1 218,446	1 002,225	914,917	404,768	381,781	317,460	11 051,525
SO2	232,790	292,932	333,027	438,256	483,344	505,887	530,420	554,953	721,055	721,055	745,588	5 326,518
PM	199,646	154,221	123,937	73,537	68,564	66,077	56,938	53,652	38,245	37,549	34,959	707,676

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 2024-2033
CO2	1 509 342,855	1 479 337,438	1 439 330,214	1 411 357,347	1 393 386,285	1 384 400,755	1 325 819,261	1 317 812,053	1 275 472,558	1 275 472,558	1 267 465,350	13 569 853,818
NOX	14 133,550	11 801,016	8 690,969	6 764,470	5 615,482	5 040,988	3 891,302	3 444,494	1 382,490	1 271,039	935,682	48 837,931
NHMC/NMVOC	2451,501	2 135,999	1 715,329	1 453,476	1 296,789	1 218,446	1 002,225	914,917	404,768	381,781	317,460	10 841,190
SO2	232,790	292,932	373,122	438,256	483,344	505,887	530,420	554,953	721,055	721,055	745,588	5 366,613
PM	199,646	154,221	93,653	73,537	68,564	66,077	56,938	53,652	38,245	37,549	34,959	677,393

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