

# Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej dla Miasta Kędzierzyn-Koźle

Kędzierzyn-Koźle 2024 r.

Autorami „Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych  
przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej dla Miasta Kędzierzyn-Koźle”  
są członkowie zespołu specjalistów spółki  
REFUNDA z Wrocławia.



[www.refunda.pl](http://www.refunda.pl)

## Spis treści

Nota prawna .....	5
Użyte pojęcia, skróty i akronimy .....	6
1. Podstawy przeprowadzonej Analizy .....	9
1.1 Uwarunkowania techniczne i prawne .....	9
1.2 Elektromobilność w dokumentach strategicznych .....	10
1.2.1 Elektromobilność w dokumentach Unii Europejskiej .....	10
1.3.1 Elektromobilność w dokumentach krajowych .....	11
1.3 Konsultacje społeczne .....	12
1.4 Cel opracowania .....	13
1.5 Przedmiot opracowania .....	13
1.6 Podmiot opracowania .....	14
1.6.1 Charakterystyka społeczno-gospodarcza obszaru objętego Analizą .....	15
1.6.2 Istniejąca sieć komunikacyjna .....	15
1.6.3 Charakterystyka parametrów sieci komunikacyjnej – analiza rozkładów jazdy .....	23
1.6.4 Charakterystyka floty operatora .....	27
1.6.5 Szacunkowa emisja gazów cieplarnianych w skali roku .....	32
1.3.1 Pojazdy elektryczne oraz infrastruktura pojazdów elektrycznych .....	35
1.3.2 Realizowane i planowane przedsięwzięcia taborowe i infrastrukturalne .....	35
1.5.7 Analiza popytu na komunikację zbiorową .....	37
2. Metodyka Analizy .....	38
2.3 Dane .....	38
2.4 Zastosowane metody .....	38
2.4.1 Analiza finansowa .....	39
2.4.2 Analiza społeczno-ekonomiczna .....	41
2.4.3 Analiza wrażliwości .....	41
2.4.4 Analiza ryzyka .....	43
2.5 Procedura Analizy .....	45
3. Analiza opcji inwestycyjnych .....	46
3.3 Wariant bazowy .....	47
3.4 Wariant inwestycyjny „1” .....	49
3.5 Wariant inwestycyjny „2” .....	53
3.6 Wyznaczenie linii przeznaczonych do obsługi przez autobusy zeroemisyjne .....	55
3.7 Porównanie alternatywnych wariantów inwestycyjnych .....	62
4. Wyniki Analizy .....	64
4.3 Analiza finansowo-ekonomiczna .....	64
4.4 Analiza społeczno-ekonomiczna .....	75
4.4.1 Koszty społeczne emisji gazów cieplarnianych .....	75

4.4.2	Koszty zmiany klimatu .....	78
4.4.3	Koszty społeczne emisji hałasu .....	79
4.5	Oszacowanie efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla środowiska naturalnego i zdrowia ludzi .....	80
4.6	Efektywność społeczno-ekonomiczna Inwestycji – wariantowa analiza korzyści .....	83
5.	Analiza wrażliwości .....	102
6.	Analiza ryzyka .....	103
6.3	Czynniki ryzyka w projekcie .....	103
6.4	Matryca ryzyka.....	108
7.	Wnioski i rekomendacje .....	109
	Spis tabel.....	111
	Spis rysunków .....	112
	Spis wykresów .....	113

## Nota prawna

---

REFUNDA Maciocha i Wspólnicy spółka komandytowa sporządziła niniejsze opracowanie z zachowaniem należytej staranności na podstawie informacji i dokumentów źródłowych udostępnionych przez Organizatora oraz Operatora publicznego transportu zbiorowego.

Dane i informacje w niniejszym dokumencie są zgodne z aktualnymi danymi na grudzień 2023 r. lub październik 2024 r.

## Użyte pojęcia, skróty i akronimy

**AKK/ Analiza** – Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej dla Miasta Kędzierzyn-Koźle.

**Autobus zeroemisyjny** – autobus w rozumieniu art. 2 pkt 41 Ustawy z dnia 20 czerwca 1997 r. Prawo o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w nim ogniach paliwowych lub wyłącznie silnik, którego cykl pracy nie prowadzi do emisji gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych, o którym mowa w Ustawie z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji oraz trolejbus w rozumieniu art. 2 pkt 83 Ustawy z dnia 20 czerwca 1997 r. Prawo o ruchu drogowym.

**BEV** – elektryczne pojazdy bateryjne.

**CO<sub>2</sub>** – dwutlenek węgla.

**CUPT** – Centrum Unijnych Projektów Transportowych.

**EEV (Enhanced Environmentally-friendly Vehicle)** – oznaczenie pojazdów, gdzie emisja cząstek sadzy jest około 50% niższa niż w przypadku wartości wymaganych przez normę EURO V. EEV to termin używany w europejskich normach emisji dla definicji „czystego pojazdu”. Norma mieści się pomiędzy poziomami EURO V i EURO VI.

**Ekwiwalent CO<sub>2</sub>** – za ekwiwalent CO<sub>2</sub> przyjmuje się 1 megagram (1 Mg) CO<sub>2</sub> lub ilość innego gazu cieplarnianego (np. metanu – CH<sub>4</sub> lub podtlenku azotu – N<sub>2</sub>O) stanowiącą odpowiednik 1 MgCO<sub>2</sub> i obliczoną z wykorzystaniem współczynników ocieplenia globalnego.

**Elektryfikacja linii** – przeznaczenie linii komunikacyjnej do obsługi autobusami zeroemisyjnymi.

**ENPV** – ang. Economic Net Present Value – ekonomiczna wartość bieżąca netto.

**ERR** – ang. Economic Rate of Return – ekonomiczna stopa zwrotu.

**FCEV** – elektryczne samochody wodorowe.

**Flota użytkowanych pojazdów** – łączna liczba użytkowanych autobusów, tramwajów i pociągów, w tym autobusów zeroemisyjnych, służących wykonywaniu przewozów dla danego organizatora.

**GUS** – Główny Urząd Statystyczny.

**HEV** – silnik spalinowy połączony z silnikiem elektrycznym, bez możliwości doładowania baterii energią elektryczną z zewnętrznego źródła.

**Inwestycja** – zakup taboru zeroemisyjnego.

**IRR** – ang. Internal Rate of Return – wewnętrzna stopa zwrotu.

**Komunikacja miejska** – gminne przewozy pasażerskie wykonywane w granicach administracyjnych miasta albo miasta i gminy, miast, albo miast i gmin sąsiadujących – jeżeli zostało zawarte porozumienie lub został utworzony związek międzygminny w celu wspólnej realizacji publicznego transportu zbiorowego, a także metropolitalne przewozy pasażerskie.

**kWh** – kilowatogodzina.

**Linia komunikacyjna** – połączenie komunikacyjne na sieci dróg publicznych albo liniach kolejowych, innych szynowych, linowych, linowo-terenowych, albo akwenach morskich lub wodach śródlądowych wraz z oznaczonymi miejscami do wsiadania i wysiadania pasażerów na liniach komunikacyjnych, po których odbywa się publiczny transport zbiorowy.

**MAXI** – autobus jednoczlony o długości ok. 12 m (pojemność: 80-110 miejsc).

**MEGA** – autobus o długości od 15 m do 18,75 m (pojemność: >110 miejsc).

**Miasto** – Miasto Kędzierzyn-Koźle.

**MIDI** – autobus jednoczlony o długości od 8,5 m do 10,8 m (pojemność: 50-80 miejsc).

**MINI** – autobus jednoczlony o długości do 8,5 m (pojemność: <50 miejsc).

**MWh** – megawatogodzina.

**Norma EURO** – europejski standard emisji spalin (norma dopuszczalna emisji spalin w pojazdach sprzedawanych na terenie Unii Europejskiej).

**NPV** – ang. Net Present Value – wartość bieżąca netto.

**ON** – olej napędowy.

**Operator (publicznego transportu zbiorowego)** – samorządowy zakład budżetowy oraz przedsiębiorca uprawniony do prowadzenia działalności gospodarczej w zakresie przewozu osób, który zawarł z organizatorem publicznego transportu zbiorowego umowę o świadczenie usług w zakresie PTZ, na linii komunikacyjnej określonej w umowie

**Organizator (publicznego transportu zbiorowego)** – organizator publicznego transportu zbiorowego, właściwa jednostka samorządu terytorialnego albo minister właściwy do spraw transportu, zapewniający funkcjonowanie publicznego transportu zbiorowego na danym obszarze.

**Paliwa alternatywne** – paliwa lub energia wykorzystywane do napędu silników pojazdów samochodowych lub jednostek pływających stanowiące substytut dla paliw pochodzących z ropy naftowej lub otrzymywanych w procesach jej przetwórstwa, w szczególności energia elektryczna, wodór, biopaliwa ciekłe, paliwa syntetyczne i parafinowe, sprężony gaz ziemny (CNG), w tym pochodzący z biometanu, skroplony gaz ziemny (LNG), w tym pochodzący z biometanu lub gaz płynny (LPG).

**PM** – (Particulate Matter) pył zawieszony.

**PM<sub>2,5</sub>** – pył zawieszony o średnicy aerodynamicznej cząstek do 2,5 µm.

**PM<sub>10</sub>** – (Coarse particulate matter) pył zawieszony o średnicy aerodynamicznej cząstek 2,5 µm – 10 µm.

**SO<sub>2</sub>** – dwutlenek siarki.

**Plan transportowy** – plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego opracowany przez organizatora PTZ i ogłoszony zgodnie z Ustawą z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (Dz.U.2023 poz. 2778 t.j.).

**Pojazd elektryczny** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Ustawy z dnia 20 czerwca 1997 r. Prawo o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu wyłącznie energię elektryczną akumulowaną przez podłączenie do zewnętrznego źródła zasilania,

w opracowaniu nazywany także autobusem elektrycznym.

**Pojazd napędzany wodorem** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Ustawy z dnia 20 czerwca 1997 r. Prawo o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w nim ogniwach paliwowych. W opracowaniu nazywany także autobusem wyposażonym w ogniwa paliwowe lub autobusem wodorowym.

**Pojazd samochodowy** – pojazd silnikowy, którego konstrukcja umożliwia jazdę z prędkością przekraczającą 25 km/h; określenie to nie obejmuje ciągnika rolniczego.

**PTZ / publiczny transport zbiorowy** – powszechnie dostępny regularny przewóz osób wykonywany w określonych odstępach czasu i po określonej linii komunikacyjnej, liniach komunikacyjnych lub sieci komunikacyjnej.

**Podmiot wewnętrzny** – odrębna prawnie jednostka podlegająca kontroli właściwego organu lokalnego, a w przypadku grupy organów przynajmniej jednego właściwego organu lokalnego, analogicznej do kontroli, jaką sprawują one nad własnymi służbami.

**Punkt ładowania** – urządzenie umożliwiające ładowanie pojedynczego pojazdu elektrycznego, pojazdu hybrydowego i autobusu zeroemisyjnego oraz miejsce, w którym wymienia się lub ładuje akumulator służący do napędu tego pojazdu.

**Przewóz o charakterze użyteczności publicznej** – powszechnie dostępna usługa w zakresie publicznego transportu zbiorowego wykonywana przez operatora publicznego transportu zbiorowego w celu bieżącego i nieprzerwanego zaspokajania potrzeb przewozowych społeczności na danym obszarze.

**Rozporządzenie 1370/2007** – Rozporządzenie (WE) nr 1370/2007 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. dotyczące usług publicznych w zakresie kolejowego i drogowego transportu pasażerskiego oraz uchylające rozporządzenia Rady (EWG) nr 1191/69 i (EWG) nr 1107/70 (Dz. Urz. UE, I. 315/1 z dnia 3.12.2007 r.), zmie-nione Sprostowaniem z dnia 3 grudnia 2007 r.

(Dz. Urz. UE, I. 240/65 z dnia 16.09.2015 r.) oraz Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/2338 z dnia 14 grudnia 2016 r. (Dz. Urz. UE, I. 354/22 z dnia 23.12.2016 r.);

**Sieć komunikacyjna** – układ linii komunikacyjnych obejmujących obszar działania organizatora publicznego transportu zbiorowego lub część tego obszaru.

**Tabor zeroemisyjny** – pojazd, który podczas jazdy nie emituje żadnych zanieczyszczeń. Pojazdami zeroemisyjnymi są np. autobusy o napędzie elektrycznym, ale też zasilane ogniwami wodorowymi, w których podczas generowania energii powstaje tylko woda.

**Transport niskoemisyjny** – transport oparty o pojazdy niskoemisyjne, tj. pojazdy napędzane paliwami alternatywnymi, w szczególności gazem ziemnym.

**UE** – Unia Europejska.

**Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych/UoEiPA/ Ustawa** – ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz.U.2023 poz. 875 t.j.).

**Stacja ładowania** – urządzenie budowlane obejmujące punkt ładowania o normalnej mocy lub punkt ładowania o dużej mocy, związane z obiektem budowlanym, lub wolnostojący obiekt budowlany z zainstalowanym co najmniej jednym punktem ładowania o normalnej mocy lub punktem ładowania o dużej mocy - wyposażone w oprogramowanie umożliwiające świadczenie usług ładowania, wraz ze

stanowiskiem postojowym oraz instalacją prowadzącą od punktu ładowania do przyłącza elektroenergetycznego.

**Wariant „0”** – bazowy – uwzględniający posiadane autobusy ON, niskoemisyjne zasilane gazem ziemnym oraz ich kontynuację w okresie objętym Analizą.

**Wariant „1”** – zeroemisyjny – autobusy zeroemisyjne z silnikiem elektrycznym zasilanym energią elektryczną z akumulatorów, wykorzystujących wyłącznie energię elektryczną akumulowaną przez podłączenie do zewnętrznego źródła zasilania.

**Wariant „2”** – zeroemisyjny – wodorowy – autobusy zeroemisyjne wykorzystujące do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w nich ogniwach paliwowych.

**Wzkm** – wozokilometr.

**Zintegrowany węzeł przesiadkowy (zamiennie stosowane w opracowaniu terminy: węzeł przesiadkowy, centrum przesiadkowe)** – miejsce umożliwiające dogodną zmianę środka transportu wyposażone w niezbędną dla obsługi podróżnych infrastrukturę, w szczególności: miejsca postojowe, przystanki komunikacyjne, punkty sprzedaży biletów, systemy informacyjne umożliwiające zapoznanie się zwłaszcza z rozkładem jazdy, linią komunikacyjną lub siecią komunikacyjną.

**Zrównoważony transport** – idea efektywnej, ekonomicznej i ekologicznej komunikacji.



## 1. Podstawy przeprowadzonej Analizy

### 1.1 Uwarunkowania techniczne i prawne

Polska energetyka potrzebuje pilnych interwencji, aby jak najszybciej sprostać restrykcyjnym wymogom środowiskowym i klimatycznym, postawionym przez Unię Europejską. W związku z powyższym już od kilku lat kwestie elektromobilności są regulowane przez krajowego prawodawcę. Wynika to także z rosnącej świadomości społecznej w dziedzinie ochrony środowiska i zdobywającej coraz większą popularność koncepcji „zielonej gospodarki” ukierunkowanej nie tylko na rozwój inwestycyjny, ale przede wszystkim na dbanie o lokalny ekosystem.

W celu stworzenia dogodnych warunków do rozwoju elektromobilności, między innymi w przedsiębiorstwach komunikacji miejskiej, w 2017 r. polski rząd przyjął Plan Rozwoju Elektromobilności. Do osiągnięcia postawionych sobie celów w Krajowych ramach polityki rozwoju, jak i w nadmienionym Planie Rozwoju Elektromobilności ustawodawca wprowadził w życie w 2018 r. Ustawę o elektromobilności<sup>1</sup> która stanowi również transpozycję Dyrektywy 2014/94/UE.

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/1161 z dnia 20 czerwca 2019 r. zmieniająca dyrektywę 2009/33/WE w sprawie promowania ekologicznie czystych i energooszczędnych pojazdów transportu drogowego wskazała minimalne poziomy docelowe udziału zamówień na ekologicznie czyste pojazdy ciężkie w całkowitej liczbie pojazdów ciężkich objętych zamówieniami, o których mowa w art. 3 niniejszej Dyrektywy. W związku z powyższym Polska została zobowiązana, aby w okresie od 2.08.2021 r. do 31.12.2025 r. liczba czystych pojazdów w całkowitej liczbie pojazdów ciężkich objętych zamówieniami wynosiła 32% zamówienia, natomiast w terminie 01.01.2026 r. – 31.12.2030 r. 46%.

Polski ustawodawca w Ustawie o elektromobilności i paliwach alternatywnych nałożył obowiązek na jednostki samorządu terytorialnego, z wyłączeniem gmin i powiatów, których liczba mieszkańców nie przekracza 50 000, udziału autobusów zeroemisyjnych we flocie pojazdów użytkowanych w celu świadczenia usługi komunikacji miejskiej na poziomie 30% od 1 stycznia 2028 r.

Dla ułatwienia spełnienia w 2028 r. ww. prognozy UoEiPA przewidziała cele pośrednie do zrealizowania w następujących terminach:



Decyzja o opłacalności wprowadzenia pojazdów zeroemisyjnych do floty użytkowanych pojazdów w komunikacji miejskiej będzie wynikać z analizy kosztów i korzyści, o której mowa w art. 37 UoEiPA.

Miasto Kędzierzyn-Koźle pełniąc funkcję organizatora przewozów o charakterze użyteczności publicznej, było zobowiązane od 2018 roku do sporządzania analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych.

Ostatnia, wykonana w 2021 r. „Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych dla Miasta Kędzierzyn-Koźle”, wykazała, iż przy przyjętych wówczas założeniach zachodzi brak korzyści ze stosowania taboru zeroemisyjnego, a zatem i brak obowiązku jego stosowania.

<sup>1</sup> Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz.U.2023 poz. 875 z późn. zm. t.j.).

Jednakże UoEiPA zobowiązała również jednostki samorządu terytorialnego, o których mowa w art. 36 przedmiotowej ustawy, do sporządzenia co 36 miesięcy przedmiotowej AKK oraz zapewnienia możliwości udziału społeczeństwa w jej opracowaniu (art. 37 ust. 1).

Dodatkowo nadmienić należy, iż niniejsza AKK jest podstawą aktualizacji planów transportowych Organizatora publicznego transportu zbiorowego. Wyniki dokumentu są kluczowe dla Organizatora w zakresie przyjmowanych kryteriów jakościowych świadczenia usług przez Operatorów, z punktu widzenia preferowanego taboru autobusowego na obszarze objętym niniejszą AKK.

Niezwłocznie po sporządzeniu AKK należy przekazać dokument:

- 1) ministrowi właściwemu do spraw energii;
- 2) ministrowi właściwemu do spraw klimatu.

## 1.2 Elektromobilność w dokumentach strategicznych

### 1.2.1 Elektromobilność w dokumentach Unii Europejskiej

Sektor transportu jest jednym z ważniejszych obszarów podlegających regulacjom unijnym, ze względu na swój powszechny charakter oraz istotny wpływ na inne dziedziny gospodarki i społeczeństwo. Obecnie obowiązującymi dokumentami, które są podstawą prowadzonej polityki transportowej są:

Niebieska Księga „Sektor transportu publicznego”<sup>2</sup>, która prezentuje metody przeprowadzania analizy kosztów i korzyści dla planowanych projektów inwestycyjnych w sektorze transportu w Polsce. Głównym celem Niebieskiej Księgi jest określenie zasad i założeń oraz spójnego podejścia do analiz kosztów i korzyści w celu zapewnienia porównywalności i spójności oceny projektów w ramach sektora transportu.

Zielona Księga „W kierunku nowej kultury mobilności w mieście”<sup>3</sup>, która stanowi syntetyczną prezentację problemów transportu w miastach. W dokumencie poruszono zagadnienia związane z mobilnością miejską, która powinna wspierać rozwój gospodarczy, zapewniać odpowiedni poziom życia mieszkańców oraz chronić środowisko naturalne.

Wśród wyzwań stojących przed europejskimi miastami wskazano na: redukcję zatorów w miastach, redukcję emisji CO<sub>2</sub> i obniżanie poziomu hałasu, niwelowanie ograniczeń w zakresie rozwoju infrastruktury transportowej, eliminowanie ograniczeń dostępności transportu miejskiego dla osób o ograniczonej sprawności ruchowej (w tym osób niepełnosprawnych, osób starszych, rodzin z małymi dziećmi) oraz zwiększanie poziomu bezpieczeństwa osób uczestniczących w ruchu.

Komunikat „Ekologiczny transport”<sup>4</sup>, to dokument, w którym Komisja Europejska zaproponowała wprowadzenie wspólnych ram szacowania zewnętrznych kosztów transportu oraz realizację działań w zakresie ograniczania hałasu kolejowego. W przedmiotowym dokumencie pojawiają się również wnioski dotyczące zmiany dyrektywy w sprawie pobierania opłat za pojazdy ciężarowe.

<sup>2</sup> Jaspers, Niebieska Księga. Sektor transportu publicznego w miastach, aglomeracjach i regionach. Wydanie uaktualnione 2023 r.

<sup>3</sup> Komisja Wspólnot Europejskich, Zielona Księga „W kierunku nowej kultury mobilności w mieście”, Bruksela 2007 r., SEK (2007) 1209.

<sup>4</sup> Komisja Wspólnot Europejskich, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego i Rady „Ekologiczny transport”, Bruksela 2008 r., SEK (2008) 2206.

Biała Księga „Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu”<sup>5</sup>, w której podkreśla się konieczność zapewnienia wzrostu sektora transportu i wspierania mobilności przy jednoczesnym ograniczaniu emisji, o co najmniej 60% w 2050 r. w stosunku do poziomów z 1990 r. Wskazuje się na konieczność ujednoczenia systemu transportowego oraz powszechne wykorzystywanie nowoczesnych technologii, zarówno w zakresie wykorzystywanego taboru, jak i inteligentnego zarządzania ruchem.

Komunikat „Europejska strategia na rzecz mobilności niskoemisyjnej”<sup>6</sup> w którym wskazuje się, że potencjał sektora transportu w zakresie możliwości obniżenia jego emisyjności staje się coraz większy, a proces przechodzenia na mobilność niskoemisyjną trwa.

Kluczowymi czynnikami rozwoju będzie wkład w inwestycje zmierzające do:

- budowy bardziej efektywnego systemu transportowego, m.in. poprzez wdrażanie inteligentnych systemów transportowych oraz propagowanie multimodalności;
- szerszego wykorzystania niskoemisyjnych alternatywnych źródeł energii na potrzeby transportu, uwzględniającego potrzebę tworzenia infrastruktury zasilania pojazdów;
- szerszego wykorzystania pojazdów niskoemisyjnych i bezemisyjnych, poprzez uruchomienie interwencji zmierzającej do wsparcia producentów i użytkowników tego typu pojazdów.

W dokumencie tym wskazuje się, że sukces strategii niskoemisyjnej w dużym stopniu uzależniony jest od działań podejmowanych przez władze lokalne, głównie w obszarze transportu publicznego.

### 1.3.1 Elektromobilność w dokumentach krajowych

Polityka Polski dot. elektromobilności znajduje swoje potwierdzenie w krajowych dokumentach strategicznych takich jak:

Strategia na Rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju<sup>7</sup>; została przyjęta przez Radę Ministrów 14 lutego 2017 r. i stanowi aktualizację średniookresowej strategii rozwoju kraju, tj. *Strategii Rozwoju Kraju 2020*. Dokument ten stanowi rozwinięcie i operacjonalizację tzw. *Planu Morawieckiego*, w którym została sformułowana nowa wizja i model rozwoju kraju będące odpowiedzią na wyzwania stojące przed polską gospodarką. W rozdziale 3.2. przedmiotowego dokumentu pn. Pełniejsze wykorzystanie potencjału największych polskich aglomeracji wskazane jest, że „(...)polityka miejska wobec obszarów metropolitalnych koncentrować się będzie na: wsparciu realizacji miejskich strategii niskoemisyjnych oraz strategii ZIT, które mają

podstawowe znaczenie dla celów określonych w SOR w zakresie reindustrializacji, elektromobilności, ochrony środowiska i tworzenia warunków dla przyciągania zaawansowanych produktowo inwestycji (zeroemisyjny transport publiczny, efektywność energetyczna itp.)”.

Strategia Zrównoważonego Rozwoju Transportu do 2030 r.<sup>8</sup>; została przyjęta 24 września 2019 r. Jej głównym celem jest zwiększenie dostępności transportowej kraju oraz poprawa bezpieczeństwa uczestników ruchu i efektywności sektora transportowego przez utworzenie spójnego, zrównoważonego, innowacyjnego i przyjaznego użytkownikom systemu transportowego na poziomie krajowym, europejskim i globalnym. Realizacja tego celu wymaga wielu skoordynowanych działań, m.in. ograniczania negatywnego wpływu transportu na środowisko, co jest możliwe dzięki rozwojowi

<sup>5</sup> Komisja Europejska, Biała Księga „Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu”, Bruksela 2011 r., SEK (2011) 391 wersja ostateczna.

<sup>6</sup> Komisja Europejska, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów „Europejska strategia na rzecz mobilności niskoemisyjnej”, Bruksela 2016 r., SWD (2016) 244 final.

<sup>7</sup> Dokument przyjęty uchwałą Rady Ministrów w dniu 14 lutego 2017 r., „Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do 2020 roku (z perspektywą do 2030 r.)”, Warszawa 2017 r.

<sup>8</sup> Dokument przyjęty uchwałą nr 105/2009 Rady Ministrów z dnia 24 września 2019 r. Ministerstwo Infrastruktury, „Strategia Zrównoważonego Rozwoju Transportu do 2030 roku”, Warszawa 2019 r.

elektromobilności przez poszczególne jednostki samorządu terytorialnego.

- Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce „Energia do przyszłości”<sup>9</sup>;
- Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych<sup>10</sup>;
- Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce zakłada trzy główne cele, tj.:
  - stworzenie warunków dla rozwoju elektromobilności Polaków;
  - rozwój przemysłu elektromobilności;
  - stabilizację sieci elektroenergetycznej.

Etap II Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce „Energia do przyszłości” przewidziany na lata 2021–2025 zakłada wzrost popularności pojazdów elektrycznych, zarówno indywidualnych jak i wykorzystywanych w transporcie zbiorowym. Sieć infrastruktury dla pojazdów elektrycznych w całej Polsce ma być przygotowana na obsługę pojazdów elektrycznych i dostosowana do wykorzystania tych pojazdów jako stabilizatorów energetycznych. Dodatkowo zakłada się, że pojazdy elektryczne będą wykorzystywane przez administrację publiczną w celu popularyzacji elektromobilności.

### 1.3 Konsultacje społeczne

Rozdział zawierający podsumowanie konsultacji społecznych zostanie uzupełniony po ich zakończeniu.

Opracowana i poddana konsultacjom społecznym AKK, zgodnie z art. 37 ust. 4, zostanie przekazana:

- ministrowi właściwemu do spraw energii,
- ministrowi właściwemu do spraw klimatu.

<sup>9</sup> Ministerstwo Energii, Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce „Energia do przyszłości”, Warszawa 2017 r.

<sup>10</sup> Ministerstwo Energii, „Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych”, Warszawa 2017 r.

## 1.4 Cel opracowania

Głównym celem opracowania jest ocena efektywności finansowej i społeczno-ekonomicznej Inwestycji polegającej na zakupie taboru zeroemisyjnego.

**Cel zostanie osiągnięty poprzez realizację celów szczegółowych, w tym:**

**I** Wytypowanie oraz kwantyfikację kosztów finansowych i społeczno-ekonomicznych taboru istniejącego oraz będącego przedmiotem Inwestycji;

**II** Wskazanie i wycenę korzyści finansowych i społeczno-ekonomicznych płynących z zastosowania taboru zeroemisyjnego.



## 1.5 Przedmiot opracowania

Niniejsza Analiza została sporządzona na zlecenie Miasta Kędzierzyn-Koźle, będącego Organizatorem w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 16 grudnia 2010 roku o publicznym transporcie zbiorowym (Dz.U.2023 poz. 2778 t.j.). Przedmiotem opracowania jest Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych dla Miasta Kędzierzyn-Koźle.

W niniejszym opracowaniu został przeanalizowany obecny stan taboru autobusowego Operatora, różne warianty wprowadzania taboru zeroemisyjnego wraz z niezbędną infrastrukturą towarzyszącą oraz zakres działalności przedsiębiorstwa świadczącego usługi komunikacji miejskiej w Kędzierzynie-Koźlu.



## 1.6 Podmiot opracowania

Miasto Kędzierzyn-Koźle wypełnia funkcje organizatorskie dla zadań z zakresu PTZ na sieci miejskich przewozów pasażerskich obejmujących linie komunikacyjne na obszarze Miasta. Obecnie Miasto Kędzierzyn-Koźle nie ma podpisanych porozumień międzygminnych. Gmina Kędzierzyn – Koźle jest gminą miejską oraz siedzibą władz powiatu kędzierzyńsko-kozielskiego położoną w południowo – wschodniej części województwa opolskiego. Gmina graniczy z trzema gminami powiatu kędzierzyńsko-kozielskiego: **Reńska Wieś**,

**Cisek oraz Bierawa**, z dwoma gminami powiatu strzeleckiego: Ujazd i Leśnica oraz z jedną gminą powiatu krapkowickiego – Zdieszowice i jedną gminą powiatu gliwickiego – Rudziniec.

Miasto Kędzierzyn-Koźle powstało z połączenia 7 sąsiadujących ze sobą miejscowości: 4 miast (Koźla, Kędzierzyna, Kłodnicy i Sławięcic) oraz 3 wsi (Lenartowic, Miejsca Kłodnickiego i Cisowej), co czyni je rozległym obszarowo



## 1.6.1 Charakterystyka społeczno-gospodarcza obszaru objętego Analizą

Kędzierzyn – Koźle jest drugim co do wielkości miastem województwa i jego ośrodkiem subregionalnym.

W obecnych granicach administracyjnych obejmuje powierzchnię **124 km<sup>2</sup>**, którą zamieszkuje łącznie **54 387 mieszkańców**<sup>11</sup>. Gęstość zaludnienia Miasta wynosi **439,6 os./km<sup>2</sup>**. W ostatnich trzech latach liczba mieszkańców Miasta uległa zmniejszeniu o 2,94%.

Warto zwrócić także uwagę na fakt, iż rokrocznie zmniejsza się na omawianym terenie liczba osób w wieku przedprodukcyjnym, a zwiększa się grupa osób po 60 r.ż. Jest to zjawisko odnotowywane w wielu miastach Polski i Europy i wpływa ono na wiele dziedzin życia, w tym także na organizację publicznego transportu zbiorowego.

Strukturę ludności Miasta Kędzierzyn-Koźle prezentuje Tabela 1.

Stopa bezrobocia jest jedną z wartości określających sytuację ekonomiczną ludności zamieszkującej dany obszar, ponieważ osoby pozostające bez pracy rzadziej odbywają podróże obowiązkowe. Z tego też powodu zmiany współczynnika bezrobocia mogą pośrednio wpłynąć na popyt w publicznym transporcie zbiorowym

Tabela 1. Struktura ludności

Miasto Kędzierzyn-Koźle	
<b>Wiek przedprodukcyjny</b>	
2021	8 432
2022	8 201
2023	7 960
<b>Wiek produkcyjny</b>	
2021	33 022
2022	32 337
2023	31 640
<b>Wiek poprodukcyjny</b>	
2021	14 579
2022	14 634
2023	14 787
<b>Razem</b>	
2021	56 033
2022	55 172
2023	54 387

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Na koniec 2023 r. liczba osób bezrobotnych w Mieście Kędzierzyn – Koźle wyniosła 1 501 osoby, co stanowiło 4,74 % udziału w liczbie ludności w wieku produkcyjnym. Stopa bezrobocia w powiecie kędzierzyńsko-kozielskim w 2023 roku kształtowała się na poziomie 7,3%, a dla całego województwa opolskiego 5,9%.

## 1.6.2 Istniejąca sieć komunikacyjna

### Wymagania wynikające z umowy zawartej z Operatorem

Ustawa o publicznym transporcie zbiorowym zdefiniowała pojęcie organizatora PTZ jako właściwą jednostkę samorządu terytorialnego, albo ministra właściwego do spraw transportu zapewniającego funkcjonowanie PTZ na danym obszarze. Miasto Kędzierzyn-Koźle jako Organizator PTZ na sieci komunikacyjnej w przewozach pasażerskich, obejmuje linie komunikacyjne na terenie Miasta Kędzierzyn-Koźle.

Obecnie Miasto Kędzierzyn-Koźle nie ma podpisanych porozumień międzygminnych.

Operatorem PTZ na sieci komunikacyjnej organizowanej przez Miasto Kędzierzyn-Koźle jest Miejski Zakład Komunikacyjny w Kędzierzynie-Koźlu sp. z o.o. Zakres przestrzenny działalności Operatora to Miasto Kędzierzyn-Koźle.

**Podstawową działalnością Miejskiego Zakładu Komunikacyjnego w Kędzierzynie-Koźlu sp. z o.o. jest świadczenie usług przewozu osób na terenie Miasta Kędzierzyn-Koźle na podstawie umowy z dnia 29 września 2023r. Umowa została zawarta pomiędzy Miejskim Zakładem**

<sup>11</sup> Stan ludności wg GUS na dzień 31.12.2023 r.

**Komunikacyjnym w Kędzierzynie-Koźlu sp. z o.o. a Gminą Kędzierzyn-Koźle na okres od 1.10.2023 roku do 30.09.2033 roku.**

Zgodnie z zapisami umowy Spółka zobowiązana jest prowadzić miejską komunikację autobusową w oparciu o tabor autobusowy, stanowiący własność Spółki, lub którym spółka dysponuje na podstawie tytułów cywilnoprawnych.



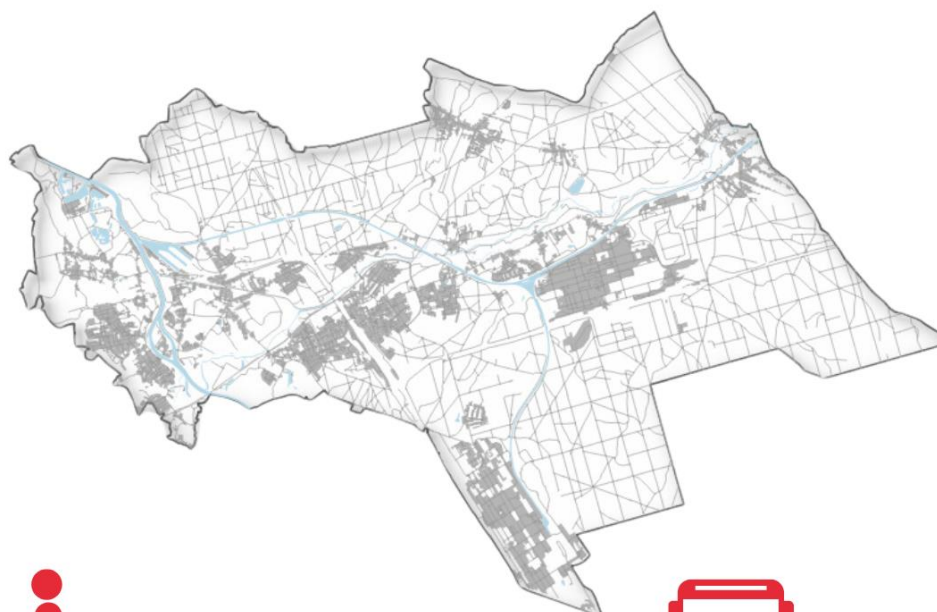
## Sieć komunikacyjna

**Operator:**

Miejski Zakład Komunikacyjny w Kędzierzynie-Koźlu Sp. z o.o.

W ramach komunikacji miejskiej w  
2023 r. zrealizowano

**1 947 281**  
wozokilometrów



Średnia prędkość: 26,45 km/h



Liczba linii:

linie miejskie: 11 linii\*

\*dodatkowo funkcjonuje sezonowa  
linia nr 10 oraz linia nocna N



Średni czas trwania  
jednego przejazdu: 00:34



Średnia długość tras: 14,67 km



Liczba pasażerów  
przewiezionych w ciągu  
2023 roku  
**4 074 068 pasażerów**



Łączna liczba pojazdów eksploatowanych,  
będących na wyposażeniu Organizatora:  
**44 szt.**  
(w tym 2 szt. autobusów elektrycznych).

Poniżej w tabeli zaprezentowano przebieg wszystkich linii komunikacyjnych obsługiwanych przez transport autobusowy na terenie Organizatora. Linie te tworzą aktualną sieć komunikacyjną obsługiwaną przez MZK w Kędzierzynie - Koźlu sp. z o.o.

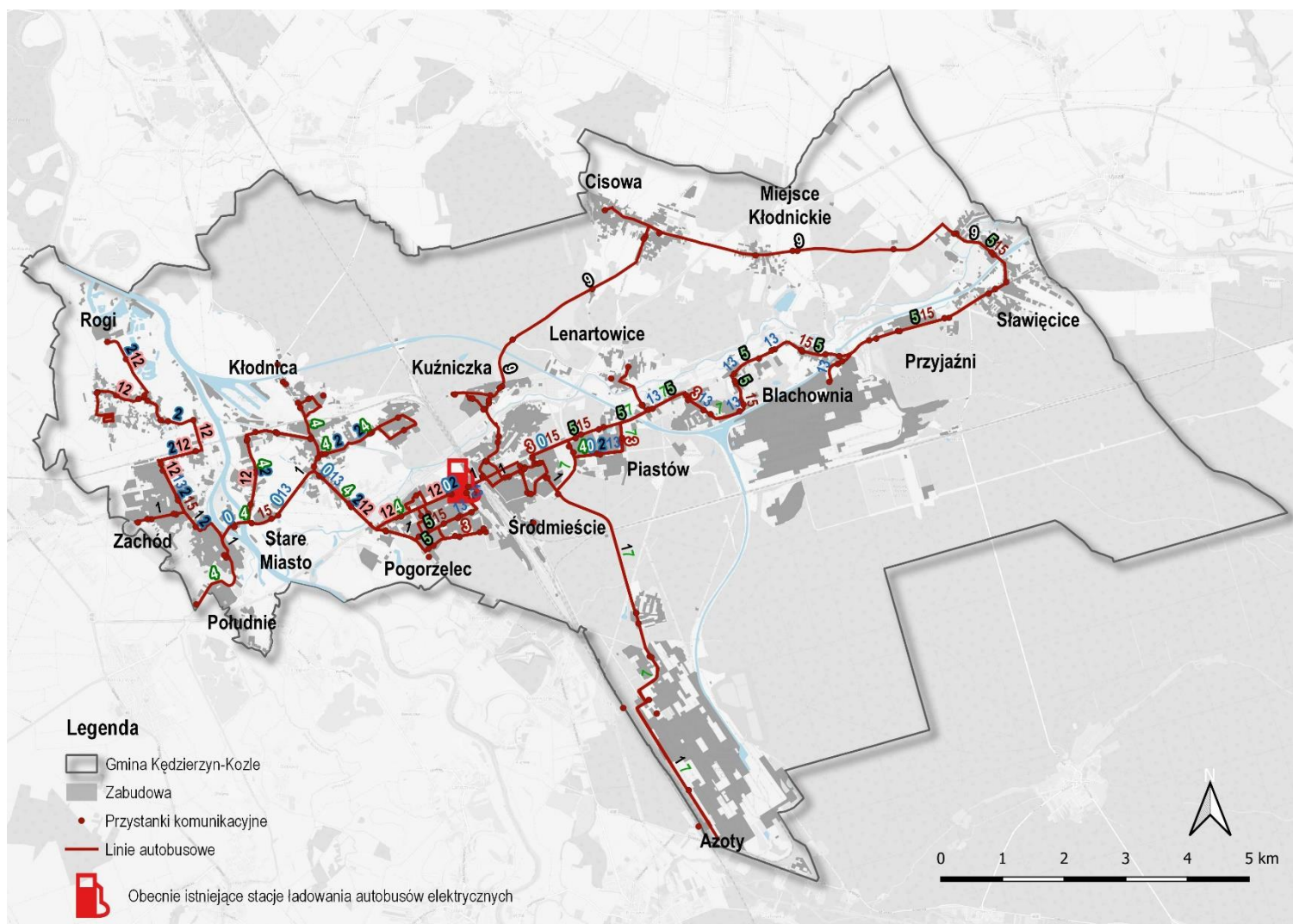
Tabela 2 Przebieg linii komunikacji miejskiej (stan na: 1.10.2024 r.)

Nr linii	Przebieg trasy	Rodzaj linii
1	<b>Koźle Dworzec Kolejowy</b> – Piastowska - Chrobrego - Chrobrego 2 - Koźle Stadion - Chrobrego 2 - Urząd Miasta - Koźle Plac Raciborski – Wyspa – Nad Odrą – Dunikowskiego – Wyspiańskiego – Gliwicka – Piotra Skargi 3 – Piotra Skargi 2 – Piotra Skargi 1 – Reja - Kędzierzyn Dw. Kolejow - Kędzierzyn Ratusz - 1 Maja 1 - 1 Maja 2 - Wojska Polskiego - Komenda policji - Azoty Osiedle - Zakłady Azotowe - Azoty brama IV - <b>Azoty OXO</b>	miejska
2	<b>Os. Piastów III</b> - os. Piastów II - os. Piastów I - W. Polskiego Hala Sportowa - Pionierów POK - Kędzierzyn Ratusz - Kędzierzyn dworzec kolejowy - Kozielska I - Kozielska II - Wyspiańskiego I - Wyspiańskiego II - Kłodnica Kościół - Jagiellońska - Żabieniec Leśna - Żabieniec sklep - Jagiellońska - Krasickiego - Kłodnica Kanał - Szymanowskiego Przedszkole - Koźle KOFAMA - Koźle Port sp. INMET - Port PKN Orlen - Wyspa - Plac Raciborski - Koźle Urząd Miasta - Piastowska I - Koźle dw. kolejowy - Kochanowskiego - Rogi Rybarze - Osiedle Rogi - Stoczniovców - Rogi Stawy - <b>Rogi Stocznia</b>	miejska
3	<b>Partyzantów</b> - Partyzantów 2 - Bławatków - Moniuszki - Ogrody Odrzańskie - Kaufland - Kozielska 1 - Kozielska MZK - Kędzierzyn dw. Kolejowy - Grunwaldzka 1 - Gazownia - Kuźniczka - Spokojna - Spokojna 2 - Kuźniczka Cmentarz - Spokojna 2 - Spokojna - Gazownia - Judyma - Ratusz - 1 Maja 1 - 1 Maja 2 - Harcerska - Pionierów - Hala Sportowa - Osiedle Piastów I - Osiedle Piastów II - Osiedle Piastów III - Lenartowice - Tuwima 1 - Tuwima 2 – <b>Blachownia Biurowiec</b>	miejska
4	<b>Nałkowskiej</b> - Nałkowskiej 2 - Nowowiejska - Osiedle Piastów 3 - Osiedle Piastów 2 - Osiedle Piastów 1 - Hala Sportowa - Pionierów POK - Kędzierzyn Ratusz - Kędzierzyn dw. Kolejowy - Kozielska 1 - Kozielska 2 - Wyspiańskiego 1 - Wyspiańskiego 2 - Kłodnica Kościół - Jagiellońska - Żabieniec Leśna - Żabieniec sklep - Jagiellońska - Krasickiego - Kasztanowa - Sportowa - Kłodnicka 1 - Kłodnica Kanał - Koźle Port Przedszkole - KOFAMA - Spółka "Inmet" - PKN Orlen - Wyspa - Koźle Plac Raciborski - <b>Głębczycka</b>	miejska
5	<b>Sławięcice Cmentarz</b> - Sławięcice Technikum - Sławięcice Hermes - Sławięcice DPS - Strzelecka - Sławięcice las - Blachownia Kanał - Blachownia Bar "Magia" - Przyjaźni - Blachownia Berger - Szkoła Podstawowa nr 10 - Blachownia Biurowiec - Tuwima 2 - Tuwima 1 - Lenartowice - INFINITI - Jana Pawła II 1 - Hala Sportowa - Pionierów - Kędzierzyn Ratusz - Kędzierzyn dw. Kolejowy - Bema - Piotra Skargi I - Piotra Skargi II - Piotra Skargi III - Krokusów - Partyzantów II - <b>Partyzantów</b>	miejska
7	<b>Blachownia Biurowiec</b> - Tuwima 2 - Tuwima 1 - Lenartowice - Osiedle Piastów 3 - Osiedle Piastów 2 - Osiedle Piastów 1 - Hala Sportowa - 1 Maja 1 - 1 Maja 2 - ul. W Polskiego - ul. W Polskiego Policja - Azoty Osiedle - Wodne oKko - Zakłady Azotowe - Azoty brama IV - <b>Azoty Brama OXO</b>	miejska
8	<b>Blachownia Berger</b> - Szkoła Podstawowa nr 10 - Blachownia Biurowiec - Tuwima 2 - Tuwima 1 - Lenartowice - Nowowiejska 1 - Nałkowskiej - Nałkowskiej 2 - Nowowiejska 1 - Osiedle Piastów III - Osiedle Piastów II - Osiedle Piastów I - Hala Sportowa - Pionierów POK – Ratusz - <b>Kędzierzyn Dworzec Kolejowy</b>	miejska

Nr linii	Przebieg trasy	Rodzaj linii
9	<b>Sławięcice Batorego</b> - Sławięcice Technikum - Sławięcice cmentarz - Szpaków - Miejsce Kłodn. Remiza - Cisowa Fredry - Cisowa Wschód - Cisowa Zachód - Cisowa - Kuźniczka 3 - Kuźniczka - Gazownia - Judyma - Kędzierzyn dw. Kolejowy - Kozielska 1 - Ogrody Odrzańskie - Kaufland - Kozielska2 - Gliwicka - Bema - Piotra Skargi 1 - Piotra Skargi 2 - Piotra Skargi 3 - Krokusów - Partyzantów 2 - <b>Partyzantów</b>	miejska
12	<b>Rogi Stocznia</b> - Rogi Stawy - Główna Kubiczek - Główna Remiza - Kosynierów - Bukowa - Kosynierów - Główna Remiza - Stoczniowców - Osiedle Rogi - Rogi Rybarze - Kochanowskiego - Koźle dw. Kolejowy - Piastowska 1 - Urząd Miasta - Koźle Plac Raciborski - Wyspa - PKN Orlen - Spółka "Inmet" - KOFAMA - Koźle Port Przedszkole - Kłodnica Kanał - Kłodnica Skrzyżowanie - Wyspiańskiego 2 - Wyspiańskiego 1 - Kozielska 2 - Kaufland - Ogrody Odrzańskie - Kozielska 1 - Kozielska MZK - Kędzierzyn dw. Kolejowy - Ratusz - Pionierów - Hala Sportowa - Osiedle Piastów 1 - Osiedle Piastów 2 - <b>Osiedle Piastów</b>	miejska
13	<b>Koźle Dworzec Kolejowy</b> - Piastowska 1 - Urząd Miasta - Koźle Plac Raciborski - Wyspa - Nad Odrą - Dunikowskiego - Wyspiańskiego 2 - Wyspiańskiego 1 - Gliwicka - Piotra Skargi 3 - Piotra Skargi 2 - Piotra Skargi 1 - Reja - Kędzierzyn dw. Kolejowy - Ratusz - 1 Maja 1 - 1 Maja 2 - Wojska Polskiego - Osiedle Piastów 2 - Osiedle Piastów 3 - Lenartowice - Tuwima 1 - Tuwima 2 - Błachownia Biurowiec - Szkoła Podstawowa nr 10 - Błachownia Berger - Przyjaźni - Błachownia Bar "Magia" - Błachownia Kanał - Błachownia Energetyków - <b>Elektrownia Błachownia</b>	miejska
15	<b>Koźle Dworzec Kolejowy</b> - Piastowska 1 - Urząd Miasta - Plac Raciborski - Wyspa - Nad Odrą - Dunikowskiego - Wyspiańskiego 2 - Wyspiańskiego 1 - Gliwicka - Piotra Skargi III - Piotra Skargi II - Piotra Skargi I - Reja - Kędzierzyn dw. Kolejowy - Kędzierzyn Ratusz - Pionierów - Hala Sportowa - Jana Pawła II 1 - INFINITI - Lenartowice - Tuwima 1 - Tuwima 2 - Błachownia Biurowiec - Szkoła Podstawowa nr 10 - Błachownia Berger - Przyjaźni - Błachownia Bar "Magia" - Błachownia n/ż Kanał - Błachownia Energetyków - Błachownia Elektrownia - Błachownia Energetyków - Sławięcice las - CEWE - Sławięcice DPS - Sławięcice "Hermes" - Sławięcice Technikum - <b>Sławięcice</b>	miejska

\*dodatkowo funkcjonuje linia nocna N oraz linia sezonowa nr 10

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez Organizatora komunikacji miejskiej w Kędzierzynie-Koźlu.



Rysunek 1. Układ sieci komunikacji miejskiej organizowanej przez Miasto Kędzierzyn-Koźle

Źródło: opracowanie własne na podstawie: <https://mzkkk.pl/>

### **Ocena kosztów eksploatacyjnych**

W 2023 roku na wszystkich funkcjonujących wówczas liniach komunikacyjnych zostało wykonanych **1 947 281 wzkm**.

Koszty eksploatacyjne za 2023 roku kształtują się zgodnie z poniżej prezentowanym zestawieniem.



Tabela 3. Wskaźniki kosztów eksploatacyjnych komunikacji miejskiej w Kędzierzynie-Koźlu

Wyszczególnienie	Jednostka	Wartość
<b>Średnioroczne zużycie paliwa przez autobus z silnikiem na olej napędowy:</b>		
MINI	l/100 km	17,00
MIDI	l/100 km	25,28
MAXI	l/100 km	30,42
MAXI (hybrydowy)	l/100 km	23,85
MEGA	l/100 km	45,01
<b>Średnioroczne spalanie autobusu z silnikiem elektrycznym</b>		
MAXI	kwh/100 km	100,00

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Operatora.

### Analiza poziomu zróżnicowania realizowanej liczby kilometrów przez brygady

W ciągu dnia roboczego podczas okresu letniego (wakacyjnego) sieć komunikacji miejskiej obsługiwana jest przez 23 brygady, w okresie zimowym przez 28 brygad, w soboty 16 brygad, natomiast w niedziele i święta – 11 brygad. Liczba wozokilometrów realizowanych na poszczególnych brygadach w okresie zimowym w dzień roboczy, sobotę i w niedzielę prezentuje poniższa tabela

Tabela 4. Liczba kilometrów realizowanych przez poszczególne brygady.

Brygada	Dzień roboczy	Sobota	Niedziela
Wzkm			
101	254	373	177
102	348	174	-
103	314	366	-
104	161	-	-
105	146	-	-
106	174	-	-
107	152	-	-
201	351	337	334
202	383	324	336
203	333	144	-
204	297	150	-
301	179	210	205
302	172	-	-
401	129	-	-
501	344	143	150
502	333	-	156
503	165	-	-
701	159	-	-
801	150	31	54
901	363	173	-
913	-	161	-
131	289	334	402
132	295	366	408
133	338	185	401

134	159	103	154
135	157	-	-
136	133	-	-
1 BIS	27	-	-
5 BIS	24	-	-

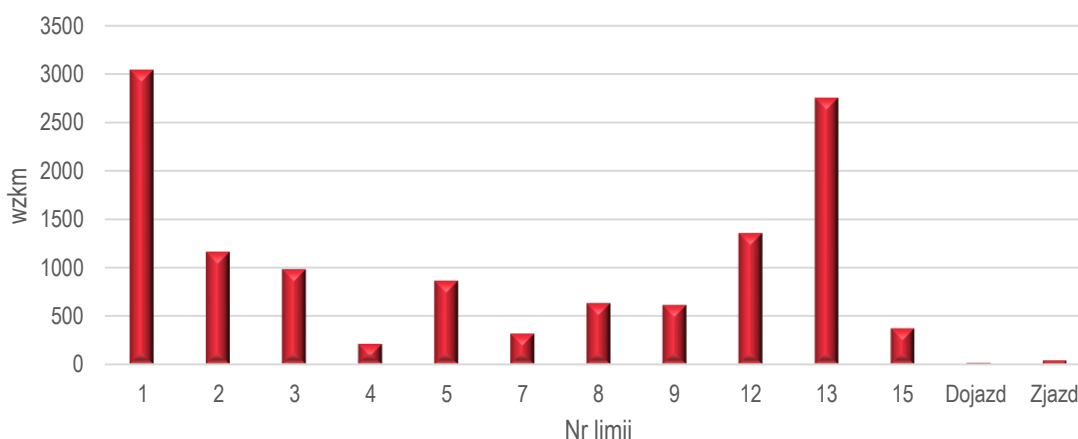
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Operatora.

### 1.6.3 Charakterystyka parametrów sieci komunikacyjnej – analiza rozkładów jazdy

Tabela 5. Liczba realizowanych wzm wg. rozkładu jazdy obowiązującego od dnia 31.08.2024 r. (1 dzień)

	Liczba km (2024) - wersja rozkładu jazdy od dnia 31.08.2024 r.		
	dni powszednie (okres zimowy)	soboty	niedziele i święta
1	1 515,85	853,89	673,00
2	372,07	479,10	312,05
3	662,11	170,69	150,84
4	213,00	-	-
5	339,19	262,44	262,44
7	213,00	53,59	50,89
8	582,18	29,79	19,86
9	89,14	269,49	256,31
12	651,32	435,11	269,70
13	1 138,04	917,74	698,22
15	372,07	-	-
<b>SUMA</b>	<b>6 216,68</b>	<b>3 471,84</b>	<b>2 693,31</b>
Dojazd	7,30	4,70	3,313
Zjazd	18,42	12,31	11,96
<b>SUMA</b>	<b>6 242,40</b>	<b>3 488,85</b>	<b>2 708,40</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Operatora.



Wykres 1. Porównanie liczby kilometrów liniowych i technicznych w przekroju dla całej sieci – łącznie dla wszystkich dni

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Organizatora.

#### Analiza poziomu zróżnicowania realizowanej liczby wozokilometrów przez brygady

Z uwagi na występujące ograniczenia techniczne pojazdów (elektrycznych) przeprowadzono analizę zeroemisyjnych (ograniczony zasięg szczegółową analizę rozkładów jazdy komunikacji

miejskiej Miasta Kędzierzyn-Koźle. W poniższej tabeli przedstawiono krańcowe przystanki (rozumiane jako pętla lub przystanek, gdzie bieg zaczyna bądź kończy większość kursów danej linii), długość linii, średnie czasy przejazdu, przybliżoną liczbę kursów wykonywaną na danej linii, liczbę brygad w podziale na rodzaj dni tygodnia oraz liczbę km i wozokilometrów na tych liniach realizowaną.

W późniejszym etapie AKK pogłębiona analiza rozkładów jazdy posłuży do wskazania linii, które mogłyby zostać w całości lub w części obsługane przez autobusy zeroemisyjne.



Tabela 6. Analiza rozkładów jazdy

Numer linii	Przystanek krańcowy 1	Przystanek krańcowy 2	Uśredniona liczba przystanków (zatrzymań)	Liczba pojazdów przewidziana do realizacji rozkładu jazdy	Długość linii [km]	Średni czas przejazdu [min]	Przybliżona liczba kursów			Liczba km (2024)			Średnia prędkość autobusów na linii
							dni powszednie szkolne	soboty	niedziele i święta	dni powszednie	soboty	niedziele i święta dni powszednie	
1	Koźle Dworzec Kolejowy	Azoty OXO	25	8	14,92	00:33	49	25	18	1 515,85	853,89	673,00	27,1
2	Os. Piastów III	Rogi Stocznia	29	2	16,45	00:42	16	13	10	372,07	479,10	312,05	26,1
3	Partyzantów	Błachownia Biurowiec	30	2	14,50	00:44	8	6	5	662,11	170,69	150,84	21,0
4	Nałkowskiej	Głubczycka	20	1	14,64	00:35	8	-	-	213,00	-	-	26,8
5	Sławięcice Cmentarz	Partyzantów	28	2	15,67	00:34	19	9	9	339,19	262,44	262,44	29,0
7	Błachownia Biurowiec	Azoty Brama OXO	12	1	11,16	00:22	4	3	3	213,00	53,59	50,89	30,9
8	Błachownia Berger	Kędzierzyn Dworzec Kolejowy	10	1	4,95	00:15	7	3	2	582,18	29,79	19,86	21,6
9	Sławięcice Batorego	Partyzantów	21	1	16,07	00:32	18	9	9	89,14	269,49	256,31	27,5
12	Rogi Stocznia	Osiedle Piastów	32	2	17,31	00:46	18	12	8	651,32	435,11	269,70	24,5
13	Koźle Dworzec Kolejowy	Elektrownia Błachownia	24	4	14,88	00:36	34	30	23	1 138,04	917,74	698,22	26,6
15	Koźle Dworzec Kolejowy	Sławięcice	35	2	20,86	00:45	10	-	-	372,07	-	-	29,8

Źródło: opracowanie własne.

Kryterium dni funkcjonowania podzieliło linie komunikacji miejskiej w Kędzierzynie – Koźlu na dwie kategorie, obejmujące odpowiednio:

- jedenaście linii całotygodniowych – 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 12, 13;
- dziewięć linii z kursami tylko w dni powszednie, – 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 12, 13, 15;

Dodatkowo funkcjonuje również linia nocna N oraz linia sezonowa 10..

W analizowanych rozkładach jazdy linii autobusowych komunikacji miejskiej Miasta Kędzierzyn-Koźle dla większości linii możliwe jest dostrzeżenie rytmiczności odjazdów, najczęściej co 1 godzinę. Warto podkreślić, że pełna rytmiczność kursów jest cechą pożądaną przez pasażerów komunikacji miejskiej, co potwierdzają liczne badania ankietowe prowadzone w różnych miastach Polski – rozkłady jazdy charakteryzujące się rytmicznością powodują łatwiejszą koordynację pomiędzy różnymi liniami autobusowymi na wspólnych odcinkach tras, a to daje poczucie znacznie wyższej częstotliwości kursowania, niż w przypadku zupełnie indywidualnych rozkładów jazdy, konstruowanych odrębnie dla poszczególnych linii.

### 1.6.4 Charakterystyka floty operatora

Według stanu na wrzesień 2024 roku flota autobusów, należąca do Operatora, wykorzystywanych do przewozów pasażerów w komunikacji miejskiej w Kędzierzynie-Koźlu liczyła 44 pojazdy. Dodatkowo na stanie inwentarzowym znajdują się trzy autobusy, które ze względów technicznych nie są wykorzystywane na liniach komunikacyjnych oraz dwa autobusy, które są przeznaczone do pełnienia działalności dodatkowej. Wszystkie pojazdy należące do Operatora, którymi realizowane są usługi publicznego transportu zbiorowego przez Miejski Zakład Komunikacyjny w Kędzierzynie-Koźlu sp. z o.o. są pojazdami niskopodłogowym, w tym:

- niskopodłogowe – 36 szt.
- niskopodłogowe z klimatyzacją – 8 szt.



Zdecydowaną większość taboru stanowią autobusy o długości ~12 m (64,64%).



56,82% pojazdów to autobusy mieszczące 100 osób i więcej, natomiast 24 autobusy posiadają mniej niż 100 miejsc dla pasażerów. Łączna podaż miejsc w eksploatowanych autobusach komunikacji miejskiej wynosi 3 908 miejsc.



95,45% taboru wykorzystywanego przez Operatora stanowią autobusy o napędzie konwencjonalnym (ON) (w tym 1 pojazd hybrydowy), który jeszcze jest najczęściej wykorzystywanym rodzajem napędu w transporcie zbiorowym. Pozostałe autobusy – 2 szt. stanowią autobusy o napędzie elektrycznym.

W poniższej tabeli przedstawiono strukturę użytkowanego przez Miejski Zakład Komunikacyjny w Kędzierzynie-Koźlu sp. z o.o. taboru wykorzystywanego do realizacji przewozów komunikacji miejskiej – wg kryterium wieku i spełnienia norm emisji spalin (stan na wrzesień 2024 r.).

Tabela 7. Struktura taboru użytkowanego przez MZK w Kędzierzynie-Koźlu sp. z o.o. wg kryterium wieku i spełnianych norm czystości spalin – stan na wrzesień 2024 r.

Marka, model	Nr boczny	Napęd	Rok produkcji	Średnie spalanie na 100 km	Długość pojazdu	Norma EURO	Liczba miejsc
Sor BN 8,5	4	ON	2011	24,54	8 400	5	25/63
Sor BN 8,5	5	ON	2011	24,25	8 400	5	25/63
Sor BN 8,5	6	ON	2011	23,71	8 400	5	25/63
Sor BN 8,5	7	ON	2011	24,12	8 400	5	25/63
Sor BN 8,5	8	ON	2011	22,90	8 400	5	25/63
Sor BN 8,5	9	ON	2011	24,25	8 400	5	25/63

Marka, model	Nr boczny	Napęd	Rok produkcji	Średnie spalanie na 100 km	Długość pojazdu	Norma EURO	Liczba miejsc
Sor BN 8,5	10	ON	2011	22,96	8 400	5	25\63
Sor BN 8,5	11	ON	2011	23,74	8 400	5	25\63
Dietrich Vehicules	13	ON	2011	15,00	6 363	EEV	11\18
Dietrich Vehicules	14	ON	2011	19,00	6 363	EEV	11\18
Volvo 7900	50	HYBRYDOWY	2019	23,85	13 500	ECE/EEC	30\96
Lion's City 12	101	elektryczny	2021	100 kWh	12 185	elektryczny	32\79
Lion's City 12	102	elektryczny	2021	100 kWh	12 185	elektryczny	32\79
<b>Man NL 222</b>	<b>106</b>	<b>ON</b>	<b>2002</b>	<b>30,30</b>	<b>11 675</b>	<b>2</b>	<b>31\106</b>
<b>Solaris Urbino 12</b>	<b>150</b>	<b>ON</b>	<b>2003</b>	<b>29,59</b>	<b>12 000</b>	<b>3</b>	<b>29\105</b>
<b>Solaris Urbino 12</b>	<b>151</b>	<b>ON</b>	<b>2003</b>	<b>28,82</b>	<b>12 000</b>	<b>3</b>	<b>29\105</b>
<b>Solaris Urbino 12</b>	<b>152</b>	<b>ON</b>	<b>2004</b>	<b>28,83</b>	<b>12 000</b>	<b>3</b>	<b>29\105</b>
<b>Solaris Urbino 12</b>	<b>154</b>	<b>ON</b>	<b>2007</b>	<b>30,52</b>	<b>12 000</b>	<b>4</b>	<b>29\101</b>
<b>Solaris Urbino 12</b>	<b>155</b>	<b>ON</b>	<b>2007</b>	<b>30,56</b>	<b>12 000</b>	<b>4</b>	<b>29\101</b>
<b>Solaris Urbino 12</b>	<b>156</b>	<b>ON</b>	<b>2008</b>	<b>29,49</b>	<b>12 000</b>	<b>5</b>	<b>29\101</b>
<b>Solaris Urbino 12</b>	<b>157</b>	<b>ON</b>	<b>2008</b>	<b>30,13</b>	<b>12 000</b>	<b>5</b>	<b>29\101</b>
<b>Solaris Urbino 12</b>	<b>158</b>	<b>ON</b>	<b>2008</b>	<b>30,45</b>	<b>12 000</b>	<b>5</b>	<b>29\101</b>
<b>Solaris Urbino 12</b>	<b>159</b>	<b>ON</b>	<b>2008</b>	<b>29,10</b>	<b>12 000</b>	<b>4</b>	<b>29\96</b>
<b>Solaris Urbino 12</b>	<b>160</b>	<b>ON</b>	<b>2008</b>	<b>31,61</b>	<b>12 000</b>	<b>4</b>	<b>29\96</b>
Solaris Urbino 12	161	ON	2009	28,91	12 000	EEV	29\101
Solaris Urbino 12	162	ON	2009	29,73	12 000	EEV	29\101
Solaris Urbino 12	163	ON	2010	32,51	12 000	EEV	29\101
Solaris Urbino 12	164	ON	2010	32,05	12 000	EEV	29\101
Solaris Urbino 12	165	ON	2010	30,04	12 000	EEV	29\101
Solaris Urbino 12	166	ON	2010	30,23	12 000	EEV	29\101
Solaris Urbino 12	167	ON	2011	30,80	12 000	EEV	29\101
Solaris Urbino 12	168	ON	2011	30,89	12 000	EEV	29\101
Solaris Urbino 12	169	ON	2011	32,74	12 000	EEV	29\101
Solaris Urbino 10	170	ON	2011	30,39	12 000	EEV	29\101
Solaris Urbino 12	171	ON	2014	28,32	9 940	6	22\76
Solaris Urbino 10	172	ON	2014	29,57	12 000	6	29\99
Solaris Urbino 10	173	ON	2015	29,80	9 940	6	22\76
Solaris Urbino 12	174	ON	2015	29,52	9 940	6	22\76
Solaris Urbino 12	175	ON	2015	30,71	12 000	6	29\101
Solaris Urbino 12	176	ON	2015	31,13	12 000	6	29\101
Solaris Urbino 12	177	ON	2019	29,12	12 000	6	29\105
Solaris Urbino 12	178	ON	2019	32,27	12 000	6	29\105
Solaris Urbino 12	179	ON	2019	30,74	12 000	6	29\105
Mercedes Benz Citaro	300	ON	2009	45,01	17 940	5	46\142

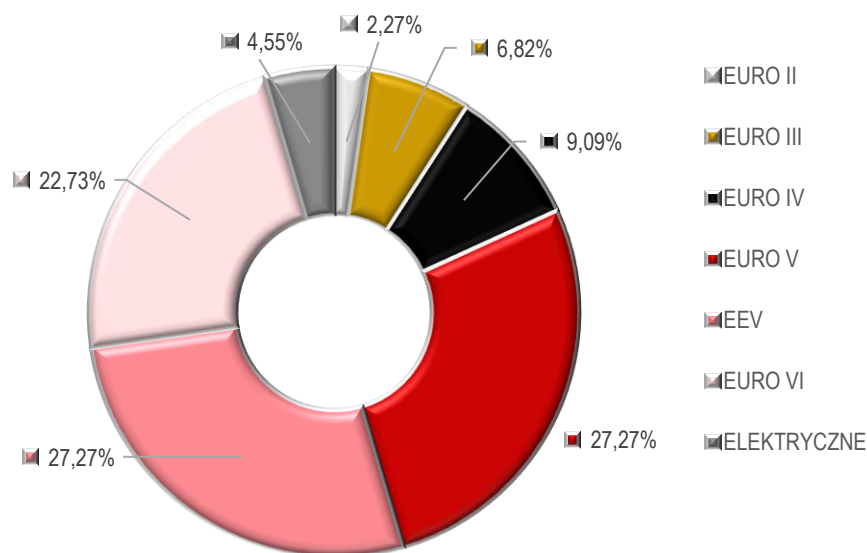
\*Na czerwono oznaczone zostały autobusy predysponowane do wycofania w ramach podejmowanych czynności modernizacji floty Operatora.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Operatora.

## Normy emisji spalin

Cała flota Organizatora, eksploatowana na liniach komunikacji miejskiej składa się z 22,73% autobusów o normie emisji spalin EURO VI (w tym 1 pojazd hybrydowy), 27,27% o normie emisji spalin EEV, 27,27% o normie emisji EURO V, 9,09% o normie

emisji EURO VI, 6,82% autobusów o normie spalania EURO III i 2,27% o najniższej normie – EURO II. Dodatkowo 4,55% autobusów stanowią pojazdy o napędzie elektrycznym.



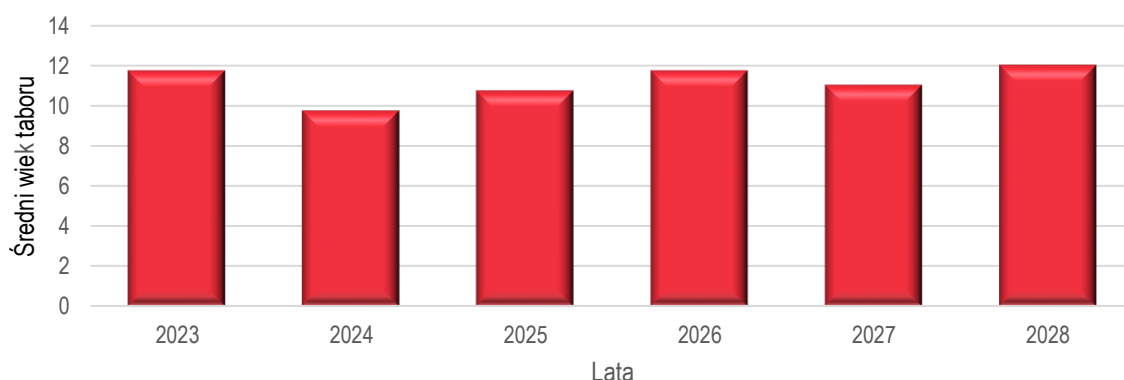
Wykres 2 Normy emisji spalin całej floty autobusów.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Operatora.

## Struktura wieku taboru

W skład taboru wykorzystywanego przez Operatora wchodzi 32 autobusy wyprodukowane ponad 10 lat temu. Najmłodszymi pojazdami są 2 autobusy elektryczne wyprodukowane w 2021 r.

Po dokonaniu wymian/modernizacji floty Operatora struktura wieku taboru również ulegnie zmianom, zgodnie z poniżej prezentowanymi wartościami<sup>12</sup>:



Wykres 3. Zakładana struktura wieku taboru po wymianie autobusów zgodnie z przyjętymi założeniami w 2024 r. (7 szt.) i 2027 r. (4 szt.)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Operatora.

<sup>12</sup> Założenie hipotetyczne, zakładające wymianę taboru zgodnie z wymogami UoEiPA w 2024 roku (7 szt.) i 2027 roku (4 szt.).

### Wskaźnik wykorzystania taboru Operatora

Aktualnie Miejski Zakład Komunikacyjny w Kędzierzynie-Koźlu sp. z o.o. do przewozów pasażerskich w komunikacji miejskiej wykorzystuje 44 pojazdy.

W 2023 roku 95,88% wszystkich wozokilometrów zrealizowanych zostało przy wykorzystaniu pojazdów napędzanych olejem napędowym, pozostałe zaś pojazdami elektrycznymi. Na prezentowanym wykresie przedstawiona została struktura wykorzystania poszczególnych modeli pojazdów do obsługi sieci komunikacyjnej.

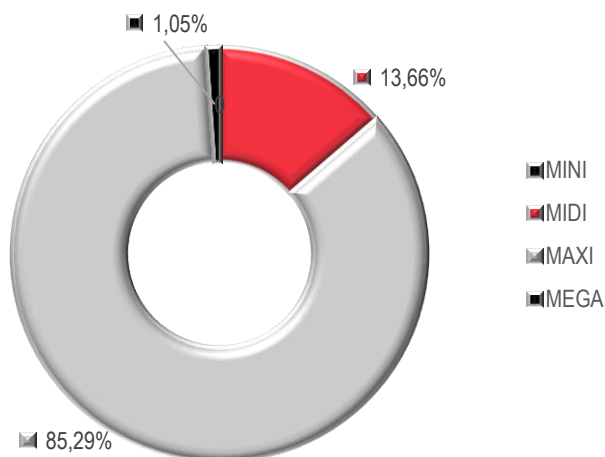
Wskaźnik wykorzystania poszczególnych autobusów został obliczony z wykorzystaniem następującego wzoru:

$$\frac{WZKM\ j}{WZKM\ o} * 100\%$$

gdzie:

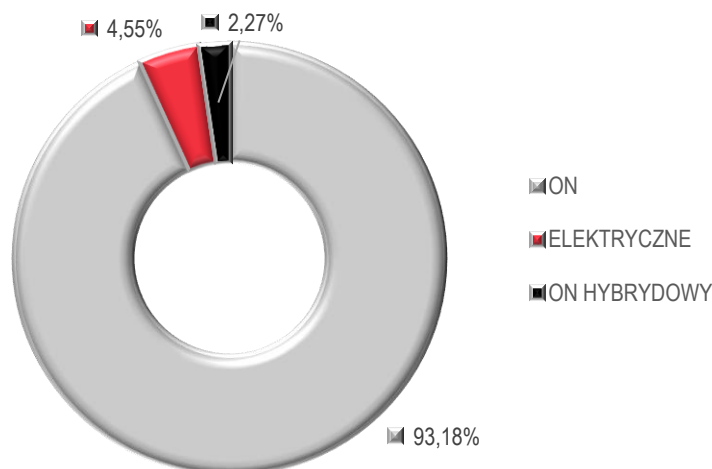
**WZKM j** – liczba wozokilometrów wykonana przez pojedynczy autobus w 2023 roku;

**WZKM o** – łączna liczba wozokilometrów wykonana przez wszystkie autobusy będące na wyposażeniu MZK w Kędzierzynie-Koźlu Sp. z o.o.



Wykres 4. Wskaźnik wykorzystania taboru z uwzględnieniem wielkości pojazdu w 2023 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Organizatora.



Wykres 5. Wskaźnik wykorzystania taboru z uwzględnieniem rodzaju napędu

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Operatora.

Tabela 8. Wskaźnik wykorzystania poszczególnych pojazdów wykorzystywanych przez MZK w Kędzierzynie-Koźlu sp. z o.o.

Typ modelu autobusu	Wskaźnik wykorzystania pojazdu	Typ modelu autobusu	Wskaźnik wykorzystania pojazdu
Sor BN 8,5	0,31%	Solaris Urbino 12	2,95%
Sor BN 8,5	0,95%	Solaris Urbino 12	2,46%
Sor BN 8,5	1,61%	Solaris Urbino 12	1,74%
Sor BN 8,5	0,00%	Solaris Urbino 12	1,78%
Sor BN 8,5	0,00%	Solaris Urbino 12	3,15%
Sor BN 8,5	1,01%	Solaris Urbino 12	2,95%
Sor BN 8,5	1,39%	Solaris Urbino 12	3,58%
Sor BN 8,5	1,92%	Solaris Urbino 12	3,54%
Dietrich Vehicules	0,00%	Solaris Urbino 12	3,66%
Dietrich Vehicules	0,00%	Solaris Urbino 12	3,91%
Volvo 7900	2,29%	Solaris Urbino 12	3,78%
Lion's City 12	1,87%	Solaris Urbino 12	4,35%
Lion's City 12	2,25%	Solaris Urbino 10	2,16%
Man NL 222	0,87%	Solaris Urbino 12	1,66%
Solaris Urbino 12	1,35%	Solaris Urbino 10	1,58%
Solaris Urbino 12	1,19%	Solaris Urbino 10	2,72%
Solaris Urbino 12	1,69%	Solaris Urbino 12	3,81%
Solaris Urbino 12	3,10%	Solaris Urbino 12	4,61%
Solaris Urbino 12	3,05%	Solaris Urbino 12	3,63%
Solaris Urbino 12	2,87%	Solaris Urbino 12	3,22%
Solaris Urbino 12	3,46%	Solaris Urbino 12	3,21%
Solaris Urbino 12	3,31%	Mercedes Benz Citaro	1,05%

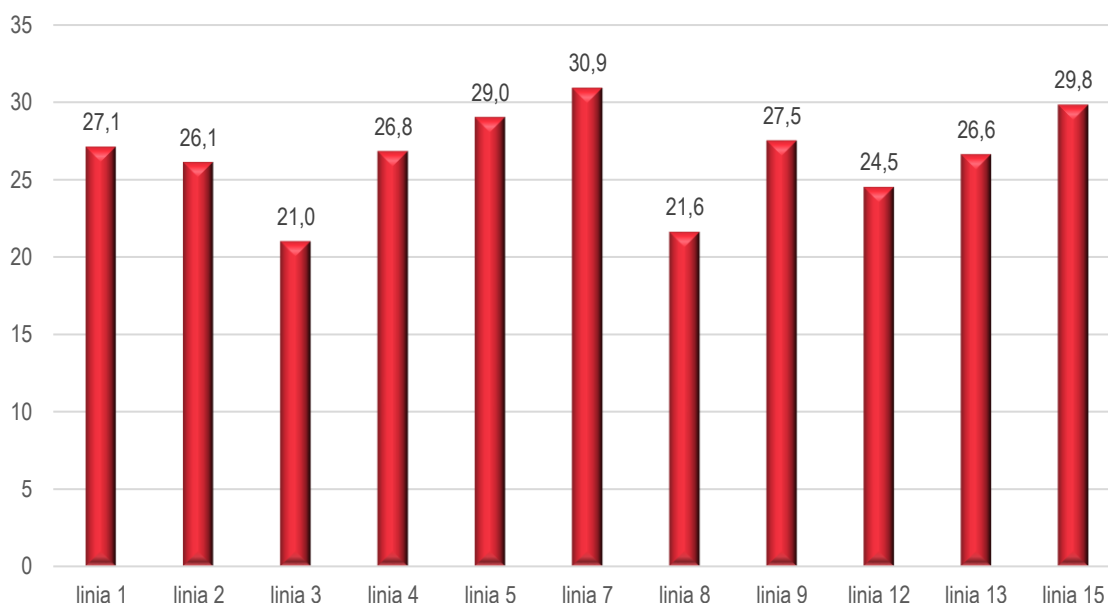
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Operatora.

## Prędkość na liniach komunikacji miejskiej

**Prędkość komunikacyjna definiowana jest jako stosunek przebytej drogi do czasu pracy pojazdu z uwzględnieniem czasów postoju na przystankach pośrednich.**

Średnia prędkość komunikacyjna na wszystkich liniach w dzień roboczy wynosi 26,4 km/h. Na wszystkich liniach prędkości komunikacyjne wynoszą od 21,0 km/h nawet do 30,9 km/h. Linie, które osiągają najwyższą prędkość komunikacyjną to linie: 7, 15, 5, 9 i 1. Linie, które kursują z najniższą prędkością komunikacyjną to linie: 3, 12, 2, 8 i 13.

Poniżej znajduje się wykres z prędkościami komunikacyjnymi wszystkich linii obsługiwanych przez Operatora.



**Wykres 6. Średnie prędkości komunikacyjne na liniach komunikacji miejskiej w Kędzierzynie-Koźlu [km/h]**

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Operatora.

### 1.6.5 Szacunkowa emisja gazów cieplarnianych w skali roku

Efektom wdrożenia autobusów zeroemisyjnych będzie ograniczenie emisji pyłów i gazów szkodliwych dla zdrowia ludzi oraz środowiska. Dla ukazania możliwych do osiągnięcia efektów ekologicznych w Tabeli 14 Przedstawiono obecną emisję spalin przez poszczególne kategorie pojazdów należących do Organizatora, których emisja szkodliwych substancji zależy od normy emisji spalin i średniego zużycia paliwa. Tabela 42 przedstawia natomiast zmiany, jakie mogą nastąpić po wymianie 14 pojazdów napędzanych paliwem konwencjonalnym na autobusy zeroemisyjne. W przypadku emisji CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> oraz PM uwzględniono fakt, iż energia elektryczna w Polsce

jest głównie oparta na węglu kamiennym oraz węglu brunatnym. Autobusy elektryczne będą zasilane energią wyprodukowaną ze wskazanych paliw konwencjonalnych, które podczas jej wytwarzania generują emisję CO<sub>2</sub>. W związku z powyższym przedstawiono zarówno ujęcie globalne, jak i lokalne emisji związanej z użytkowaniem w Mieście pojazdów elektrycznych.

#### **Przyjęta metodologia obliczania wskaźników zanieczyszczeń**

Metoda, z użyciem której obliczane są emisje zanieczyszczeń, zależy od specyfiki i rodzaju zanieczyszczeń, rodzaju paliwa, wielkości zużycia paliwa i jego parametrów oraz od specyfiki procesów



odpowiedzialnych za ich powstawanie. Dodatkowo, wybrana metoda obliczeniowa powinna uwzględniać dostępność danych i efektywność obliczeń, możliwość wykreowania podokresów obliczeniowych, możliwość określenia emisji w warunkach pracy emitora oraz w warunkach odbiegających od norm.

Wyznaczenie emisji dokonać można metodą:

- bilansową (wskaźnikową),
- opartą na wynikach pomiarów jednorazowych,
- opartą na danych literaturowych,
- opartą na wynikach pomiarów okresowych, które obejmują analizę częstotliwości pomiarów, wybór metody wyznaczania wskaźników emisji oraz metodologię postępowania z wynikami „nieprawdopodobnie” niskimi lub wysokimi.

Metoda wskaźnikowa polega na określeniu ilości spalonego paliwa w okresie rozliczeniowym oraz doborze odpowiedniego wskaźnika (**wskaźnik emisji zanieczyszczeń z określonej instalacji jest ilorazem emisji przez wielkość produkcji**).

Wartość emisji zanieczyszczeń dla poszczególnych kategorii pojazdów przyjmuje się na podstawie norm emisyjnych pojazdu (zakładając, że pojazd spełnia określone normy emisji spalin) lub na podstawie rzeczywistych wyników pomiarów emisji.

Tabela 9. Przyjęte wskaźniki emisji zanieczyszczeń dla pojazdów w podziale na normę emisji spalin

Norma silnika	Jedn.	NM HC /NMOVOC	NOx	PM
ON EURO II	g/kWh	1,1	7,0	0,15
ON EURO III	g/kWh	0,66	5,0	0,10
ON EURO IV	g/kWh	0,46	3,5	0,02
ON EURO V	g/kWh	0,46	2,0	0,01
ON EURO VI	g/kWh	0,13	0,4	0,01

Dodatkowo do obliczenia emisji zanieczyszczeń z pojazdów samochodowych, założono:

Dla autobusów napędzanych olejem napędowym (Diesel)<sup>13</sup>:

- wartość energetyczna Diesla – 36 MJ/l

1 kWh – 3,6 MJ;

wartość energetyczna Diesla – 10,00kWh/l

- EIB Carbon Footprint – 2,68 CO<sub>2</sub> kg/l.

Na podstawie wyżej wymienionych wskaźników oraz w oparciu o średnie zużycie paliwa przez dany autobus oraz normę silnika EURO wyliczono wielkość emisji zanieczyszczeń NMHC/NMVO, NOx, PM, CO<sub>2</sub> z następującego wzoru:

$$E = B \times W$$

gdzie:

E – emisja substancji [g/km];

B – zużycie paliwa [kWh/km];

W – wskaźnik emisji zanieczyszczeń [g/kWh].

Dla autobusów napędzanych gazem CNG<sup>14</sup>:

- wartość energetyczna CNG – 33 MJ/Nm<sup>3</sup>;

1 kWh – 3,6 MJ;

wartość energetyczna CNG – 9,17 kWh/Nm<sup>3</sup>.

- EIB Carbon Footprint – 0,054 CO<sub>2</sub>kg na 1 SCF.

Na podstawie wyżej wymienionych wskaźników oraz w oparciu o średnie spalanie przez dany autobus oraz normę silnika EURO wyliczono wielkość emisji zanieczyszczeń NMHC/NMVO, NOx, PM, CO<sub>2</sub> z następującego wzoru:

$$E = B \times W$$

gdzie:

E – emisja substancji [g/km]

B – średnie spalanie [kWh/km]

W – wskaźnik emisji zanieczyszczeń [g/kWh]

Przy dokonywaniu szacunkowych obliczeń dot. emisji gazów cieplarnianych uwzględniono średnią wartość spalania dla każdego typu i wielkości taboru z uwzględnieniem norm emisji spalin EURO.

<sup>13</sup> Rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 10.05.2011 r. w sprawie innych niż cena obowiązkowych kryteriów oceny ofert w odniesieniu do niektórych rodzajów zamówień publicznych.

<sup>14</sup> Rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 10.05.2011 r. w sprawie innych niż cena obowiązkowych kryteriów oceny ofert w odniesieniu do niektórych rodzajów zamówień publicznych.

Dla autobusów napędzanych energią elektryczną:

- średnie zużycie energii przez dany autobus – 139 kWh/100 km;
- uśrednione wskaźniki emisji zanieczyszczeń przy produkcji energii elektrycznej w Polsce<sup>15</sup>.

	NMHC/ NMVOC	NO <sub>x</sub>	PM
g/GJ	1,4	303	8,3
g/kWh	0,00504	1,0908	0,02988

Na podstawie wyżej wymienionych wskaźników oraz w oparciu o średnie zużycie energii przez dany autobus wyliczono wielkość emisji zanieczyszczeń NMHC/NMVOC, NO<sub>x</sub>, PM, CO<sub>2</sub> z następującego wzoru:

$$E = I \times B100 \text{ [km]}$$

gdzie:

E – emisja substancji [g/km]

I – emisja poszczególnych zanieczyszczeń wynikająca z produkcji energii elektrycznej w Polsce (wartości uśrednione)

B – średnie zużycie energii [kWh/100km]

W przypadku emisji dwutlenku węgla uwzględniono fakt, iż energia elektryczna w Polsce jest głównie oparta na węglu kamiennym oraz węglu brunatnym. Dlatego też przyjęto do obliczeń następujące wskaźniki jednostkowej emisji zanieczyszczeń przy produkcji energii elektrycznej:

Tabela 10. Wskaźniki jednostkowej emisji zanieczyszczeń przy produkcji energii elektrycznej<sup>16</sup>

Wskaźniki emisji w przeliczeniu na jednostkę przebytej drogi przez autobus [g/km]			
CO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	PM
Elektrownie wiatrowe			
1509,0	0,282	1,77	0,09
Elektrownie gazowe			
457,7	0,149	0,613	0,0035

Tabela 11. Emisja spalin autobusów komunikacji miejskiej Miasta Kędzierzyn-Koźle przed wymianą floty autobusów

	Szt.	SPALANIE/ ZUŻYCIE PALIWA	NMHC/NMVOC [g/km]	Nox [g/km]	PM [g/km]	CO <sub>2</sub> [kg/km]
ON						
Norma EURO II						
MAXI	1	30,30 l/100 km	3,33	21,21	0,45	0,81
Norma EURO III						
MAXI	3	29,08 l/100 km	5,76	43,62	0,87	2,31
Norma EURO IV						
MAXI	4	30,27 l/100 km	5,56	42,36	0,24	3,24
Norma EURO V						
MIDI	8	23,81 l/100 km	8,80	38,08	0,40	5,04
MAXI	3	30,02 l/100 km	4,14	18,00	0,18	2,40
MEGA	1	45,01 l/100 km	1,10	4,76	0,05	0,63
EEV						
MINI	2	17,00 l/100 km	0,86	6,80	0,06	0,45
MAXI	10	30,83 l/100 km	7,70	61,70	0,60	8,20
EURO VI						
MIDI	3	29,30 l/100 km	1,14	3,51	0,09	2,34
MAXI	6	30,36 l/100 km	2,34	7,26	0,18	4,86
Norma EURO VI HYBRYDA						
MAXI	1	23,85 l/100 km	0,31	0,95	0,02	0,63
ELEKTRYCZNE (w ujęciu lokalnym)						
Norma EURO VI						
MAXI	2	100 kWh/100 km	0	0	0	0
	44	-	41,04	248,25	3,14	30,91

Źródło: opracowanie własne.

<sup>15</sup> Ricardo-AEA, F.3.

<sup>16</sup> Marczak H., Koszty zużycia energii i emisji zanieczyszczeń wynikające z użytkowania autobusów miejskich.

### 1.3.1 Pojazdy elektryczne oraz infrastruktura pojazdów elektrycznych

Miejski Zakład Komunikacyjny w Kędzierzynie-Koźlu sp. z o.o. posiada w swoim taborze 2 pojazdy klasy MAXI o napędzie elektrycznym oraz 1 ładowarkę dwustanowiskową plug-in o mocy 80 kW, znajdująca się na zajezdni przy ul. Kozielskiej 2 w Kędzierzynie-

Koźlu. Autobusy wraz z infrastrukturą ładowania zostały zakupione z dofinansowania z Centrum Unijnych Projektów transportowych (CUPT), gdzie nabywcą było MZK Kędzierzyn-Koźle sp. z o.o.

### 1.3.2 Realizowane i planowane przedsięwzięcia taborowe i infrastrukturalne

Miasto Kędzierzyn-Koźle realizuje projekt inwestycyjny w ramach dofinansowania z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej II nabór. W ramach tego projektu przewidziano:

1. Zakup 2 autobusów elektrycznych klasy MAXI.
2. Zakup 1 ładowarki zajezdniowej dwustanowiskowej plug-in o mocy 80 kW.
3. Zakup 2 ładowarek pantografowych o mocy 250 kW wraz z dokumentacją projektową i budową infrastruktury. Planuje się ich usytuowanie na ul. Szkolnej 15 i Al. Partyzantów.

MZK Kędzierzyn-Koźle sp. z o.o. realizuje projekt w ramach dofinansowania z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej III nabór. W ramach tego projektu przewidziano:

1. Zakup 2 autobusów elektrycznych klasy MAXI.
2. Zakup 1 ładowarki zajezdniowej dwustanowiskowej plug-in o mocy 80 kW.
3. Zakup 1 ładowarki pantografowej o mocy 250 kW wraz z dokumentacją projektową i budową infrastruktury. Planuje się jej usytuowanie na ul. Chrobrego.

#### 4. Zakup transformatora

Ponadto MZK Kędzierzyn-Koźle sp. z o.o. w ramach dofinansowania z Funduszy Europejskich dla opolskiego 2021-2027 dla działania 3.1 mobilność miejska planuje:

1. Zakup 2 szt autobusów elektrycznych klasy MAXI.
2. Zakup ładowarki zajezdniowej dwustanowiskowej o mocy 80 kw.

3. Opracowanie dokumentacji projektowej – budowa pętli autobusowej na ul. Królowej Jadwigi.
4. Budowę infrastruktury – pętli autobusowej na ul. Królowej Jadwigi.
5. Zakup ładowarki pantografowej o mocy 250 kw na pętli na ul. Królowej Jadwigi.
6. Zakup podestu do serwisowania autobusów elektrycznych.
7. Budowę myjni z obiegiem zamkniętym na terenie zajezdni przy ulicy Kozielskiej.
8. Zakup tablic elektronicznych systemu informacji pasażerskiej na wybranych przystankach:
  - P. Skargi – 2 tablice
  - Ratusz – 1 tablica
  - Damrota – 1 tablica
  - Hala sportowa – 1 tablica
  - Wojska Polskiego – 1 tablica
  - Waryńskiego (Azoty) – 1 tablica
  - Kozielska – 2 tablice
  - Tuwima – 1 tablica
9. Promocję transportu publicznego.

Miasto Kędzierzyn-Koźle planuje również złożenie wniosku na dofinansowanie realizacji inwestycji w postaci:

1. Zakupu 2 autobusów elektrycznych.
2. Zakupu ładowarki zajezdniowej dwustanowiskowej o mocy 80 kw.
3. Zakup tablic elektronicznych systemu informacji pasażerskiej na wybranych przystankach:
4. Zakup tablic elektronicznych systemu informacji pasażerskiej na wybranych przystankach:
  - Kłodnica Skrzyżowanie
  - Kłodnica Kościół
  - Wyspiańskiego II (oba kierunki)

- Piotra Skargi I (kierunek Kędzierzyn)
  - 1-go Maja (Kosmos)
  - 1-go Maja I (kierunek Azoty)
  - Pionierów POK (oba kierunki)
  - Urząd Miasta (kierunek Rogi)
  - Kofama (oba kierunki)
  - Sławięcice HERMES
5. Zakup 2 ładowarek pantografowych usytuowanych na dw. Kolejowy (ul. Piastowska) oraz Sławięcice Cmentarz.

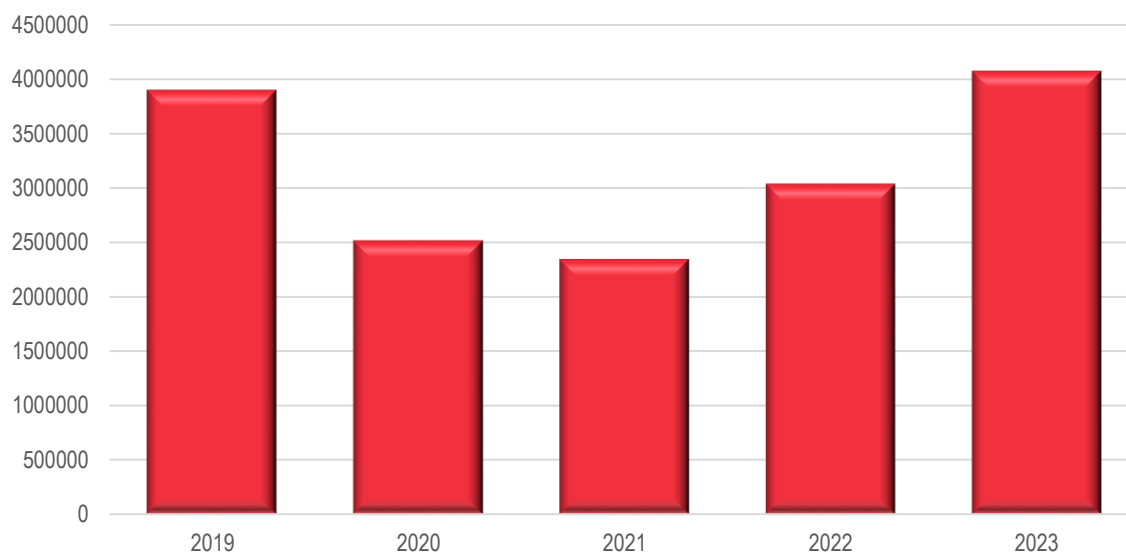
Realizacja wyżej opisanych projektów spowoduje zwiększenie udziału pojazdów elektrycznych w komunikacji miejskiej w Kędzierzynie – Koźlu.

Propozycja usytuowania pantografów:

### 1.5.7 Analiza popytu na komunikację zbiorową

Analiza popytu na komunikację miejską w ostatnich latach (2019-2023) przedstawia, iż liczba pasażerów ulega ciągłym zmianom. W roku 2019 roku łączna liczba pasażerów przewożonych autobusami komunikacji miejskiej w Kędzierzynie-Koźlu wyniosła 3 900 000, natomiast w roku 2020, w roku wybuchu pandemii SARS COV2, kiedy to wprowadzone zostały liczne ograniczenia w przemieszczaniu się

ludności kraju, liczba pasażerów spadła do 2 516 013 (spadek o 35,47%). Zbliżona wielkość pasażerów odnotowana została także w kolejnym roku „pandemicznym” – 2 345 835 pasażerów. Po zlikwidowaniu licznych ograniczeń w przemieszczaniu się liczba pasażerów zaczęła wzrastać – w 2023 r. do poziomu 4 074 068 pasażerów.



**Wykres 7. Zmiany liczby pasażerów komunikacji miejskiej w Kędzierzynie-Koźlu**

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Operatora.

## 2. Metodyka Analizy

Zastosowana w niniejszym opracowaniu analiza kosztów i korzyści stanowi system oceny efektywności Inwestycji. Analiza kosztów i korzyści swój początek powzięła z ekonomii dobrobytu – nurtu teorii ekonomii, która powstała na początku XX wieku. Celowość analizy oparto na zmodyfikowanej zasadzie optimum Pareto – kryterium efektywności Kaldora-Hicksa.

Według przytoczonego kryterium projekt otrzyma rekomendację wdrożenia w przypadku, gdy możliwe będzie, aby jednostki gospodarcze, które zyskują na realizacji Inwestycji, wypłaciły pełną rekompensatę pozostałym podmiotom, które ponoszą koszty. Konkluzją analizy kosztów i korzyści jest zależność, która stanowi, że poprzez projekty generujące korzyści netto (nadwyżkę korzyści nad kosztami) możliwa jest maksymalizacja dobrobytu społecznego<sup>17</sup>.

### 2.3 Dane

Dane do AKK pozyskano od Biura Działalności Gospodarczej w Kędzierzynie-Koźlu oraz operatora realizującego przewozy na liniach komunikacji miejskiej w Kędzierzynie-Koźlu w zakresie m.in.:

- kosztów bieżącego serwisu i utrzymania (naprawy, przeglądy, konserwacje itp.) autobusów z podziałem na rodzaj taboru;
- szczegółowych informacji na temat wykorzystywanego taboru (m.in. rok produkcji, rodzaj napędu, norma emisji spalin, liczba miejsc, długość autobusu, dodatkowe wyposażenie, zużycie paliwa [l/100km]);
- charakterystyki obecnej sieci publicznej komunikacji zbiorowej;
- zasad organizacji rynku przewozów (obowiązujące porozumienia międzygminne oraz zasady rozliczania się z gminami);
- ostatnio realizowanych r. i planowanych inwestycjach zakupu taboru oraz budowy i modernizacji infrastruktury technicznej;
- szczegółowych informacji na temat infrastruktury przystankowej i inne.

### 2.4 Zastosowane metody

W ramach AKK projekt Inwestycji w tabor o napędzie zeroemisyjnym zostanie zweryfikowany pod względem:

- finansowym (analiza finansowa);
- społeczno-ekonomicznym (analiza społeczno-ekonomiczna);
- wrażliwości i ryzyka otrzymanych parametrów oceny.

<sup>17</sup> Ligus M., Efektywność inwestycji w odnawialne źródła energii. Analiza kosztów i korzyści, CeDeWu sp. z o.o., Warszawa 2010.

## 2.4.1 Analiza finansowa

Głównym założeniem analizy finansowej przeprowadzonej w niniejszym opracowaniu jest ocena efektywności ekonomicznej Inwestycji. Rachunek opłacalności Inwestycji obejmować będzie planowane wpływy i wydatki związane bezpośrednio z realizacją Inwestycji, a zatem nie będzie on uwzględniał wpływu Inwestycji na wynik finansowy przedsiębiorstwa inwestującego i inne uwarunkowania jego działalności.

Do oceny opłacalności Inwestycji wykorzystano:

metodę wartości bieżącej netto (NPV);

metodę wewnętrznej stopy zwrotu (IRR).

Obliczenia będą odnosiły się do wpływów osiągniętych dzięki Inwestycjom i wydatkom z nią związanych (nakłady inwestycyjne, koszty eksploatacji i odtworzenia). Analiza nie uwzględnia ewentualnych negatywnych skutków, jakie mogą wystąpić w związku z Inwestycją w dotychczasowej działalności przedsiębiorstwa (np. podwyższenie poziomu ryzyka, negatywne zmiany w strukturze kosztów, itp.).

**Wartość bieżąca netto (wartość zaktualizowana netto) NPV (ang. net present value)**, opiera się na zdyskontowanych przepływach gotówkowych netto (ang. net cash flow) w prognozowanych latach. Miernik NPV bazuje na różnicach między przewidywanymi wpływami pieniężnymi i wydatkami pieniężnymi poniesionymi w związku z realizacją Inwestycji (w tym nakłady inwestycyjne).

Strumienie pieniężne netto w poszczególnych okresach można obliczyć jako różnicę dodatnich i ujemnych przepływów pieniężnych.

Do dodatnich przepływów zalicza się, np.: zysk netto, amortyzację, nakłady na kapitał obrotowy.

W ramach ujemnych przepływów pieniężnych zalicza się: nakłady inwestycyjne finansowane kapitałem własnym, nakłady na kapitał obrotowy finansowane kapitałami własnymi podczas realizacji Inwestycji, a także koszty z eksploatacji Inwestycji i inne o podobnym charakterze.

Miernik NPV przedstawia się wówczas za pomocą wzoru:

### Bieżąca wartość netto (NPV)

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{FCF_t}{(1+r)^t} - I_0$$

gdzie:

**NPV** – wartość bieżąca netto;

**FCF<sub>t</sub>** – przepływy gotówkowe w okresie t;

**r** – stopa dyskonta;

**I<sub>0</sub>** – nakłady początkowe;

**t** – kolejne okresy (najczęściej lata) eksploatacji Inwestycji.

### Składniki NPV – FCF (free cash flow)

$$FCF = EBIT * (1 - T) + A - CAPEX - \Delta NWC$$

gdzie:

**FCF** – wolne przepływy pieniężne;

**EBIT** – zysk operacyjny;

**T** – stopa opodatkowana;

**A** – amortyzacja;

**CAPEX** – nakłady odtworzeniowe;

**ΔNWC** – wydatki na sfinansowanie wzrostu zapotrzebowania na kapitał obrotowy netto (KON).

NPV jako kryterium opłacalności Inwestycji może przybierać wartości:

NPV < 0 – Inwestycja jest nieopłacalna z punktu widzenia wartości firmy;

NPV = 0 – Inwestycja znajduje się na granicy opłacalności;

NPV > 0 – Inwestycja jest opłacalna, tym bardziej im większa jest wartość współczynnika.

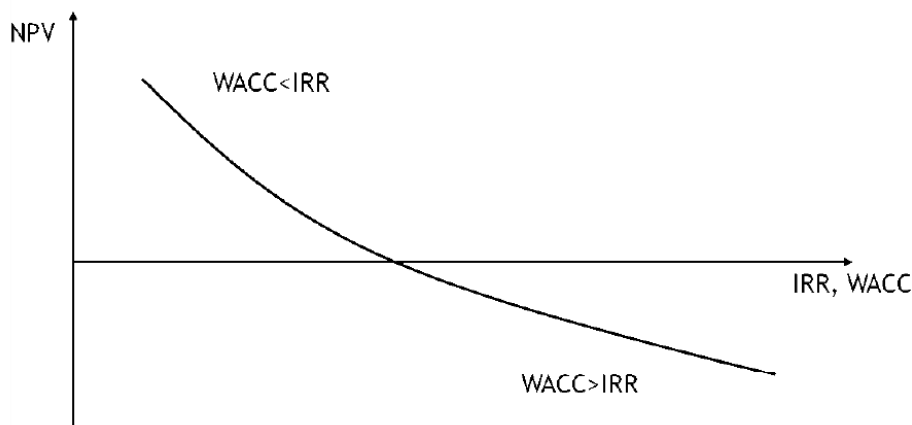
Inwestycja jest więc opłacalna, gdy  $NPV \geq 0$ , co oznacza, iż stopa rentowności Inwestycji jest wyższa od stopy granicznej, określonej przez przyjętą do rachunku stopę dyskontową. Każda Inwestycja o NPV większym od zera może być zrealizowana, ponieważ przyniesie przedsiębiorstwu wyższe korzyści finansowe niż wymagane przez inwestora, a tym samym podniesie wartość firmy.



Natomiast ujemna wartość NPV świadczy o niższej od granicznej stopie rentowności przedsięwzięcia. Z punktu widzenia wartości firmy realizacja takiego przedsięwzięcia będzie nieopłacalna.

Wartość NPV zależy, z jednej strony, od wartości i rozłożenia w czasie przepływów pieniężnych netto,

z drugiej zaś od przyjętej do obliczeń stopy dyskontowej. Podniesienie poziomu stopy dyskontowej prowadzi do obniżenia zdyskontowanej wartości przepływów pieniężnych netto w kolejnych latach okresu obliczeniowego. Zależność między stopą dyskontową, a wartością NPV przedstawiono na wykresie.



**Wykres 8. Zależność między stopą dyskontową a wartością NPV**

Źródło: opracowanie własne.

Drugą metodą zastosowaną do oceny efektywności Inwestycji jest **wewnętrzna stopa zwrotu (IRR)**.

IRR jest miarą rzeczywistej efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego, rentowności dla danego przedsięwzięcia. IRR jest taką stopą dyskontową, przy której  $NPV=0$  (wartość zaktualizowana wpływów pieniężnych równa się wartości zaktualizowanej wydatków pieniężnych). Opłacalny będzie ten projekt, dla którego wewnętrzna stopa zwrotu jest nie mniejsza niż stopa dyskontowa przyjęta do obliczania NPV projektu inwestycyjnego.

**W przypadku wyboru spośród kilku alternatywnych projektów za najlepszy uważa się ten, dla którego IRR ma najwyższą wartość.**

Poziomą wewnętrzną stopę zwrotu badanej Inwestycji wykorzystując formułę interpolacji liniowej przyjmuje postać:

$$\sum_{t=0}^n \frac{FCF_t}{(1+r)^t} - I_0 = 0$$

gdzie:

**NPV** – wartość bieżąca netto;

**FCF<sub>t</sub>** – przepływy gotówkowe w okresie t;

**r** – stopa dyskonta;

**I<sub>0</sub>** – nakłady początkowe;

**t** – kolejne okresy (najczęściej lata) eksploatacji Inwestycji.

Analiza finansowa obejmuje czas ekonomicznej użyteczności taboru – cały okres funkcjonowania Inwestycji, tj. okres jej realizacji, jak i pełny, przewidywany okres eksploatacji Inwestycji.



## 2.4.2 Analiza społeczno-ekonomiczna

Założenia analizy społeczno-ekonomicznej:

- analiza koncentruje się na efektach Inwestycji z perspektywy dobrobytu społecznego;
- analiza efektów ekologicznych;
- analiza obejmuje tylko efekty bezpośrednio wynikające z projektu;
- analiza koncentruje się na:
  - zgeneralizowanych kosztach transportu;
  - dających się zmonetyzować kosztach zewnętrznych transportu.

Zgeneralizowane koszty transportu oraz efekty ekonomiczne Inwestycji oznaczają wartości, które można zdefiniować jako:

- koszty czasu (straty czasu) – różnicowe koszty czasu podróży pasażerów, którzy zrezygnowali z podróży samochodami na rzecz transportu publicznego;
- różnicowe koszty podróży – oszczędności na kosztach eksploatacji pojazdów (pomniejszone o koszt zakupu biletów);
- koszty wypadków – niższe koszty wypadków na drogach dzięki zmniejszeniu ruchu drogowego;
- koszty społeczne emisji gazów cieplarnianych (CO<sub>2</sub>) – różnicowe koszty zmian klimatycznych (emisja CO<sub>2</sub>);
- koszty społeczne emisji gazów innych niż cieplarniane (tj. lokalnych skutków zanieczyszczenia powietrza) – niższe koszty zanieczyszczenia środowiska, dzięki zmniejszeniu ruchu drogowego;
- koszty społeczne emisji hałasu – różnicowe koszty hałasu.

## 2.4.3 Analiza wrażliwości

Analiza wrażliwości polega na badaniu wpływu przyszłych zmian w kształtowaniu się podstawowych zmiennych Inwestycji na poziom jej opłacalności, tj. mierniki NPV, IRR, ENPV i ERR. Technika ta służy do określenia zmienności wyników oceny opłacalności na wahania wartości różnych zmiennych. Analiza polega na określeniu wpływu

Rezultatami analizy społeczno-ekonomicznej są miary:

- ENPV – (economic net present value) ekonomiczna wartość bieżąca netto;
- ERR – (economic rate of return) ekonomiczna stopa zwrotu.

### ENPV Ekonomiczna bieżąca wartość netto

$$ENPV = \sum_{t=0}^n \frac{S_t}{(1+r)^t} - I_0$$

gdzie:

$S_t$  – salda strumieni ekonomicznych kosztów i korzyści generowanych przez projekt w poszczególnych latach przyjętego okresu odniesienia analizy;

$I_0$  – nakłady początkowe;

$r$  – stopa dyskonta;

$t$  – kolejne okresy (najczęściej lata) eksploatacji Inwestycji.

### ERR ekonomiczna stopa zwrotu

$$\sum_{t=0}^n \frac{S_t}{(1+r)^t} - I_0 = 0$$

gdzie:

$S_t$  – salda strumieni ekonomicznych kosztów i korzyści generowanych przez projekt w poszczególnych latach przyjętego okresu odniesienia analizy;

$I_0$  – nakłady początkowe;

$r$  – stopa dyskonta;

$t$  – kolejne okresy (najczęściej lata) eksploatacji Inwestycji.

zmiany pojedynczych zmiennych krytycznych o określoną procentowo wartość, na poziom finansowych i ekonomicznych wskaźników efektywności projektu. Modyfikacji poddaje się tylko jedną zmienną, podczas gdy inne parametry powinny pozostać niezmienione.

W opracowaniu bada się wpływ zmian wartości takich zmiennych jak: wysokość wpływów pieniężnych będących efektem Inwestycji, wysokość wydatków pieniężnych o charakterze bieżącym (eksploatacyjnym), a także wysokość nakładów inwestycyjnych oraz stopy dyskontowej, na zmiany w wysokości miar NPV, IRR, ENPV i ERR.

Dokonano symulacji parametrów analizy wrażliwości związanych bezpośrednio z projektem (zmienne kluczowe), w tym:

- nakłady inwestycyjne;
- koszty operacyjne;

- praca przewozowa oraz wynikające z niej wartości jednostkowe monetizowanych efektów.

Rezultaty analizy wrażliwości:

- wyłonienie kluczowych zmiennych AKK jako krytycznych dla Analizy. Za zmienną krytyczną uważa się tę zmienną kluczową, której zmiana o  $\pm 1$ pp. wywołuje zmianę ENPV o co najmniej 1pp.;
- wartości progowe (switching values) kluczowych założeń, w tym przede wszystkim zmiennych krytycznych. Zmienna przyjmuje wartość progową, kiedy jej zmiana powoduje osiągnięcie  $NPV=0$ .

## 2.4.4 Analiza ryzyka

Analiza ryzyka została przeprowadzona zgodnie z zaleceniami zawartymi w „Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach”.

W pierwszej kolejności zidentyfikowano potencjalne ryzyka, a następnie określono ich „aktywność”<sup>18</sup>. W przypadku każdego ze zidentyfikowanych, aktywnych ryzyk przeanalizowano następujące aspekty:

- wpływ zidentyfikowanego ryzyka na realizację projektu;
- możliwą strategię przeciwdziałania (sposób ograniczenia ryzyka);
- przyczynę, czyli co powoduje, że dane ryzyko występuje;
- prawdopodobieństwo wystąpienia w skali od A do E (Tabela 15);
- siłę oddziaływania w skali od I do V (Tabela 16).

**Tabela 12. Analiza jakościowa ryzyka – skala prawdopodobieństwa**

Skala prawdopodobieństwa	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: opracowanie własne na podstawie „Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach”; Wydanie uaktualnione, opracowanie JASPERS 2023 r.

**Tabela 13. Analiza jakościowa ryzyka – siła oddziaływania**

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

Źródło: opracowanie własne na podstawie „Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach”; Wydanie uaktualnione, opracowanie JASPERS 2023 r.

**Tabela 14. Matryca ryzyka – klasyfikacja poziomu ryzyka**

Prawdopodobieństwo	Stożenie zagrożenia				
	I	II	III	IV	V
A	BARDZO NISKIE	BARDZO NISKIE	NISKIE	NISKIE	UMIARKOWANE
B	BARDZO NISKIE	NISKIE	UMIARKOWANE	UMIARKOWANE	WYSOKIE
C	NISKIE	UMIARKOWANE	UMIARKOWANE	WYSOKIE	BARDZO WYSOKIE
D	NISKIE	UMIARKOWANE	WYSOKIE	BARDZO WYSOKIE	BARDZO WYSOKIE
E	UMIARKOWANE	WYSOKIE	BARDZO WYSOKIE	BARDZO WYSOKIE	BARDZO WYSOKIE

<sup>18</sup> Ryzyko uważane jest za „aktywne” jeśli jest identyfikowalne i istotne dla projektu na obecnym etapie AKK.

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 15. Matryca ryzyka – sposób działania

Prawdopodobieństwo	Stopień zagrożenia				
	I	II	III	IV	V
A	ZAPOBIEGANIE LUB		ŁAGODZENIE		
B	ŁAGODZENIE				
C					
D	ZAPOBIEGANIE		ZAPOBIEGANIE I ŁAGODZENIE		
E					

Źródło: opracowanie własne.

Następnie, w kolejnej części analizy ryzyka, określone zostały rodzaje strategii reagowania na poszczególne ryzyka. Zgodnie z metodyką analizy ryzyka zawartą w *Niebieskiej Księdze* można wyodrębnić cztery główne strategie reagowania na ryzyka (w tym działania zaradcze), których zastosowanie zależy od poziomu ryzyka stanowiącego kombinację wartości prawdopodobieństwa wystąpienia i siły oddziaływania. Należą do nich:

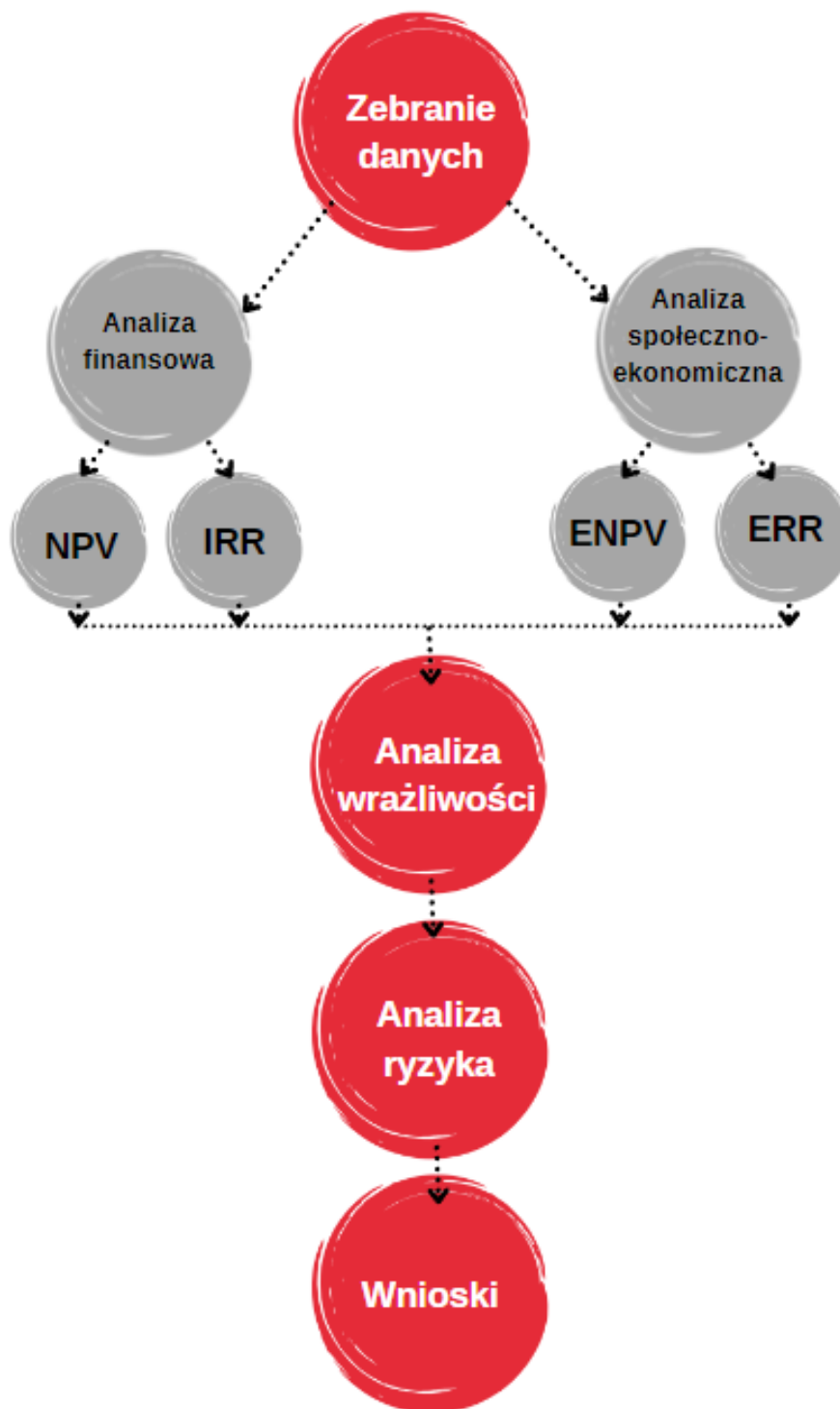
- **zapobieganie ryzyku:** oznacza zmianę planu przedsięwzięcia w celu wyeliminowania zagrożenia lub wyeliminowania wpływu ryzyka na projekt;
- **ograniczenie ryzyka:** oznacza redukcję prawdopodobieństwa wystąpienia ryzyka lub jego skutków poprzez wprowadzenie zmian do przedsięwzięcia;
- **przeniesienie ryzyka:** oznacza przeniesienie odpowiedzialności za ryzyko na stronę trzecią (inny podmiot) za określoną cenę (firmy

ubezpieczeniowe są najbardziej oczywistym przykładem takiej strony trzeciej). Przeniesienie ryzyka ma sens tylko wtedy, jeśli strona przejmująca ryzyko 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 zapobiec ryzyku, ograniczyć go lub (ekonomicznie) przenieść. Jednakże to podejście wymaga opracowania planu awaryjnego na wypadek wystąpienia negatywnego zdarzenia, lecz nie wymaga wcześniejszych działań.

Ostatnim elementem analizy ryzyka było **określenie zasad monitorowania** każdego aktywnego ryzyka, aby w przyszłości możliwa była ocena prawidłowości przeprowadzonej oceny ryzyka i skuteczności podjętych działań zaradczych.

## 2.5 Procedura Analizy



### 3. Analiza opcji inwestycyjnych

Alternatywne warianty realizacji Inwestycji:

- Wariant „0” – bazowy.
- Wariant „1” – elektryczny baterijny – wprowadzenie do eksploatacji pojazdów o napędzie zeroemisyjnym elektrycznym baterijnym.
- Wariant „2” – elektryczny wodorowy – wprowadzenie do eksploatacji pojazdów o napędzie zeroemisyjnym wodorowym – autobusy elektryczne z wodorowymi ogniwami paliwowymi.

Zgodnie z zapisami UoEiPA od 1 stycznia 2028 r. usługi komunikacji miejskiej powinny być świadczone przez tabor autobusowy składający się co najmniej z 30% autobusów zeroemisyjnych. W związku z powyższym na terenie Miasta Kędzierzyn-Koźle, przy zakładanym stanie taboru autobusowego wynoszącym 44 pojazdów do 2028 r. wymagana liczba pojazdów zeroemisyjnych wynosi 13. W taborze MZK Kędzierzyn-Koźle znajdują się jeszcze 3 autobusy, jednakże nie zostały one uwzględnione w AKK, ponieważ obecnie i w ostatnich latach nie były one eksploatowane, ponadto ze względu na brak dostępności części zamiennych oraz wiek pojazdów (rok produkcji: 1991, 1994 i 1995) obecnie nie jest planowane ich włączenie do taboru eksploatowanego.

Miejski Zakład Komunikacyjny w Kędzierzynie-Koźlu sp. z o.o. posiada w swoim taborze 2 pojazdy klasy MAXI o napędzie elektrycznym oraz 1 ładowarkę zajezdniową plug-in. Autobusy wraz z infrastrukturą ładowania zostały zakupione z dofinansowania z Centrum Unijnych Projektów transportowych (CUPT), gdzie nabywcą było MZK Kędzierzyn-Koźle sp. z o.o. Obecnie została również podpisana umowa na zakup 2 autobusów elektrycznych klasy MAXI wraz z infrastrukturą ładowania w postaci 1 ładowarki zajezdniowej plug-in oraz 2 ładowarek pantografowych 250 kW, dzięki otrzymaniu dofinansowania z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

W celu spełnienia wyżej opisanych wymogów UoEiPA udział pojazdów zeroemisyjnych we flocie

pojazdów, które będą wykorzystywane do wykonywania przewozów w komunikacji miejskiej Miasta Kędzierzyn-Koźle powinien przedstawiać się następująco:

- od 1 stycznia 2025 r. (20%) – 9 autobusów;
- od 1 stycznia 2028 r. (30%) – 13 autobusów.

Postęp we wprowadzaniu autobusów zeroemisyjnych do floty pojazdów w kolejnych latach przedstawia się następująco:

Wprowadzenie 7 autobusów zeroemisyjnych w 2024 roku (2 autobusy znajdują się w taborze) + 4 autobusy w 2027 roku, w tym:

- autobusy klasy MAXI – 13 (11 + 2) szt. (30% całej floty);

Autobusy z silnikami spełniającymi następujące normy:

- EURO II – 1 szt. (2% całej floty);
- EURO III – 3 szt. (7% całej floty);
- EURO IV – 4 szt. (9% całej floty);
- EURO V – 3 szt. (7% całej floty).

W pierwszym etapie modernizacji (zakup w 2024 r.) użytkowanych pojazdów do likwidacji przeznaczono pojazdy charakteryzujące się normą emisji spalin EURO II, EURO III i EURO IV – 7 szt. (16%) + 2 szt. obecnie posiadanego taboru zeroemisyjnego (5%).

Tym samym wymianie ulegnie:

- 1 pojazd klasy MAXI, norma EURO III;
- 3 pojazd klasy MAXI, norma EURO III;
- 3 pojazdy klasy MAXI, norma EURO IV.

Parametry wymienianych pojazdów:

- łączna liczba wzm realizowanych w skali roku: 276 760 wzm;
- Śr. l. wzm na jeden pojazd: 39 537 wzm
- Śr. zużycie paliwa w skali roku przez jeden pojazd: 11 777,22 l;



- liczba pasażerów możliwych do przewiezienia (maksymalne zapelnienie): 1096 pasażerów.

W drugim etapie modernizacji (zakup w 2027 r.) użytkowanych pojazdów do likwidacji przeznaczono pojazdy charakteryzujące się normą emisji spalin:

norma EURO IV – 1 szt.

norma EURO V – 3 szt.

Tym samym wymianie ulegną 4 pojazdy klasy MAXI (09,09%).

### 3.3 Wariant bazowy

Wariant bazowy uwzględnia posiadane autobusy zasilane ON (planuje się wyłączenie ich z taboru), niskoemisyjne zasilane gazem ziemnym oraz ich kontynuację w okresie objętym analizą.

Korzyścią z wariantu bazowego jest zdecydowane ograniczenie kosztów inwestycyjnych, ponieważ zakup pojazdów o napędzie konwencjonalnym (ON lub CNG) jest zdecydowanie tańszy, niż zakup np. autobusów elektrycznych, bateryjnych lub wodorowych. Zakup autobusu klasy MAXI to koszt około 1,4-1,6 mln zł<sup>19</sup> netto. Dodatkowo należy mieć na względzie koszty zakupu oleju napędowego – w przypadku eksploatowanych dotychczas autobusów MZK w Kędzierzynie-Koźlu sp. z o.o. klasy MAXI jest to koszt około 141,45 zł/100 km. Przy założeniu ceny zakupu paliwa 4,65 zł/l (netto)<sup>20</sup>.

Koniecznym podkreśleniem w wariantcie bazowym jest fakt, iż w tym przypadku nie zachodzi konieczność zakupu/budowy infrastruktury tankowania i dostosowywania baz autobusowych do autobusów spalinowych i/lub gazowych.

Na potrzeby AKK przyjęto, iż w każdym roku analizy, w momencie inwestycji wycofywane będą pojazdy napędzane olejem napędowym, o najgorszych normach emisji spalin, z zachowaniem tej samej klasy pojazdu/podaży miejsc.

W scenariuszu bazowym przyjęto niekorzystną wizję rozwoju komunikacji autobusowej w Mieście, tj. założono w tym wariantcie realizację usług zbiorowego transportu publicznego w oparciu

Parametry wymienianych pojazdów:

- łączna liczba wzkm realizowanych w skali roku: 235 571 wzkm;
- Śr. l. wzkm na jeden pojazd: 58 893 wzkm
- Śr. zużycie paliwa w skali roku przez jeden pojazd: 17 883,86 l;
- liczba pasażerów możliwych do przewiezienia (maksymalne zapelnienie): 399 pasażerów.

o aktualnie eksploatowany tabor wraz z niezbędnym, minimalnym zakresem działań odtworzeniowych w zakresie floty, w latach przyszłych. W tym scenariuszu założono wykorzystanie w przewozach taboru autobusowego zasilanego paliwem konwencjonalnym – olejem napędowym.

Implementacja Wariantu bazowego związana jest z zaniechaniem wymogów UoEiPA w związku z koniecznymi do osiągnięcia progami pojazdów zeroemisyjnych, gdyż w ramach tego scenariusza rozważa się zakup wyłącznie pojazdów napędzanych paliwami konwencjonalnymi. Scenariusz ten zakłada kompleksową modernizację taboru Organizatora na pojazdy napędzane paliwami konwencjonalnymi, które powinny spełniać normy emisji spalin na poziomie min. EURO VI. Wariant „0” zakłada zatem, iż do 1 stycznia 2028 r., z uwzględnieniem dat przejściowych zaproponowanych w UoEiPA oraz posiadanych w taborze 2 autobusów zeroemisyjnych, wymianie ulegnie 13 pojazdów. Wymianie podlegać będą, zgodnie z założeniami, pojazdy najstarsze, charakteryzujące się jednocześnie spełnianiem najniższych norm emisji spalin. W pierwszym etapie, do 1 stycznia 2025 r., zaleca się zakup 7 autobusów i wycofanie z eksploatacji pojazdów, które zgodnie z założeniami głównymi spełniają najniższe normy emisji spalin. W etapie drugim modernizacji taboru, obsługującego sieć komunikacji miejskiej Miasta Kędzierzyn-Koźle, zakłada się zakup i eksploatację 4 nowych autobusów napędzanych olejem napędowym.

<sup>19</sup> Na podstawie ofert handlowych producentów w 2023 r.

<sup>20</sup> Dane MZK w Kędzierzynie-Koźlu, wrzesień 2024 r.

Pojazdy te, podobnie jak w etapie pierwszym, powinny zastąpić pojazdy napędzane olejem napędowym, o najniższych normach emisji spalin EURO.

Na potrzeby Analizy założono, że nowo zakupione pojazdy będą spełniały najbardziej restrykcyjne normy emisji spalin, w związku z czym w 2028 r. pojazdy spełniające normę emisji spalin EURO VI stanowiłyby 47,73% taboru wykorzystywanego na w komunikacji miejskiej w Kędzierzynie-Koźlu.

Podobnie jak w przypadku wariantów inwestycyjnych, w celu zachowania porównywalności wariantu „0” bazowego z wariantami pozostałymi, założono tu wymianę tej samej liczby pojazdów, z uwzględnieniem klas ich wielkości i podaży miejsc, zgodnie z poniżej przedstawionym zestawieniem. Wskazana do wymiany liczba autobusów wynika z konieczności spełnienia udziału pojazdów zeroemisyjnych we flocie pojazdów, o której mowa w Tabeli 19.

**Tabela 16. Przyjęta struktura taboru do wymiany w ramach Wariantu „0”**

	Wariant "0"					
	2023	2024	2025	2026	2027	2028
<b>ON</b>						
Norma EURO II	1	0	0	0	0	0
Norma EURO III	3	0	0	0	0	0
Norma EURO IV	4	1	1	1	0	0
Norma EURO V	12	12	12	12	9	9
Norma EEV	12	12	12	12	12	12
Norma EURO VI	9	16	16	16	20	20
Norma EURO VI (hybrydowy)	1	1	1	1	1	1
<b>ELEKTRYCZNE</b>						
-	2	2	2	2	2	2
<b>FCEV</b>						
-	0	0	0	0	0	0
<b>RAZEM</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>44</b>

*Źródło: opracowanie własne.*

Zaletą wdrożenia Wariantu „0” jest ograniczenie kosztów inwestycyjnych, z uwagi na fakt, że zakup autobusu z napędem elektrycznym jest 2-2,5 wyższy niż zakup autobusu o napędzie konwencjonalnym, natomiast zakup autobusu wodorowego jest ponad 3 razy wyższy niż zakup autobusu spalinowego. Dodatkową zaletą jest fakt, iż w zakresie zaopatrzenia pojazdów w olej napędowy lub sprężony gaz ziemny nowo zakupione pojazdy wykorzystywałyby istniejącą infrastrukturę. Zatem Wariant „0” pozwala również uniknąć kosztów zakupu infrastruktury do ładowania/ tankowania pojazdów zeroemisyjnych.

Negatywnymi aspektami wyboru Wariantu „0” są przede wszystkim szkody w środowisku naturalnym w postaci zanieczyszczenia powietrza tzn. emisja produktów spalania oleju napędowego, czyli głównie tlenków węgla, węglowodorów, tlenków azotu oraz cząstek PM. Brak realizacji zakupów pojazdów zeroemisyjnych powoduje również spadek jakości życia mieszkańców ulic na których poruszają się pojazdy z napędem konwencjonalnym, z uwagi na zwiększony hałas i drgania emitowane przez silnik spalinowy oraz zanieczyszczenie powietrza. Należy wziąć pod uwagę, że wymiana pojazdów na pojazdy spełniające wyższe normy emisji spalin, zgodnie z Wariantem „0”, jedynie zmniejsza emisję, lecz jej całkowicie nie eliminuje.



### 3.4 Wariant inwestycyjny „1”

Wariant inwestycyjny „1” zakłada rozwój publicznego transportu zbiorowego dla Miasta Kędzierzyn-Koźle z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych z silnikiem elektrycznym zasilanym energią elektryczną z akumulatorów, wykorzystujących wyłącznie energię elektryczną akumulowaną przez podłączenie do wewnętrznego źródła zasilania.

Wariant inwestycyjny „1” uwzględnia wykorzystanie autobusów aktualnie posiadanych lub nabywanych w ramach zawartych zobowiązań przez Organizatora i Operatora komunikacji miejskiej oraz planowanego do nabycia przez nich w analizowanym okresie wyłącznie taboru zeroemisyjnego (autobusowego), zasilanego energią elektryczną, przystosowanego do ładowania w zajezdniach i na wybranych krańcach, za pomocą ładowarek plug-in oraz pantografów, a także uwzględniający szacunkowe koszty: eksploatacji pojazdów, budowy punktów ładowania na krańcach oraz w zajezdniach, koszt dostosowania baz autobusowych do obsługi pojazdów zeroemisyjnych, koszty utylizacji magazynów energii (baterii, akumulatorów, kondensatorów, ogniw paliwowych), a także uwzględniający utrzymanie na dotychczasowym poziomie podaży miejsc w autobusach.

Autobusy elektryczne bateryjne, znane również jako autobusy elektryczne zasilane akumulatorami, działają na zasadzie przechowywania energii elektrycznej w akumulatorach, która następnie zasila silnik elektryczny. Oto ogólny proces działania:

Ładowanie: autobusy elektryczne są ładowane zazwyczaj na stacjach ładowania zlokalizowanych na krańcach linii zelektryfikowanych lub w zajezdniach. Autobusy elektryczne najczęściej napędzane są za pomocą asynchronicznego silnika trakcyjnego. Ponadto niektóre pojazdy o nowoczesnej konstrukcji napędzane są silnikami umieszczonymi w piastach kół. Autobusy elektryczne są również wyposażone w system rekuperacji energii, czyli odzyskiwania energii (doładowania baterii) podczas hamowania.

Pojazdy elektryczne wykorzystywane do świadczenia usług komunikacji miejskiej dzieli się zazwyczaj ze względu na sposób ich ładowania:

- ładowanie stacjonarne – nocne (najczęściej na zajezdni małą mocą 30 - 60 kW);
- ładowanie stacjonarne – nocne w zajezdni wraz z doładowywaniem w ciągu dnia za pomocą stacji ładowania o średniej (100-200 kW) lub dużej mocy (300-600 kW);
- wyłącznie ładowanie szybkie na pętłach końcowych dużą mocą (300-600 kW). Obecnie na rynku popularność zyskały dwa modele ładowania za pomocą pantografu:
  - pantografy podnoszone, które są montowane na dachach autobusów i na czas ładowania unoszone są podczas postoju pod ładowarką,
  - pantografy odwrócone, opuszczane z maszty pantografowego do strefy gniazda ładowania, ulokowanego na dachu autobusu;
- ładowanie dynamiczne w ruchu.

Wśród 4 metod ładowania, z technicznego punktu widzenia wyróżnić należy:

- ładowanie za pomocą złącza wtykowego;
- ładowanie w systemie czteroprzewodowym;
- ładowanie w systemie dwuprzewodowym;
- ładowanie dynamiczne w ruchu.

Istnieją także autobusy konstrukcyjnie przygotowane do szybkiej wymiany baterii, dzięki czemu możliwe jest jej ładowanie niezależnie od eksploatowanego pojazdu.

Przechowywanie energii: w przypadku autobusów elektrycznych istotnie ważną rolę odgrywa rodzaj baterii trakcyjnych pojazdu, która dobierana jest w zależności od potrzeb eksploatacyjnych zamawiającego. Obecnie rynek baterii dla pojazdów elektrycznych oparty jest w dużej mierze na technologiach litowo-jonowych. Najczęściej wykorzystywane są baterie LTO (Lithium-titanite Li4T5O12), LFP (Lithium-iron-phosphate LiFePO4) oraz NMC (Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide LiNixMnyCozO2). Baterie typu „High Power” stosowane są w autobusach elektrycznych, w sytuacji, kiedy istnieje możliwość szybkiego

i dodatkowego doładowania na trasie, np. na pętli autobusowej. Natomiast baterie typu LFP lub NMC są wykorzystywane w pojazdach, które nie mają możliwości dodatkowego, kilkunastominutowego doładowania na trasie przejazdu. Te baterie są umieszczone w autobusie w wyznaczonych komorach lub przestrzeniach, aby zoptymalizować dystrybucję masy i zachować równowagę. Baterie typu „High Energy” zapewniają duży zasięg na pojedynczym ładowaniu. Dodatkowo wiele autobusów elektrycznych jest wyposażonych w systemy rekuperacji energii, które pozwalają na odzyskanie energii podczas hamowania lub zwalniania. Podczas hamowania energię kinetyczną przekształca się z powrotem na energię elektryczną i magazynuje w akumulatorach, co zwiększa efektywność energetyczną pojazdu.

Według danych prezentowanych przez miasta Polski eksploatujące bateryjne autobusy elektryczne w komunikacji miejskiej zużycie energii elektrycznej w eksploatacji na trakcję wynosi około 130,8 kWh/100 km, co przy koszcie 1 kWh energii elektrycznej wynoszącym ok. 1,20 zł/kWh netto daje koszt wielkości 142,57 zł/100 km dla autobusu klasy MAXI. Deklarowany przez producentów zasięg autobusów elektrycznych przy pełnym naładowaniu baterii wynosi ok. 200 km przy odpowiednich warunkach atmosferycznych<sup>21</sup>.

Czas ładowania pojazdów elektrycznych uzależniony jest od mocy stacji ładowania, która powinna wynosić od 80 kW dla systemów ładowania nocnego oraz od 250 kW dla systemów ładowania pantografowego bądź indukcyjnego. Koszt budowy stacji ładowania zlokalizowanej w zajezdni autobusowej (ładowanie za pośrednictwem złącza wtykowego) o mocy 80 kW to koszt ok. **150.00,00 zł**<sup>22</sup> (netto), natomiast ładowarki pantografowej – **860.00,00 zł**<sup>23</sup> (netto) zł, przy założeniu, iż nie jest wymagana budowa stacji transformatorowej oraz przebudowy zatoki autobusowej. W przypadku takiej konieczności, łączną inwestycję w stację ładowania

pantografowego należy szacować na około **2,3 mln zł netto**.

Uwzględniając uwarunkowania przestrzenne i eksploatacyjne sieci komunikacyjnej Miasta Kędzierzyn-Koźle zakłada się, iż autobusy o napędzie zeroemisyjnym będą wyposażone w baterie typu High Energy, o pojemności minimum 240 kWh dla pojazdów klasy MAXI. Według danych producentów taki magazyn energii gwarantuje przejazd, w zależności od warunków atmosferycznych, około 130-215 km na jednym ładowaniu. Jednakże, analizując wielomiesięczne dane eksploatacyjne autobusów elektrycznych eksploatowanych na terenie innych miast Polski, należy założyć średnie zużycie energii elektrycznej przez autobus klasy MAXI na 1 km o wartości 1,6 kWh<sup>24</sup>. Zużycie energii elektrycznej wzrasta, w okresach upałów, przy pracującej klimatyzacji, baterie pojazdu powinny więc posiadać pewien zapas pojemności, dla pokrycia zwiększonego zapotrzebowania na energię przy intensywnie pracującej klimatyzacji.

Zakup autobusu elektrycznego (baterijnego) klasy MAXI to koszt około **2.835.000,00 zł**<sup>25</sup> netto. Jednakże należy mieć tu na względzie deklarowany przez producentów okres żywotności baterii, gdyż po tym czasie (około 8 lat) należy dokonać jej wymiany. Poszczególne typy baterii cechują się dużym zróżnicowaniem cenowym, a jej koszt może wynieść nawet 20% ceny samego pojazdu. Z danych szacunkowych pozyskanych od producentów wynika, iż koszt nowego „pack’u” baterii trakcyjnej kształtuje się na poziomie 40.000-50.000 €/szt. Liczba packów/autobus wynosi 5-6 w zależności od wykonania, zatem szacowany koszt na autobus, przyjmując 1€=4,3zł, może kształtować się na poziomie od 5\*40.000€ (860.000) do 6\*50.000€ (1.290.000,00 zł). W obecnych trendach rozwiązań technicznych odchodzi się od pantografu zwiększając pojemność baterii poprzez dodanie ilości packów bateryjnych, których liczba obecnie może dochodzić nawet do 10 szt. na autobus.

<sup>21</sup> Wpływ na zużycie energii przez pojazdy elektryczne ma przede wszystkim: prędkość, styl jazdy, topografia, warunki klimatyczne i obciążenie pojazdu.

<sup>22</sup> Uśredniona kwota na podstawie składanych wniosków o dofinansowanie przez Organizatora oraz Operatora komunikacji w Kędzierzynie-Koźlu.

<sup>23</sup> Jw.

<sup>24</sup> Wpływ na zużycie energii przez pojazdy elektryczne ma przede wszystkim: prędkość, styl jazdy, topografia, warunki klimatyczne i obciążenie pojazdu.

<sup>25</sup> Uśredniona kwota na podstawie składanych wniosków o dofinansowanie przez Organizatora oraz Operatora komunikacji w Kędzierzynie-Koźlu.

Uwzględnić przy tym należy koszt utylizacji magazynów energii, po zakończonym procesie eksploatacji – utylizacja baterii to koszt 1 € za kilogram, tj. 4,3 zł za kilogram. Zakładając, iż waga baterii elektrycznej w autobusie, w zależności o pojemności i wybranego składu chemicznego, może wahać się od 500 kg do 1000 kg to należy przyjąć koszt utylizacji na poziomie około 4 300 zł.

**Dodatkowo należy pamiętać, iż zwiększenie liczby autobusów zeroemisyjnych na sieci komunikacji miejskiej organizowanej przez Miasto Kędzierzyn-Koźle może być związane z koniecznością reorganizacji i przygotowania rozkładów jazdy w taki sposób, aby w danej chwili tylko jeden pojazd był zaplanowany do ładowania na danej stacji oraz aby dopasować niewielki zasięg autobusów elektrycznych do liczby kursów i przerw międzykursowych. Pozwoli to na najefektywniejsze korzystanie z zainstalowanej infrastruktury ładowania i maksymalne wykorzystanie taboru zeroemisyjnego.**

Zgodnie z zapisami w UoEiPA, uwzględniając stały poziom taboru wynoszący 44 pojazdy oraz po uwzględnieniu 2 autobusów zeroemisyjnych klasy MAXI znajdujących się już w taborze eksploatowanych autobusów, liczba autobusów zeroemisyjnych od 1 stycznia 2028 r. powinna wynosić 13 szt.

Zatem wariant inwestycyjny „1” to wariant wedle którego 20% taboru od 1 stycznia 2025 roku powinien stanowić tabor autobusowy zeroemisyjny (9 autobusów przy stanie inwentarzowym 44), natomiast od 1 stycznia 2028 r. – 30% (13 autobusów przy stanie inwentarzowym wynoszącym 44 pojazdy).

Dodatkowo należało tutaj pamiętać także o zachowaniu parytetu zakupowego (udział pojazdów zeroemisyjnych w realizowanych

zamówieniach publicznych, wynikający z nowelizacji ustawy o elektromobilności (określonych w art. 68a i 68b)). Dla hipotetycznych założeń tego wariantu założono, iż zamówienie taboru wedle parytetu to jednocześnie jego dostarczenie i zmiana struktury taborowej operatorów.

W pierwszym etapie, do 1 stycznia 2025 r., zaleca się zakup 7 autobusów i wycofanie z eksploatacji pojazdów, które zgodnie z założeniami głównymi spełniają najniższe normy emisji spalin EURO i wykonują jednocześnie największą pracę eksploatacyjną. W etapie drugim modernizacji taboru, obsługującego sieć komunikacyjną Miasta Kędzierzyn-Koźle, zakłada się zakup i eksploatację dodatkowo 4 nowych bateryjnych pojazdów elektrycznych. Pojazdy te, podobnie jak w etapie pierwszym, powinny zastąpić pojazdy napędzane olejem napędowym, o najniższych normach emisji spalin EURO.

W związku z przyjętymi dla Wariantu „1” założeniami w 2028 r. sieć komunikacyjną Miasta Kędzierzyn-Koźle powinno obsługiwać łącznie 13 autobusów elektrycznych, co będzie stanowiło 30% użytkowanego taboru. W wariacie tym, dla autobusów ładowanych na terenie zajezdni metodą plug-in przed wyjazdem w trasę, przyjęto zastępowanie autobusów spalinowych analogiczną liczbą autobusów zeroemisyjnych.

Istotną kwestią jest zaznaczenie, że **powyższe rozważanie zostało stworzone przy zachowaniu stałego poziomu taboru, tj. 44 pojazdy samochodowych**. Wymiana taboru może nastąpić znacznie szybciej i przy większych jednorazowych zakupach, jeżeli zostaną pozyskane dodatkowe środki na zakup z zewnętrznych funduszy.

Szczegółowe założenia dotyczące liczby taboru w latach Analizy 2024-2028, dla Wariantu „1” przedstawiono w Tabeli 17.

**Tabela 17. Przyjęta struktura taboru do wymiany w ramach Wariantu „1”**

	Wariant "1"					
	2023	2024	2025	2026	2027	2028
	<b>ON</b>					
<b>Norma EURO II</b>	1	0	0	0	0	0
<b>Norma EURO III</b>	3	0	0	0	0	0
<b>Norma EURO IV</b>	4	1	1	1	0	0
<b>Norma EURO V</b>	12	12	12	12	9	9

Norma EEV	12	12	12	12	12	12
Norma EURO VI	9	9	9	9	9	9
Norma EURO VI (hybrydowy)	1	1	1	1	1	1
<b>ELEKTRYCZNE</b>						
-	2	9	9	9	13	13
<b>FCEV</b>						
-	0	0	0	0	0	0
<b>RAZEM</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>44</b>

Źródło: opracowanie własne

**Wariant 1** zakłada zakup oraz montaż zarówno ładowarek typu plug-in oraz pantografowych zlokalizowanych na wybranych pętlach autobusowych. W pierwszym etapie do elektryfikacji wyznaczono linie nr 5,9,15 i 13 (w części). Linia nr 3 jest już linią zelektryfikowaną, obsługiwaną przez 2 autobusy elektryczne, dzięki wcześniejszej inwestycji. Dla wyżej wymienionych linii proponuje się następujące lokalizacje ładowarek:

dla linii nr **5,9,13 oraz 15** sugeruje się budowę **ładowarki pantografowej** na pętli na ul. **Szkolnej**;

dla linii nr **5 oraz 9** sugeruje się budowę **ładowarki pantografowej** na **al. Partyzantów**.

Docelowo zelektryfikowane zostaną wszystkie linie z wyjątkiem linii nr 8.

W drugim etapie sugeruje się budowę 2 stacji ładowania pantografowego na ul. **Chrobrego** oraz na pętli autobusowej na ul. **Królowej Jadwigi**.

W wyżej wymienionych lokalizacjach powinny być zainstalowane ładowarki o mocy **wyjściowej min. 250 kW**.

Dodatkowo należy wyposażyć zajezdnie autobusową w ładowarki typu plug-in, ze względu na montaż urządzeń na pętlach o wysokiej mocy ładowania, w zajezdni nie ma potrzeby instalowania jednej ładowarki dla jednego pojazdu. Mając na uwadze, że na zajezdni autobusowej znajduje się już 1 ładowarka plug-in zakłada się, że zakup w I etapie **4 ładowarek dwustanowiskowych, a w drugim dodatkowo 2 ładowarki dwustanowiskowe**.

Podstawową zaletą wyboru Wariantu „1” jest znaczne ograniczenie wpływu funkcjonowania transportu publicznego na środowisko. Brak emisji

lokalnej w miejscu eksploatacji oraz zmniejszenie poziomu hałasu i drgań wpływa bezpośrednio na jakość życia mieszkańców w miejscu użytkowania pojazdów. Należy też wziąć pod uwagę trend zwiększenia udziału w miksie energetycznym Odnawialnych Źródeł Energii. Zgodnie z „Krajowym planem na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030” udział OZE w miksie energetycznym ma się zwiększać, zgodnie z poniższą listą:

- 2022 r.: 16,4%;
- 2025 r.: 18,4%;
- 2027 r.: 20,2%.

Dzięki tym działaniom inwestowanie w autobusy elektryczne staje się jeszcze bardziej zasadne z uwagi na redukcję zanieczyszczeń nie tylko lokalnie, ale także globalnie. Wspomnieć należy również o licznych konkursach na dofinansowanie zakupu pojazdów zeroemisyjnych organizowanych przez różne jednostki z których mogą korzystać samorządy. Dzięki takim działaniom cena za pojazd elektryczny może być wkrótce mniejsza niż zakup pojazdu z silnikiem spalinowym.

Główną wadą dla Wariantu „1” jest ograniczony zasięg autobusu elektrycznego, który jest zależny od wielu czynników, takich jak: warunki atmosferyczne, pochylenie terenu, ilość pasażerów czy stopień zużycia baterii. Dodatkowo koszty autobusu elektrycznego są 2-2,5 razy większe względem zakupu pojazdu z napędem konwencjonalnym. Dodatkowo w przypadku realizacji Wariantu „1” konieczne jest poniesienie zdecydowanie wyższych kosztów inwestycyjnych w infrastrukturę ładującą, w porównaniu do Wariantu „0”.



### 3.5 Wariant inwestycyjny „2”

Wariant inwestycyjny „2” zakłada rozwój publicznego transportu zbiorowego dla Miasta Kędzierzyn-Koźle z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych wykorzystujących do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru, w zainstalowanych w nim ogniwach paliwowych (zwanych dalej autobusami wodorowymi).

Wariant „2”, wariant inwestycyjny, zakłada eksploatację dotychczas wykorzystywanego taboru autobusowego, który sukcesywnie, zgodnie z regulami ujętymi w UoEiPA, będzie podlegać wymianie na tabor zeroemisyjny; tu: autobusy zeroemisyjne napędzane energią elektryczną – autobusy elektryczne z podstawą zasilania energią elektryczną wytwarzaną podczas jazdy w ogniwie paliwowym zasilanym wodorem (H<sub>2</sub>), a także uwzględnia szacunkowe koszty: eksploatacji pojazdów, budowy punktów ładowania wraz z uśrednionymi kosztami wykonania stacji tankowania wodoru, koszt dostosowania baz autobusowych do obsługi pojazdów wodorowych, a także uwzględniający utrzymanie na dotychczasowym poziomie podaży miejsc w autobusach.

Autobusy wodorowe działają na zasadzie wykorzystania wodoru jako nośnika energii, który jest następnie przekształcany w energię elektryczną poprzez reakcję chemiczną w ogniwach paliwowych – wykorzystywany jest do tego proces elektrochemiczny, który zachodzi w tzw. ogniwach paliwowych, gdzie wodór w postaci gazu dostaje się do anody ogniwa paliwowego i w procesie katalizy rozszczepia się na tworzące go protony i elektrony, a przepływ elektronów wytwarza energię elektryczną. Do ogniwa paliwowego dostaje się tlen, elektrony i protony łączą się, tworząc wodę i ciepło. W taki sposób pojazdy napędzane wodorem emitują do powietrza wyłącznie wodę i parę wodną.

Magazynowanie wodoru: wyprodukowany wodór jest magazynowany w zbiornikach wodorowych w odpowiednio przystosowanych zbiornikach umieszczonych na dachu autobusu, o pojemności około 205 litrów (4,96 kg wodoru na zbiornik)<sup>26</sup>. Te zbiorniki muszą być odpowiednio zaprojektowane

i zabezpieczone, aby zapewnić bezpieczne przechowywanie wysokozapalnego wodoru.

Efektom przetwarzania wodoru przez ogniwo paliwowe jest para wodna oraz ciepło, co powoduje, że eksploatacja takiego autobusu jest bardzo korzystna dla środowiska, a w konsekwencji dla mieszkańców danego obszaru. W pojeździe klasy MAXI magazynowane jest, w formie sprężonej w odpowiednio przystosowanych zbiornikach umieszczonych na dachu autobusu, ok. 34 kg wodoru, a zainstalowane ogniwo paliwowe ma moc 60 kW<sup>27</sup>. Autobusy te wyposażone są dodatkowo w baterie, które mają za zadanie poprawić wydajność i umożliwić rekuperację energii podczas hamowania. Napędzanie silnika elektrycznego: wyprodukowana energia elektryczna jest przekazywana do silnika elektrycznego autobusu, który napędza pojazd. Silniki elektryczne są bardzo efektywne i oferują płynną i cichą jazdę.

Autobusy te wyposażone są dodatkowo w baterie, które mają za zadanie poprawić wydajność i umożliwić rekuperację energii podczas hamowania. Zgodnie z zapisami w UoEiPA, uwzględniając stały poziom użytkowanego przez MZK w Kędzierzynie-Koźlu sp. z o.o. taboru wynoszący 44 pojazdy oraz po uwzględnieniu 2 autobusów zeroemisyjnych klasy MAXI znajdujących się już w taborze eksploatowanych autobusów, liczba autobusów zeroemisyjnych od 1 stycznia 2028 r. powinna wynosić 13 szt.

W pierwszym etapie, do 1 stycznia 2025 r., zaleca się zakup 7 autobusów i wycofanie z eksploatacji pojazdów, które zgodnie z założeniami głównymi spełniają najniższe normy emisji spalin EURO i wykonują jednocześnie największą pracę eksploatacyjną. W etapie drugim modernizacji taboru, obsługującego sieć komunikacji miejskiej Miasta Kędzierzyn-Koźle, zakłada się zakup i eksploatację dodatkowo 4 nowych autobusów elektrycznych z podstawą zasilania energią elektryczną wytwarzaną podczas jazdy w ogniwie paliwowym zasilanym wodorem. Pojazdy te, podobnie jak w etapie pierwszym, powinny zastąpić pojazdy napędzane olejem napędowym,

<sup>26</sup> Figaszewski M., SOLARIS, „Pojazdy komunikacji publicznej wykorzystujące wodór”.

<sup>27</sup> Jw.

o najniższych wówczas normach emisji spalin EURO.

W związku z przyjętymi dla Wariantu „2” założeniami w 2028 r. sieć komunikacji miejskiej Miasta Kędzierzyn-Koźle powinno obsługiwać łącznie 13 samochodowych pojazdów elektrycznych-wodorowych, co będzie stanowiło 30% użytkowanego taboru.

Istotną kwestią jest zaznaczenie, że **powyższe rozważanie zostało stworzone przy zachowaniu**

**stałego poziomu taboru, tj. 44 pojazdów samochodowych.** Wymiana taboru może nastąpić znacznie szybciej i przy większych jednorazowych zakupach, jeżeli zostaną pozyskane dodatkowe środki na zakup z zewnętrznych funduszy.

Szczegółowe założenia dotyczące liczby taboru w latach Analizy 2024-2028, dla Wariantu „2” przedstawiono w Tabeli 18.

Tabela 18. Przyjęta struktura taboru do wymiany w ramach Wariantu „2”

	Wariant "1"					
	2023	2024	2025	2026	2027	2028
<b>ON</b>						
Norma EURO II	1	0	0	0	0	0
Norma EURO III	3	0	0	0	0	0
Norma EURO IV	4	1	1	1	0	0
Norma EURO V	12	12	12	12	9	9
Norma EEV	12	12	12	12	12	12
Norma EURO VI	9	9	9	9	9	9
Norma EURO VI (hybrydowy)	1	1	1	1	1	1
<b>ELEKTRYCZNE</b>						
-	2	2	2	2	2	2
<b>FCEV</b>						
-	0	7	7	7	11	11
<b>RAZEM</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>44</b>

Źródło: opracowanie własne.

Należy podkreślić, iż główną zaletą wdrożenia Wariantu „2” - wodorowego jest to, że autobusy napędzane wodorem mają znikomy wpływ na środowisko naturalne, co w przypadku rozważania wdrożenia nowego taboru obsługującego sieć komunikacyjną Miasta Kędzierzyn-Koźle jest niezwykle istotne – w cyklu 12-letniej eksploatacji tego typu pojazdu możliwe jest ograniczenie emisji do atmosfery NOx oraz około 800 ton dwutlenku węgla. Ponadto, silniki autobusów na wodór są cichsze od tradycyjnych napędów (autobus wodorowy w ruchu emituje hałas 40 dB, natomiast autobus spalinowy 90 dB)<sup>28</sup>. Podkreślić należy także, że zasięg autobusu napędzanego wodorem jest porównywalny do zasięgu o napędzie tradycyjnym (400–450 km<sup>29</sup>), a czas tankowania wodoru wynosi zaledwie 10 minut. Koszty eksploatacyjne,

w porównaniu do kosztów eksploatacyjnych pojazdów napędzanych paliwami konwencjonalnymi, są zdecydowanie wyższe (cena za jeden kilogram wodoru to około 67,20 zł/kg<sup>30</sup>, co oznacza, że przejechanie 100 km autobusem z napędem wodorowym kosztuje ok. 244 zł, tymczasem przejechanie tego samego odcinka drogi autobusem o napędzie konwencjonalnym to koszt około 170 zł<sup>31</sup>). Na uwadze należy mieć także bardzo wysokie koszty inwestycyjne, zarówno w zakresie zakupu taboru jak i wybudowania infrastruktury do tankowania wodoru. Zakup autobusu zeroemisyjnego napędzanego energią elektryczną – autobusu elektrycznego z podstawą zasilania energią elektryczną wytwarzaną podczas jazdy w ogniwie paliwowym zasilanym wodorem (H<sub>2</sub>) to koszt

<sup>28</sup> Obserwatorium Rynku Paliw Alternatywnych, PKN Orlen wybuduje hub wodorowy we Włocławku, www.orpa.pl, TOR Zespół Doradców Gospodarczych, Transport kluczem do rozwoju technologii wodorowych w Polsce.

<sup>29</sup> Przy uwzględnieniu, że pojemność butli z wodorem wynosi 34 kg bez uwzględnienia komfortu termicznego.

<sup>30</sup> Cena średnia obliczona na podstawie zamówień dokonanych w 2023 r. w Rybniku (69,003 zł/kg), Poznaniu (56,457 zł/kg) i Katowicach (73,308 zł/kg). Ceny dotyczą dostawy paliwa wraz z usługą tankowania.

<sup>31</sup> Powyższe dane przedstawione są dla autobusu klasy MAXI.

około **3 200 000,00 zł**<sup>3233</sup> (netto) za autobus klasy MAXI.

### 3.6 Wyznaczenie linii przeznaczonych do obsługi przez autobusy zeroemisyjne

W celu wskazania najkorzystniejszych tras sieci komunikacyjnej, na których autobusy zeroemisyjne będą wykonywały przewozy w zakresie publicznego transportu zbiorowego należy przeprowadzić szczegółową analizę parametrów technicznych danej trasy, jej przebiegu oraz zakres przestrzenny obsługi obszaru miejskiego.

Następnie na tej podstawie można wskazać potrzeby dotyczące infrastruktury ładowania jakie powinny znaleźć się na trasach przejazdu lub na bazie Operatora.

Rekomenduje się<sup>34</sup>, aby pojazdy zeroemisyjne przeznaczone były w pierwszej kolejności do obsługi linii, która:



obsługuje **obszary miejskie charakteryzujące się intensywną zabudową wielorodzinną**, dzięki czemu zeroemisyjne pojazdy, które nie emitują wysokich dźwięków ograniczą negatywny wpływ transportu na życie mieszkańców gęstej zabudowy;



obsługuje **obszar Miasta charakteryzujący się dużą gęstością przystanków autobusowych**;



obsługuje **obszar Miasta o jak najmniejszych różnicach poziomów terenu**;



stanowi **element skoordynowanego systemu obsługi terenu śródmieścia** wieloma liniami;



**podatna jest na kongestię drogową** (trasa powinna charakteryzować się dużą liczbą zatrzymań na przystankach komunikacyjnych oraz pomiędzy nimi, a także niewielką prędkością jazdy);



**przebieg trasy obejmuje planowane strefy ograniczonego ruchu/ strefy ekologiczne lub przebiega przez historyczny obszar Miasta lub obszar turystyczno-rekreacyjny.**

<sup>32</sup> Cena wskazana na podstawie ofert handlowych producentów autobusów, pozyskanych w 2023 r.

<sup>33</sup> W rozstrzygniętym przetargu w Chelmie na 26 autobusów wodorowych klasy MAXI cena jednostkowa za jeden pojazd kształtowała się na poziomie 3.730.576,93 zł.

<sup>34</sup> Rekomendacje zgodne z Przewodnikiem dla Jednostek Samorządu Terytorialnego, Przedsiębiorstw Użyteczności Publicznej i Prywatnych Przewoźników „Elektromobilność w transporcie publicznym. Praktyczne aspekty wdrażania”, Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych, Warszawa 2018.



Analiza wielokryterialna rozkładów jazdy oraz koniecznych do spełnienia przesłanek do elektryfikacji linii wskazała następujące predysponowane linie komunikacyjne do obsługi autobusami elektrycznymi: **5,9,13 i 15**.

Najlepsze warunki do obsługi autobusami elektrycznymi spełniają linie: **5 i 13**.

Uzupełniająco autobusy elektryczne powinny być przeznaczone do obsługi pozostałych linii komunikacyjnych w porach o zmniejszonym zapotrzebowaniu na autobusy na liniach całkowicie zelektryfikowanych.

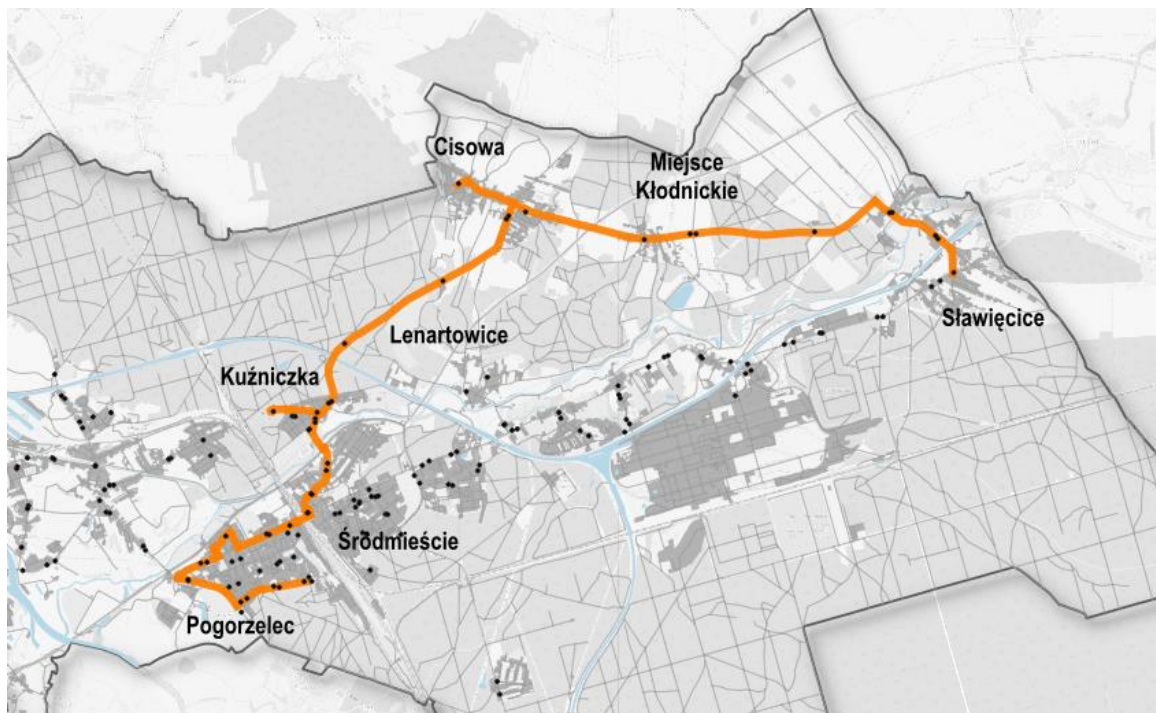
Docelowo zelektryfikowane zostaną wszystkie linie z wyjątkiem linii nr 8.

Tabela 19. Szczegółowa charakterystyka linii nr 5 – predysponowanej linii do elektryfikacji



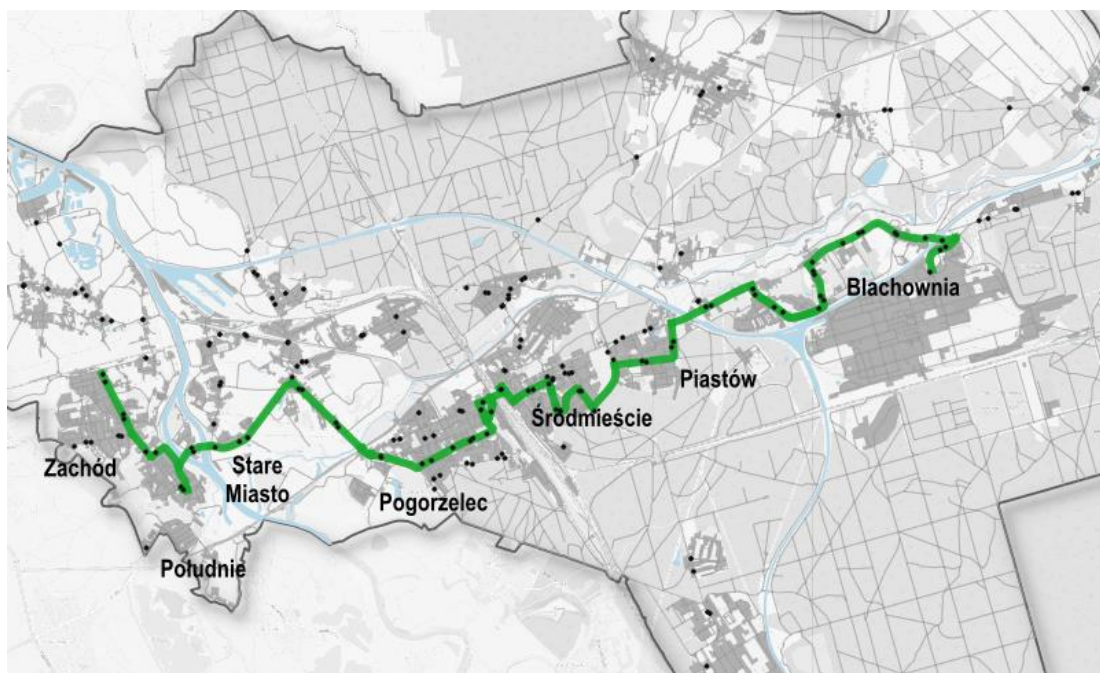
Czynniki sprzyjające wprowadzeniu autobusów zeroemisyjnych	Linia 5
<b>Typ linii</b>	miejska, główna
<b>Dni obsługi</b>	dni powszednie szkolne; dni powszednie ferie/wakacje; soboty; niedziele i święta
<b>Obsługuje obszary miejskie, charakteryzujące się intensywną zabudową wielorodzinną</b>	Tak, linia nr 5 łączy osiedle Sławięcice zlokalizowane we wschodniej części Miasta, przebiega przez obszar gęsto zaludnionego Śródmieścia i osiedla Pogorzelec, gdzie znajduje się wiele generatorów ruchu. Linia nr 5 komunikuje z Miastem również osiedle Blachownia, gdzie znajduje się wiele miejsc pracy.
<b>Poziom dobowego wykorzystania taboru</b>	339,19 km (2024 r.)
<b>Obsługuje obszar Miasta charakteryzujący się dużą gęstością przystanków autobusowych</b>	Przebiega przez obszar gęstej sieci przystanków autobusowych.
<b>Obsługuje obszar Miasta o jak najmniejszych różnicach poziomów terenu</b>	Linia nr 5 przebiega przez obszar o niewielkich różnicach terenu.
<b>Stanowi element skoordynowanego systemu obsługi terenu śródmieścia wieloma liniami</b>	Linia nr 5 jest skoordynowana z następującymi liniami: 1,2,3,4,7,8,9,12,13,15.
<b>Podatna jest na kongestię drogową</b>	Tak. Linia nr 5 poprowadzona jest wzdłuż ulic, które charakteryzują się dużym natężeniem ruchu.
<b>Średnia prędkość autobusów na linii</b>	29,0 km/h
<b>Średni czas przejazdu</b>	00:34
<b>Średnia długość kursu</b>	15,68 km
<b>Uśredniona liczba przystanków (zatrzymań)</b>	28
<b>Przebieg trasy obejmuje obecne lub planowane strefy ograniczonego ruchu/ strefy ekologiczne/ strefy czystego powietrza lub przebiega przez historyczny obszar Miasta</b>	Linia przebiega przez obszar Śródmieścia.

Tabela 20. Szczegółowa charakterystyka linii nr 9 – predysponowanej linii do elektryfikacji



Czynniki sprzyjające wprowadzeniu autobusów zeroemisyjnych	Linia 9
<b>Typ linii</b>	Miejska, dodatkowa
<b>Dni obsługi</b>	dni powszednie szkolne; dni powszednie ferie/wakacje; soboty; niedziele i święta
<b>Obsługuje obszary miejskie, charakteryzujące się intensywną zabudową wielorodzinną</b>	Tak, linia nr 9 łączy osiedle Sławięcice zlokalizowane we wschodniej części Miasta oraz, przebiega przez obszar gęsto zaludnionego osiedla Pogorzelec, gdzie znajduje się wiele generatorów ruchu.
<b>Poziom dobowego wykorzystania taboru</b>	89,14 km (2024 r.)
<b>Obsługuje obszar Miasta charakteryzujący się dużą gęstością przystanków autobusowych</b>	Przebiega przez obszar gęstej sieci przystanków autobusowych.
<b>Obsługuje obszar Miasta o jak najmniejszych różnicach poziomów terenu</b>	Linia nr 9 przebiega przez obszar o niewielkich różnicach terenu.
<b>Stanowi element skoordynowanego systemu obsługi terenu śródmieścia wieloma liniami</b>	Linia nr 9 jest skoordynowana z następującymi liniami: 1,2,3,4,5,8,12,13,15.
<b>Podatna jest na kongestię drogową</b>	Tak. Linia nr 9 poprowadzona jest wzdłuż ulic, które charakteryzują się dużym natężeniem ruchu.
<b>Średnia prędkość autobusów na linii</b>	27,5 km/h
<b>Średni czas przejazdu</b>	00:32
<b>Średnia długość kursu</b>	16,07 km
<b>Uśredniona liczba przystanków (zatrzymań)</b>	21
<b>Przebieg trasy obejmuje obecne lub planowane strefy ograniczonego ruchu/ strefy ekologiczne/ strefy czystego powietrza lub przebiega przez historyczny obszar Miasta</b>	Linia przebiega przez obszar Śródmieścia.

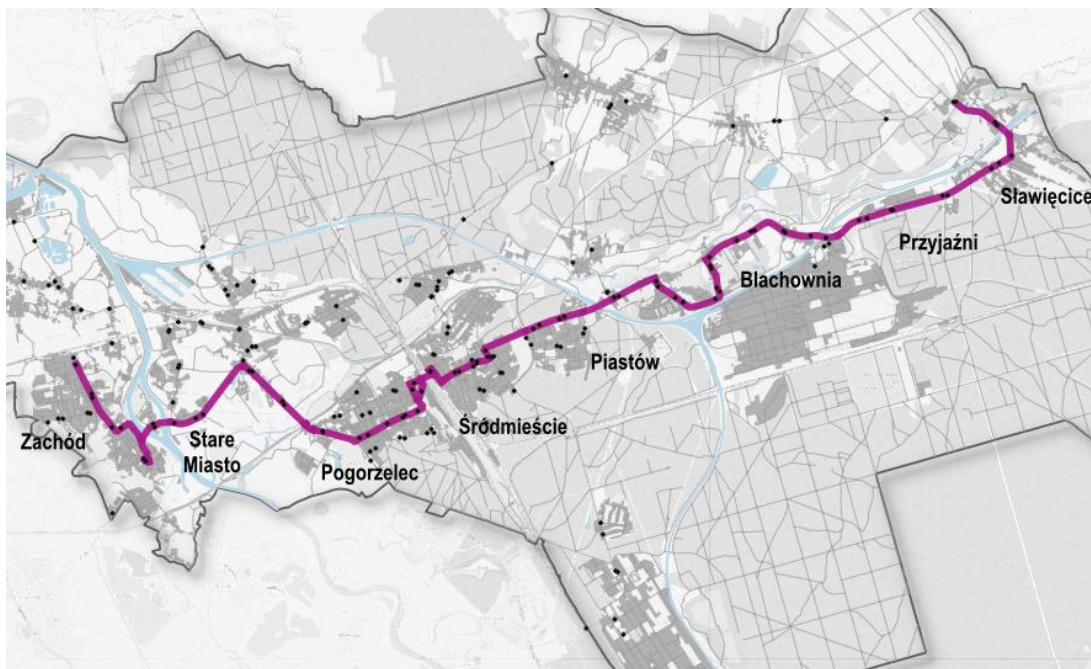
Tabela 21. Szczegółowa charakterystyka linii nr 13 – predysponowanej linii do elektryfikacji



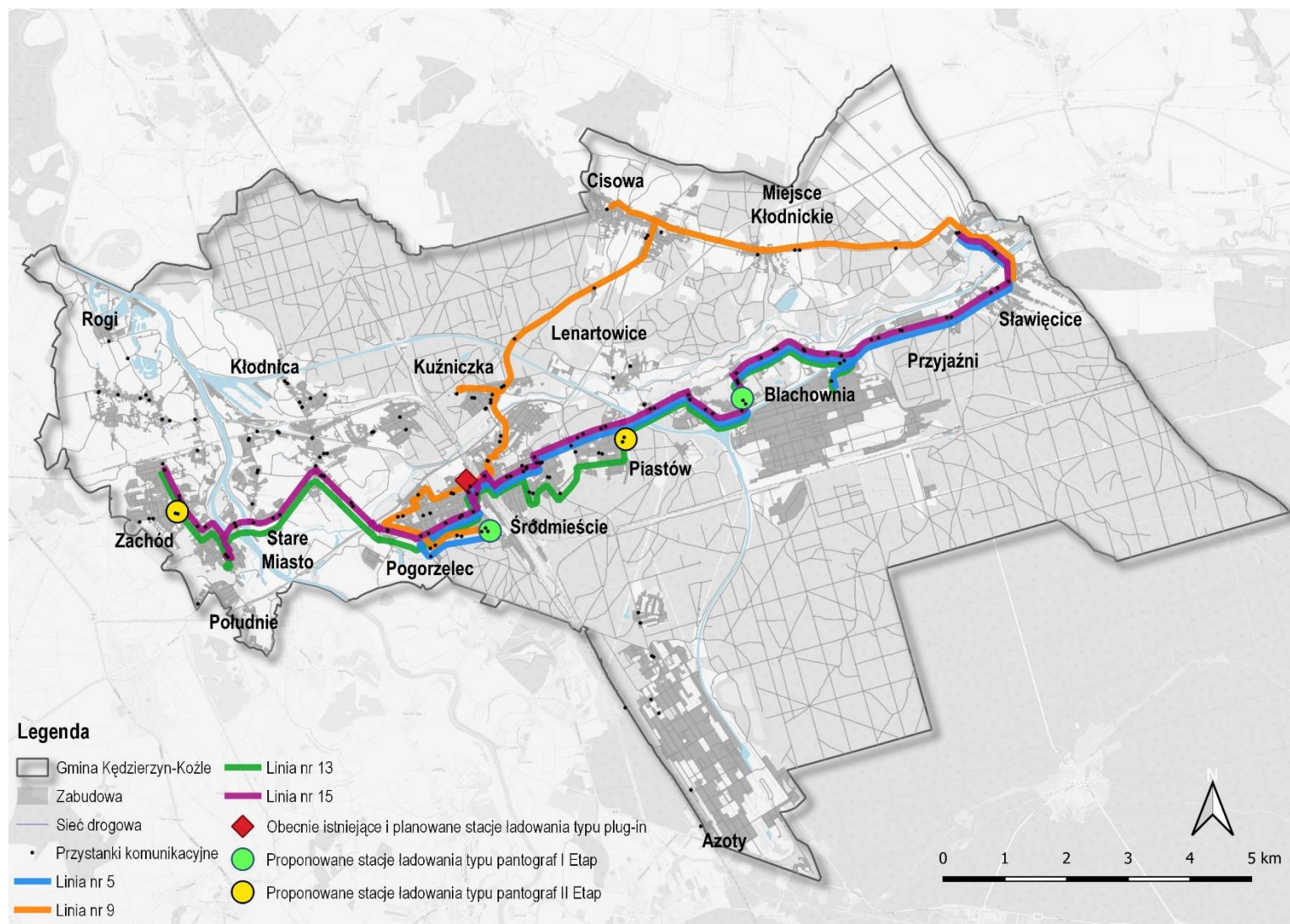
Czynniki sprzyjające wprowadzeniu autobusów zeroemisyjnych	Linia 13
<b>Typ linii</b>	Miejska, główna
<b>Dni obsługi</b>	dni powszednie szkolne; dni powszednie ferie/wakacje; soboty; niedziele i święta
<b>Obsługuje obszary miejskie, charakteryzujące się intensywną zabudową wielorodzinną</b>	Tak, linia nr 13 łączy osiedla najbardziej zaludnione takie jak Pogorzelec, Zachód, Piastów, Śródmieście czy Stare Miasto, gdzie zlokalizowane są liczne obiekty użyteczności publicznej i generatory ruchu. Linia nr 13 komunikuje z Miastem również osiedle Blachownia, gdzie znajduje się wiele miejsc pracy.
<b>Poziom dobowego wykorzystania taboru</b>	1 138,04 km (2024 r.)
<b>Obsługuje obszar Miasta charakteryzujący się dużą gęstością przystanków autobusowych</b>	Przebiega przez obszar gęstej sieci przystanków autobusowych
<b>Obsługuje obszar Miasta o jak najmniejszych różnicach poziomów terenu</b>	Linia nr 13 przebiega przez obszar o niewielkich różnicach terenu
<b>Stanowi element skoordynowanego systemu obsługi terenu śródmieścia wieloma liniami</b>	Linia nr 13 jest skoordynowana z następującymi liniami: 1,2,3,4,5,7,8,9,12.
<b>Podatna jest na kongestię drogową</b>	Tak. Linia nr 13 poprowadzona jest wzdłuż ulic, które charakteryzują się dużym natężeniem ruchu.
<b>Średnia prędkość autobusów na linii</b>	26,6 km/h
<b>Średni czas przejazdu</b>	00:36
<b>Średnia długość kursu</b>	14,88 km
<b>Uśredniona liczba przystanków (zatrzymań)</b>	24
<b>Przebieg trasy obejmuje obecne lub planowane strefy ograniczonego ruchu/ strefy ekologiczne/ strefy czystego powietrza lub przebiega przez historyczny obszar Miasta</b>	Linia przebiega przez obszar Śródmieścia i Starego Miasta.



Tabela 22. Szczegółowa charakterystyka linii nr 15 – predysponowanej linii do elektryfikacji



Czynniki sprzyjające wprowadzeniu autobusów zeroemisyjnych	Linia 15
Typ linii	Miejska, uzupełniająca
Dni obsługi	dni powszednie szkolne; dni powszednie ferie/wakacje
Obsługuje obszary miejskie, charakteryzujące się intensywną zabudową wielorodzinną	Tak, linia nr 15 łączy osiedla najbardziej zaludnione takie jak Pogorzelec, Zachód, Piastów, Śródmieście czy Stare Miasto, gdzie zlokalizowane są liczne obiekty użyteczności publicznej i generatory ruchu. Linia nr 15 komunikuje z Miastem również osiedle Blachownia, gdzie znajduje się wiele miejsc pracy.
Poziom dobowego wykorzystania taboru	372,07 km (2024 r.)
Obsługuje obszar Miasta charakteryzujący się dużą gęstością przystanków autobusowych	Przebiega przez obszar gęstej sieci przystanków autobusowych
Obsługuje obszar Miasta o jak najmniejszych różnicach poziomów terenu	Linia nr 15 przebiega przez obszar o niewielkich różnicach terenu
Stanowi element skoordynowanego systemu obsługi terenu śródmieścia wieloma liniami	Linia nr 13 jest skoordynowana z następującymi liniami: 1,2,3,4,5,7,8,9,12,13,15.
Podatna jest na kongestię drogową	Tak. Linia nr 15 poprowadzona jest wzdłuż ulic, które charakteryzują się dużym natężeniem ruchu.
Średnia prędkość autobusów na linii	29,8 km/h
Średni czas przejazdu	00:45
Średnia długość kursu	20,86 km
Uśredniona liczba przystanków (zatrzymań)	35
Przebieg trasy obejmuje obecne lub planowane strefy ograniczonego ruchu/ strefy ekologiczne/ strefy czystego powietrza lub przebiega przez historyczny obszar Miasta	Linia przebiega przez obszar Śródmieścia i Starego Miasta.



**Rysunek 2. Predysponowane linie do elektryfikacji**

Źródło: opracowanie własne

### 3.7 Porównanie alternatywnych wariantów inwestycyjnych

Wariant „1” oraz Wariant „2” zakładają zakup oraz eksploatację nowego taboru autobusowego o napędzie zeroemisyjnym, który będzie w stanie zastąpić pojazdy o napędzie konwencjonalnym. Zamiana pojazdów z napędem konwencjonalnym na pojazdy zeroemisyjne przyczyni się w dużej mierze do poprawy czynników ekologicznych.

Do czynników ekologicznych, na które wpływ ma konwersja floty autobusów o napędzie konwencjonalnym na autobusy o napędzie zeroemisyjnym można zaliczyć:



**poprawę jakości powietrza**



**poprawę zdrowia mieszkańców**



**redukcję negatywnego wpływu komunikacji autobusowej na zmiany klimatyczne**



**zmniejszenie poziomu hałasu**

Porównując wszystkie zaprezentowane warianty ze sobą można zauważyć, że wprowadzenie Wariantu „1” lub Wariantu „2” pozytywnie wpłynie na środowisko naturalne, co będzie prowadziło do poprawy jakości życia mieszkańców Miasta Kędzierzyn-Koźle. Autobusy o napędzie zeroemisyjnym obsługujące linie komunikacyjne pozwolą na zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych emitowanych przez transport zbiorowy w centrum Miasta, jak również na pozostałych trasach. Natomiast zaniechanie wdrożenia Wariantu „1” lub Wariantu „2” będzie skutkowało corocznym pogarszaniem się stanu powietrza.

W związku z czym porównując warianty inwestycyjne pod względem ekologicznym można zauważyć, że w przypadku nie podjęcia inwestycji stan środowiska będzie się pogarszał ze względu na coraz większą emisję niebezpiecznych substancji wytwarzanych przez transport publiczny (autobusy spalinowe).

Koszt zakupu pojazdów z napędem zeroemisyjnym oraz infrastruktury do ich obsługi przewyższa zakup pojazdów z napędem konwencjonalnym, jednak rynek motoryzacyjny w zakresie pojazdów o napędzie alternatywnym dynamicznie się rozwija, zatem można spodziewać się, że koszty te będą się zmniejszały. Ponadto należy zauważyć, że

późniejsze koszty eksploatacyjne tego typu pojazdów są zdecydowanie niższe.

Rozważając wdrożenie wariantu inwestycyjnego, Wariantu „1” lub Wariantu „2” należy stwierdzić, że autobusy zasilane energią elektryczną, wytwarzaną podczas jazdy w ogniwie paliwowym zasilanym wodorem (H<sub>2</sub>), mają przewagę nad baterijnymi pojazdami elektrycznymi ze względu na zdecydowanie większy zasięg i krótki czas ładowania, porównywalny do czasu tankowania pojazdów o napędzie konwencjonalnym. Jednakże na chwilę obecną koszty produkcji i zakupu pojazdów wodorowych są zbyt wysokie i bez odpowiedniego dofinansowania ich zakup dla wielu jednostek samorządowych jest niemożliwy. Podobnie kwestia wygląda z infrastrukturą, gdzie koszt budowy stacji tankowania wodoru kilkukrotnie przewyższa koszt budowy stacji paliw lub koszt zakupu ładowarek dla BEV. Można spodziewać się, iż wraz z rozwojem rynku motoryzacyjnego koszty stacji tankowania wodoru będą maleć, a zatem autobusy wodorowe będą stanowiły realną konkurencję dla bateryjnych autobusów elektrycznych, zważywszy również na fakt, iż sieć energetyczna w Polsce jest coraz bardziej obciążona, a zatem koszty infrastruktury pojazdów elektrycznych mogą z czasem wzrastać. Dodatkowym i kosztownym aspektem w przypadku pojazdów napędzanych wodorem jest konieczność zapewnienia odpowiedniego szkolenia dla















kierowców, zarówno w zakresie działania pojazdów, jak i w zakresie obsługi technicznej i zapewnienia bezpieczeństwa.

Porównując wszystkie zaprezentowane warianty ze sobą należy podkreślić, że implementacja wariantów inwestycyjnych pozytywnie wpłynie na środowisko naturalne, co będzie prowadziło do poprawy jakości życia, w szczególności obszarów silnie zurbanizowanych. Autobusy o napędzie zeroemisyjnym, obsługujące w pierwszej kolejności najważniejsze arterie Miasta Kędzierzyn-Koźle, pozwolą na zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych emitowanych przez transport zbiorowy w centrum Miasta, jak również na pozostałych trasach. Natomiast zaniechanie wdrożenia Wariantu zeroemisyjnego lub Wariantu zeroemisyjnego - wodorowego będzie skutkowało kontynuacją nadmiernego zanieczyszczenia środowiska naturalnego. Jednakże tu należy mieć na

względnie zdecydowanie wyższe koszty inwestycyjne w tabor zeroemisyjny niż w tabor o napędzie konwencjonalnym. Nadto zakup pojazdów elektrycznych (baterijnych) wiąże się z okresową wymianą baterii pokładowych pojazdów, co generuje dodatkowe koszty inwestycyjne po ok. 8 latach od zakupu taboru. Istotnym problemem dla Wariantu inwestycyjnego zeroemisyjnego - wodorowego jest brak stosownej infrastruktury tankowania wodoru.

Nadto podkreślić należy w odniesieniu do Wariantu bazowego, że gaz ziemny jest paliwem kopalnym oraz w dużej mierze importowanym do Polski. Rozwój transportu napędzanego gazem będzie oznaczał trwałe uzależnienie od dostaw tego surowca z zagranicy, bo udział krajowej produkcji będzie spadał. Dodatkowo należy pamiętać, iż pojazdy hybrydowe nie spełniają wymogów art. 36 ustawy o elektromobilności.

	Wariant bazowy „0”	Wariant „1”	Wariant „2”
Koszt inwestycyjny w tabor [OCENA]			
Koszt inwestycyjny w infrastrukturę towarzyszącą [OCENA]			
Koszty eksploatacyjne [OCENA]			
Monetyzacja efektów środowiskowych -różnicowo [OCENA]			

Odnosząc się do powyższej tabeli można zauważyć, że aspekty środowiskowe zdecydowanie przeważają na korzyść Wariantu „1” i Wariantu „2”, a co za tym idzie Inwestycja w pojazdy zeroemisyjne zdecydowanie pozytywnie wpłynie na jakość powietrza.

Koszty eksploatacyjne również w przypadku ww. wariantów są niższe niż w przypadku Wariantu „0” jednak w porównaniu do kosztów inwestycyjnych, dotyczących zarówno taboru jak i infrastruktury, sytuacja ulega zmianie. Wariant „0” jest wariantem

najbardziej opłacalnym biorąc pod uwagę powyższe koszty. Wariant „2” generuje wysokie koszty inwestycyjne z uwagi na wykorzystanie technologii wodorowej, która jest dopiero rozwijana.

Najkorzystniejszym wariantem wydają się zatem Wariant „1”, który przy średnich kosztach zakupu pojazdów oraz infrastruktury potrzebnej do ich obsługi pozwoli na uzyskanie bardzo dobrych efektów ekologicznych oraz względnie niskich kosztów eksploatacyjnych.

## 4. Wyniki Analizy

### 4.3 Analiza finansowo-ekonomiczna

Analizę przedstawiono w modelu różnicowym, tj. zakładającym zmiany poszczególnych parametrów Inwestycji (wartości nakładów inwestycyjnych, kosztów bieżącego funkcjonowania taboru) wskazując efekty przyrostowe danych wariantów w perspektywie 15 lat rozumianego jako ekonomiczny cykl życia projektu (Inwestycji).

Analiza kosztów i korzyści została opracowana w odniesieniu do floty pojazdów wykorzystywanych do realizacji zadań publicznego transportu zbiorowego przez Operatorów na obszarze, gdzie organizatorem jest Miasto Kędzierzyn-Koźle.

W ramach przedmiotowej analizy rozważane są trzy rodzaje Inwestycji, z tego:

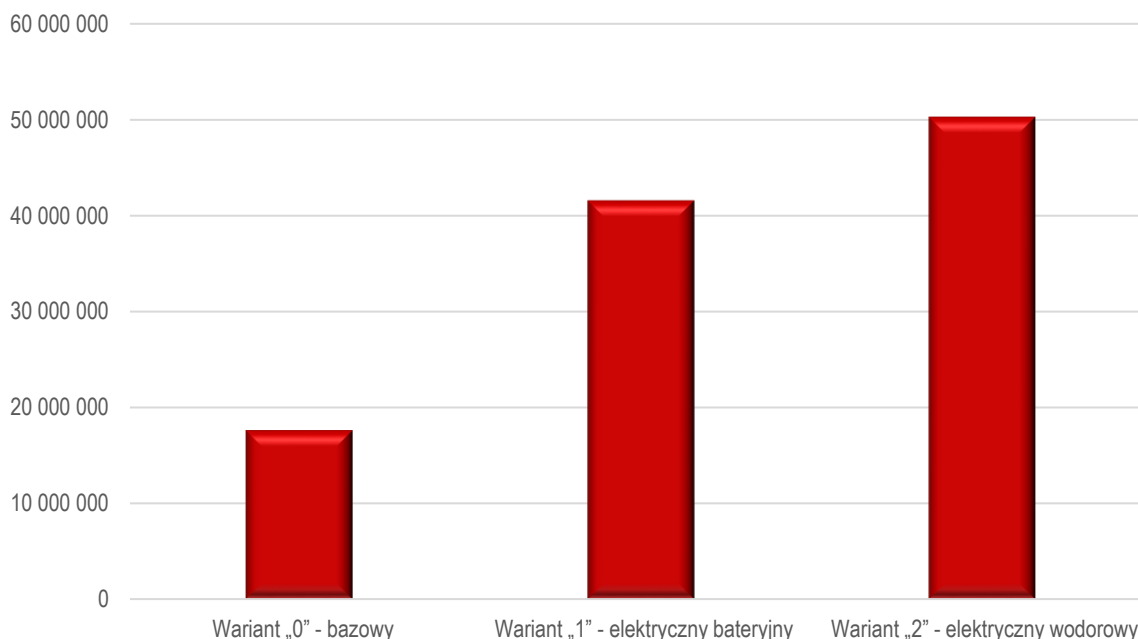
- **Wariant „0” – bazowy:** wymiana części taboru na nowy o napędzie konwencjonalnym zasilanym ON, spełniającym normy emisji spalin EURO 6
- **Wariant „1” – elektryczny bateryjny:** wymiana części taboru na nowy zeroemisyjny o napędzie elektrycznym (bateryjny) wraz ze stacją ładowania typu plug – in oraz pantograf.

- **Wariant „2” – elektryczny wodorowy:** wymiana części taboru na nowy zeroemisyjny o napędzie wodorowym wraz ze stacją tankowania.

Analiza ekonomiczno-finansowa została przeprowadzona w cenach stałych z pominięciem podatku od towarów i usług VAT (netto), a wszystkie wartości wynikowe wskazano w pełnych złotych (PLN).

Założenia ekonomiczno-finansowe wykorzystane w niniejszej analizie pozyskano ze źródeł ogólnodostępnych oraz danych udostępnionych przez Operatorów.

Wartość nakładów inwestycyjnych związanych z wymianą taboru autobusowego ze względu na przedmiot poszczególnych wariantów inwestycyjnych poddanych ocenie w ramach analizy, zaprezentowano w ujęciu graficznym oraz tabelarycznym, tj.:



Wykres 9. Łączna wartość nakładów inwestycyjnych dla poszczególnych wariantów [w zł netto]

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 23. Wartość nakładów inwestycyjnych dla Wariantu "0" bazowego w latach 2024-2028 [w zł netto]

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Wydatki inwestycyjne (razem)</b>	<b>11 200 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6 400 000</b>	<b>0</b>
<b>Inwestycja w środki transportu</b>	<b>11 200 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6 400 000</b>	<b>0</b>
<b>MAXI</b>	<b>11 200 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6 400 000</b>	<b>0</b>
<i>Liczba autobusów</i>	7	0	0	4	0
<i>Cena jednostkowa</i>	1 600 000	1 600 000	1 600 000	1 600 000	1 600 000
<b>Inwestycja w infrastrukturę towarzyszącą</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 24. Wartość nakładów inwestycyjnych dla Wariantu "1" elektrycznego baterijnego w latach 2024-2028 [w zł netto]

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Wydatki inwestycyjne (razem)</b>	<b>25 165 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16 360 000</b>	<b>0</b>
<b>Inwestycja w środki transportu</b>	<b>19 845 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11 340 000</b>	<b>0</b>
<b>MAXI</b>	<b>19 845 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11 340 000</b>	<b>0</b>
<i>Liczba autobusów</i>	7	0	0	4	0
<i>Cena jednostkowa</i>	2 835 000	2 835 000	2 835 000	2 835 000	2 835 000
<b>Inwestycja w infrastrukturę towarzyszącą</b>	<b>5 320 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5 020 000</b>	<b>0</b>
<b>Ładowarka plug-in</b>	<b>600 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>300 000</b>	<b>0</b>
<i>Liczba stanowisk</i>	4	0	0	2	0
<i>Cena jednostkowa</i>	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000
<b>Ładowarka pantografowa</b>	<b>1 720 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1 720 000</b>	<b>0</b>
<i>Liczba stanowisk</i>	2	0	0	2	0
<i>Cena jednostkowa</i>	860 000	860 000	860 000	860 000	860 000
<b>Infrastruktura / modernizacja</b>	<b>3 000 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3 000 000</b>	<b>0</b>
<i>Liczba stacji</i>	2	0	0	2	0
<i>Cena jednostkowa</i>	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 25. Wartość nakładów inwestycyjnych dla Wariantu "2" elektrycznego wodorowego w latach 2024-2028 [w zł netto]

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Wydatki inwestycyjne (razem)</b>	<b>37 400 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12 800 000</b>	<b>0</b>
<b>Inwestycja w środki transportu</b>	<b>22 400 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12 800 000</b>	<b>0</b>
<b>MAXI</b>	<b>22 400 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12 800 000</b>	<b>0</b>
<i>Liczba autobusów</i>	7	0	0	4	0
<i>Cena jednostkowa</i>	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000
<b>Inwestycja w infrastrukturę towarzyszącą</b>	<b>15 000 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Stacja tankowania wodoru</b>	<b>15 000 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<i>Liczba stacji</i>	1	0	0	0	0
<i>Cena jednostkowa</i>	15 000 000	15 000 000	15 000 000	15 000 000	15 000 000

Źródło: opracowanie własne.

Wariantowość realizacji Inwestycji ze względu na odmienny rodzaj napędu taboru niesie za sobą zróżnicowane wydatki dotyczące bieżącego utrzymania i eksploatacji pojazdów, do których zaliczono: koszty paliwa, energii elektrycznej, bieżących napraw i przeglądów technicznych, jak również koszt wymiany baterii dla taboru o napędzie elektrycznym.

W celu oszacowania wymiernych kosztów i korzyści realizacji poszczególnych wariantów Inwestycji poddano analizie koszty eksploatacyjne taboru ze względu na rodzaj napędu oraz wielkość pojazdów.

Należy przy tym wskazać, że przyjęte w analizie koszty eksploatacyjne uwzględniają w odpowiedniej proporcji zmiany wynikające z realizacji pracy przewozowej wyrażonej w wozokilometrach dla

danego rodzaju taboru poszczególnych wariantów, w wymiarze odpowiadającym ich wymianę w związku z realizacją Inwestycji.

Poziom planowanych wydatków eksploatacyjnych w całym okresie realizacji Inwestycji tj. w latach 2024-2038 wynoszą:

- **Wariant „0” – bazowy: 54.781.022 zł.**
- **Wariant „1” – elektryczny baterijny: 55.416.607zł.**
- **Wariant „2” – elektryczny wodorowy: 79.525.541 zł.**

a ich szczegółowa struktura przedstawia się następująco, tj.:

Tabela 26. Wartość wydatków eksploatacyjnych Wariantów w latach 2024-2028 [w zł netto]

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Wariant „0” - bazowy</b>	<b>3 652 068</b>	<b>3 652 068</b>	<b>3 652 068</b>	<b>3 652 068</b>	<b>3 652 068</b>
<b>Paliwo [ON]</b>	<b>2 547 930</b>	<b>2 547 930</b>	<b>2 547 930</b>	<b>2 547 930</b>	<b>2 547 930</b>
<b>Liczba wzkm</b>	<b>1 836 563</b>	<b>1 836 563</b>	<b>1 836 563</b>	<b>1 836 563</b>	<b>1 836 563</b>
<b>Koszt paliwa na wzkm</b>					
<i>MINI</i>	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
<i>MIDI</i>	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
<i>MAXI</i>	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
<i>MEGA</i>	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru ON [zł]</b>	<b>918 477</b>	<b>918 477</b>	<b>918 477</b>	<b>918 477</b>	<b>918 477</b>
<b>Liczba autobusów</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	<b>42</b>
<b>Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]</b>					
<i>MINI</i>	13 125	13 125	13 125	13 125	13 125
<i>MIDI</i>	15 441	15 441	15 441	15 441	15 441
<i>MAXI</i>	25 082	25 082	25 082	25 082	25 082
<i>MEGA</i>	20 085	20 085	20 085	20 085	20 085
<b>Energia elektryczna</b>	<b>132 862</b>	<b>132 862</b>	<b>132 862</b>	<b>132 862</b>	<b>132 862</b>
<b>Liczba wzkm</b>	<b>110 718</b>	<b>110 718</b>	<b>110 718</b>	<b>110 718</b>	<b>110 718</b>
<b>Koszt energii elektrycznej na wzkm</b>					
<i>MAXI</i>	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru elektrycznego [zł]</b>	<b>52 799</b>	<b>52 799</b>	<b>52 799</b>	<b>52 799</b>	<b>52 799</b>
<b>Liczba autobusów</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]</b>					
<i>MAXI</i>	26 399	26 399	26 399	26 399	26 399

Źródło: opracowanie własne.

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Wariant „1” - elektryczny bateryjny</b>	<b>3 652 068</b>	<b>3 578 230</b>	<b>3 578 230</b>	<b>3 578 230</b>	<b>3 536 036</b>
<b>Paliwo [ON]</b>	<b>2 547 930</b>	<b>1 999 855</b>	<b>1 999 855</b>	<b>1 999 855</b>	<b>1 686 669</b>
<b>Liczba wzkm</b>	<b>1 836 563</b>	<b>1 449 050</b>	<b>1 449 050</b>	<b>1 449 050</b>	<b>1 227 614</b>
<b>Koszt paliwa na wzkm</b>					
<i>MIDI</i>	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
<i>MAXI</i>	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
<i>MEGA</i>	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru ON [zł]</b>	<b>918 477</b>	<b>742 903</b>	<b>742 903</b>	<b>742 903</b>	<b>642 575</b>
<b>Liczba autobusów</b>	<b>42</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>31</b>
<b>Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]</b>					
<i>MINI</i>	13 125	13 125	13 125	13 125	13 125
<i>MIDI</i>	15 441	15 441	15 441	15 441	15 441
<i>MAXI</i>	25 082	25 082	25 082	25 082	25 082
<i>MEGA</i>	20 085	20 085	20 085	20 085	20 085
<b>Energia elektryczna</b>	<b>132 862</b>	<b>597 878</b>	<b>597 878</b>	<b>597 878</b>	<b>863 601</b>
<b>Liczba wzkm</b>	<b>110 718</b>	<b>498 231</b>	<b>498 231</b>	<b>498 231</b>	<b>719 667</b>
<b>Koszt energii elektrycznej na wzkm</b>					
<i>MAXI</i>	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru elektrycznego [zł]</b>	<b>52 799</b>	<b>237 594</b>	<b>237 594</b>	<b>237 594</b>	<b>343 191</b>
<b>Liczba autobusów</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>13</b>
<b>Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]</b>					
<i>MAXI</i>	26 399	26 399	26 399	26 399	26 399
<b>Wymiana baterii wraz z utylizacją</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba	0	0	0	0	0
Cena jednostkowa (MIDI)	172 400	172 400	172 400	172 400	172 400
Cena jednostkowa (MAXI)	193 950	193 950	193 950	193 950	193 950
Cena jednostkowa (MEGA)	215 500	215 500	215 500	215 500	215 500

Źródło: opracowanie własne.

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Wariant „2” - elektryczny wodorowy</b>	<b>3 652 068</b>	<b>4 871 868</b>	<b>4 871 868</b>	<b>4 871 868</b>	<b>5 568 897</b>
<b>Paliwo [ON]</b>	<b>2 547 930</b>	<b>1 999 855</b>	<b>1 999 855</b>	<b>1 999 855</b>	<b>1 686 669</b>
<b>Liczba wzkm</b>	<b>1 836 563</b>	<b>1 449 050</b>	<b>1 449 050</b>	<b>1 449 050</b>	<b>1 227 614</b>
<b>Koszt paliwa na wzkm</b>					
<i>MIDI</i>	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
<i>MAXI</i>	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
<i>MEGA</i>	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru ON [zł]</b>	<b>918 477</b>	<b>742 903</b>	<b>742 903</b>	<b>742 903</b>	<b>642 575</b>
<b>Liczba autobusów</b>	<b>42</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>31</b>
<b>Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]</b>					
<i>MINI</i>	13 125	13 125	13 125	13 125	13 125
<i>MIDI</i>	15 441	15 441	15 441	15 441	15 441
<i>MAXI</i>	25 082	25 082	25 082	25 082	25 082
<i>MEGA</i>	20 085	20 085	20 085	20 085	20 085

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Energia elektryczna</b>	<b>132 862</b>	<b>132 862</b>	<b>132 862</b>	<b>132 862</b>	<b>132 862</b>
<b>Liczba wzkm</b>	<b>110 718</b>	<b>110 718</b>	<b>110 718</b>	<b>110 718</b>	<b>110 718</b>
<b>Koszt energii elektrycznej na wzkm</b>					
<i>MAXI</i>	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru elektrycznego [zł]</b>	<b>52 799</b>	<b>52 799</b>	<b>52 799</b>	<b>52 799</b>	<b>52 799</b>
<b>Liczba autobusów</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]</b>					
<i>MAXI</i>	26 399	26 399	26 399	26 399	26 399
<b>Wodór [FCEV]</b>	<b>0</b>	<b>1 730 935</b>	<b>1 730 935</b>	<b>1 730 935</b>	<b>2 720 041</b>
<b>Liczba wzkm</b>	<b>0</b>	<b>387 513</b>	<b>387 513</b>	<b>387 513</b>	<b>608 949</b>
<b>Koszt zużycia wodoru na wzkm</b>					
<i>MAXI</i>	4,47	4,47	4,47	4,47	4,47
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru FCEV [zł]</b>	<b>0</b>	<b>212 515</b>	<b>212 515</b>	<b>212 515</b>	<b>333 952</b>
<b>Liczba autobusów</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>11</b>
<b>Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]</b>					
<i>MAXI</i>	30 359	30 359	30 359	30 359	30 359

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 27. Wartość wydatków eksploatacyjnych Wariantów w latach 2029-2033 [w zł netto]

Wyszczególnienie	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Wariant „0” - bazowy</b>	<b>3 652 068</b>	<b>3 652 068</b>	<b>3 652 068</b>	<b>3 652 068</b>	<b>3 652 068</b>
<b>Paliwo [ON]</b>	<b>2 547 930</b>	<b>2 547 930</b>	<b>2 547 930</b>	<b>2 547 930</b>	<b>2 547 930</b>
<b>Liczba wzkm</b>	<b>1 836 563</b>	<b>1 836 563</b>	<b>1 836 563</b>	<b>1 836 563</b>	<b>1 836 563</b>
<b>Koszt paliwa na wzkm</b>					
<i>MINI</i>	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
<i>MIDI</i>	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
<i>MAXI</i>	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
<i>MEGA</i>	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru ON [zł]</b>	<b>918 477</b>	<b>918 477</b>	<b>918 477</b>	<b>918 477</b>	<b>918 477</b>
<b>Liczba autobusów</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	<b>42</b>
<b>Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]</b>					
<i>MINI</i>	13 125	13 125	13 125	13 125	13 125
<i>MIDI</i>	15 441	15 441	15 441	15 441	15 441
<i>MAXI</i>	25 082	25 082	25 082	25 082	25 082
<i>MEGA</i>	20 085	20 085	20 085	20 085	20 085
<b>Energia elektryczna</b>	<b>132 862</b>	<b>132 862</b>	<b>132 862</b>	<b>132 862</b>	<b>132 862</b>
<b>Liczba wzkm</b>	<b>110 718</b>	<b>110 718</b>	<b>110 718</b>	<b>110 718</b>	<b>110 718</b>
<b>Koszt energii elektrycznej na wzkm</b>					
<i>MAXI</i>	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru elektrycznego [zł]</b>	<b>52 799</b>	<b>52 799</b>	<b>52 799</b>	<b>52 799</b>	<b>52 799</b>
<b>Liczba autobusów</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]</b>					
<i>MAXI</i>	26 399	26 399	26 399	26 399	26 399

Źródło: opracowanie własne.

Wyszczególnienie	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Wariant „1” - elektryczny bateryjny</b>	<b>3 536 036</b>	<b>3 536 036</b>	<b>3 536 036</b>	<b>4 893 686</b>	<b>3 536 036</b>
<b>Paliwo [ON]</b>	<b>1 686 669</b>	<b>1 686 669</b>	<b>1 686 669</b>	<b>1 686 669</b>	<b>1 686 669</b>
<b>Liczba wzkm</b>	<b>1 227 614</b>	<b>1 227 614</b>	<b>1 227 614</b>	<b>1 227 614</b>	<b>1 227 614</b>
<b>Koszt paliwa na wzkm</b>					
<i>MIDI</i>	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
<i>MAXI</i>	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
<i>MEGA</i>	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru ON [zł]</b>	<b>642 575</b>	<b>642 575</b>	<b>642 575</b>	<b>642 575</b>	<b>642 575</b>
<b>Liczba autobusów</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>
<b>Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]</b>					
<i>MINI</i>	13 125	13 125	13 125	13 125	13 125
<i>MIDI</i>	15 441	15 441	15 441	15 441	15 441
<i>MAXI</i>	25 082	25 082	25 082	25 082	25 082
<i>MEGA</i>	20 085	20 085	20 085	20 085	20 085
<b>Energia elektryczna</b>	<b>863 601</b>	<b>863 601</b>	<b>863 601</b>	<b>863 601</b>	<b>863 601</b>
<b>Liczba wzkm</b>	<b>719 667</b>	<b>719 667</b>	<b>719 667</b>	<b>719 667</b>	<b>719 667</b>
<b>Koszt energii elektrycznej na wzkm</b>					
<i>MAXI</i>	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru elektrycznego [zł]</b>	<b>343 191</b>	<b>343 191</b>	<b>343 191</b>	<b>343 191</b>	<b>343 191</b>
<b>Liczba autobusów</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>
<b>Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]</b>					
<i>MAXI</i>	26 399	26 399	26 399	26 399	26 399
<b>Wymiana baterii wraz z utylizacją</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1 357 650</b>	<b>0</b>
Liczba	0	0	0	7	0
Cena jednostkowa (MIDI)	172 400	172 400	172 400	172 400	172 400
Cena jednostkowa (MAXI)	193 950	193 950	193 950	193 950	193 950
Cena jednostkowa (MEGA)	215 500	215 500	215 500	215 500	215 500

Źródło: opracowanie własne.

Wyszczególnienie	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Wariant „2” - elektryczny wodorowy</b>	<b>5 568 897</b>	<b>5 568 897</b>	<b>5 568 897</b>	<b>5 568 897</b>	<b>5 568 897</b>
<b>Paliwo [ON]</b>	<b>1 686 669</b>	<b>1 686 669</b>	<b>1 686 669</b>	<b>1 686 669</b>	<b>1 686 669</b>
<b>Liczba wzkm</b>	<b>1 227 614</b>	<b>1 227 614</b>	<b>1 227 614</b>	<b>1 227 614</b>	<b>1 227 614</b>
<b>Koszt paliwa na wzkm</b>					
<i>MIDI</i>	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
<i>MAXI</i>	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
<i>MEGA</i>	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru ON [zł]</b>	<b>642 575</b>	<b>642 575</b>	<b>642 575</b>	<b>642 575</b>	<b>642 575</b>
<b>Liczba autobusów</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>
<b>Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]</b>					
<i>MINI</i>	13 125	13 125	13 125	13 125	13 125
<i>MIDI</i>	15 441	15 441	15 441	15 441	15 441
<i>MAXI</i>	25 082	25 082	25 082	25 082	25 082
<i>MEGA</i>	20 085	20 085	20 085	20 085	20 085



Wyszczególnienie	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Energia elektryczna</b>	<b>132 862</b>	<b>132 862</b>	<b>132 862</b>	<b>132 862</b>	<b>132 862</b>
<b>Liczba wzkm</b>	<b>110 718</b>	<b>110 718</b>	<b>110 718</b>	<b>110 718</b>	<b>110 718</b>
<b>Koszt energii elektrycznej na wzkm</b>					
<i>MIDI</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>MAXI</i>	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
<i>MEGA</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru elektrycznego [zł]</b>	<b>52 799</b>	<b>52 799</b>	<b>52 799</b>	<b>52 799</b>	<b>52 799</b>
<b>Liczba autobusów</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]</b>					
<i>MAXI</i>	26 399	26 399	26 399	26 399	26 399
<b>Wodór [FCEV]</b>	<b>2 720 041</b>	<b>2 720 041</b>	<b>2 720 041</b>	<b>2 720 041</b>	<b>2 720 041</b>
<b>Liczba wzkm</b>	<b>608 949</b>	<b>608 949</b>	<b>608 949</b>	<b>608 949</b>	<b>608 949</b>
<b>Koszt zużycia wodoru na wzkm</b>					
<i>MAXI</i>	4,47	4,47	4,47	4,47	4,47
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru FCEV [zł]</b>	<b>333 952</b>	<b>333 952</b>	<b>333 952</b>	<b>333 952</b>	<b>333 952</b>
<b>Liczba autobusów</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>
<b>Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]</b>					
<i>MAXI</i>	30 359	30 359	30 359	30 359	30 359

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 28. Wartość wydatków eksploatacyjnych Wariantów w latach 2034-2038 [w zł netto]

Wyszczególnienie	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Wariant „0” - bazowy</b>	<b>3 652 068</b>	<b>3 652 068</b>	<b>3 652 068</b>	<b>3 652 068</b>	<b>3 652 068</b>
<b>Paliwo [ON]</b>	<b>2 547 930</b>	<b>2 547 930</b>	<b>2 547 930</b>	<b>2 547 930</b>	<b>2 547 930</b>
<b>Liczba wzkm</b>	<b>1 836 563</b>	<b>1 836 563</b>	<b>1 836 563</b>	<b>1 836 563</b>	<b>1 836 563</b>
<b>Koszt paliwa na wzkm</b>					
<i>MINI</i>	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
<i>MIDI</i>	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
<i>MAXI</i>	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
<i>MEGA</i>	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru ON [zł]</b>	<b>918 477</b>	<b>918 477</b>	<b>918 477</b>	<b>918 477</b>	<b>918 477</b>
<b>Liczba autobusów</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	<b>42</b>
<b>Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]</b>					
<i>MINI</i>	13 125	13 125	13 125	13 125	13 125
<i>MIDI</i>	15 441	15 441	15 441	15 441	15 441
<i>MAXI</i>	25 082	25 082	25 082	25 082	25 082
<i>MEGA</i>	20 085	20 085	20 085	20 085	20 085
<b>Energia elektryczna</b>	<b>132 862</b>	<b>132 862</b>	<b>132 862</b>	<b>132 862</b>	<b>132 862</b>
<b>Liczba wzkm</b>	<b>110 718</b>	<b>110 718</b>	<b>110 718</b>	<b>110 718</b>	<b>110 718</b>
<b>Koszt energii elektrycznej na wzkm</b>					
<i>MAXI</i>	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru elektrycznego [zł]</b>	<b>52 799</b>	<b>52 799</b>	<b>52 799</b>	<b>52 799</b>	<b>52 799</b>
<b>Liczba autobusów</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]</b>					
<i>MAXI</i>	26 399	26 399	26 399	26 399	26 399

Źródło: opracowanie własne.

Wyszczególnienie	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Wariant „1” - elektryczny baterijny</b>	<b>3 536 036</b>	<b>4 311 836</b>	<b>3 536 036</b>	<b>3 536 036</b>	<b>3 536 036</b>
<b>Paliwo [ON]</b>	<b>1 686 669</b>	<b>1 686 669</b>	<b>1 686 669</b>	<b>1 686 669</b>	<b>1 686 669</b>
<b>Liczba wzkm</b>	<b>1 227 614</b>	<b>1 227 614</b>	<b>1 227 614</b>	<b>1 227 614</b>	<b>1 227 614</b>
<b>Koszt paliwa na wzkm</b>					
<i>MIDI</i>	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
<i>MAXI</i>	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
<i>MEGA</i>	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru ON [zł]</b>	<b>642 575</b>	<b>642 575</b>	<b>642 575</b>	<b>642 575</b>	<b>642 575</b>
<b>Liczba autobusów</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>
<b>Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]</b>					
<i>MINI</i>	13 125	13 125	13 125	13 125	13 125
<i>MIDI</i>	15 441	15 441	15 441	15 441	15 441
<i>MAXI</i>	25 082	25 082	25 082	25 082	25 082
<i>MEGA</i>	20 085	20 085	20 085	20 085	20 085
<b>Energia elektryczna</b>	<b>863 601</b>	<b>863 601</b>	<b>863 601</b>	<b>863 601</b>	<b>863 601</b>
<b>Liczba wzkm</b>	<b>719 667</b>	<b>719 667</b>	<b>719 667</b>	<b>719 667</b>	<b>719 667</b>
<b>Koszt energii elektrycznej na wzkm</b>					
<i>MAXI</i>	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru elektrycznego [zł]</b>	<b>343 191</b>	<b>343 191</b>	<b>343 191</b>	<b>343 191</b>	<b>343 191</b>
<b>Liczba autobusów</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>
<b>Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]</b>					
<i>MAXI</i>	26 399	26 399	26 399	26 399	26 399
<b>Wymiana baterii wraz z utylizacją</b>	<b>0</b>	<b>775 800</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba	0	4	0	0	0
Cena jednostkowa (MIDI)	172 400	172 400	172 400	172 400	172 400
Cena jednostkowa (MAXI)	193 950	193 950	193 950	193 950	193 950
Cena jednostkowa (MEGA)	215 500	215 500	215 500	215 500	215 500

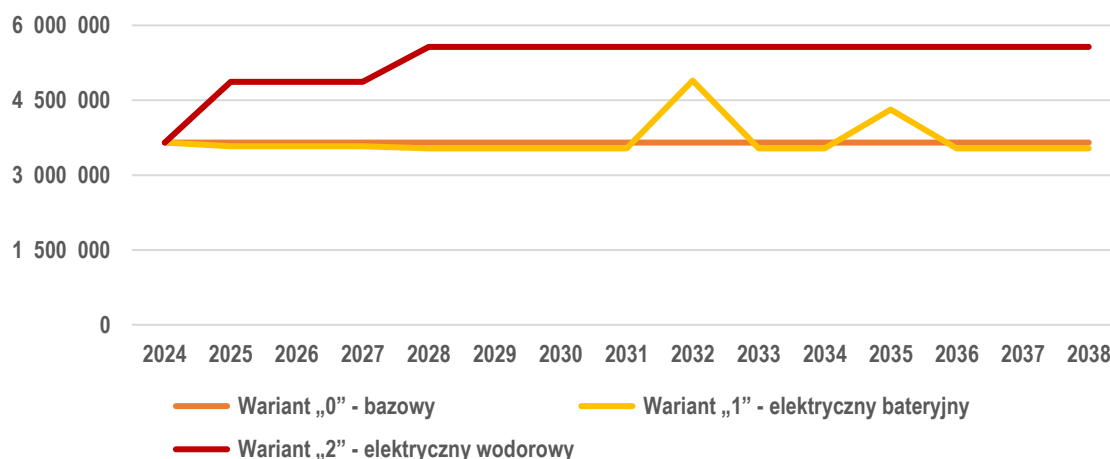
Źródło: opracowanie własne.

Wyszczególnienie	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Wariant „2” - elektryczny wodorowy</b>	<b>5 568 897</b>	<b>5 568 897</b>	<b>5 568 897</b>	<b>5 568 897</b>	<b>5 568 897</b>
<b>Paliwo [ON]</b>	<b>1 686 669</b>	<b>1 686 669</b>	<b>1 686 669</b>	<b>1 686 669</b>	<b>1 686 669</b>
<b>Liczba wzkm</b>	<b>1 227 614</b>	<b>1 227 614</b>	<b>1 227 614</b>	<b>1 227 614</b>	<b>1 227 614</b>
<b>Koszt paliwa na wzkm</b>					
<i>MIDI</i>	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
<i>MAXI</i>	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
<i>MEGA</i>	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru ON [zł]</b>	<b>642 575</b>	<b>642 575</b>	<b>642 575</b>	<b>642 575</b>	<b>642 575</b>
<b>Liczba autobusów</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>
<b>Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]</b>					
<i>MINI</i>	13 125	13 125	13 125	13 125	13 125
<i>MIDI</i>	15 441	15 441	15 441	15 441	15 441
<i>MAXI</i>	25 082	25 082	25 082	25 082	25 082
<i>MEGA</i>	20 085	20 085	20 085	20 085	20 085
<b>Energia elektryczna</b>	<b>132 862</b>	<b>132 862</b>	<b>132 862</b>	<b>132 862</b>	<b>132 862</b>
<b>Liczba wzkm</b>	<b>110 718</b>	<b>110 718</b>	<b>110 718</b>	<b>110 718</b>	<b>110 718</b>
<b>Koszt energii elektrycznej na wzkm</b>					
<i>MAXI</i>	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru elektrycznego [zł]</b>	<b>52 799</b>	<b>52 799</b>	<b>52 799</b>	<b>52 799</b>	<b>52 799</b>
<b>Liczba autobusów</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]</b>					
<i>MAXI</i>	26 399	26 399	26 399	26 399	26 399
<b>Wodór [FCEV]</b>	<b>2 720 041</b>	<b>2 720 041</b>	<b>2 720 041</b>	<b>2 720 041</b>	<b>2 720 041</b>
<b>Liczba wzkm</b>	<b>608 949</b>	<b>608 949</b>	<b>608 949</b>	<b>608 949</b>	<b>608 949</b>
<b>Koszt zużycia wodoru na wzkm</b>					
<i>MAXI</i>	4,47	4,47	4,47	4,47	4,47
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru FCEV [zł]</b>	<b>333 952</b>	<b>333 952</b>	<b>333 952</b>	<b>333 952</b>	<b>333 952</b>
<b>Liczba autobusów</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>
<b>Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]</b>					
<i>MAXI</i>	30 359	30 359	30 359	30 359	30 359

Źródło: opracowanie własne.

W związku z okresem użyteczności technicznej baterii dla taboru zeroemisyjnego o napędzie elektrycznym bateryjnym oszacowanym w oparciu o przewidywaną liczbę cykli ładowania na 8 lat, wartość wydatków eksploatacyjnych planowanych w latach 2029-2033 oraz 2034-2038 w Wariantcie „1” uwzględnia koszty zakupu i wymiany przedmiotowego magazynu energii, wraz z kosztem utylizacji zużytych baterii poddanych wymianie.

Pozostałe kategorie wydatków eksploatacyjnych zgodnie z głównym założeniem modelu (ceny stałe) oraz niezmiennością zleconej pracy przewozowej publicznego transportu zbiorowego wykazują stały trend, co zaprezentowano na poniższym wykresie, tj.:



Wykres 10. Łączna wartość wydatków eksploatacyjnych realizacji Inwestycji dla poszczególnych wariantów w latach 2024-2038 [w zł netto]

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie szacowanych nakładów inwestycyjnych oraz wydatków eksploatacyjnych związanych z realizacją Inwestycji, w ramach poszczególnych wariantów, oszacowano alternatywne korzyści oraz skutki finansowe wynikające z wymiany taboru o napędzie konwencjonalnym.

W tym celu przedstawiono różnice wynikające z planowanych wartości nakładów inwestycyjnych i wydatków eksploatacyjnych, w postaci przepływów pieniężnych dla poszczególnych wariantów względem Wariantu bazowego, w rezultacie czego otrzymano następujące wyniki, tj.:

Tabela 29. Przepływy finansowe realizacji Inwestycji dla Wariantów w latach 2024-2028 [w zł netto]

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Analiza finansowa – model różnicowy</b>					
<b>Wydatki inwestycyjne</b>					
Wariant „1”	13 965 000	0	0	9 960 000	0
Wariant „2”	26 200 000	0	0	6 400 000	0
<b>Wydatki eksploatacyjne</b>					
Wariant „1”	0	-73 838	-73 838	-73 838	-116 032
Wariant „2”	0	1 219 800	1 219 800	1 219 800	1 916 829
<b>Wartość rezydualna</b>					
Wariant „1”					
Wariant „2”					
<b>Przepływy pieniężne</b>					
Wariant „1”	-13 965 000	73 838	73 838	-9 886 162	116 032
Wariant „2”	-26 200 000	-1 219 800	-1 219 800	-7 619 800	-1 916 829

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 30. Przepływy finansowe realizacji Inwestycji dla Wariantów w latach 2029-2033 [w zł netto]

Wyszczególnienie	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Analiza finansowa – model różnicowy</b>					
<b>Wydatki inwestycyjne</b>					
Wariant „1”	0	0	0	0	0
Wariant „2”	0	0	0	0	0
<b>Wydatki eksploatacyjne</b>					
Wariant „1”	-116 032	-116 032	-116 032	1 241 618	-116 032
Wariant „2”	1 916 829	1 916 829	1 916 829	1 916 829	1 916 829
<b>Wartość rezydualna</b>					
Wariant „1”					
Wariant „2”					
<b>Przepływy pieniężne</b>					
Wariant „1”	116 032	116 032	116 032	-1 241 618	116 032
Wariant „2”	-1 916 829	-1 916 829	-1 916 829	-1 916 829	-1 916 829

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 31. Przepływy finansowe realizacji Inwestycji dla Wariantów w latach 2034-2038 [w zł netto]

Wyszczególnienie	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Analiza finansowa – model różnicowy</b>					
<b>Wydatki inwestycyjne</b>					
Wariant „1”	0	0	0	0	0
Wariant „2”	0	0	0	0	0
<b>Wydatki eksploatacyjne</b>					
Wariant „1”	-116 032	659 768	-116 032	-116 032	-116 032
Wariant „2”	1 916 829	1 916 829	1 916 829	1 916 829	1 916 829
<b>Wartość rezydualna</b>					
Wariant „1”					
Wariant „2”					
<b>Przepływy pieniężne</b>					
Wariant „1”	116 032	-659 768	116 032	116 032	116 032
Wariant „2”	-1 916 829	-1 916 829	-1 916 829	-1 916 829	-1 916 829

Źródło: opracowanie własne.

Zgodnie z przeprowadzoną kalkulacją przepływów pieniężnych realizacji inwestycji wg danych wariantów, obejmujące niezbędne nakłady inwestycyjne, wydatki eksploatacyjne oraz wartość rezydualną majątku wytworzonego w ramach projektu, różnicowe rezultaty pieniężne alternatywnych wariantów inwestycyjnych względem założeń dla taboru konwencjonalnego (Wariant bazowy), kształtuje się następująco, tj.

- **Wariant „1” – elektryczny baterijny:**  
-24.560.585 zł.
- **Wariant „2” – elektryczny wodorowy:**  
-57.344.519 zł.

Żaden z rozpatrywanych wariantów nie wykazał dodatnich skumulowanych przepływów finansowych.

Niezależnie od osiągniętego wyniku różnicowych przepływów finansowych w okresie realizacji projektu, poniżej zaprezentowano ocenę efektywności ekonomicznej Inwestycji wyrażonej w postaci mierników FNPV i FRR, co do których zgodnie zaleceniem zawartym w Niebieskiej Księdze „Sektor transportu publicznego” zastosowano realną stopę dyskontową na poziomie 3%, a wyniki analizy kształtują się następująco, tj.:

Tabela 32. Ocena efektywności finansowej Wariantów [PLN; %]

Wyszczególnienie	Wartość
<b>FNPV</b>	
Wariant „1”	-22 835 585
Wariant „2”	-50 230 993
<b>FRR</b>	
Wariant „1”	nie można obliczyć
Wariant „2”	nie można obliczyć

Źródło: opracowanie własne.

Z punktu widzenia oceny finansowej realizacji poszczególnych Wariantów, podobnie jak w przypadku oceny przyływów pieniężnych, żadna z inwestycji nie wykazuje opłacalności.

## 4.4 Analiza społeczno-ekonomiczna

### 4.4.1 Koszty społeczne emisji gazów cieplarnianych

Za przekroczenia odpowiednich norm zanieczyszczeń na terenie Miasta w dużej mierze odpowiada emisja zanieczyszczeń ze źródeł komunikacyjnych (z transportu samochodowego – z emisji spalinowej i poza spalinowej, np. wynikającej ze ścierania opon). Ruch pojazdów silnikowych spalinowych powoduje emisję szkodliwych gazów i pyłów oraz hałasu – w strukturze emisji gazów cieplarnianych emitowanych przez transport dominującą pozycję zajmuje transport drogowy. W związku z powyższym szczególnie ważnym wyzwaniem staje się w tym przypadku dekarbonizacja sektora transportu. W celu oceny jakości powietrza rokrocznie wykonywana jest kontrola jakości powietrza województwa opolskiego<sup>35</sup>. Województwo opolskie, na potrzeby rocznych ocen stanu środowiska zostało podzielone na dwie strefy – Miasto Opole i Strefę Opolską, do której przynależy Miasto Kędzierzyn-Koźle

Na terenie Miasta znajduje się:

- Pięć stacji pomiarowych, na podstawie której wyniki zostały wykorzystane w ocenie stanu powietrza w 2023 r.
  - ul. Śmiałego 5;
  - ul. Kościuszki 21;
  - ul. Książąt Opolskich 8;

- ul. Skarbowska;
- ul. Szkolna 15;
- dwanaście stanowisk pomiarowych, z których wyniki zostały wykorzystane w ocenie za 2023 r.:
  - OpKKozBSmial – As(PM10) –stacja manualna;
  - OpKKozBSmial – BaP(PM10) –stacja manualna;
  - OpKKozBSmial – C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> – stacja automatyczna;
  - OpKKozBSmial – Cd(PM10) – stacja manualna;
  - OpKKozBSmial – CO – stacja automatyczna;
  - OpKKozBSmial – Ni(PM10) – stacja manualna;
  - OpKKozBSmial – NO<sub>2</sub> – stacja automatyczna;
  - OpKKozBSmial – O<sub>3</sub> – stacja automatyczna;
  - OpKKozBSmial – Pb(PM10) – stacja manualna;
  - OpKKozBSmial – (PM10) – stacja manualna;
  - OpKKozBSmial – PM<sub>2,5</sub> – stacja automatyczna;

<sup>35</sup> Roczna ocena jakości powietrza w województwie opolskim. Raport wojewódzki za rok 2023. Opole 2024.

- o OpKKozBSmial – SO<sub>2</sub> – stacja automatyczna.

Klasy stref dla poszczególnych zanieczyszczeń, uzyskane w ocenie rocznej dokonanej z uwzględnieniem kryteriów ustanowionych w celu ochrony zdrowia ludzi – klasyfikacja podstawowa dla strefy opolskiej:

Tabela 35. Klasy stref dla poszczególnych zanieczyszczeń dla strefy opolskiej

SO <sub>2</sub>	–	A
NO <sub>2</sub>	–	A
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	–	A
CO	–	A
O <sub>3</sub>	–	D <sub>2</sub> <sup>36</sup>
PM10	–	A
Pb	–	A
As	–	A
Cd	–	A
Ni	–	A
B(a)P	–	C
PM2.5	–	A1

Legenda poziomu stężeń zanieczyszczeń:

A – nieprzekraczający poziomu dopuszczalnego;

C - powyżej poziomu dopuszczalnego;

D2 – powyżej poziomu celu długoterminowego.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ujętych w „Roczna ocena jakości powietrza w województwie opolskim. Raport wojewódzki za rok 2023. Opole 2024.”

W 2023 roku jakość powietrza w województwie opolskim uległa poprawie względem lat poprzednich. W zakresie zanieczyszczenia powietrza pyłem zawieszonym PM10 i PM2,5 nie odnotowano przekroczeń standardów jakości powietrza.

W 2023 r. przekroczenia poziomu docelowego zaobserwowano dla benzo(a)pirenu zawartego w pyłe zawieszonym PM10. Przekroczenia wystąpiły również dla poziomu ozonu, dla celu długoterminowego.

Zanieczyszczone powietrze wpływa bezpośrednio na zdrowie ludzkie, w tym na:



**problemy z oddychaniem;**



**problemy z pamięcią i koncentracją;**



**raka płuc;**



**układ krwionośny;**



**nadciśnienie tętnicze;**



**plód** (niska waga urodzeniowa, obumarcie płodu, przedwczesny poród)

i wiele innych schorzeń i chorób (w tym m. in.: podrażnienia nosa i gardła, kaszel, katar; przewlekłą obturacyjną chorobę płuc, alergię i astmę).

Nadmienić należy, iż znaczna część emisji pyłu z transportu drogowego pochodzi z procesów innych niż spalanie paliw, do których zaliczyć można np. ścieranie opon i hamulców oraz ścieranie nawierzchni dróg. W zależności od rodzaju środków transportu drogowego koszty ekonomiczne zależą od prędkości i kategorii pojazdów (autobusy o napędzie konwencjonalnym, alternatywnym lub zeroemisyjnym), jak również od ukształtowania terenu, lokalizacji (teren miejski lub zamiejski) i stanu technicznego drogi.

<sup>36</sup> Klasa strefy dla O<sub>3</sub> wg poziomu celu długoterminowego. Wg poziomu docelowego: A.



### Koszty jednostkowe emisji zanieczyszczeń w transporcie lądowym

Poniżej przedstawione zostały koszty jednostkowe emisji zanieczyszczeń w transporcie lądowym na tonę substancji wyemitowanej.

	<b>NOx [PLN/t NOx]</b>	<b>NM VOC [PLN/t NMHC.NM VOC]</b>	<b>PM [PLN/t CO2]</b>
<b>2023</b>	70 375,18	3 351,20	1 350 054,40
<b>2025</b>	72 722	3 463	1 395 074,59
<b>2028</b>	78 701	3 748	1 509 783,65

Źródło: Tablice kosztów jednostkowych do wykorzystania w analizach kosztów i korzyści, Centrum Unijnych Projektów Transportowych.

#### 4.4.2 Koszty zmiany klimatu

Negatywne skutki środowiskowe wykorzystywania produktów ropopochodnych w transporcie związane są przede wszystkim z emisją gazów cieplarnianych.

Sektor transportu drogowego odpowiada za 30% cząstek PM w europejskich miastach. Szkodliwe emisje, za które odpowiada sektor transportu pochodzą głównie z:



spalania paliw



emisje wtórne



ścierania układu hamulcowego



ścierania opon

Natomiast w przypadku wprowadzenia pojazdów zeroemisyjnych redukcja emisji CO<sub>2</sub> oraz ograniczenie wpływu transportu zbiorowego na zmiany klimatyczne może nastąpić dzięki:



braku spalania paliw, braku wycieku oleju i innych płynów eksploatacyjnych



redukcji pyłów ze ścieranych tarcz i klocków hamulcowych dzięki hamowaniu odzyskowemu



lokalnej zeroemisyjności (braku spalin CO<sub>2</sub>, PM, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>)

W przypadku wykorzystywania energii elektrycznej pochodzącej ze źródeł niskoemisyjnych lub z odnawialnych źródeł energii, emisja dwutlenku węgla przez pojazdy elektryczne może być równa

zeru. Takie autobusy to nie tylko zmniejszenie emisji szkodliwych zanieczyszczeń i dwutlenku węgla, ale również znaczące obniżenie kosztów eksploatacji.

#### Koszty jednostkowe zmian klimatycznych wywołanych przez sektor transportu

Poniżej przedstawione zostały wartości emisji gazów cieplarnianych według Europejskiego Banku Inwestycyjnego [EUR/ t CO<sub>2</sub>).

Scenariusz	Wartość podstawowa (2010 r.)	Co roku
High	40	2,00
Medium	25	1,00
Low	10	0,50

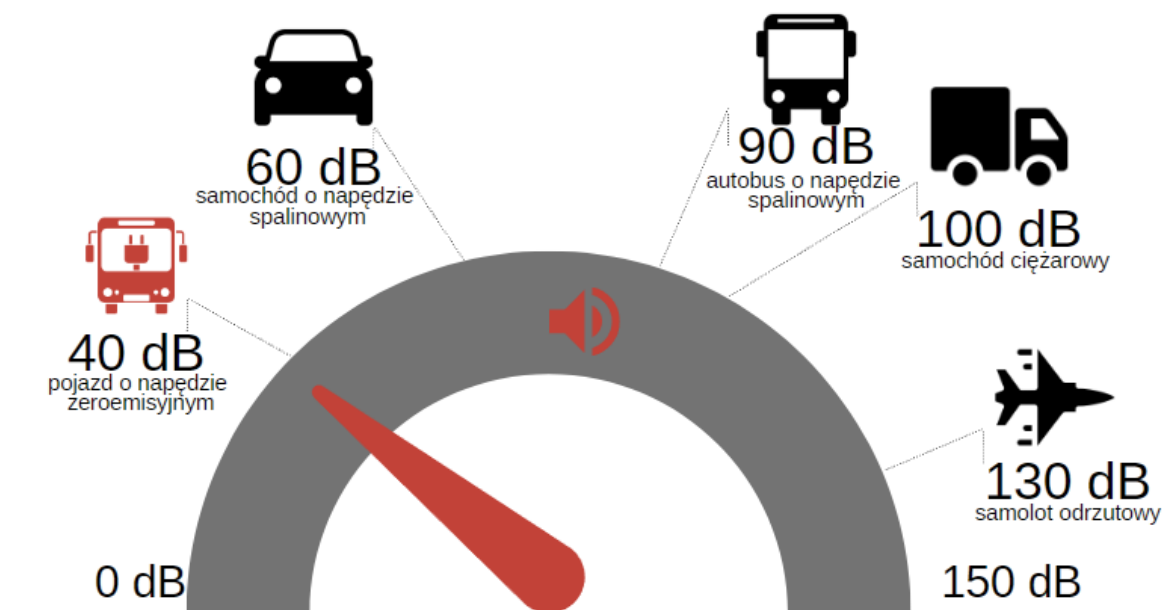
Źródło: *The Economic Appraisal of Investment Projects at the EIB, Europejski Bank Inwestycyjny marzec 2013, tabela 4.1, str. 25.*

Zagregowane koszty zmian klimatycznych (CO<sub>2</sub>) w gałęzi transportu przedstawiają się następująco<sup>37</sup>:

**655,58** [PLN/ t CO<sub>2</sub>] w 2023 r.

**1 274,86** [PLN/ t CO<sub>2</sub>] w 2028 r.

#### 4.4.3 Koszty społeczne emisji hałasu





Napęd elektryczny pomaga w głównej mierze zredukować poziom hałasu w centrach miast, co łącznie z brakiem emisji szkodliwych zanieczyszczeń może znacząco podnieść komfort życia mieszkańców. Pojazdy o napędzie elektrycznym są niezwykle ciche, co ma duże znaczenie zarówno dla samych pasażerów takiego autobusu jak i dla zewnętrznego otoczenia (poziom hałasu autobusu elektrycznego wynosi około 40–50

dB, a dla porównania jest to poziom dźwięku darcia papieru z odległości 1 m lub spokojnej rozmowy).

W celu zwiększenia bezpieczeństwa pieszych wszystkie pojazdy o napędzie elektrycznym, wprowadzane na rynek motoryzacyjny od 1 lipca 2019 r. muszą posiadać system AVAS (Acoustic Vehicle Alerting System), który jest odpowiedzialny za generowanie ostrzegawczych sygnałów przy prędkości pojazdu do 20 km/h.

#### Jednostkowe koszty hałasu dla autobusów i autokarów<sup>38</sup>

	Metropolia	Obszar miejski	Obszar podmiejski
	<b>0,459</b> [PLN/poj-km]	<b>0,028</b> [PLN/poj-km]	<b>0,004</b> [PLN/poj-km]
	<b>0,836</b> [PLN/poj-km]	<b>0,052</b> [PLN/poj-km]	<b>0,006</b> [PLN/poj-km]

<sup>37</sup> Centrum Unijnych Projektów Transportowych (CUPT), Tablice kosztów jednostkowych do wykorzystania w analizach kosztów i korzyści, wersja dla projektów z perspektywy 2021-2027 (aktualizacja 27.06.2024 - ceny na koniec 2023 r., prognozy makroekonomiczne z 05.2024); <https://www.cupt.gov.pl/wdrazanie-projektow/analiza-kosztow-i-korzysci/narzedzia/tablice-kosztow-jednostkowych-do-wykorzystania-w-analizach-kosztow-i-korzysci>

<sup>38</sup> Jaspers, „Niebieska Księga”. Nowa edycja, Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach, wydanie uaktualnione w 2023 r.

**Średnie koszty jednostkowe hałasu w transporcie lądowym przedstawiają się następująco<sup>39</sup>:**

**0,052** [PLN/ pojkm] w 2023 r.

**0,057** [PLN/ pojkm] w 2028 r.

#### 4.5 Oszacowanie efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla środowiska naturalnego i zdrowia ludzi

Zanieczyszczenie powietrza i nadmierny hałas szkodzą zdrowiu ludzi i środowisku. Nadmienione zanieczyszczenia pochodzą w głównej mierze z przemysłu, transportu i produkcji energii elektryczne<sup>40</sup>. W dużych ośrodkach miejskich jednym z głównych źródeł zanieczyszczeń jest gałąź transportowa – pojazdy o napędzie konwencjonalnym. W celu ograniczenia zanieczyszczeń powodowanych przez transport drogowy przyjęto szereg dyrektyw, które określają normy emisji dla różnych kategorii pojazdów.

Emisja szkodliwych substancji w pojazdach spalinowych, w porównaniu do pojazdów elektrycznych bateryjnych, jest wyższa ze względu na wykorzystywanie większej ilości płynów eksploatacyjnych, jak i elementów mechanicznych. W związku z czym należy spodziewać się, iż realizacja inwestycji polegającej na zakupie autobusów zeroemisyjnych pozytywnie wpłynie na jakość środowiska naturalnego. Jest to możliwe dzięki temu, że pojazdy o napędzie elektrycznym charakteryzują się zdecydowanie niższą emisją szkodliwych substancji, głównie dzięki

wyeliminowaniu procesu spalania paliwa (brak silnika spalinowego). Silniki elektryczne najczęściej chłodzone są powietrzem, w związku z czym wyeliminowany został obieg oleju i wykorzystuje się znacznie mniejsze ilości płynów i elementów mechanicznych. Dodatkowo sprawność tego rodzaju pojazdów poprawiana jest dzięki systemom odzysku energii podczas hamowania (dłuższa żywotność elementów ciernych w układzie hamulcowym, mniejsze zużycie energii).

Według stanu na dzień opracowywania AKK (tj. wrzesień 2024 r.) tabor obsługujący teren objęty opracowaniem składa się z 42 pojazdów o napędzie konwencjonalnym (olej napędowy) i 2 pojazdów o napędzie elektrycznym. Wycofanie z obecnego stanu inwentarzowego najstarszych pojazdów spalinowych spowoduje znaczne ograniczenia emisji NHC/NMVOC, NOx, PM i CO<sub>2</sub>.

Poniższa tabela przedstawia strukturę emisji CO<sub>2</sub>, NMHC/NMVOC, NOx oraz PM, które zostaną ograniczone przez wycofanie najstarszych pojazdów.

**Tabela 33 Emisja spalin autobusów komunikacji miejskiej Miasta Kędzierzyn - Koźle przed wymianą floty autobusów**

	Szt.	SPALANIE/ ZUŻYCIE PALIWA	NMHC/NMVOC [g/km]	Nox [g/km]	PM [g/km]	CO <sub>2</sub> [kg/km]
ON						
Norma EURO II						
MAXI	1	30,30 l/100 km	3,33	21,21	0,45	0,81
Norma EURO III						
MAXI	3	29,08 l/100 km	5,76	43,62	0,87	2,31
Norma EURO IV						
MAXI	4	30,27 l/100 km	5,56	42,36	0,24	3,24
Norma EURO V						
MIDI	8	23,81 l/100 km	8,80	38,08	0,40	5,04

<sup>39</sup> Centrum Unijnych Projektów Transportowych (CUPT), Tablice kosztów jednostkowych do wykorzystania w analizach kosztów i korzyści, wersja dla projektów z perspektywy 2021-2027 (aktualizacja 27.06.2024 - ceny na koniec 2023 r., prognozy makroekonomiczne z 05.2024); <https://www.cupt.gov.pl/wdrazenie-projektow/analiza-kosztow-i-korzysci/narzedzia/tablice-kosztow-jednostkowych-do-wykorzystania-w-analizach-kosztow-i-korzysci>

<sup>40</sup> <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/pl/sheet/75/zanieczyszczenie-powietrza-i-zanieczyszczenie-halaszem>.

MAXI	3	30,02 l/100 km	4,14	18,00	0,18	2,40
MEGA	1	45,01 l/100 km	1,10	4,76	0,05	0,63
Norma EEV						
MINI	2	17,00 l/100 km	0,86	6,80	0,06	0,45
MAXI	10	30,83 l/100 km	7,70	61,70	0,60	8,20
Norma EURO VI						
MIDI	3	29,30 l/100 km	1,14	3,51	0,09	2,34
MAXI	6	30,36 l/100 km	2,34	7,26	0,18	4,86
Norma EURO VI HYBRYDA						
MAXI	1	23,85 l/100 km	0,31	0,95	0,02	0,63
ELEKTRYCZNE (w ujęciu lokalnym)						
MAXI	2	100 kWh/100 km	0	0	0	0
	44	-	41,04	248,25	3,14	30,91

Źródło: opracowanie własne na podstawie „Tablice kosztów jednostkowych do wykorzystania w analizach kosztów i korzyści”.

Wprowadzenie autobusów zeroemisyjnych (baterijnych) w zamian za wyżej wskazane autobusy napędzane olejem napędowym spowoduje ograniczenie szkodliwych emisji zgodnie z poniżej prezentowanymi wartościami.

Tabela 33 Emisja spalin autobusów komunikacji miejskiej Miasta Kędzierzyn-Koźle po wymianie floty autobusów

	Szt.	SPALANIA/ ZUŻYCIE PALIWA	NMHC/ NMVOC	NOx		PM		CO2	
				W ujęciu globalnym	W ujęciu lokalnym	W ujęciu globalnym	W ujęciu lokalnym	W ujęciu globalnym	W ujęciu lokalnym
ON									
EURO V									
MIDI	8	23,81 l/100 km	8,80	38,08	38,08	0,40	0,40	5,04	5,04
MEGA	1	45,01 l/100 km	1,10	4,76	4,76	0,05	0,05	0,63	0,63
EEV									
MINI	2	17,00 l/100 km	0,86	6,80	6,80	0,06	0,06	0,45	0,45
MAXI	10	30,83 l/100 km	7,70	61,70	61,70	0,60	0,60	8,20	8,20
EURO VI									
MIDI	3	29,30 l/100 km	1,14	3,51	3,51	0,09	0,09	2,34	2,34
MAXI	6	30,36 l/100 km	2,34	7,26	7,26	0,18	0,18	4,86	4,86
EURO VI HYBRYDA									
MAXI	1	23,85 l/100 km	0,31	0,95	0,95	0,02	0,02	0,63	0,63
ELEKTRYCZNE									
MAXI	13	100 kWh/100 km	0,07	7,54	0	0,39	0	9,35	0
	44	-	22,32	130,60	123,06	1,79	1,40	31,50	22,15

Źródło: opracowanie własne.

Powyższa tabela wskazuje, iż w wyniku realizacji Inwestycji redukcji ulegną metanowe lotne związki organiczne NMHC/NMVOC, a także tlenki azotu NOx. Widoczny jest również wyraźny wzrost emisji dwutlenku siarki w wariantcie inwestycyjnym (substancja ta emitowana jest podczas produkcji energii elektrycznej).

Należy spodziewać się również spadku emisji dwutlenku węgla, lecz ta wielkość uzależniona jest w dużej mierze od rozwoju sektora energetyki w Polsce. W sytuacji, gdy sektor energetyki oparty będzie w dalszym ciągu na spalaniu węgla brunatnego i kamiennego należy spodziewać się niekorzystnych wskaźników emisyjności dla pojazdów napędzanych energią elektryczną.

Jednakże należy zaznaczyć, że udział odnawialnych źródeł energii stale wzrasta<sup>41</sup>, co warunkuje przede wszystkim Dyrektywa w sprawie odnawialnych źródeł energii (2009/28/WE). **Dlatego też przewiduje się, iż wskaźniki emisyjności dla pojazdów**

**elektrycznych bateryjnych w najbliższych latach ulegną poprawie.**

---

<sup>41</sup> <https://www.rynekelektryczny.pl/energia-elektryczna-ze-zrodel-odnawialnych/>.

## 4.6 Efektywność społeczno-ekonomiczna Inwestycji – wariantowa analiza korzyści

Efekty środowiskowe realne do osiągnięcia w wyniku realizacji Inwestycji w poszczególnych wariantach oszacowano dla poszczególnych kategorii wymiernych kosztów opisanych w poprzednim podrozdziale, których wpływ na środowisko wynikać będzie z wymiany części taboru o napędzie spalinowym na zero- i niskoemisyjny.

Przedmiotowe efekty środowiskowe oszacowano w jednostkach naturalnych bazując na przyjętych założeniach realizacji projektu w zakresie planowanej etapowej wymiany 11 szt. autobusów i szacowanej pracy przewozowej realizowanej nowym taborem, w odniesieniu do rezultatów ograniczenia skutków mających wpływ na środowisko w następujących kategoriach, tj.:

- ograniczenie emisji zanieczyszczeń CO<sub>2</sub>;
- ograniczenie emisji zanieczyszczeń – niższe warstwy (PM, NMHC/NMVOC, NO<sub>x</sub>);
- ograniczenie emisji hałasu.

W celu przeprowadzenia analizy planowanych do osiągnięcia efektów środowiskowych wynikających z realizacji Inwestycji w danym wariantcie, oszacowano koszty środowiskowe związane z emisją szkodliwych substancji dla środowiska naturalnego i zdrowia ludzi, dla Wariantu bazowego, tj. zakładającego zakup nowych autobusów o napędzie spalinowym spełniających normę spalin EURO 6.

Na potrzeby niniejszej analizy przyjęto założenie, że przedmiotowe koszty środowiskowe Wariantu bazowego stanowią będą niejako skutki środowiskowe, a tym samym punkt odniesienia wymiany taboru w danym wariantcie realizacji Inwestycji.

W oparciu o przyjęte założenia ekonomiczne dot. wielkości pracy przewozowej, kalkulatory i tablice CUPT oszacowane skutki środowiskowe Wariantu bazowego kształtują się następująco, tj.:

Tabela 34 Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "0" bazowego w latach 2024–2028 [j.n.]

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Autobus ON</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO<sub>2</sub> [t]</b>	<b>1 460,21</b>	<b>1 460,21</b>	<b>1 460,21</b>	<b>1 460,21</b>	<b>1 460,21</b>
Liczba wzkm	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563
Emisja CO <sub>2</sub> [kg/km]	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Emisja CO <sub>2</sub> [kg]	1 460 214	1 460 214	1 460 214	1 460 214	1 460 214
Emisja CO <sub>2</sub> [t]	1 460,21	1 460,21	1 460,21	1 460,21	1 460,21
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>
PM g/km	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Liczba wzkm	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOC [t]</b>	<b>0,71</b>	<b>0,71</b>	<b>0,71</b>	<b>0,71</b>	<b>0,71</b>
NMHC/NMVOC g/km	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Liczba wzkm	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563
<b>Emisja zanieczyszczeń - NO<sub>x</sub> [t]</b>	<b>2,19</b>	<b>2,19</b>	<b>2,19</b>	<b>2,19</b>	<b>2,19</b>
NO <sub>x</sub> g/km	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
Liczba wzkm	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>68 583,32</b>	<b>70 463,14</b>	<b>72 736,12</b>	<b>74 913,64</b>	<b>76 767,95</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzkm	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Liczba wzkm	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563



Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Autobus elektryczny</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>79,61</b>	<b>79,61</b>	<b>79,61</b>	<b>79,61</b>	<b>79,61</b>
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718
Emisja CO2 [kg/km]	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Emisja CO2 [kg]	79 606	79 606	79 606	79 606	79 606
Emisja CO2 [t]	79,61	79,61	79,61	79,61	79,61
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>
PM g/km	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOG [t]</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>
NMHC/NMVOG g/km	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>
NOx g/km	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>4 134,58</b>	<b>4 247,90</b>	<b>4 384,93</b>	<b>4 516,20</b>	<b>4 627,99</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzkm	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i Operatora.

Tabela 36. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "0" bazowego w latach 2029–2033 [j.n.]

Wyszczególnienie	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Autobus ON</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>1 460,21</b>	<b>1 460,21</b>	<b>1 460,21</b>	<b>1 460,21</b>	<b>1 460,21</b>
Liczba wzkm	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563
Emisja CO2 [kg/km]	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Emisja CO2 [kg]	1 460 214	1 460 214	1 460 214	1 460 214	1 460 214
Emisja CO2 [t]	1 460,21	1 460,21	1 460,21	1 460,21	1 460,21
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>
PM g/km	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Liczba wzkm	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOG [t]</b>	<b>0,71</b>	<b>0,71</b>	<b>0,71</b>	<b>0,71</b>	<b>0,71</b>
NMHC/NMVOG g/km	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Liczba wzkm	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>2,19</b>	<b>2,19</b>	<b>2,19</b>	<b>2,19</b>	<b>2,19</b>
NOx g/km	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
Liczba wzkm	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>78 674,81</b>	<b>80 577,70</b>	<b>82 472,72</b>	<b>84 251,09</b>	<b>85 960,23</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzkm	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
Liczba wzkm	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563
<b>Autobus elektryczny</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>79,61</b>	<b>79,61</b>	<b>79,61</b>	<b>79,61</b>	<b>79,61</b>
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718
Emisja CO2 [kg/km]	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Emisja CO2 [kg]	79 606	79 606	79 606	79 606	79 606
Emisja CO2 [t]	79,61	79,61	79,61	79,61	79,61

<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>
PM g/km	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOC [t]</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>
NMHC/NMVOC g/km	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>
NOx g/km	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>4 742,95</b>	<b>4 857,67</b>	<b>4 971,91</b>	<b>5 079,12</b>	<b>5 182,15</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzkm	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i Operatora.

Tabela 37. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "0" bazowego w latach 2034–2038 [j.n.]

Wyszczególnienie	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Autobus ON</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>1 460,21</b>	<b>1 460,21</b>	<b>1 460,21</b>	<b>1 460,21</b>	<b>1 460,21</b>
Liczba wzkm	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563
Emisja CO2 [kg/km]	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Emisja CO2 [kg]	1 460 214	1 460 214	1 460 214	1 460 214	1 460 214
Emisja CO2 [t]	1 460,21	1 460,21	1 460,21	1 460,21	1 460,21
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>
PM g/km	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Liczba wzkm	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOC [t]</b>	<b>0,71</b>	<b>0,71</b>	<b>0,71</b>	<b>0,71</b>	<b>0,71</b>
NMHC/NMVOC g/km	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Liczba wzkm	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>2,19</b>	<b>2,19</b>	<b>2,19</b>	<b>2,19</b>	<b>2,19</b>
NOx g/km	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
Liczba wzkm	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>87 728,41</b>	<b>89 547,65</b>	<b>91 275,12</b>	<b>92 975,39</b>	<b>94 639,53</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzkm	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Liczba wzkm	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563	1 836 563
<b>Wyszczególnienie</b>					
<b>Autobus elektryczny</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>79,61</b>	<b>79,61</b>	<b>79,61</b>	<b>79,61</b>	<b>79,61</b>
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718
Emisja CO2 [kg/km]	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Emisja CO2 [kg]	79 606	79 606	79 606	79 606	79 606
Emisja CO2 [t]	79,61	79,61	79,61	79,61	79,61
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>
PM g/km	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOC [t]</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>
NMHC/NMVOC g/km	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>

NOx g/km	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>5 288,75</b>	<b>5 398,42</b>	<b>5 502,56</b>	<b>5 605,07</b>	<b>5 705,39</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzkm	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i Operatora.

W kolejnym etapie Analizy powyższe hipotetyczne skutki środowiskowe realizacji Wariantu bazowego wyrażone w jednostkach naturalnych poddano monetyzacji, celem określenia wartości wyrażonej w jednostkach pieniężnych, tj.:

Tabela 38. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "0" bazowego w latach 2024–2028 [j.n.]

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Wariant „0” - bazowy</b>	<b>1 573 981</b>	<b>1 749 401</b>	<b>1 926 436</b>	<b>2 103 078</b>	<b>2 278 393</b>
<b>Emisja CO2</b>	<b>1 292 262</b>	<b>1 459 960</b>	<b>1 627 658</b>	<b>1 795 356</b>	<b>1 963 054</b>
Wartość emisji gazów cieplarnianych [PLN/t CO2]	839,23	948,14	1 057,04	1 165,95	1 274,86
Emisja CO2 [t]	1 539,82	1 539,82	1 539,82	1 539,82	1 539,82
<b>Emisja zanieczyszczeń-niższe warstwy</b>	<b>209 002</b>	<b>214 730</b>	<b>221 657</b>	<b>228 293</b>	<b>233 943</b>
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t PM]	487 975	501 350	517 522	533 015	546 209
Emisja PM [t]	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t NMHC/NMVOC]	3 754	3 857	3 981	4 100	4 202
Emisja NMHC/NMVOC [t]	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t Nox]	78 827	80 987	83 600	86 102	88 234
Emisja NOx [t]	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26
<b>Emisji hałasu - [PLN]</b>	<b>72 718</b>	<b>74 711</b>	<b>77 121</b>	<b>79 430</b>	<b>81 396</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i Operatora.

Tabela 35. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "0" bazowego w latach 2029–2033 [j.n.]

Wyszczególnienie	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Wariant „0” - bazowy</b>	<b>2 453 924</b>	<b>2 629 439</b>	<b>2 804 921</b>	<b>3 088 435</b>	<b>3 371 664</b>
<b>Emisja CO2</b>	<b>2 130 752</b>	<b>2 298 450</b>	<b>2 466 148</b>	<b>2 742 357</b>	<b>3 018 565</b>
Wartość emisji gazów cieplarnianych [PLN/t CO2]	1 383,77	1 492,67	1 601,58	1 780,96	1 960,34
Emisja CO2 [t]	1 539,82	1 539,82	1 539,82	1 539,82	1 539,82
<b>Emisja zanieczyszczeń-niższe warstwy</b>	<b>239 754</b>	<b>245 553</b>	<b>251 328</b>	<b>256 748</b>	<b>261 956</b>
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t PM]	559 776	573 315	586 799	599 452	611 613
Emisja PM [t]	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t NMHC/NMVOC]	4 306	4 410	4 514	4 611	4 705
Emisja NMHC/NMVOC [t]	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t Nox]	90 425	92 612	94 791	96 835	98 799
Emisja NOx [t]	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26
<b>Emisji hałasu - [PLN]</b>	<b>83 418</b>	<b>85 435</b>	<b>87 445</b>	<b>89 330</b>	<b>91 142</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i Operatora.

Tabela 36. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "0" bazowego w latach 2034–2038 [j.n.]

Wyszczególnienie	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Wariant „0” - bazowy</b>	<b>3 655 136</b>	<b>3 938 817</b>	<b>4 222 121</b>	<b>4 495 450</b>	<b>4 768 629</b>
<b>Emisja CO2</b>	<b>3 294 774</b>	<b>3 570 982</b>	<b>3 847 191</b>	<b>4 113 535</b>	<b>4 379 879</b>
Wartość emisji gazów cieplarnianych [PLN/t CO2]	2 139,71	2 319,09	2 498,47	2 671,44	2 844,41
Emisja CO2 [t]	1 539,82	1 539,82	1 539,82	1 539,82	1 539,82

<b>Emisja zanieczyszczeń-niższe warstwy</b>	<b>267 344</b>	<b>272 888</b>	<b>278 153</b>	<b>283 334</b>	<b>288 405</b>
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t PM]	624 193	637 137	649 428	661 526	673 366
Emisja PM [t]	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t NMHC/NMVOC]	4 801	4 901	4 996	5 089	5 180
Emisja NMHC/NMVOC [t]	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t Nox]	100 831	102 922	104 908	106 862	108 775
Emisja NOx [t]	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26
<b>Emisji hałasu - [PLN]</b>	<b>93 017</b>	<b>94 946</b>	<b>96 778</b>	<b>98 580</b>	<b>100 345</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i Operatora.

W dalszej części niniejszej Analizy oszacowano koszty środowiskowe stanowiące efekty środowiskowe realne do osiągnięcia w wyniku realizacji inwestycji w poszczególnych wariantach jej realizacji, dla poszczególnych kategorii wymiernych ograniczeń emisji zanieczyszczeń oraz hałasu, których wpływ na środowisko wynikać będzie z wymiany taboru o napędzie spalinowym (powyżej

wskazanych hipotetycznych skutków środowiskowych Wariantu bazowego).

Wyniki szacowanych efektów środowiskowych związanych z realizacją Inwestycji w ramach poszczególnych wariantów w latach 2024-2038 zaprezentowano w poniższych tabelach, odrębnie względem Wariantu bazowego, tj.:

Tabela 37. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "1" w latach 2024–2028 [j.n.]

<b>Wyszczególnienie</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>
<b>Autobus ON</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>1 460,21</b>	<b>1 152,11</b>	<b>1 152,11</b>	<b>1 152,11</b>	<b>976,05</b>
Liczba wzkm	1 836 563	1 449 050	1 449 050	1 449 050	1 227 614
Emisja CO2 [kg/km]	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Emisja CO2 [kg]	1 460 214	1 152 110	1 152 110	1 152 110	976 051
Emisja CO2 [t]	1 460,21	1 152,11	1 152,11	1 152,11	976,05
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,05</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>
PM g/km	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Liczba wzkm	1 836 563	1 449 050	1 449 050	1 449 050	1 227 614
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOC [t]</b>	<b>0,71</b>	<b>0,56</b>	<b>0,56</b>	<b>0,56</b>	<b>0,48</b>
NMHC/NMVOC g/km	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Liczba wzkm	1 836 563	1 449 050	1 449 050	1 449 050	1 227 614
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>2,19</b>	<b>1,73</b>	<b>1,73</b>	<b>1,73</b>	<b>1,47</b>
NOx g/km	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
Liczba wzkm	1 836 563	1 449 050	1 449 050	1 449 050	1 227 614
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>68 583,32</b>	<b>55 595,47</b>	<b>57 388,86</b>	<b>59 106,93</b>	<b>51 313,99</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzkm	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Liczba wzkm	1 836 563	1 449 050	1 449 050	1 449 050	1 227 614
<b>Wyszczególnienie</b>					
<b>Autobus elektryczny</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>79,61</b>	<b>358,23</b>	<b>358,23</b>	<b>358,23</b>	<b>517,44</b>
Liczba wzkm	110 718	498 231	498 231	498 231	719 667
Emisja CO2 [kg/km]	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Emisja CO2 [kg]	79 606	358 228	358 228	358 228	517 441
Emisja CO2 [t]	79,61	358,23	358,23	358,23	517,44
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,003</b>	<b>0,014</b>	<b>0,014</b>	<b>0,014</b>	<b>0,021</b>
PM g/km	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Liczba wzkm	110 718	498 231	498 231	498 231	719 667

<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOG [t]</b>	<b>0,001</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,004</b>
NMHC/NMVOG g/km	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Liczba wzkm	110 718	498 231	498 231	498 231	719 667
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>0,064</b>	<b>0,287</b>	<b>0,287</b>	<b>0,287</b>	<b>0,415</b>
NOx g/km	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Liczba wzkm	110 718	498 231	498 231	498 231	719 667
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>4 134,58</b>	<b>19 115,57</b>	<b>19 732,19</b>	<b>20 322,92</b>	<b>30 081,95</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzkm	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Liczba wzkm	110 718	498 231	498 231	498 231	719 667

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i Operatora.

Tabela 38. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "1" w latach 2029–2033 [j.n.]

Wyszczególnienie	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Autobus ON</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>976,05</b>	<b>976,05</b>	<b>976,05</b>	<b>976,05</b>	<b>976,05</b>
Liczba wzkm	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614
Emisja CO2 [kg/km]	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Emisja CO2 [kg]	976 051	976 051	976 051	976 051	976 051
Emisja CO2 [t]	976,05	976,05	976,05	976,05	976,05
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>
PM g/km	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Liczba wzkm	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOG [t]</b>	<b>0,48</b>	<b>0,48</b>	<b>0,48</b>	<b>0,48</b>	<b>0,48</b>
NMHC/NMVOG g/km	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Liczba wzkm	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>1,47</b>	<b>1,47</b>	<b>1,47</b>	<b>1,47</b>	<b>1,47</b>
NOx g/km	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
Liczba wzkm	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>52 588,60</b>	<b>53 860,55</b>	<b>55 127,23</b>	<b>56 315,95</b>	<b>57 458,39</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzkm	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
Liczba wzkm	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614
Wyszczególnienie	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Autobus elektryczny</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>517,44</b>	<b>517,44</b>	<b>517,44</b>	<b>517,44</b>	<b>517,44</b>
Liczba wzkm	719 667	719 667	719 667	719 667	719 667
Emisja CO2 [kg/km]	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Emisja CO2 [kg]	517 441	517 441	517 441	517 441	517 441
Emisja CO2 [t]	517,44	517,44	517,44	517,44	517,44
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,021</b>	<b>0,021</b>	<b>0,021</b>	<b>0,021</b>	<b>0,021</b>
PM g/km	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Liczba wzkm	719 667	719 667	719 667	719 667	719 667
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOG [t]</b>	<b>0,004</b>	<b>0,004</b>	<b>0,004</b>	<b>0,004</b>	<b>0,004</b>
NMHC/NMVOG g/km	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Liczba wzkm	719 667	719 667	719 667	719 667	719 667
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>0,415</b>	<b>0,415</b>	<b>0,415</b>	<b>0,415</b>	<b>0,415</b>
NOx g/km	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Liczba wzkm	719 667	719 667	719 667	719 667	719 667
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>30 829,16</b>	<b>31 574,82</b>	<b>32 317,40</b>	<b>33 014,26</b>	<b>33 684,00</b>

krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzkm	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
Liczba wzkm	719 667	719 667	719 667	719 667	719 667

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i Operatora.

Tabela 39. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "1" w latach 2034–2038 [j.n.]

Wyszczególnienie	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Autobus ON</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>976,05</b>	<b>976,05</b>	<b>976,05</b>	<b>976,05</b>	<b>976,05</b>
Liczba wzkm	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614
Emisja CO2 [kg/km]	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Emisja CO2 [kg]	976 051	976 051	976 051	976 051	976 051
Emisja CO2 [t]	976,05	976,05	976,05	976,05	976,05
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>
PM g/km	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Liczba wzkm	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOC [t]</b>	<b>0,48</b>	<b>0,48</b>	<b>0,48</b>	<b>0,48</b>	<b>0,48</b>
NMHC/NMVOC g/km	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Liczba wzkm	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>1,47</b>	<b>1,47</b>	<b>1,47</b>	<b>1,47</b>	<b>1,47</b>
NOx g/km	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
Liczba wzkm	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>58 640,29</b>	<b>59 856,32</b>	<b>61 011,02</b>	<b>62 147,53</b>	<b>63 259,89</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzkm	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Liczba wzkm	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614
Wyszczególnienie	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Autobus Elektryczny</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>517,44</b>	<b>517,44</b>	<b>517,44</b>	<b>517,44</b>	<b>517,44</b>
Liczba wzkm	719 667	719 667	719 667	719 667	719 667
Emisja CO2 [kg/km]	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Emisja CO2 [kg]	517 441	517 441	517 441	517 441	517 441
Emisja CO2 [t]	517,44	517,44	517,44	517,44	517,44
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,021</b>	<b>0,021</b>	<b>0,021</b>	<b>0,021</b>	<b>0,021</b>
PM g/km	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Liczba wzkm	719 667	719 667	719 667	719 667	719 667
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOC [t]</b>	<b>0,004</b>	<b>0,004</b>	<b>0,004</b>	<b>0,004</b>	<b>0,004</b>
NMHC/NMVOC g/km	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Liczba wzkm	719 667	719 667	719 667	719 667	719 667
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>0,415</b>	<b>0,415</b>	<b>0,415</b>	<b>0,415</b>	<b>0,415</b>
NOx g/km	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Liczba wzkm	719 667	719 667	719 667	719 667	719 667
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>34 376,87</b>	<b>35 089,75</b>	<b>35 766,66</b>	<b>36 432,93</b>	<b>37 085,03</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzkm	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Liczba wzkm	719 667	719 667	719 667	719 667	719 667

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i Operatora.



Tabela 40. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "2" w latach 2024–2028 [j.n.]

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Autobus ON</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>1 460,21</b>	<b>1 152,11</b>	<b>1 152,11</b>	<b>1 152,11</b>	<b>976,05</b>
Liczba wzkm	1 836 563	1 449 050	1 449 050	1 449 050	1 227 614
Emisja CO2 [kg/km]	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Emisja CO2 [kg]	1 460 214	1 152 110	1 152 110	1 152 110	976 051
Emisja CO2 [t]	1 460,21	1 152,11	1 152,11	1 152,11	976,05
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,05</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>
PM g/km	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Liczba wzkm	1 836 563	1 449 050	1 449 050	1 449 050	1 227 614
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOC [t]</b>	<b>0,71</b>	<b>0,56</b>	<b>0,56</b>	<b>0,56</b>	<b>0,48</b>
NMHC/NMVOC g/km	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Liczba wzkm	1 836 563	1 449 050	1 449 050	1 449 050	1 227 614
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>2,19</b>	<b>1,73</b>	<b>1,73</b>	<b>1,73</b>	<b>1,47</b>
NOx g/km	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
Liczba wzkm	1 836 563	1 449 050	1 449 050	1 449 050	1 227 614
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>68 583,32</b>	<b>55 595,47</b>	<b>57 388,86</b>	<b>59 106,93</b>	<b>51 313,99</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzkm	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Liczba wzkm	1 836 563	1 449 050	1 449 050	1 449 050	1 227 614
Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Autobus elektryczny</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>79,61</b>	<b>79,61</b>	<b>79,61</b>	<b>79,61</b>	<b>79,61</b>
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718
Emisja CO2 [kg/km]	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Emisja CO2 [kg]	79 606	79 606	79 606	79 606	79 606
Emisja CO2 [t]	79,61	79,61	79,61	79,61	79,61
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>
PM g/km	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOC [t]</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>
NMHC/NMVOC g/km	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>
NOx g/km	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>4 134,58</b>	<b>4 247,90</b>	<b>4 384,93</b>	<b>4 516,20</b>	<b>4 627,99</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzkm	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718
Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Autobus FCEV</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>0,00</b>	<b>278,62</b>	<b>278,62</b>	<b>278,62</b>	<b>437,83</b>
Liczba wzkm	0	387 513	387 513	387 513	608 949
Emisja CO2 [kg/km]	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Emisja CO2 [kg]	0	278 622	278 622	278 622	437 835
Emisja CO2 [t]	0,00	278,62	278,62	278,62	437,83
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>
PM g/km	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Liczba wzkm	0	387 513	387 513	387 513	608 949
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOC [t]</b>	<b>0,000</b>	<b>0,002</b>	<b>0,002</b>	<b>0,002</b>	<b>0,003</b>
NMHC/NMVOC g/km	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Liczba wzkm	0	387 513	387 513	387 513	608 949
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>0,00</b>	<b>0,22</b>	<b>0,22</b>	<b>0,22</b>	<b>0,35</b>
NOx g/km	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Liczba wzkm	0	387 513	387 513	387 513	608 949
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>0,00</b>	<b>14 867,66</b>	<b>15 347,26</b>	<b>15 806,72</b>	<b>25 453,96</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzkm	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Liczba wzkm	0	387 513	387 513	387 513	608 949

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i Operatora.

Tabela 41. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "2" w latach 2029–2033 [j.n.]

Wyszczególnienie	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Autobus ON</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>976,05</b>	<b>976,05</b>	<b>976,05</b>	<b>976,05</b>	<b>976,05</b>
Liczba wzkm	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614
Emisja CO2 [kg/km]	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Emisja CO2 [kg]	976 051	976 051	976 051	976 051	976 051
Emisja CO2 [t]	976,05	976,05	976,05	976,05	976,05
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>
PM g/km	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Liczba wzkm	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOC [t]</b>	<b>0,48</b>	<b>0,48</b>	<b>0,48</b>	<b>0,48</b>	<b>0,48</b>
NMHC/NMVOC g/km	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Liczba wzkm	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>1,47</b>	<b>1,47</b>	<b>1,47</b>	<b>1,47</b>	<b>1,47</b>
NOx g/km	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
Liczba wzkm	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>52 588,60</b>	<b>53 860,55</b>	<b>55 127,23</b>	<b>56 315,95</b>	<b>57 458,39</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzkm	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
Liczba wzkm	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614
<b>Wyszczególnienie</b>					
<b>Autobus elektryczny</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>79,61</b>	<b>79,61</b>	<b>79,61</b>	<b>79,61</b>	<b>79,61</b>
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718
Emisja CO2 [kg/km]	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Emisja CO2 [kg]	79 606	79 606	79 606	79 606	79 606
Emisja CO2 [t]	79,61	79,61	79,61	79,61	79,61
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>
PM g/km	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOC [t]</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>
NMHC/NMVOC g/km	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>
NOx g/km	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>4 742,95</b>	<b>4 857,67</b>	<b>4 971,91</b>	<b>5 079,12</b>	<b>5 182,15</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzkm	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718
<b>Wyszczególnienie</b>					
<b>Autobus FCEV</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>437,83</b>	<b>437,83</b>	<b>437,83</b>	<b>437,83</b>	<b>437,83</b>
Liczba wzkm	608 949	608 949	608 949	608 949	608 949
Emisja CO2 [kg/km]	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Emisja CO2 [kg]	437 835	437 835	437 835	437 835	437 835
Emisja CO2 [t]	437,83	437,83	437,83	437,83	437,83
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>
PM g/km	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Liczba wzkm	608 949	608 949	608 949	608 949	608 949
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOC [t]</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>
NMHC/NMVOC g/km	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Liczba wzkm	608 949	608 949	608 949	608 949	608 949
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>0,35</b>	<b>0,35</b>	<b>0,35</b>	<b>0,35</b>	<b>0,35</b>
NOx g/km	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Liczba wzkm	608 949	608 949	608 949	608 949	608 949
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>26 086,22</b>	<b>26 717,16</b>	<b>27 345,49</b>	<b>27 935,14</b>	<b>28 501,84</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzkm	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
Liczba wzkm	608 949	608 949	608 949	608 949	608 949

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i Operatora.

Tabela 42. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "2" w latach 2034–2038 [j.n.]

Wyszczególnienie	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Autobus ON</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>976,05</b>	<b>976,05</b>	<b>976,05</b>	<b>976,05</b>	<b>976,05</b>
Liczba wzkm	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614
Emisja CO2 [kg/km]	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Emisja CO2 [kg]	976 051	976 051	976 051	976 051	976 051
Emisja CO2 [t]	976,05	976,05	976,05	976,05	976,05
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>
PM g/km	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Liczba wzkm	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOC [t]</b>	<b>0,48</b>	<b>0,48</b>	<b>0,48</b>	<b>0,48</b>	<b>0,48</b>
NMHC/NMVOC g/km	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Liczba wzkm	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>1,47</b>	<b>1,47</b>	<b>1,47</b>	<b>1,47</b>	<b>1,47</b>
NOx g/km	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
Liczba wzkm	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>58 640,29</b>	<b>59 856,32</b>	<b>61 011,02</b>	<b>62 147,53</b>	<b>63 259,89</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzkm	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Liczba wzkm	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614	1 227 614
Wyszczególnienie	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Autobus elektryczny</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>79,61</b>	<b>79,61</b>	<b>79,61</b>	<b>79,61</b>	<b>79,61</b>
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718
Emisja CO2 [kg/km]	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Emisja CO2 [kg]	79 606	79 606	79 606	79 606	79 606
Emisja CO2 [t]	79,61	79,61	79,61	79,61	79,61
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>
PM g/km	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOC [t]</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>
NMHC/NMVOC g/km	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>	<b>0,064</b>
NOx g/km	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>5 288,75</b>	<b>5 398,42</b>	<b>5 502,56</b>	<b>5 605,07</b>	<b>5 705,39</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzkm	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Liczba wzkm	110 718	110 718	110 718	110 718	110 718
Wyszczególnienie	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Autobus FCEV</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>437,83</b>	<b>437,83</b>	<b>437,83</b>	<b>437,83</b>	<b>437,83</b>
Liczba wzkm	608 949	608 949	608 949	608 949	608 949
Emisja CO2 [kg/km]	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Emisja CO2 [kg]	437 835	437 835	437 835	437 835	437 835
Emisja CO2 [t]	437,83	437,83	437,83	437,83	437,83
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>
PM g/km	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Liczba wzkm	608 949	608 949	608 949	608 949	608 949
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOC [t]</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>
NMHC/NMVOC g/km	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Liczba wzkm	608 949	608 949	608 949	608 949	608 949
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>0,35</b>	<b>0,35</b>	<b>0,35</b>	<b>0,35</b>	<b>0,35</b>
NOx g/km	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Liczba wzkm	608 949	608 949	608 949	608 949	608 949
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>29 088,12</b>	<b>29 691,32</b>	<b>30 264,10</b>	<b>30 827,86</b>	<b>31 379,64</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzkm	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Liczba wzkm	608 949	608 949	608 949	608 949	608 949

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i Operatora.

W kolejnej fazie Analizy zaprezentowano naturalnych, które poddano monetyzacji, dzięki oszacowane efekty środowiskowe dla czemu osiągnięto ich wartość wyrażoną w wartości poszczególnych wariantów wyrażone w jednostkach pieniężnej, tj.:

Tabela 43. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "1" w latach 2024–2028 [j.n.]

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Wariant „1” - elektryczny bateryjny</b>	<b>72 718</b>	<b>122 823</b>	<b>129 094</b>	<b>135 237</b>	<b>174 972</b>
<b>Ograniczenie emisji CO2</b>	<b>0</b>	<b>27 953</b>	<b>31 164</b>	<b>34 374</b>	<b>59 063</b>
Wartość emisji gazów cieplarnianych [PLN/t CO2]	839,23	948,14	1 057,04	1 165,95	1 274,86
Ograniczenie emisji CO2 [t]	0,00	29,48	29,48	29,48	46,33
<b>Ograniczenie emisji zanieczyszczeń-niższe warstwy</b>	<b>0</b>	<b>20 159</b>	<b>20 810</b>	<b>21 433</b>	<b>34 514</b>
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t PM]	487 975	501 350	517 522	533 015	546 209
Ograniczenie emisji PM [t]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t NMHC/NMVOC]	3 754	3 857	3 981	4 100	4 202
Ograniczenie emisji NMHC/NMVOC [t]	0,00	0,15	0,15	0,15	0,23
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t Nox]	78 827	80 987	83 600	86 102	88 234
Ograniczenie emisji NOx [t]	0,00	0,24	0,24	0,24	0,38
<b>Ograniczenie emisji hałasu - [PLN]</b>	<b>72 718</b>	<b>74 711</b>	<b>77 121</b>	<b>79 430</b>	<b>81 396</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i Operatora.

Tabela 44. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "1" w latach 2029–2033 [j.n.]

Wyszczególnienie	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Wariant „1” - elektryczny bateryjny</b>	<b>182 897</b>	<b>190 815</b>	<b>198 722</b>	<b>209 718</b>	<b>220 608</b>
<b>Ograniczenie emisji CO2</b>	<b>64 108</b>	<b>69 154</b>	<b>74 199</b>	<b>82 510</b>	<b>90 820</b>
Wartość emisji gazów cieplarnianych [PLN/t CO2]	1 383,77	1 492,67	1 601,58	1 780,96	1 960,34
Ograniczenie emisji CO2 [t]	46,33	46,33	46,33	46,33	46,33
<b>Ograniczenie emisji zanieczyszczeń-niższe warstwy</b>	<b>35 371</b>	<b>36 226</b>	<b>37 078</b>	<b>37 878</b>	<b>38 646</b>
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t PM]	559 776	573 315	586 799	599 452	611 613
Ograniczenie emisji PM [t]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t NMHC/NMVOC]	4 306	4 410	4 514	4 611	4 705
Ograniczenie emisji NMHC/NMVOC [t]	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t Nox]	90 425	92 612	94 791	96 835	98 799
Ograniczenie emisji NOx [t]	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
<b>Ograniczenie emisji hałasu - [PLN]</b>	<b>83 418</b>	<b>85 435</b>	<b>87 445</b>	<b>89 330</b>	<b>91 142</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i Operatora.

Tabela 45. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "1" w latach 2034–2038 [j.n.]

Wyszczególnienie	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Wariant „1” - elektryczny bateryjny</b>	<b>231 589</b>	<b>242 646</b>	<b>253 564</b>	<b>264 145</b>	<b>274 671</b>
<b>Ograniczenie emisji CO2</b>	<b>99 130</b>	<b>107 440</b>	<b>115 751</b>	<b>123 764</b>	<b>131 778</b>
Wartość emisji gazów cieplarnianych [PLN/t CO2]	2 139,71	2 319,09	2 498,47	2 671,44	2 844,41
Ograniczenie emisji CO2 [t]	46,33	46,33	46,33	46,33	46,33
<b>Ograniczenie emisji zanieczyszczeń-niższe warstwy</b>	<b>39 441</b>	<b>40 259</b>	<b>41 036</b>	<b>41 800</b>	<b>42 548</b>
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t PM]	624 193	637 137	649 428	661 526	673 366
Ograniczenie emisji PM [t]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t NMHC/NMVOC]	4 801	4 901	4 996	5 089	5 180
Ograniczenie emisji NMHC/NMVOC [t]	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t Nox]	100 831	102 922	104 908	106 862	108 775
Ograniczenie emisji NOx [t]	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
<b>Ograniczenie emisji hałasu - [PLN]</b>	<b>93 017</b>	<b>94 946</b>	<b>96 778</b>	<b>98 580</b>	<b>100 345</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i Operatora.

**Tabela 46. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "2" w latach 2024–2028 [j.n.]**

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Wariant „2” - elektryczny wodorowy</b>	<b>72 718</b>	<b>122 823</b>	<b>129 094</b>	<b>135 237</b>	<b>174 972</b>
<b>Ograniczenie emisji CO2</b>	<b>0</b>	<b>27 953</b>	<b>31 164</b>	<b>34 374</b>	<b>59 063</b>
Wartość emisji gazów cieplarnianych [PLN/t CO2]	839,23	948,14	1 057,04	1 165,95	1 274,86
Ograniczenie emisji CO2 [t]	0,00	29,48	29,48	29,48	46,33
<b>Ograniczenie emisji zanieczyszczeń-niższe warstwy</b>	<b>0</b>	<b>20 159</b>	<b>20 810</b>	<b>21 433</b>	<b>34 514</b>
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t PM]	487 975	501 350	517 522	533 015	546 209
Ograniczenie emisji PM [t]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t NMHC/NMVOC]	3 754	3 857	3 981	4 100	4 202
Ograniczenie emisji NMHC/NMVOC [t]	0,00	0,15	0,15	0,15	0,23
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t Nox]	78 827	80 987	83 600	86 102	88 234
Ograniczenie emisji NOx [t]	0,00	0,24	0,24	0,24	0,38
<b>Ograniczenie emisji hałasu - [PLN]</b>	<b>72 718</b>	<b>74 711</b>	<b>77 121</b>	<b>79 430</b>	<b>81 396</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i Operatora.

**Tabela 47. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "2" w latach 2029–2033 [j.n.]**

Wyszczególnienie	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Wariant „2” - elektryczny wodorowy</b>	<b>182 897</b>	<b>190 815</b>	<b>198 722</b>	<b>209 718</b>	<b>220 608</b>
<b>Ograniczenie emisji CO2</b>	<b>64 108</b>	<b>69 154</b>	<b>74 199</b>	<b>82 510</b>	<b>90 820</b>
Wartość emisji gazów cieplarnianych [PLN/t CO2]	1 383,77	1 492,67	1 601,58	1 780,96	1 960,34
Ograniczenie emisji CO2 [t]	46,33	46,33	46,33	46,33	46,33
<b>Ograniczenie emisji zanieczyszczeń-niższe warstwy</b>	<b>35 371</b>	<b>36 226</b>	<b>37 078</b>	<b>37 878</b>	<b>38 646</b>
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t PM]	559 776	573 315	586 799	599 452	611 613
Ograniczenie emisji PM [t]	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t NMHC/NMVOC]	4 306	4 410	4 514	4 611	4 705
Ograniczenie emisji NMHC/NMVOC [t]	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t Nox]	90 425	92 612	94 791	96 835	98 799
Ograniczenie emisji NOx [t]	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
<b>Ograniczenie emisji hałasu - [PLN]</b>	<b>83 418</b>	<b>85 435</b>	<b>87 445</b>	<b>89 330</b>	<b>91 142</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i Operatora.

**Tabela 48. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "2" w latach 2034–2038 [j.n.]**

Wyszczególnienie	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Wariant „2” - elektryczny wodorowy</b>	<b>231 589</b>	<b>242 646</b>	<b>253 564</b>	<b>264 145</b>	<b>274 671</b>
<b>Ograniczenie emisji CO2</b>	<b>99 130</b>	<b>107 440</b>	<b>115 751</b>	<b>123 764</b>	<b>131 778</b>
Wartość emisji gazów cieplarnianych [PLN/t CO2]	2 139,71	2 319,09	2 498,47	2 671,44	2 844,41
Ograniczenie emisji CO2 [t]	46,33	46,33	46,33	46,33	46,33
<b>Ograniczenie emisji zanieczyszczeń-niższe warstwy</b>	<b>39 441</b>	<b>40 259</b>	<b>41 036</b>	<b>41 800</b>	<b>42 548</b>
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t PM]	624 193	637 137	649 428	661 526	673 366
Ograniczenie emisji PM [t]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t NMHC/NMVOC]	4 801	4 901	4 996	5 089	5 180
Ograniczenie emisji NMHC/NMVOC [t]	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t Nox]	100 831	102 922	104 908	106 862	108 775
Ograniczenie emisji NOx [t]	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
<b>Ograniczenie emisji hałasu - [PLN]</b>	<b>93 017</b>	<b>94 946</b>	<b>96 778</b>	<b>98 580</b>	<b>100 345</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i Operatora.

Na podstawie szacowanych nakładów inwestycyjnych, wydatków eksploatacyjnych związanych z realizacją Inwestycji oraz zmonetyzowanych efektów środowiskowych dla poszczególnych wariantów, oszacowano alternatywne korzyści oraz skutki finansowe wynikające z wymiany taboru o konwencjonalnym napędzie.

W tym celu przedstawiono różnice w postaci przepływów pieniężnych obejmujące w/w elementy dla danych wariantów, względem Wariantu bazowego, w rezultacie czego otrzymano wartość skumulowanych przepływów ekonomicznych planowanych do osiągnięcia w ramach realizacji Inwestycji, których wyniki kształtują się następująco, tj.:

Tabela 49. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „0” bazowego w latach 2024–2028 [w zł netto]

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Przepływy ekonomiczne</b>	<b>-16 426 049</b>	<b>-5 401 469</b>	<b>-5 578 504</b>	<b>-12 155 146</b>	<b>-5 930 461</b>
Wydatki inwestycyjne	-11 200 000	0	0	-6 400 000	0
Wartość rezydualna	0	0	0	0	0
Wydatki eksploatacyjne	-3 652 068	-3 652 068	-3 652 068	-3 652 068	-3 652 068
Efekty środowiskowe	-1 573 981	-1 749 401	-1 926 436	-2 103 078	-2 278 393
<b>Korzyści ekonomiczne netto</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Koszty ekonomiczne netto</b>	<b>-16 426 049</b>	<b>-5 401 469</b>	<b>-5 578 504</b>	<b>-12 155 146</b>	<b>-5 930 461</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i Operatora.

Tabela 50. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „0” bazowego w latach 2029–2033 [w zł netto]

Wyszczególnienie	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Przepływy ekonomiczne</b>	<b>-6 105 992</b>	<b>-6 281 507</b>	<b>-6 456 989</b>	<b>-6 740 503</b>	<b>-7 023 732</b>
Wydatki inwestycyjne	0	0	0	0	0
Wartość rezydualna	0	0	0	0	0
Wydatki eksploatacyjne	-3 652 068	-3 652 068	-3 652 068	-3 652 068	-3 652 068
Monetyzacja skutków środowiskowych	-2 453 924	-2 629 439	-2 804 921	-3 088 435	-3 371 664
<b>Korzyści ekonomiczne netto</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Koszty ekonomiczne netto</b>	<b>-6 105 992</b>	<b>-6 281 507</b>	<b>-6 456 989</b>	<b>-6 740 503</b>	<b>-7 023 732</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i Operatora.

Tabela 51. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „0” bazowego w latach 2034–2038 [w zł netto]

Wyszczególnienie	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Przepływy ekonomiczne</b>	<b>-7 307 204</b>	<b>-7 590 885</b>	<b>-7 874 190</b>	<b>-8 147 518</b>	<b>-8 420 698</b>
Wydatki inwestycyjne	0	0	0	0	0
Wartość rezydualna	0	0	0	0	0
Wydatki eksploatacyjne	-3 652 068	-3 652 068	-3 652 068	-3 652 068	-3 652 068
Monetyzacja skutków środowiskowych	-3 655 136	-3 938 817	-4 222 121	-4 495 450	-4 768 629
<b>Korzyści ekonomiczne netto</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Koszty ekonomiczne netto</b>	<b>-7 307 204</b>	<b>-7 590 885</b>	<b>-7 874 190</b>	<b>-8 147 518</b>	<b>-8 420 698</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i Operatora.



Tabela 52. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „1” w latach 2024–2028 [w zł netto]

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Przepływy ekonomiczne</b>	<b>-13 892 282</b>	<b>196 662</b>	<b>202 933</b>	<b>-9 750 925</b>	<b>291 004</b>
Wydatki inwestycyjne	-13 965 000	0	0	-9 960 000	0
Wartość rezydualna	0	0	0	0	0
Wydatki eksploatacyjne	0	73 838	73 838	73 838	116 032
Efekty środowiskowe	72 718	122 823	129 094	135 237	174 972
<b>Korzyści ekonomiczne netto</b>	<b>72 718</b>	<b>196 662</b>	<b>202 933</b>	<b>209 075</b>	<b>291 004</b>
<b>Koszty ekonomiczne netto</b>	<b>-13 965 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-9 960 000</b>	<b>0</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i Operatora.

Tabela 53. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „1” w latach 2029–2033 [w zł netto]

Wyszczególnienie	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Przepływy ekonomiczne</b>	<b>298 929</b>	<b>306 847</b>	<b>314 754</b>	<b>-1 031 901</b>	<b>336 640</b>
Wydatki inwestycyjne	0	0	0	0	0
Wartość rezydualna	0	0	0	0	0
Wydatki eksploatacyjne	116 032	116 032	116 032	-1 241 618	116 032
Efekty środowiskowe	182 897	190 815	198 722	209 718	220 608
<b>Korzyści ekonomiczne netto</b>	<b>298 929</b>	<b>306 847</b>	<b>314 754</b>	<b>209 718</b>	<b>336 640</b>
<b>Koszty ekonomiczne netto</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-1 241 618</b>	<b>0</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i Operatora.

Tabela 54. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „1” w latach 2034–2038 [w zł netto]

Wyszczególnienie	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Przepływy ekonomiczne</b>	<b>347 620</b>	<b>-417 123</b>	<b>369 596</b>	<b>380 177</b>	<b>390 703</b>
Wydatki inwestycyjne	0	0	0	0	0
Wartość rezydualna	0	0	0	0	0
Wydatki eksploatacyjne	116 032	-659 768	116 032	116 032	116 032
Efekty środowiskowe	231 589	242 646	253 564	264 145	274 671
<b>Korzyści ekonomiczne netto</b>	<b>347 620</b>	<b>242 646</b>	<b>369 596</b>	<b>380 177</b>	<b>390 703</b>
<b>Koszty ekonomiczne netto</b>	<b>0</b>	<b>-659 768</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i Operatora.

Tabela 55. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „2” w latach 2024–2028 [w zł netto]

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Przepływy ekonomiczne</b>	<b>-26 127 282</b>	<b>-1 096 977</b>	<b>-1 090 706</b>	<b>-7 484 563</b>	<b>-1 741 857</b>
Wydatki inwestycyjne	-26 200 000	0	0	-6 400 000	0
Wartość rezydualna	0	0	0	0	0
Wydatki eksploatacyjne	0	-1 219 800	-1 219 800	-1 219 800	-1 916 829
Efekty środowiskowe	72 718	122 823	129 094	135 237	174 972
<b>Korzyści ekonomiczne netto</b>	<b>72 718</b>	<b>122 823</b>	<b>129 094</b>	<b>135 237</b>	<b>174 972</b>
<b>Koszty ekonomiczne netto</b>	<b>-26 200 000</b>	<b>-1 219 800</b>	<b>-1 219 800</b>	<b>-7 619 800</b>	<b>-1 916 829</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i Operatora.

Tabela 56. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „2” w latach 2029–2033 [w zł netto]

Wyszczególnienie	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Przepływy ekonomiczne</b>	<b>-1 733 932</b>	<b>-1 726 014</b>	<b>-1 718 107</b>	<b>-1 707 111</b>	<b>-1 696 220</b>
Wydatki inwestycyjne	0	0	0	0	0
Wartość rezydualna	0	0	0	0	0
Wydatki eksploatacyjne	-1 916 829	-1 916 829	-1 916 829	-1 916 829	-1 916 829
Efekty środowiskowe	182 897	190 815	198 722	209 718	220 608
<b>Korzyści ekonomiczne netto</b>	<b>182 897</b>	<b>190 815</b>	<b>198 722</b>	<b>209 718</b>	<b>220 608</b>
<b>Koszty ekonomiczne netto</b>	<b>-1 916 829</b>	<b>-1 916 829</b>	<b>-1 916 829</b>	<b>-1 916 829</b>	<b>-1 916 829</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i Operatora.

Tabela 57. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „2” w latach 2034–2038 [w zł netto]

Wyszczególnienie	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Przepływy ekonomiczne</b>	<b>-1 685 240</b>	<b>-1 674 183</b>	<b>-1 663 265</b>	<b>-1 652 684</b>	<b>-1 642 158</b>
Wydatki inwestycyjne	0	0	0	0	0
Wartość rezydualna	0	0	0	0	0
Wydatki eksploatacyjne	-1 916 829	-1 916 829	-1 916 829	-1 916 829	-1 916 829
Efekty środowiskowe	231 589	242 646	253 564	264 145	274 671
<b>Korzyści ekonomiczne netto</b>	<b>231 589</b>	<b>242 646</b>	<b>253 564</b>	<b>264 145</b>	<b>274 671</b>
<b>Koszty ekonomiczne netto</b>	<b>-1 916 829</b>	<b>-1 916 829</b>	<b>-1 916 829</b>	<b>-1 916 829</b>	<b>-1 916 829</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i Operatora.

Zgodnie z przeprowadzoną kalkulacją przepływów ekonomicznych realizacji inwestycji wg danych wariantów, obejmujące niezbędne nakłady inwestycyjne, wydatki eksploatacyjne, wartość rezydualną majątku wytworzonego w ramach projektu oraz zmonetyzowane efekty/skutki środowiskowe, różnicowe rezultaty ekonomiczne alternatywnych wariantów inwestycyjnych względem założeń dla taboru konwencjonalnego (Wariant bazowy) dla całego okresu objętego analizą, kształtuje się następująco, tj.:

• **Wariant „1” – elektryczny bateryjny:**  
**-20.608.815 zł.**

• **Wariant „2” – elektryczny wodorowy:**  
**-48.004.223 zł.**

Należy przy tym wskazać, że żaden z Wariantów nie wykazuje dodatnich skumulowanych przepływów ekonomicznych, nie wykazując korzyści ekonomicznych.

Niezależnie od osiągniętego wyniku różnicowych przepływów ekonomiczno-finansowych w okresie realizacji projektu, poniżej zaprezentowano ocenę efektywności ekonomicznej Inwestycji wyrażonej w postaci mierników ENPV, ERR i BCR, co do których zgodnie zaleceniem zawartym w Niebieskiej Księdze „Sektor transportu publicznego” zastosowano realną stopę dyskontową na poziomie 3%, a wyniki analizy kształtują się następująco, tj.:

Tabela 58. Ocena ekonomicznej efektywności wariantów [PLN; %]

Wyszczególnienie	Wartość
<b>ENPV</b>	
Wariant „1”	-20 608 815
Wariant „2”	-48 004 223
<b>ERR</b>	
Wariant „1”	Nieвозмоliwe do obliczenia
Wariant „2”	Nieвозмоliwe do obliczenia
<b>BCR</b>	
Wariant „1”	0,16
Wariant „2”	0,05

Źródło: opracowanie własne.

Z punktu widzenia oceny finansowej realizacji poszczególnych Wariantów należy wskazać, że zarówno inwestycja w Wariant „1”, jak i w Wariant „2” jest nieopłacalna (ENPV<0), co oznacza, że ich realizacja nie generuje korzyści ekonomicznych.

W ramach niniejszego opracowania przeprowadzono dodatkowo analizę efektywności ekonomicznej inwestycji przy założeniu pozyskania dofinansowania z zewnętrznych środków pomocowych np. UE.

W oparciu o założenia oraz wyniki przeprowadzonej analizy oszacowano punkt krytyczny przedmiotowego współfinansowania Inwestycji do

poziomu, którego Inwestycja jest opłacalna dla najkorzystniejszego z punktu widzenia ekonomicznej efektywności jej realizacji, tj. dla Wariantu „1”.

**Wartość dofinansowania spełniająca kryterium opłacalności projektu w ramach analizy efektywności ekonomicznej Inwestycji wynosi min. 92% wydatków kwalifikowalnych.**

Poniżej zaprezentowano szczegółowe wartości skumulowanych przepływów pieniężnych uwzględniających dofinansowanie zewnętrzne dla najkorzystniejszego z punktu widzenia efektywności ekonomicznej Inwestycji (Wariantu „1”) tj.

Tabela 59. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „1” wraz z dotacją w latach 2024–2028 [zł]

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Przepływy ekonomiczne - wariant z dotacją</b>	<b>-1 044 482</b>	<b>196 662</b>	<b>202 933</b>	<b>-587 725</b>	<b>291 004</b>
Wydatki inwestycyjne	-1 117 200	0	0	-796 800	0
Wartość rezydualna	0	0	0	0	0
Wydatki eksploatacyjne	0	73 838	73 838	73 838	116 032
Efekty środowiskowe	72 718	122 823	129 094	135 237	174 972
<b>Korzyści ekonomiczne netto</b>	<b>72 718</b>	<b>196 662</b>	<b>202 933</b>	<b>209 075</b>	<b>291 004</b>
<b>Koszty ekonomiczne netto</b>	<b>-1 117 200</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-796 800</b>	<b>0</b>

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 60. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „1” wraz z dotacją w latach 2029–2033 [zł]

Wyszczególnienie	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Przepływy ekonomiczne - wariant z dotacją</b>	<b>298 929</b>	<b>306 847</b>	<b>314 754</b>	<b>-1 031 901</b>	<b>336 640</b>
Wydatki inwestycyjne	0	0	0	0	0
Wartość rezydualna	0	0	0	0	0
Wydatki eksploatacyjne	116 032	116 032	116 032	-1 241 618	116 032
Efekty środowiskowe	182 897	190 815	198 722	209 718	220 608
<b>Korzyści ekonomiczne netto</b>	<b>298 929</b>	<b>306 847</b>	<b>314 754</b>	<b>209 718</b>	<b>336 640</b>
<b>Koszty ekonomiczne netto</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-1 241 618</b>	<b>0</b>

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 61. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „1” wraz z dotacją w latach 2034–2038 [zł]

Wyszczególnienie	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Przepływy ekonomiczne - wariant z dotacją</b>	<b>347 620</b>	<b>-417 123</b>	<b>369 596</b>	<b>380 177</b>	<b>390 703</b>
Wydatki inwestycyjne	0	0	0	0	0
Wartość rezydualna	0	0	0	0	0
Wydatki eksploatacyjne	116 032	-659 768	116 032	116 032	116 032
Efekty środowiskowe	231 589	242 646	253 564	264 145	274 671
<b>Korzyści ekonomiczne netto</b>	<b>347 620</b>	<b>242 646</b>	<b>369 596</b>	<b>380 177</b>	<b>390 703</b>
<b>Koszty ekonomiczne netto</b>	<b>0</b>	<b>-659 768</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 62. Ocena ekonomicznej efektywności Wariant „1” [PLN; %]

Wyszczególnienie	Wartość
ENPV	6 162
ERR	3,07%
BCR	1,09

Źródło: opracowanie własne.

W konsekwencji uwzględnienia w skumulowanych przepływach ekonomicznych realizacji niniejszego wariantu, dofinansowania unijnego na poziomie 92% wydatków inwestycyjnych (kosztów kwalifikowalnych) ekonomiczna efektywność inwestycji generuje korzyści ekonomiczne ENPV>0, ERR jest równy 3,07%, a współczynnik korzyści do kosztów BCR wynosi 1,09.

Tabela 63. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „2” wraz z dotacją w latach 2024–2028 [zł]

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Przepływy ekonomiczne - wariant z dotacją</b>	<b>-2 023 282</b>	<b>-1 096 977</b>	<b>-1 090 706</b>	<b>-1 596 563</b>	<b>-1 741 857</b>
Wydatki inwestycyjne	-2 096 000	0	0	-512 000	0
Wartość rezydualna	0	0	0	0	0
Wydatki eksploatacyjne	0	-1 219 800	-1 219 800	-1 219 800	-1 916 829
Efekty środowiskowe	72 718	122 823	129 094	135 237	174 972
<b>Korzyści ekonomiczne netto</b>	<b>72 718</b>	<b>122 823</b>	<b>129 094</b>	<b>135 237</b>	<b>174 972</b>
<b>Koszty ekonomiczne netto</b>	<b>-2 096 000</b>	<b>-1 219 800</b>	<b>-1 219 800</b>	<b>-1 731 800</b>	<b>-1 916 829</b>

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 64. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „2” wraz z dotacją w latach 2029–2033 [zł]

Wyszczególnienie	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Przepływy ekonomiczne - wariant z dotacją</b>	<b>-1 733 932</b>	<b>-1 726 014</b>	<b>-1 718 107</b>	<b>-1 707 111</b>	<b>-1 696 220</b>
Wydatki inwestycyjne	0	0	0	0	0
Wartość rezydualna	0	0	0	0	0
Wydatki eksploatacyjne	-1 916 829	-1 916 829	-1 916 829	-1 916 829	-1 916 829
Efekty środowiskowe	182 897	190 815	198 722	209 718	220 608
<b>Korzyści ekonomiczne netto</b>	<b>182 897</b>	<b>190 815</b>	<b>198 722</b>	<b>209 718</b>	<b>220 608</b>
<b>Koszty ekonomiczne netto</b>	<b>-1 916 829</b>	<b>-1 916 829</b>	<b>-1 916 829</b>	<b>-1 916 829</b>	<b>-1 916 829</b>

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 65. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „2” wraz z dotacją w latach 2034–2038 [zł]

Wyszczególnienie	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Przepływy ekonomiczne - wariant z dotacją</b>	<b>-1 685 240</b>	<b>-1 674 183</b>	<b>-1 663 265</b>	<b>-1 652 684</b>	<b>-1 642 158</b>
Wydatki inwestycyjne	0	0	0	0	0
Wartość rezydualna	0	0	0	0	0
Wydatki eksploatacyjne	-1 916 829	-1 916 829	-1 916 829	-1 916 829	-1 916 829
Efekty środowiskowe	231 589	242 646	253 564	264 145	274 671
<b>Korzyści ekonomiczne netto</b>	<b>231 589</b>	<b>242 646</b>	<b>253 564</b>	<b>264 145</b>	<b>274 671</b>
<b>Koszty ekonomiczne netto</b>	<b>-1 916 829</b>	<b>-1 916 829</b>	<b>-1 916 829</b>	<b>-1 916 829</b>	<b>-1 916 829</b>

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 66. Ocena ekonomicznej efektywności Wariant „2” [PLN; %]

Wyszczególnienie	Wartość
ENPV	-19 370 870
ERR	Nieosiągalne do obliczenia
BCR	0,11

Źródło: opracowanie własne.

**W konsekwencji uwzględnienia w skumulowanych przepływach finansowych realizacji inwestycji dofinansowania zewnętrznego na poziomie 92% wydatków kwalifikowalnych ekonomiczna efektywność Inwestycji wynosi dla:**

- Wariantu „1”: zdyskontowana ekonomiczna wartość bieżąca ENPV: 6.162 PLN i ekonomiczna stopa zwrotu ERR 3,07%;
- Wariantu „2”: zdyskontowana ekonomiczna wartość bieżąca ENPV: -19.370.870 PLN i ekonomiczna stopa zwrotu ERR jest nie możliwa do obliczenia.

**Przeprowadzona analiza finansowo-ekonomiczna realizacji inwestycji dot. wymiany taboru z napędem spalinowym w poszczególnych wariantach wykazała, że:**

- Uzyskane wyniki realizacji Wariantu „1” oraz „2” wykazały brak korzyści ekonomicznych (ENPV<0) wykorzystywania autobusów o napędzie zeroemisyjnym, co w kontekście treści art. 37 ust. 5 UoEiPA wskazuje na brak konieczności realizacji obowiązku osiągnięcia poziomu udziału autobusów zeroemisyjnych.
- Przeprowadzona dodatkowo analiza efektywności ekonomicznej inwestycji dla obu Wariantów przy założeniu pozyskania dofinansowania z zewnętrznych środków pomocowych wykazała opłacalność w Wariantcie „1” w całym okresie trwania projektu, czyli korzyści ekonomiczne (ENPV>0).



## 5. Analiza wrażliwości

W celu wytypowania kluczowych zmiennych krytycznych wykorzystano projektowane zmiany najważniejszych czynników wpływających na decyzję o zakupie taboru o napędzie zeroemisyjnym.

Analizie podlegał Wariant „1” z uwzględnieniem dotacji, ponieważ okazał się najkorzystniejszy – posiadał najwyższą rentowność (ENPV>0, tj. 6.162 PLN, ERR = 3,07%).

W ramach zmiennych poddanych analizie wrażliwości wytypowano zmianę następujących czynników:

- wartość Inwestycji;
- koszty energii elektrycznej;
- koszty napraw i konserwacji taboru;
- koszty wymiany baterii;
- zmianę liczby wozokilometrów.

Wyniki analizy wrażliwości zaprezentowano w poniższej tabeli.

Tabela 67. Analiza wrażliwości – zmienne krytyczne Inwestycji

Analiza wrażliwości	ENPV	ERR	Zmiana ENPV (%)	Zmiana ERR (p.p.)
Wartości bazowe - wariant optymalny	6 162	3,07%		
Zmiana kosztów wymiany baterii o +1%	-9 684	2,89%	-257,16%	-0,17%
Zmiana wartości inwestycji o +1%	-25 012	2,73%	-505,89%	-0,33%
Zmiana kosztów energii elektrycznej o +1%	-82 542	2,09%	-1439,48%	-0,97%
Zmiana kosztów napraw i konserwacji o +1%	-29 088	2,68%	-572,04%	-0,38%
Zmiana liczby wozokilometrów o -1%	-29 117	2,68%	-572,50%	-0,39%

Źródło: opracowanie własne.

Do zmiennych sklasyfikowanych jako krytyczne (zmiana wartości czynnika o 1% wywołała zmianę wartości ENPV o więcej niż -1%) zaliczono wszystkie czynniki wytypowane jako kluczowe.

Maksymalne możliwe wartości, które spowodują spadek wskaźnika NPV do 0 dla czynników krytycznych są następujące:

Tabela 68. Analiza wrażliwości – progowe wartości zmiennych

Analiza wrażliwości	Zmiana %
Zmiana wartości Inwestycji	+0,19
Zmiana kosztów energii elektrycznej	+0,06
Zmiana kosztów napraw i konserwacji	+0,17
Zmiana kosztów wymiany baterii	+0,38
Zmiana liczby wzkkm	-0,17

Źródło: opracowanie własne.

Analiza wrażliwości wartości progowych wskazała, że najsilniejszy wpływ na projekt i realizację Inwestycji wywołuje zmiana kosztów energii elektrycznej, której maksymalny poziom odchylenia wynosi 0,06%.

## 6. Analiza ryzyka

### 6.3 Czynniki ryzyka w projekcie

Zgodnie z zasadami ujętymi w „Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach” analizę ryzyka przeprowadzono w następujących etapach:



**identyfikacja ryzyka**

**zdefiniowanie aktywności ryzyka**

**analiza jakościowa ryzyka**

**określenie działań zaradczych i monitoringu**

Tabela 69. Zdefiniowane aktywne<sup>42</sup> ryzyka

L.p.	Identyfikacja ryzyka	Wpływ zidentyfikowanego ryzyka na realizację projektu	Strategia przeciwdziałania (sposób ograniczenia ryzyka)	Monitoring ryzyka
1.	<b>Opóźnienia w dostawie taboru.</b>	Ograniczenie zakresu Inwestycji i zmniejszenie finalnych korzyści. Opóźnienie realizacji założonych celów. Możliwe zmniejszenie rentowności projektu. Opóźnienia w konsumpcji efektów ekologicznych.	Brak możliwości ograniczenia ryzyka na tym poziomie, gdyż dostępność odpowiednich pojazdów zeroemisyjnych (w szczególności pojazdów specjalistycznych) zależy od dynamiki rozwoju rynku motoryzacyjnego.	Ryzyko będzie monitorowane od momentu rozpoczęcia. Monitoring ryzyka będzie obejmował wszystkie procedury przetargowe.
2.	<b>Opóźnienia w dostawie infrastruktury towarzyszącej.</b>	Ograniczenie zakresu Inwestycji i zmniejszenie finalnych korzyści. Opóźnienie realizacji założonych celów. Możliwe zmniejszenie rentowności projektu.	Brak możliwości ograniczenia ryzyka na tym poziomie, gdyż dostępność specjalistycznej infrastruktury dla pojazdów zeroemisyjnych zależy od dynamiki	Monitoring ryzyka będzie prowadzony do czasu wykonania połączeń dystrybucyjnych.

<sup>42</sup> Ryzyko uważane jest za „aktywne” jeśli jest identyfikowalne i istotne dla projektu na obecnym etapie AKK.

L.p.	Identyfikacja ryzyka	Wpływ zidentyfikowanego ryzyka na realizację projektu	Strategia przeciwdziałania (sposób ograniczenia ryzyka)	Monitoring ryzyka
		Opóźnienia w konsumpcji efektów ekologicznych.	rozwoju rynku motoryzacyjnego.	
3.	<b>Częste awarie techniczne pojazdów (tzw. choroba wieku dziecięcego) oraz stacji ładujących.</b>	Brak możliwości załadowania/ zatankowania pojazdu zeroemisyjnego (brak możliwości wykorzystania pojazdu do świadczenia usługi). Zmniejszenie częstotliwości jazdy na linii komunikacyjnej. Zwiększenie kosztów eksploatacyjnych. Zwiększenie kosztów osobowych. Zwiększenie kosztów serwisowych. Obniżenie zaufania do zeroemisyjnych technologii.	Częste okresowe przeglądy stanu technicznego pojazdów oraz infrastruktury towarzyszącej.	Monitoring prowadzony będzie w sposób ciągły w całym okresie eksploatacji, również z udziałem wykonawcy stacji ładowania.
4.	<b>Przerwy w dostawie energii elektrycznej. Problem z zapewnieniem odpowiedniej rezerwy mocy przyłączeniowej w danej lokalizacji.</b>	Brak możliwości wykorzystania pojazdów elektrycznych. Brak możliwości obsługi linii komunikacyjnych w zaplanowanym zakresie.	Skoordynowana i systematyczna modernizacja sieci elektroenergetycznej. Racjonalne i etapowe wprowadzanie zaproponowanych rozwiązań, aby montaż i przyłączenia nowych stacji ładowania samochodów elektrycznych nie zaburzyły pracy sieci elektroenergetycznej.	Monitoring ryzyka prowadzony będzie w fazie przygotowawczej projektu, podczas realizacji robót, a także przez cały okres eksploatacji.
5.	<b>Osiągnięcie rzeczywistych słabszych parametrów technicznych autobusów względem zapowiadanych przez producentów.</b>	Skrócenie maksymalnego dystansu pojazdu. Konieczność częstszego ładowania pojazdów. Wydłużenie przerw na ładowanie pojazdów.	Odpowiednie przeszkolenie kierowców, którzy w efektywny sposób będą prowadzić zeroemisyjne pojazdy.	Monitoring ryzyka prowadzony będzie w fazie przygotowawczej projektu, podczas realizacji robót, a także przez cały okres eksploatacji.
6.	<b>Niesprzyjające warunki atmosferyczne.</b>	Niekorzystne warunki atmosferyczne, tj. nadzwyczajne opady śniegu i mróz wpływają na ryzyko	Skrócenie maksymalnego dystansu pojazdu, dzięki czemu uzyskany zostanie „zapas” energii, który	Monitoring ryzyka prowadzony będzie w fazie

L.p.	Identyfikacja ryzyka	Wpływ zidentyfikowanego ryzyka na realizację projektu	Strategia przeciwdziałania (sposób ograniczenia ryzyka)	Monitoring ryzyka
		<p>zniszczeń sieci przesyłowych, a także uszkodzenia infrastruktury.</p> <p>Ww. uwarunkowania mogą negatywnie wpłynąć na funkcjonowanie sieci dystrybucyjnej oraz eksploatację pojazdów, w tym szczególnie pojazdów elektrycznych.</p>	<p>będzie mógł zostać wykorzystany w sytuacjach nadzwyczajnych.</p> <p>Wprowadzenie wymogu, na etapie zakupu taboru, o konieczności wykorzystania wysokiej klasy materiałów, odpornych na szkodliwe oddziaływanie warunków atmosferycznych.</p>	<p>przygotowawczej projektu, podczas realizacji robót, a także przez cały okres eksploatacji.</p>
7.	<b>Brak umiejętności kierowania pojazdem elektrycznym przez kadrę.</b>	<p>Skrócenie maksymalnego dystansu pojazdu.</p> <p>Konieczność częstszych ładowania pojazdów.</p> <p>Wydłużenie przerw na ładowanie pojazdów.</p>	<p>Organizacja specjalistycznych kursów i szkoleń dla kierowców pojazdów zeroemisyjnych.</p>	<p>Monitoring ryzyka będzie prowadzony na początku wdrożenia projektu oraz w całym okresie eksploatacji.</p>
8.	<b>Szybka eksploatacja baterii (w przypadku zakupu floty pojazdów elektrycznych).</b>	<p>Konieczność częstej wymiany baterii w pojazdach elektrycznych, co bezpośrednio związane jest ze wzrostem kosztów eksploatacyjnych oraz koniecznością utylizacji zużytych baterii.</p>	<p>Stosowanie zrównoważonego systemu ładowania, odpowiedniego do każdego rodzaju pojazdu.</p> <p>Problem utylizacji baterii z samochodów elektrycznych zostanie rozwiązany poprzez:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– wykorzystanie baterii, które utraciły swoją sprawność i nie mogą już być wykorzystywane w pojazdach, do tzw. magazynów energii;</li> <li>– recykling baterii.</li> </ul>	<p>Monitoring ryzyka będzie prowadzony w całym okresie eksploatacji.</p>
9.	<b>Wyższe od spodziewanych koszty inwestycyjne.</b>	<p>Konieczność pozyskania środków finansowych ze źródeł zewnętrznych lub ograniczenie zakresu Inwestycji, co przełoży</p>	<p>Stały monitoring budżetu oraz odpowiednie zabezpieczenie środków finansowych na zaplanowane działania.</p>	<p>Monitoring ryzyka będzie prowadzony do momentu wyboru odpowiedniego dostawcy taboru</p>

L.p.	Identyfikacja ryzyka	Wpływ zidentyfikowanego ryzyka na realizację projektu	Strategia przeciwdziałania (sposób ograniczenia ryzyka)	Monitoring ryzyka
		się na mniejszy rezultat i korzyści. Obniżenie rentowości Inwestycji.		zeroemisyjnego i infrastruktury towarzyszącej. Monitoring zostanie zakończony w momencie wskazania przez nich ostatecznych nakładów inwestycyjnych. Nad dostawami i robotami sprawowany będzie odpowiedni nadzór inwestora.
10.	<b>Wyższe od spodziewanych koszty eksploatacyjne.</b>	Obniżenie rentowości Inwestycji.	Stały monitoring budżetu oraz odpowiednie zabezpieczenie środków finansowych.	Monitoring ryzyka prowadzony będzie przez całą fazę operacyjną (eksploatacyjną) projektu.
11.	<b>Polityczne zmiany priorytetów inwestycyjnych.</b>	Brak możliwości pozyskania środków finansowych.	–	Monitoring ryzyka prowadzony będzie w okresie przygotowania przedsięwzięcia projektu, ale także podczas procesu jego wdrożenia.
12.	<b>Brak dostępności środków zewnętrznych.</b>	Brak możliwości realizacji Inwestycji.	Analiza możliwości finansowania ze środków własnych. Analiza dostępności kredytów na realizację zadania.	Monitoring ryzyka będzie prowadzony do momentu wyboru odpowiedniego dostawcy taboru zeroemisyjnego i infrastruktury towarzyszącej.
13.	<b>Niedoszacowanie wartości Inwestycji.</b>	Niższa efektywność przedsięwzięcia i konieczność pozyskania dodatkowych źródeł finansowania. Konieczność pozyskania dodatkowych środków na realizację przedsięwzięcia.	Szacowanie kosztów Inwestycji na podstawie analizy rynku dostawców i wykonawców oraz podobnych ofert przetargowych prowadzonych w innych miastach.	Monitoring ryzyka będzie prowadzony do momentu wyboru odpowiedniego dostawcy taboru zeroemisyjnego i infrastruktury towarzyszącej. Monitoring zostanie

L.p.	Identyfikacja ryzyka	Wpływ zidentyfikowanego ryzyka na realizację projektu	Strategia przeciwdziałania (sposób ograniczenia ryzyka)	Monitoring ryzyka
				zakończony w momencie wskazania przez nich ostatecznych nakładów inwestycyjnych. Nad dostawami i robotami sprawowany będzie odpowiedni nadzór inwestora.
14.	<b>Brak możliwości realizacji instalacji w wybranych lokalizacjach ze względu na kolizję z inną inwestycją.</b>	Brak możliwości realizacji Inwestycji.	Uwzględnienie podczas wyboru lokalizacji inwestycji planów inwestycyjnych podmiotów zewnętrznych (konsultacje z tymi podmiotami), wskazanie lokalizacji rezerwowych.	Monitoring ryzyka prowadzony będzie w fazie przygotowawczej projektu.
15.	<b>Zmiany w systemie transportowym (zmiana przebiegu tras komunikacyjnych, zmiana częstotliwości kursowania pojazdów).</b>	Wydłużenie czasu wdrożenia Inwestycji.	Wskazanie w umowie z Operatorami PTZ zasad obowiązujących w przypadku zmiany zelektryfikowanej trasy, tak aby zagwarantować dostęp do sieci doładowującej pojazdy.	Monitoring ryzyka będzie prowadzony w całym okresie eksploatacji.
16.	<b>Znaczny wzrost kosztów energii.</b>	Obniżenie rentowności Inwestycji.	Brak możliwości ograniczenia ryzyka na tym poziomie.	Monitoring ryzyka będzie prowadzony w całym okresie eksploatacji.

Źródło: opracowanie własne.



## 6.4 Matryca ryzyka

Analiza ryzyka została przeprowadzona zgodnie z zaleceniami zawartymi w „Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach”. Ocena jakościowa ryzyka została określona przy wykorzystaniu oceny prawdopodobieństwa oraz skali ryzyka.

Następnie określono poziom ryzyka, który stanowi kombinację wartości prawdopodobieństwa wystąpienia danego zjawiska i stopnia jego wpływu na przedsięwzięcie (szczegółowy opis metodologii został umieszczony w rozdz. 2.2.4.).

Tabela 70. Matryca ryzyka – klasyfikacja poziomu ryzyka

Prawdopodobieństwo	Stopień zagrożenia				
	I	II	III	IV	V
A		1, 2			
B				3	4, 5
C		7	12,13	6, 8	9
D					10, 11, 14
E			15	16	

<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:black;"></span>	<b>Bardzo niski</b>
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightgrey;"></span>	<b>Niski</b>
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:grey;"></span>	<b>Średni</b>
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:darkgrey;"></span>	<b>Wysoki</b>
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:red;"></span>	<b>Bardzo wysoki</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie „Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach”.

Tabela 71. Matryca ryzyka – sposób działania

Prawdopodobieństwo	Stopień zagrożenia				
	1	2	3	4	5
A					
B		1, 2, 7			
C					
D					
E				10, 11, 14, 15, 16	

Źródło: opracowanie własne na podstawie „Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach”.

Przedstawiona analiza ryzyka wskazuje, że ogólny poziom ryzyka dla Inwestycji jest średni, jednakże należy mieć na uwadze, iż istnieją w większości przypadków realne możliwości ograniczenia lub zminimalizowania skutków poszczególnych ryzyk. Największy poziom zagrożenia dostrzega się w następujących aspektach:

- wysokie **koszty eksploatacyjne**;
- **polityczne zmiany priorytetów inwestycyjnych**;

- **brak możliwości realizacji instalacji w wybranych lokalizacjach ze względu na kolizję z inną inwestycją**;
- **zmiany w systemie transportowym (zmiana przebiegu tras komunikacyjnych, zmiana częstotliwości kursowania pojazdów)**;
- **problem ponoszenia zwiększonych kosztów przez gminy, czego skutkiem może być oczekiwanie zmniejszania pracy eksploatacyjnej**.

## 7. Wnioski i rekomendacje

Przeprowadzona Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych dla Miasta Kędzierzyn-Koźle wskazała na następujące wnioski i rekomendacje:

- 1) Miasto Kędzierzyn-Koźle, jak każda jednostka samorządu terytorialnego określona w UoEiPA, ma obowiązek sporządzania Analizy, cyklicznie co 36 miesięcy.
- 2) Obecnie Operator posiada na stanie środków trwałych 2 pojazdy klasy MAXI o napędzie elektrycznym oraz 1 ładowarkę dwustanowiskową plug-in o mocy 80 kW, znajdująca się na zajezdni przy ul. Kozielskiej 2 w Kędzierzynie-Koźlu
- 3) Przy zachowaniu obecnego stanu taboru Organizatora (44 szt.) i realizacji Inwestycji polegającej na wymianie 13 szt. pojazdów na pojazdy zeroemisyjne, Miasto spełni wymogi wynikające z Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych.
- 4) Struktura wielkościowa taboru nie powinna ulec znaczącym zmianom, ponieważ nowe pojazdy o napędzie zeroemisyjnym, zgodnie z założeniem zastąpią najbardziej wyeksploatowane autobusy o napędzie konwencjonalnym, gwarantując wciąż dopasowanie wielkości pojazdów do popytu efektywnego na przewozy w komunikacji miejskiej.
- 5) W pierwszej kolejności wymianie podlegać powinny pojazdy spełniające najniższe normy emisji spalin, co przyczyni się do wspierania przedsięwzięć proekologicznych.
- 6) Wyłączenie z obsługi podróźnych przestarzałego taboru wpłynie pozytywnie na wizerunek ogólnie rozumianego publicznego transportu na terenie Miasta oraz zachęci mieszkańców do korzystania z komunikacji zbiorowej.
- 7) Zaprezentowane warianty realizacji Inwestycji, bez zewnętrznego dofinansowania, przekładają się na wzrost kosztów funkcjonowania transportu publicznego (wyższa amortyzacja taboru z uwagi na wyższe ceny zakupu), co w konsekwencji będzie prowadzić do wyższego obciążenia budżetu Miasta i/lub wzrostu cen biletów komunikacji publicznej.
- 8) Koszt może być istotnie zmniejszony bądź utrzymany na dotychczasowym poziomie dzięki współfinansowaniu Inwestycji ze środków unijnych (otrzymanie dotacji), co przełoży się również na możliwość wzrostu obecnych standardów jakościowych i utrzymania cen taryfowych.
- 9) W zależności od potrzeb i uwarunkowań zewnętrznych, dopuszcza się nakłady inwestycyjne na zakup pojazdów zeroemisyjnych w latach wcześniejszych niż w rekomendowanych terminach wskazanych w niniejszym dokumencie.
- 10) Realizacja Inwestycji powinna zostać poprzedzona odpowiednią analizą wykonalności inwestycji, np. analizą kosztów i korzyści sporządzoną wyłącznie w zakresie np. linii zdefiniowanej do elektryfikacji, w przeciwieństwie do niniejszego dokumentu, w którym analizowana jest kompleksowo cała sieć komunikacyjna.
- 11) Projekt rozwoju elektromobilności dla Miasta Kędzierzyn-Koźle charakteryzuje się wysoką wrażliwością na wzrost cen zakupu taboru i infrastruktury oraz kosztów operacyjnych, co w połączeniu z wysokim poziomem ryzyka wzrostu cen energii elektrycznej może sprawić, że w przypadku niepozyskania odpowiednich funduszy zewnętrznych osiągnięcie zakładanych celów i rezultatów stanie się mocno ograniczone.
- 12) Uzyskane wyniki wskazują na brak korzyści wykorzystywania autobusów o napędzie zeroemisyjnym. W związku z powyższym, zgodnie z przepisem art. 37 ust. 5 Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych Organizator nie jest zobowiązany do zrealizowania obowiązku osiągnięcia poziomu udziału autobusów zeroemisyjnych. Inwestycja jest opłacalna wyłącznie przy pozyskaniu zewnętrznego źródła dofinansowania na poziomie min. 92%.
- 13) Rekomendacja ta nie oznacza jednak, że Miasto Kędzierzyn-Koźle nie powinno realizować dalszych inwestycji w tabor zeroemisyjny. Zgodnie z planowaną nowelizacją ustawy o elektromobilności w zakresie art. 68a i 68b obligatoryjne będzie uwzględnianie we wszystkich zamówieniach

publicznych związanych z transportem zbiorowym wymogów w zakresie udział autobusów, zaliczanych do kategorii M3, wykorzystujących do napędu paliwa alternatywne, w całkowitej liczbie autobusów objętych zamówieniami publicznymi. Udział ten ma wynosić:

- od dnia 2 sierpnia 2021 r. do dnia 31 grudnia 2025 r. - co najmniej 32%,
- od dnia 1 stycznia 2026 r. do dnia 31 grudnia 2030 r - co najmniej 46%.

Z czego co najmniej połowa tego udziału ma być osiągnięta przez autobusy zeroemisyjne (tzn. elektryczne lub wodorowe), co oznacza, że nawet dokonując modernizacji floty pojazdów poprzez zakup autobusów gazowym, spalinowych lub hybrydowych, zawsze konieczny będzie zakup autobusów zeroemisyjnych w wyznaczonej ustawą proporcji.

## Spis tabel

Tabela 1. Struktura ludności .....	15	Tabela 24. Wartość nakładów inwestycyjnych dla Wariantu "1" elektrycznego baterijnego w latach 2024-2028 [w zł netto] .....	65
Tabela 2 Przebieg linii komunikacji miejskiej (stan na: 1.10.2024 r.) .....	18	Tabela 25. Wartość nakładów inwestycyjnych dla Wariantu "2" elektrycznego wodorowego w latach 2024-2028 [w zł netto] .....	65
Tabela 3. Wskaźniki kosztów eksploatacyjnych komunikacji miejskiej w Kędzierzynie-Koźlu .....	22	Tabela 26. Wartość wydatków eksploatacyjnych Wariantów w latach 2024-2028 [w zł netto] .....	66
Tabela 4. Liczba kilometrów realizowanych przez poszczególne brygady .....	22	Tabela 27. Wartość wydatków eksploatacyjnych Wariantów w latach 2029-2033 [w zł netto] .....	68
Tabela 5. Liczba realizowanych wzkm wg. rozkładu jazdy obowiązującego od dnia 31.08.2024 r. (1 dzień) .....	23	Tabela 28. Wartość wydatków eksploatacyjnych Wariantów w latach 2034-2038 [w zł netto] .....	70
Tabela 6. Analiza rozkładów jazdy .....	25	Tabela 29. Przepływy finansowe realizacji Inwestycji dla Wariantów w latach 2024-2028 [w zł netto] .....	73
Tabela 7. Struktura taboru użytkowanego przez MZK w Kędzierzynie-Koźlu sp. z o.o. wg kryterium wieku i spełnianych norm czystości spalin – stan na wrzesień 2024 r. ....	27	Tabela 30. Przepływy finansowe realizacji Inwestycji dla Wariantów w latach 2029-2033 [w zł netto] .....	74
Tabela 8. Wskaźnik wykorzystania poszczególnych pojazdów wykorzystywanych przez MZK w Kędzierzynie-Koźlu sp. z o.o. ....	31	Tabela 31. Przepływy finansowe realizacji Inwestycji dla Wariantów w latach 2034-2038 [w zł netto] .....	74
Tabela 9. Przyjęte wskaźniki emisji zanieczyszczeń dla pojazdów w podziale na normę emisji spalin .....	33	Tabela 32. Ocena efektywności finansowej Wariantów [PLN; %] .....	75
Tabela 10. Wskaźniki jednostkowej emisji zanieczyszczeń przy produkcji energii elektrycznej ..	34	Tabela 33 Emisja spalin autobusów komunikacji miejskiej Miasta Kędzierzyn - Koźle przed wymianą floty autobusów .....	80
Tabela 11. Emisja spalin autobusów komunikacji miejskiej Miasta Kędzierzyn-Koźle przed wymianą floty autobusów .....	34	Tabela 34 Emisja spalin autobusów komunikacji miejskiej Miasta Kędzierzyn-Koźle po wymianie floty autobusów .....	81
Tabela 12. Analiza jakościowa ryzyka – skala prawdopodobieństwa .....	43	Tabela 35 Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "0" bazowego w latach 2024-2028 [j.n.] ....	83
Tabela 13. Analiza jakościowa ryzyka – siła oddziaływania .....	43	Tabela 36. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "0" bazowego w latach 2029-2033 [j.n.] ....	86
Tabela 14. Matryca ryzyka – klasyfikacja poziomu ryzyka .....	43	Tabela 37. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "0" bazowego w latach 2034-2038 [j.n.] ....	86
Tabela 15. Matryca ryzyka – sposób działania .....	44	Tabela 38. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "1" w latach 2024-2028 [j.n.] .....	87
Tabela 16. Przyjęta struktura taboru do wymiany w ramach Wariantu „0” .....	48	Tabela 39. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "1" w latach 2029-2033 [j.n.] .....	88
Tabela 17. Przyjęta struktura taboru do wymiany w ramach Wariantu „1” .....	51	Tabela 40. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "1" w latach 2034-2038 [j.n.] .....	89
Tabela 18. Przyjęta struktura taboru do wymiany w ramach Wariantu „2” .....	54	Tabela 41. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "2" w latach 2024-2028 [j.n.] .....	90
Tabela 19. Szczegółowa charakterystyka linii nr 5 – predysponowanej linii do elektryfikacji .....	57	Tabela 42. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "2" w latach 2029-2033 [j.n.] .....	91
Tabela 20. Szczegółowa charakterystyka linii nr 9 – predysponowanej linii do elektryfikacji .....	58	Tabela 43. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "2" w latach 2034-2038 [j.n.] .....	92
Tabela 21. Szczegółowa charakterystyka linii nr 13 – predysponowanej linii do elektryfikacji .....	59	Tabela 44. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "1" w latach 2024-2028 [j.n.] .....	93
Tabela 22. Szczegółowa charakterystyka linii nr 15 – predysponowanej linii do elektryfikacji .....	60	Tabela 45. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "1" w latach 2029-2033 [j.n.] .....	93
Tabela 23. Wartość nakładów inwestycyjnych dla Wariantu "0" bazowego w latach 2024-2028 [w zł netto] .....	65	Tabela 46. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "1" w latach 2034-2038 [j.n.] .....	93

Tabela 47. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu „2” w latach 2024–2028 [j.n.].....	94	Tabela 60. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „1” wraz z dotacją w latach 2024–2028 [zł]	98
Tabela 48. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu „2” w latach 2029–2033 [j.n.].....	94	Tabela 61. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „1” wraz z dotacją w latach 2029–2033 [zł]	99
Tabela 49. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu „2” w latach 2034–2038 [j.n.].....	94	Tabela 62. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „1” wraz z dotacją w latach 2034–2038 [zł]	99
Tabela 50. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „0” bazowego w latach 2024–2028 [w zł netto] .....	95	Tabela 63. Ocena ekonomicznej efektywności Wariant „1” [PLN; %].....	99
Tabela 51. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „0” bazowego w latach 2029–2033 [w zł netto] .....	95	Tabela 64. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „2” wraz z dotacją w latach 2024–2028 [zł] .....	100
Tabela 52. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „0” bazowego w latach 2034–2038 [w zł netto] .....	95	Tabela 65. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „2” wraz z dotacją w latach 2029–2033 [zł] .....	100
Tabela 53. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „1” w latach 2024–2028 [w zł netto].....	96	Tabela 66. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „2” wraz z dotacją w latach 2034–2038 [zł] .....	100
Tabela 54. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „1” w latach 2029–2033 [w zł netto].....	96	Tabela 67. Ocena ekonomicznej efektywności Wariant „2” [PLN; %].....	100
Tabela 55. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „1” w latach 2034–2038 [w zł netto].....	96	Tabela 68. Analiza wrażliwości – zmienne krytyczne Inwestycji.....	102
Tabela 56. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „2” w latach 2024–2028 [w zł netto].....	96	Tabela 69. Analiza wrażliwości – progowe wartości zmiennych .....	102
Tabela 57. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „2” w latach 2029–2033 [w zł netto].....	97	Tabela 70. Zdefiniowane aktywne ryzyka .....	103
Tabela 58. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „2” w latach 2034–2038 [w zł netto].....	97	Tabela 71. Matryca ryzyka – klasyfikacja poziomu ryzyka.....	108
Tabela 59. Ocena ekonomicznej efektywności wariantów [PLN; %] .....	98	Tabela 72. Matryca ryzyka – sposób działania.....	108

## Spis rysunków

Rysunek 1. Układ sieci komunikacji miejskiej organizowanej przez Miasto Kędzierzyn-Koźle .....	20
Rysunek 2. Predysponowane linie do elektryfikacji ..	61

## Spis wykresów

---

Wykres 1. Porównanie liczby kilometrów liniowych i technicznych w przekroju dla całej sieci – łącznie dla wszystkich dni .....	23
Wykres 2 Normy emisji spalin całej floty autobusów.	29
Wykres 3. Zakładana struktura wieku taboru po wymianie autobusów zgodnie z przyjętymi założeniami w 2024 r. (7 szt.) i 2027 r. (4 szt.) .....	29
Wykres 4. Wskaźnik wykorzystania taboru z uwzględnieniem wielkości pojazdu w 2023 r. ....	30
Wykres 5. Wskaźnik wykorzystania taboru z uwzględnieniem rodzaju napędu .....	30
Wykres 6. Średnie prędkości komunikacyjne na liniach komunikacji miejskiej w Kędzierzynie-Koźlu [km/h] ...	32
Wykres 7. Zmiany liczby pasażerów komunikacji miejskiej w Kędzierzynie-Koźlu .....	37
Wykres 8. Zależność między stopą dyskontową a wartością NPV .....	40
Wykres 9. Łączna wartość nakładów inwestycyjnych dla poszczególnych wariantów [w zł netto] .....	64
Wykres 10. Łączna wartość wydatków eksploatacyjnych realizacji Inwestycji dla poszczególnych wariantów w latach 2024-2038 [w zł netto] .....	73