

**ANALIZA KOSZTÓW  
I KORZYŚCI ZWIĄZANYCH  
Z WYKORZYSTANIEM  
AUTOBUSÓW  
ZEROEMISYJNYCH PRZY  
ŚWIADCZENIU USŁUG  
W KOMUNIKACJI  
MIEJSKIEJ  
ORGANIZOWANEJ PRZEZ  
GMINĘ MIASTO STARGARD**



*Stargard, październik 2024 r.*

## Gmina Miasto Stargard



Autorami „Analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług w komunikacji miejskiej organizowanej przez Gminę Miasto Stargard” są członkowie zespołu specjalistów spółki REFUNDA z Wrocławia.



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

## Spis treści

---

### 4 UŻYTE POJĘCIA, SKRÓTY I AKRONIMY

---

### 6 PODSTAWY PRZEPROWADZONEJ ANALIZY

- Uwarunkowania techniczne i prawne
- Konsultacje społeczne
- Cel opracowania
- Skrócona charakterystyka obszaru funkcjonowania systemu komunikacji
- Pogłębiona analiza eksploatacyjna przewozów w komunikacji miejskiej na terenie Gminy Miasto Stargard oraz Gmin, z którymi Miasto Stargard zawarło porozumienia międzygminne w sprawie organizacji publicznego transportu zbiorowego
- Analiza parametrów eksploatacyjnych sieci komunikacyjnej

---

### 32 METODYKA ANALIZY

- Dane
- Zastosowane metody
- Procedura Analizy

---

### 40 ANALIZA WARIANTÓW STRATEGICZNYCH EKSPLOATACJI POJAZDÓW Z RÓŻNYMI NAPĘDAMI

- Wyznaczenie linii komunikacji miejskiej przeznaczonych do obsługi przez autobusy zeroemisyjne
- Analiza opcji inwestycyjnych
- Porównanie alternatywnych wariantów inwestycyjnych

---

### 60 WYNIKI ANALIZY

- Analiza finansowo-ekonomiczna
- Oszacowanie efektów środowiskowych
- Analiza ekonomiczno-społeczna
- Wariantowa analiza społeczno-ekonomiczna wraz z wyceną kosztów związanych z emisją szkodliwych substancji

---

### 93 ANALIZA WRAŻLIWOŚCI

- Kluczowe zmienne krytyczne. Wartości progowe zmiennych krytycznych

---

### 94 ANALIZA RYZYKA

- Czynniki ryzyka w projekcie
- Matryca ryzyka

---

### 99 WNIOSKI I REKOMENDACJE

---

### 101 SPISY

- Spis tabel
- Spis wykresów
- Spis rysunków

---

## Użyte pojęcia, skróty i akronimy

**AKK/ Analiza** - Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług w komunikacji miejskiej organizowanej przez Gminę Miasto Stargard.

**Autobus zeroemisyjny** – autobus w rozumieniu art. 2 pkt 41 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w nim ogniwach 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 Prawo o ruchu drogowym.

**CO<sub>2</sub>** – dwutlenek węgla.

**CUPT** - Centrum Unijnych Projektów Transportowych.

**EEV** – pojazdy o napędzie elektrycznym

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

**EV** – pojazdy o napędzie elektrycznym.

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

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

**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.

**Gminy ościenne** – gminy, z którymi Gmina Miasto Stargard zawarła porozumienia międzygminne w zakresie organizacji publicznego transportu zbiorowego.

**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 jednoczlonowy o długości ok. 12 metrów, (pojemność: 80-110 miejsc).

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

**Miasto/ Miasto Stargard**– Gmina Miasto Stargard.

**MIDI** - autobus jednoczlonowy o długości ok. 8,5 – 10,5 metrów.

**MINI** - autobus jednoczlonowy o długości do 8,5 metrów, (pojemność: <50 miejsc).

**MPK Sp. z o. o./ Spółka** – Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacji Sp. z o.o. w Stargardzie.

**MWh** – megawatogodzina.

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

**ON** – olej napędowy.

**Operator publicznego transportu zbiorowego** - Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacji Sp. z o.o. w Stargardzie.

**Organizator publicznego transportu zbiorowego** - Gmina Miasto Stargard.

**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.

**Pojazd elektryczny** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa 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 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w nim ogniach paliwowych. W opracowaniu nazywany także autobusem wyposażonym w ogniwa paliwowe lub autobusem wodorowym.

**PTZ** - publiczny transport zbiorowy.

**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; punkt ładowania może być małej mocy (do 22 kW) lub dużej mocy (o mocy większej niż 22 kW).

**Prędkość eksploatacyjna** – stosunek przebytej drogi do czasu pracy pojazdu z uwzględnieniem czasów postoju na przystankach pośrednich i przystankach krańcowych.

**Prędkość komunikacyjna** – przeciętna prędkość z uwzględnieniem czasu postoju na przystankach pośrednich.

**Przewoźnik** – przedsiębiorca uprawniony do prowadzenia działalności gospodarczej w zakresie przewozu osób na podstawie zgłoszenia przewozu, a w transporcie kolejowym – przewoźnik kolejowy wykonujący przewóz osób na podstawie umowy o świadczenie usług publicznych albo decyzji o przyznaniu dostępu.

**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.

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

**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.

**UE** – Unia Europejska.

**Wzkm** – wozokilometr.

**ZCP** – Zintegrowane Centrum Przesiadkowe.

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

## 1. Podstawy przeprowadzonej analizy

### 1.1. Uwarunkowania techniczne i prawne

#### 1.1.1. Uwarunkowania 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.

Gmina Stargard z liczbą mieszkańców 66 604<sup>2</sup>, pełniąc funkcję Organizatora przewozów o charakterze komunikacji miejskiej, jest zatem jednostką samorządu terytorialnego ustawowo zobowiązaną do sporządzenia analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych.

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.

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

01/01/2021		5%
01/01/2023		10%
01/01/2025		20%
01/01/2028		30%

<sup>1</sup> Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz.U.2024 poz. 1289 t.j.).

<sup>2</sup> Źródło: Główny Urząd Statystyczny, stan na 31 grudnia 2023 r.



Ostatnia, wykonana w 2021 r. *Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych dla publicznego transportu zbiorowego organizowanego przez Gminę Miasto Stargard* wykazała, iż przy przyjętych wówczas założeniach zachodzi brak korzyści ze stosowania taboru zeroemisyjnego, a zatem i brak obowiązku jego stosowania.

Ww. Ustawa zobowiązała również jednostki samorządu terytorialnego, o których mowa w art. 36 UoEiPA, 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 Gospodarki;
- 3) Ministrowi właściwemu do Spraw Środowiska.

#### **Podstawowe materiały oraz akty prawne zgodnie z którymi wykonana została AKK:** Prawodawstwo unijne:

- 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;
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/1804 z dnia 13 września 2023 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych i uchylenia dyrektywy 2014/94/UE

#### Akty prawne w prawodawstwie krajowym:

- ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (Dz.U.2023 poz. 2778 t.j.);
- ustawa z dnia 6 września 2001 r. o transporcie drogowym (Dz. U. z 2024 r. poz. 728, 731 t.j.);
- ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. Prawo o ruchu drogowym (Dz.U.2023 poz. 1047 z późn.zm. t.j.);
- ustawa z dnia 15 listopada 1984 r. prawo przewozowe (Dz.U.2024 poz. 1262 t.j.);
- ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz.U.2024 poz.1289 t.j.);
- ustawa z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji (Dz. U. z 2024 r. poz. 834. t.j.);
- ustawa z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym (Dz.U. 2024 r. poz. 609, 721 t.j.).

#### Akty prawa miejscowego:

- uchwała nr II/19/2018 Rady Miejskiej w Stargardzie z dnia 18 grudnia 2018 r. w sprawie uchwalenia „Programu Ochrony Środowiska dla Gminy Miasto Stargard na lata 2018-2021 z perspektywą na lata 2022-2025”;
- uchwała nr XXXIV/367/2021 Rady Miejskiej w Stargardzie Szczecińskim z dnia 21 grudnia 2021 r. w sprawie przyjęcia „Planu

zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla Stargardu Szczecińskiego oraz gmin, z którymi zawarte zostały porozumienia międzygminne w zakresie organizacji publicznego transportu zbiorowego na lata 2021-2030”;

*Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług w komunikacji miejskiej organizowanej przez Gminę Miasto Stargard została opracowana w oparciu o następujące dokumenty:*

- „Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach (wydanie uaktualnione 2023) opracowanie inicjatywa JASPERS.
- „Przewodnik po analizie kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych. Narzędzie analizy

ekonomicznej polityki spójności 2014-2020”, opracowanie Komisja Europejska, grudzień 2014 r. (<https://www.mos.gov.pl>).

- „Przewodnik po analizie kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych. Narzędzie analizy ekonomicznej polityki spójności 2014-2020”, opracowanie CUPT, grudzień 2014 r.
- „Praktyczny przewodnik dla samorządów – zasady opracowania analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych”.
- Wytyczne w zakresie zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochodów i projektów hybrydowych na lata 2021-2023.

### 1.1.2. Uwarunkowania techniczne

W ramach niniejszego rozdziału zostały przeanalizowane uwarunkowania techniczne bateryjnych autobusów elektrycznych ładowanych ładowarkami plug-in, pantografowymi i indukcyjnymi oraz rozwiązania techniczne autobusów napędzanych ogniwami paliwowymi zasilanymi wodorem.

#### **Autobus elektryczny**

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 pętach końcowych** dużą mocą (300-600kW). 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 masztu 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.

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<sup>3</sup>.

### **Autobus elektryczny z ogniwoem paliwowym**

Autobusy elektryczne z podstawą zasilania energią elektryczną wytwarzaną podczas jazdy w ogniwie paliwowym zasilanym wodorem ( $H_2$ ) wyposażone są dodatkowo w baterie, które mają za zadanie poprawić wydajność i umożliwić rekuperację energii podczas hamowania.

W pojazdach o napędzie wodorowym wykorzystuje się 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 katody ogniwa paliwowego dostaje się tlen, a następnie tlen, elektrony i protony łączą się, tworząc wodę i ciepło. W taki sposób **pojazdy napędzane wodorem emitują do powietrza wyłącznie wodę i parę wodną.**

Wodór magazynowany jest w formie sprężonej w odpowiednio przystosowanych zbiornikach umieszczonych na dachu autobusu, o pojemności około 205 litrów (4,96 kg wodoru na zbiornik)<sup>4</sup>.

Producenci pojazdów wodorowych proponują dwa różne rozwiązania techniczne dla takich autobusów;

- **ciągłe doładowywanie akumulatorów zainstalowanych na pokładzie pojazdu;**
- **przekazywanie energii elektrycznej bezpośrednio do silników asynchronicznych zainstalowanych w osiach napędowych lub jednostki centralnej. W tym przypadku akumulator służy jedynie do wspomagania napędu w trudnych warunkach drogowych.**

Efektom przetwarzania wodoru przez ogniwo paliwowe jest para wodna oraz ciepło, co powoduje, że eksploatacja takiego autobusu jest bardzo korzystana 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 około 60 kW<sup>5</sup>.

<sup>3</sup> Wskutek przemieszczania się jonów litu wytwarzana jest siła elektromotoryczna wykorzystywana do napędu urządzenia. Podczas ładowania, jony przepływają z dodatniej do ujemnej elektrody akumulatora i tam są magazynowane, aż użytkownik ponownie rozładuje akumulator. Takie systemy są w 100% bezobsługowe i bezemisyjne.

<sup>4</sup> Figaszewski M., SOLARIS, „Pojazdy komunikacji publicznej wykorzystujące wodór”.

<sup>5</sup> Figaszewski M., SOLARIS, „Pojazdy komunikacji publicznej wykorzystujące wodór”.

## 1.2. 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.

### 1.3. Cel opracowania

Głównym celem opracowania jest **ocena efektywności finansowej i społeczno-ekonomicznej** Inwestycji polegającej na zakupie taboru zeroemisyjnego – poprzez przeprowadzenie analizy kosztów i korzyści.



Cel zostanie osiągnięty poprzez realizację celów szczegółowych, w tym:

- wytypowanie oraz kwantyfikację kosztów finansowych i społeczno-ekonomicznych taboru istniejącego oraz będącego przedmiotem Inwestycji;
- wskazanie i wycenę korzyści finansowych i społeczno-ekonomicznych płynących z zastosowania taboru zeroemisyjnego.

## 1.4. Skrócona charakterystyka obszaru funkcjonowania systemu komunikacji

### 1.4.1. Przedmiot opracowania

Niniejsza Analiza została sporządzona na zlecenie Gminy Miasto Stargard będącej Organizatorem publicznego transportu zbiorowego, 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 przy świadczeniu usług w komunikacji miejskiej organizowanej przez Gminę Miasto Stargard* oraz Gminy, które zawarły z Gminą Miasto Stargard porozumienia międzygminne w sprawie powierzenia organizacji publicznego transportu zbiorowego.

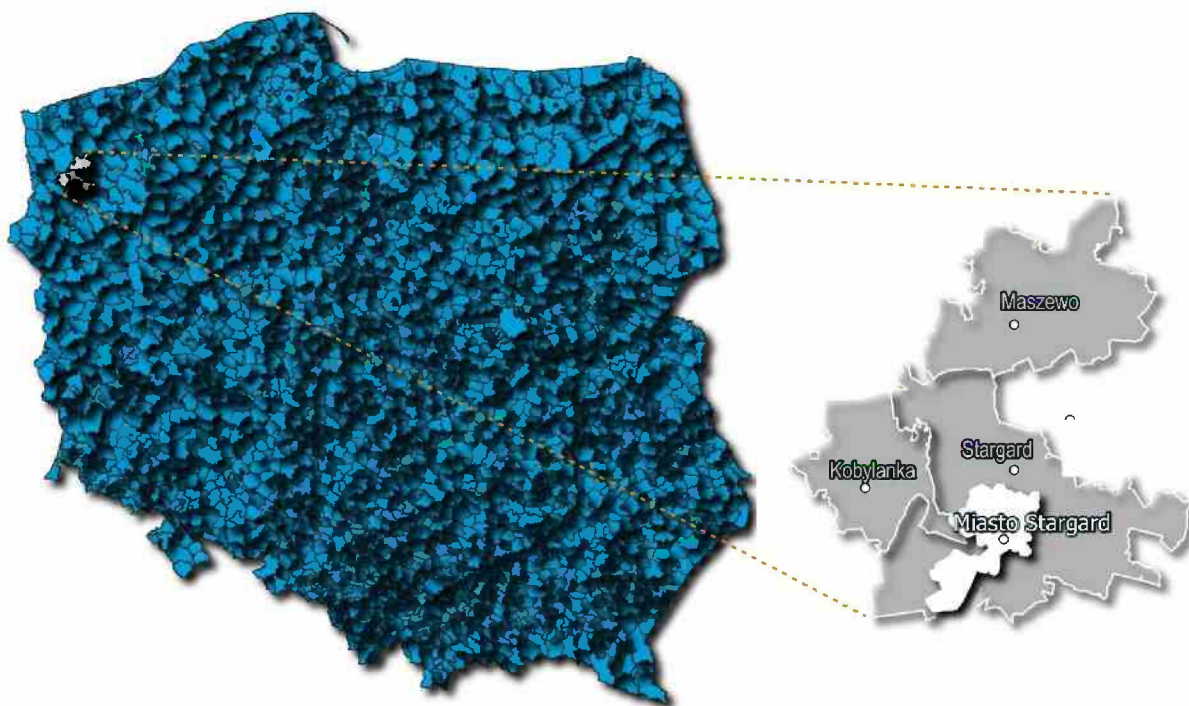
W niniejszym opracowaniu został przeanalizowany obecny stan taboru autobusowego Operatora, różne warianty wprowadzania taboru zeroemisyjnego wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną do obsługi pojazdów zeroemisyjnych oraz zakres działalności przedsiębiorstwa realizującego przewozy użyteczności publicznej.

### 1.4.2. Podmiot opracowania

Gmina Miasto Stargard wypełnia funkcje organizatorskie dla zadań z zakresu PTZ na sieci miejskich przewozów pasażerskich obejmujących linie komunikacyjne na obszarze Gminy Miasto Stargard oraz trzech Gmin ościennych: Gminy Stargard, Gminy Kobyłanka oraz Gminy Maszewo.

Gmina Miasto Stargard – siedziba powiatu stargardzkiego - położona jest w województwie zachodniopomorskim, na Równinie Pyrzycko-Stargardzkiej. Gmina Miasto Stargard jest jednym z najstarszych miast Polski i stanowi istotny węzeł komunikacyjny oraz środek przemysłowy, usługowy i kulturalny Pomorza.

W obecnych granicach administracyjnych zajmuje powierzchnię 48,08 km<sup>2</sup>, którą zamieszkuje 66 604 mieszkańców<sup>6</sup>.



Rysunek 1. Położenie (lokalizacja) Gminy Miasto Stargard

Źródło: opracowanie własne.

<sup>6</sup> Źródło: Główny Urząd Statystyczny, stan na 31 grudnia 2023 r.

## 1.5. Pogłębiona analiza eksploatacyjna przewozów w komunikacji miejskiej na terenie Gminy Miasto Stargard oraz Gmin, z którymi Miasto Stargard zawarło porozumienia międzygminne w sprawie organizacji publicznego transportu zbiorowego

### 1.5.1. Charakterystyka istniejącej sieci komunikacyjnej

#### 1.5.1.1. Najistotniejsze 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.

Operatorem PTZ na sieci komunikacyjnej organizowanej przez Gminę Miasto Stargard jest Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacji Spółka z o.o. w Stargardzie. Podstawową działalnością MPK Sp. z o.o. jest świadczenie usług przewozu osób na terenie Gminy Miasto Stargard na podstawie umowy nr 15/TK-I.3/2017 o świadczenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego. Umowa została zawarta na okres od 30.12.2017 roku do 30.11.2027 roku.

Przedmiotem umowy jest świadczenie, w zamian za **rekompensatę**, następujących usług:

- usług przewozowych w zakresie publicznego, lokalnego transportu zbiorowego na sieci komunikacyjnej Miasta Stargard oraz na obszarze Gmin ościennych;
- usług dodatkowych, związanych bezpośrednio ze świadczeniem usług przewozowych, polegających na:
  - druku, sprzedaży i dystrybucji biletów;
  - realizowaniu kontroli biletów i windykacji należności z tytułu przejazdu bez ważnego dokumentu przewozowego.

Wymiar realizowanej pracy eksploatacyjnej przez Operatora jest określony w planie pracy przewozowej według rozkładów jazdy opracowywanych przez Operatora i akceptowanych przez Organizatora.

Obecnie Gmina Miasto Stargard pozostaje stroną porozumień międzygminnych zawartych z:

- Gminą Kobylanka;
- Gminą Maszewo;
- Gminą Stargard.

Zgodnie z zawartą umową pomiędzy Organizatorem a Operatorem nabywane pojazdy muszą spełniać poniższe kryteria:

- posiadać niską podłogę bez progów poprzecznych wewnątrz;
- posiadać normę co najmniej EURO 6;
- monitoring przestrzeni pasażerskiej;
- komplet urządzeń informacji pasażerskiej;
- urządzenia umożliwiające łączność z Systemem Dynamicznej Informacji Pasażerskiej;
- kasowniki wielofunkcyjne;
- udogodnienia niezbędne dla osób niepełnosprawnych;
- urządzenia poprawiające bezpieczeństwo przewozów;
- systemy ogrzewania przedziału pasażerskiego.



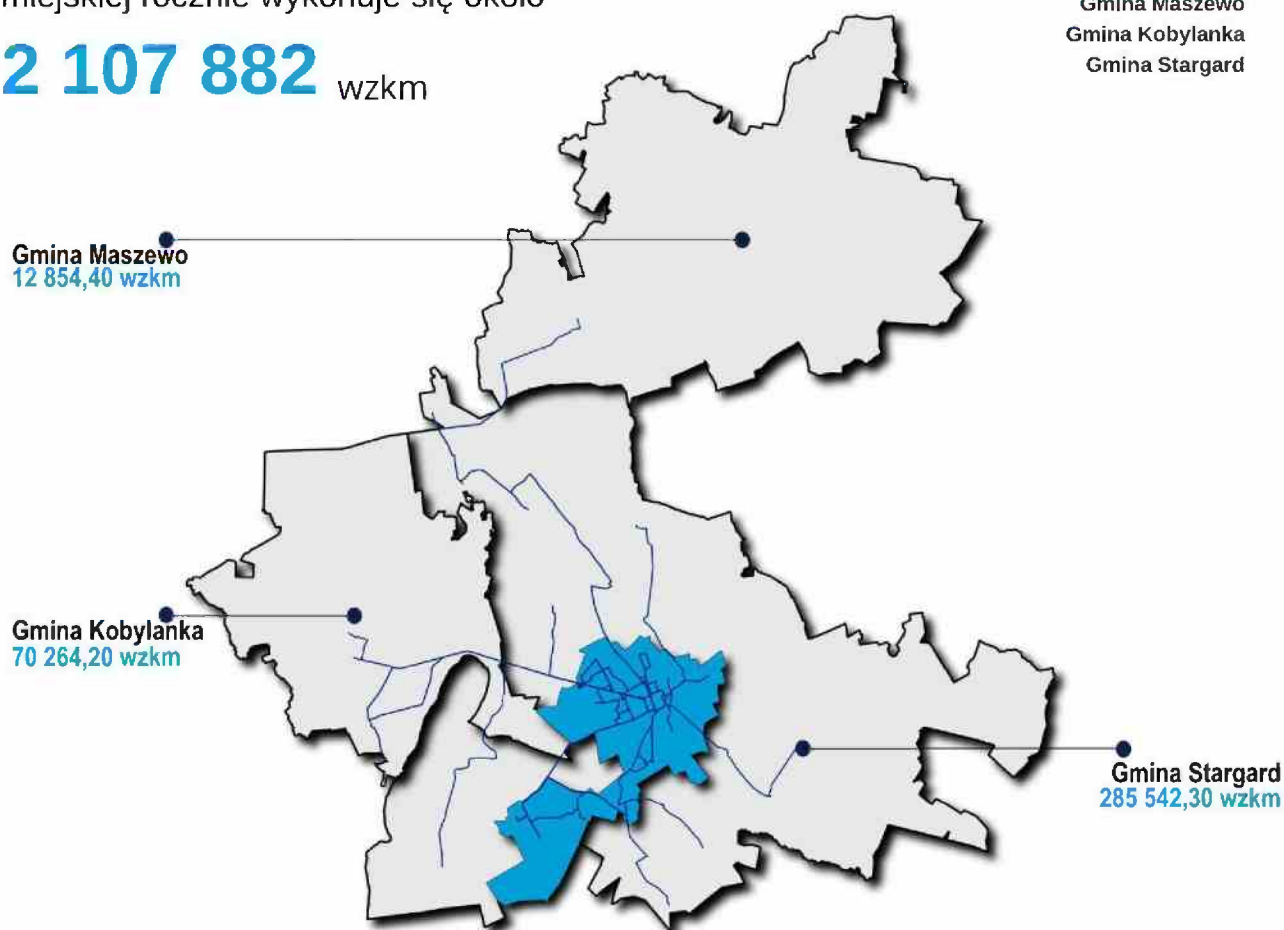
## 1.5.2. Istniejąca sieć komunikacyjna

W ramach stargardzkiej komunikacji miejskiej rocznie wykonuje się około

**2 107 882** wzkm

### POROZUMIENIA MIĘDZYGMINNE

Gmina Maszewo  
Gmina Kobylanka  
Gmina Stargard



Średnia prędkość komunikacyjna:  
23,62 km/h  
Średnia prędkość eksploatacyjna  
19,95 km/h



Długość linii ogółem:  
342 km



Średni czas trwania jednego przejazdu:  
linie miejskie - 00:42 min



Liczba linii:  
linie miejskie - 12 linii  
linie podmiejskie - 9 linii

Poniżej w tabeli zaprezentowano przebieg wszystkich linii komunikacyjnych obsługiwanych przez MPK Sp. z o.o. w Stargardzie. Linie te tworzą aktualną sieć komunikacyjną obsługiwaną przez transport autobusowy na terenie Organizatora.

Tabela 1. Przebieg regularnych linii komunikacyjnych obsługiwanych przez MPK Sp. z o.o.<sup>7</sup>

Nr linii	Przebieg trasy linii	Charakter linii
2	Pętla 15 Południk → ZCP → Tańskiego → ZCP → Pętla 15 Południk	Podstawowa
5	Osiedle Chopina (pętla) → Al. Żołnierza → Kazimierza Wielkiego → Usługowa → Osiedle Chopina (pętla)	Podstawowa
8	ZCP → Tańskiego → ZCP	Podstawowa
9	(Pętla 15 Południk) → Osiedle Chopina → ZCP → Osiedle Chopina → (Pętla 15 Południk)	Podstawowa
10	Lipnik → ZCP → Nowowiejska → ZCP → Lipnik	Podstawowa
12	(Lipnik) → Pętla 15 Południk → ZCP → Reymonta → ZCP → Pętla 15 Południk → (Lipnik)	Uzupełniająca
13	Al. Żołnierza → ZCP → Gdyńska → ZCP → Al. Żołnierza	Podstawowa
14	Spokojna → Kazimierza Wielkiego → Reymonta → Cmentarz → Kazimierza Wielkiego → Spokojna	Uzupełniająca
15	Osiedle Chopina → Przemysłowa → Kazimierza Wielkiego → Al. Żołnierza → Osiedle Chopina	Podstawowa
21	Osiedle Chopina (pętla) → ZCP Metalowa → ZCP → Osiedle Chopina (pętla)	Uzupełniająca
24	Kossaka → ZCP → Metalowa → ZCP → Kossaka	Uzupełniająca
25	Tańskiego → Os. Chopina → Tańskiego	Uzupełniająca
30	ZCP → Broniewskiego → Kresowian → Główna → Witkowo Pierwsze	Podmiejska
31	ZCP → Żarowo → Strumiany → Przemocze → Strumiany → Żarowo → ZCP	Podmiejska
32	Malkocin → Gdyńska → ZCP → Gdyńska → Malkocin	Podmiejska
33	Pętla Moniuszki → ZCP → Sulkowo → ZCP → Pętla Moniuszki	Podmiejska
34	(Reptowo → Niedźwiedź) → Kobylanka → (Bielkowo) → ZCP → (Bielkowo) → Kobylanka → (Niedźwiedź → Reptowo)	Podmiejska
35	ZCP → Lipnik → Kunowo → Koszewo → Kunowo → Lipnik → ZCP	Podmiejska
36	(Tańskiego) → Witkowo → Broniewskiego → ZCP → (Pętla 15 Południk) → ZCP → Broniewskiego → Witkowo (Tańskiego)	Podmiejska
37	ZCP → Kurcewo → ZCP	Podmiejska
38	Grzędzice → ZCP → Grzędzice	Podmiejska

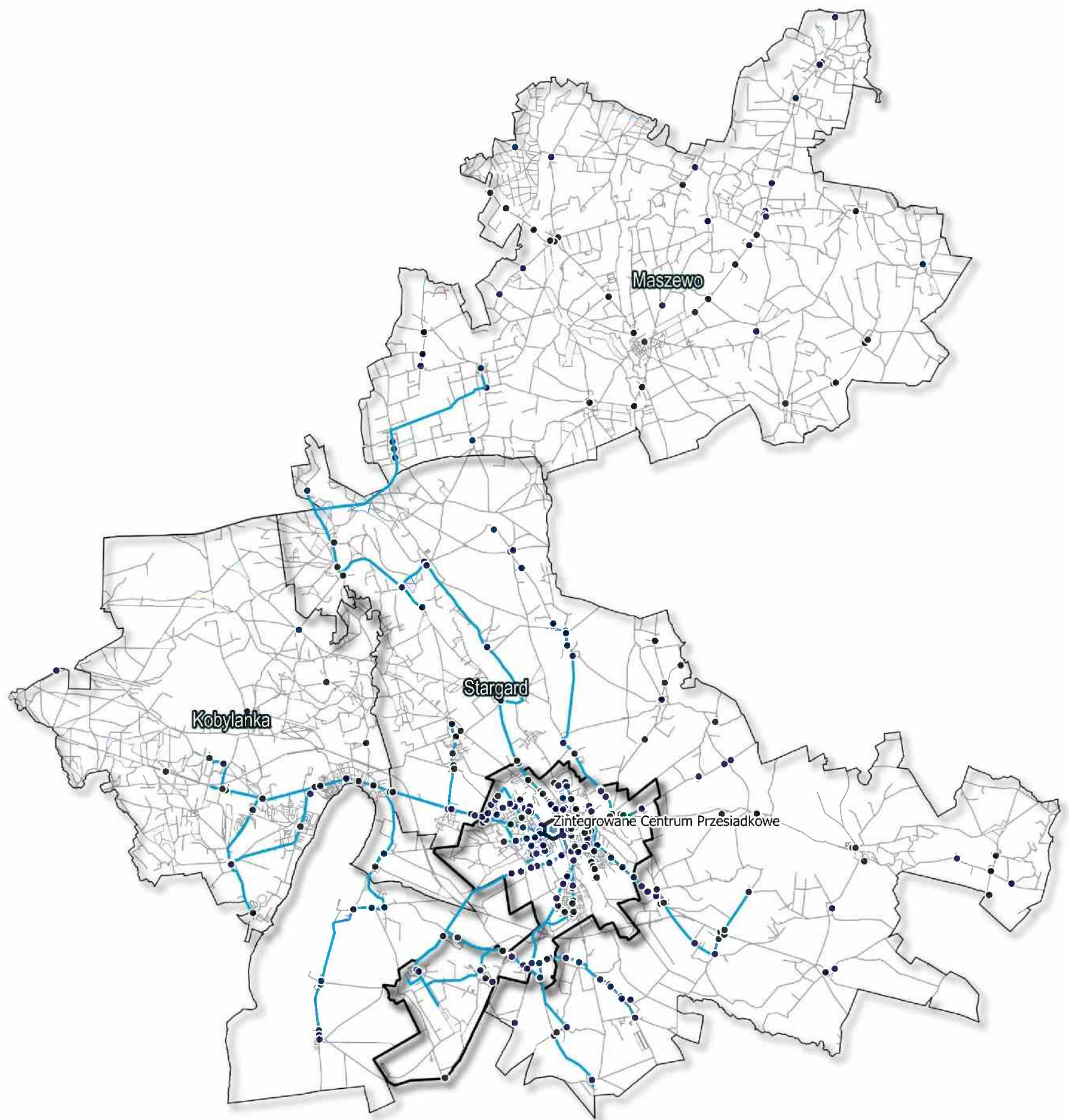
**Linia podstawowa** - stanowi szkielet komunikacyjny Miasta, kursuje w godzinach szczytowych nie rzadziej niż co 30 minut.

**Linia uzupełniająca** - kursuje w godzinach szczytowych co 60 minut, uzupełnia sieć połączeń podstawowych w kierunkach o mniejszym zapotrzebowaniu na transport publiczny.

**Linia podmiejska** - uruchamiana na trasach międzygminnych, z częstotliwościami kursowania dostosowanymi do potrzeb i możliwości finansowych okolicznych Gmin.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez MPK Sp. z o.o.

<sup>7</sup> Zgodnie z rozkładem jazdy ważnym w dniu 02.07.2021 r.



#### Legenda

- Granica Gminy Miasto Stargard
- Granice Gmin ościennych
- Zabudowa
- Sieć dróg
- Sieć komunikacji MPK Sp. z o.o.
- Przystanki komunikacyjne
- Zintegrowane Centrum Przesiadkowe

Skala 1 : 130 000  
0 1 2 3 4 km

**Rysunek 2. Schemat sieci komunikacyjnej na terenie Gminy Miasto Stargard oraz Gmin ościennych**  
Źródło: opracowanie własne na podstawie rozkładów jazdy udostępnionych w serwisie internetowym Operatora (<https://rozkladympk.stargard.pl/>).

### 1.5.2.1. Ocena kosztów eksploatacyjnych

Za świadczenie usług przewozowych na liniach komunikacji miejskiej, które wchodzą lub w okresie obowiązywania umowy<sup>8</sup> wejdą w skład sieci komunikacyjnej obejmującej obszar Miasta Stargard oraz Gmin, które zawarły z Gminą Miasto Stargard porozumienia międzygminne, Operator **otrzymuje rekompensatę**. Zgodnie z obowiązującą umową pomiędzy Organizatorem a Operatorem, wysokość rekompensaty wyliczana jest na zasadach określonych w załączniku do rozporządzenia 1370/2007 i stanowi pokrycie kosztów realizacji usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego, o których mowa w umowie, pomniejszonych o przychody Operatora z uwzględnieniem rozsądnego zysku.

#### Koszt bieżącego serwisu i utrzymania pojazdów

Średnioroczne koszty eksploatacji taboru (naprawy, konserwacje, przeglądy) wynoszą łącznie **677 647,30 PLN**, w przeliczeniu na jeden autobus kwoty te wyglądają następująco:

- 29 226,1 PLN autobus klasy MEGA;
- 14 534,2 PLN autobus klasy MAXI;
- 14 984,10 PLN autobus klasy MIDI;
- 16 793,6 PLN autobus klasy MINI.

Dodatkowo średnioroczne koszty ubezpieczenia pojazdów (OC i AC) wynoszą 269 862, 00 PLN.

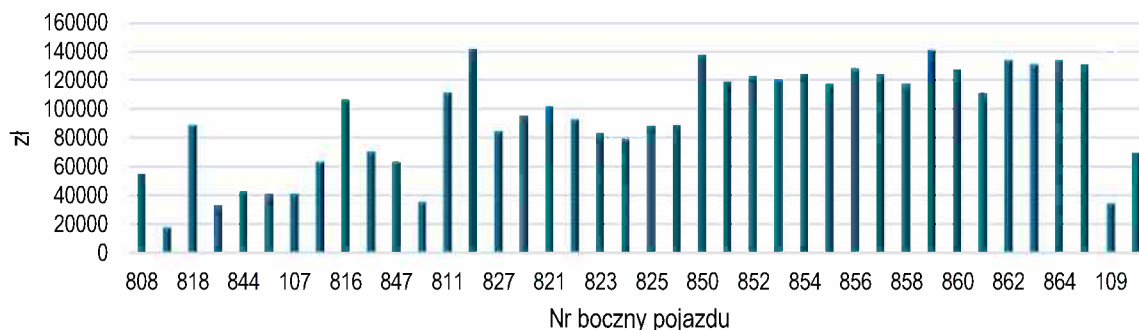
#### Koszt paliwa

Koszt paliwa zużywanego na obsługę stargardzkiej sieci komunikacyjnej rokrocznie zmienia się. W 2020 roku cena jednostkowa wynosiła 3,21 PLN (netto), natomiast w 2024 roku 4,77 PLN (netto).



Wykres 1. Roczny koszt paliwa w roku 2020 i 2024.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez MPK Sp. z o.o.



Wykres 2. Koszt paliwa w podziale na poszczególne pojazdy

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez MPK Sp. z o.o.

<sup>8</sup> Umowa nr 15/TK-I.3/2017 o świadczenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego zawarta w dniu 29 grudnia 2017 roku pomiędzy Gminą Miasto Stargard a Spółką Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacji Sp. z o.o.

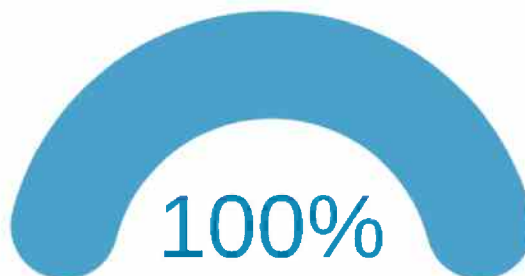


## 1.6. Charakterystyka floty Operatora komunikacji miejskiej

Według stanu na dzień 30 września 2024 r. MPK Sp. z o.o. w Stargardzie dysponuje 40 pojazdami – autobusami dedykowanymi przewozom typowo miejskim i podmiejskim.

100% taboru wykorzystywanego przez Operatora stanowią autobusy o napędzie konwencjonalnym, który jest najczęściej wykorzystywanym rodzajem napędu w transporcie zbiorowym.

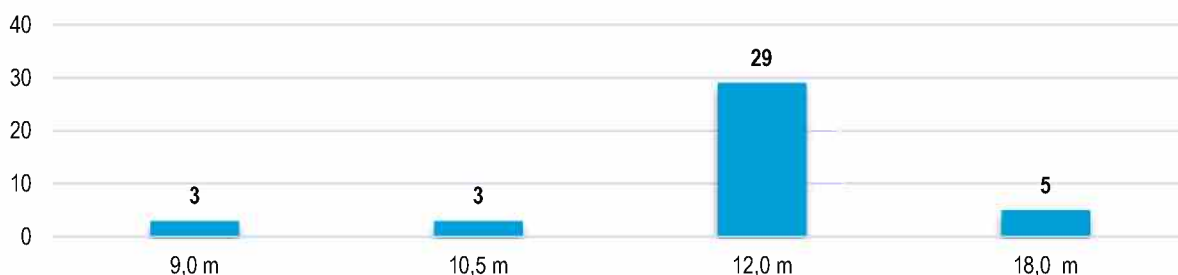
**Operator nie posiada obecnie na stanie środków trwałych autobusów zeroemisyjnych.**



Pojazdy o napędzie konwencjonalnym

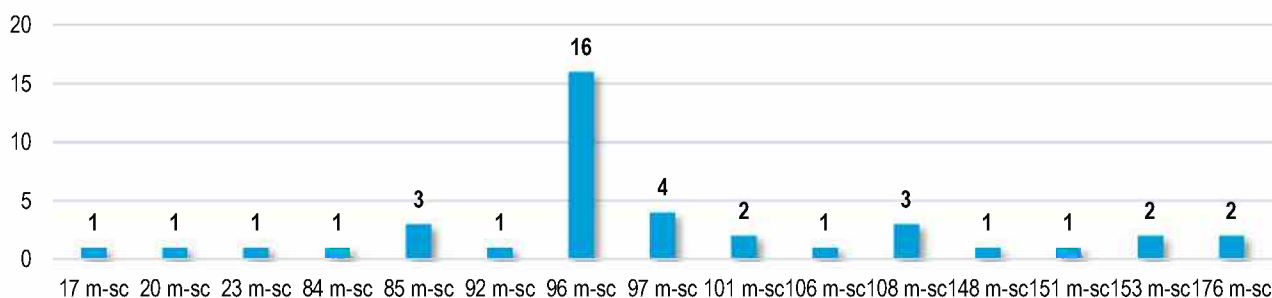
Zdecydowaną większość taboru stanowią autobusy o długości 12 metrów (72,50%), tj. autobusy klasy MAXI. 32,43% taboru to autobusy mieszczące więcej niż

100 pasażerów, natomiast trzy zinwentaryzowane pojazdy zaliczane są do klasy MINI i przystosowane są do przewozu zaledwie 17, 20 i 23 osób.



**Wykres 3. Długość eksploatowanych pojazdów przez Operatora**

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez MPK Sp. z o.o.

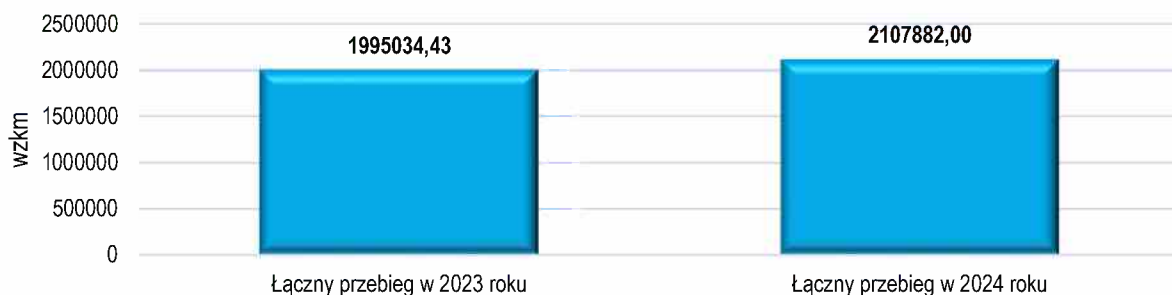


**Wykres 4. Liczba miejsc w pojazdach eksploatowanych przez Operatora**

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez MPK Sp. z o.o.

Od początku eksploatacji pojazdy będące na wyposażeniu MPK Sp. z o.o. w Stargardzie wykonały łącznie 24.751.664 km.

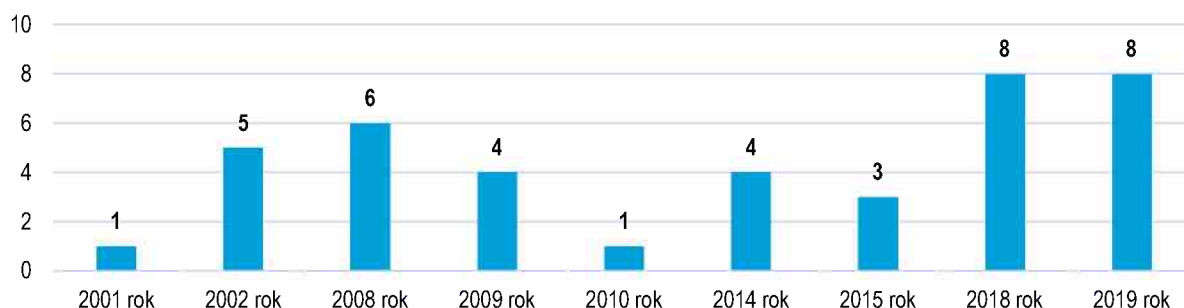




**Wykres 5. Przebieg pojazdów w roku 2023 i 2024.**

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez MPK Sp. z o.o.

W skład taboru Operatora wchodzi 16 autobusów wyprodukowanych nie wcześniej niż 7 lat temu, co stanowi 43,24% całego taboru. W przeciągu ostatnich trzech lat struktura wieku eksploatowanych pojazdów zmieniła się w kierunku niekorzystnym, gdyż inwestycje taborowe nie zostały poczynione w nowe pojazdy. Na poniższym wykresie zaprezentowano obecną strukturę pojazdów według wieku.



**Wykres 6. Struktura wieku taboru eksploatowanego przez Operatora**

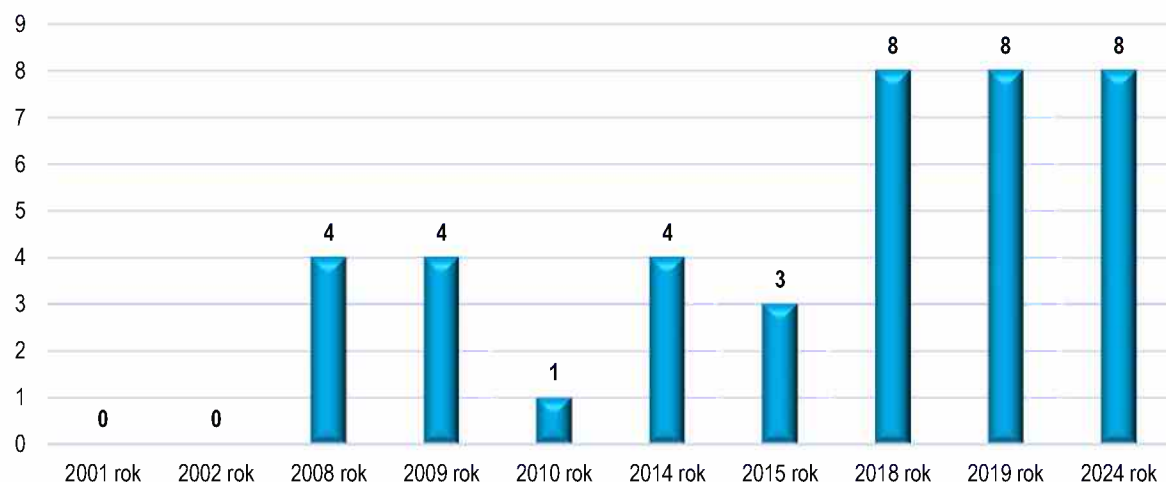
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez MPK Sp. z o.o.

W 2024 r. zrealizowano dwa zakupy taborowe. Zakupiony został autobus klasy MINI MERCEDES – BENZ z 2008 r. oraz autobus klasy MEGA MAN z 2010 r. **Na 2024 rok MPK Sp. z o.o. nie ma następnych planów realizacji zakupów taborowych. Jednakże obecnie do końca 2026 roku planowany jest zakup 11 autobusów zeroemisyjnych wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną.**

Na poniższych wykresach przedstawiono przewidywaną strukturę wieku pojazdów eksploatowanych w sieci komunikacji miejskiej w Stargardzie w perspektywie do 2028 r., z wyszczególnieniem okresów przejściowych, analogicznych do wskazanych w Ustawie z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach

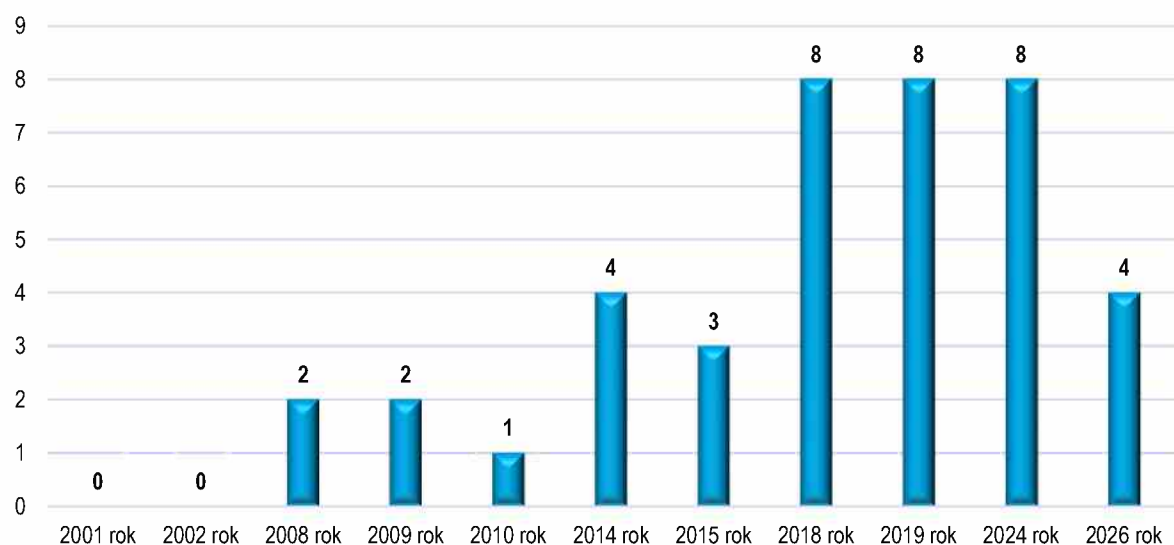
alternatywnych. Symulacja wymiany taboru została sporządzona w oparciu o:

- założenia Operatora dotyczące wymiany najstarszych i najbardziej wyeksploatowanych pojazdów;
- wytyczne z Niebieskiej Księgi dla sektora transportu publicznego, wskazujące na 10-letni okres eksploatacji autobusu;
- założenie dotyczące kontynuacji wymiany części floty w oparciu o autobusy używane, przewidziane do wprowadzenia wyłącznie w grupach typów taboru cechujących się najniższym wykorzystaniem w sieci.



**Wykres 7. Planowana struktura pojazdów według wieku w styczniu 2025 roku**

Źródło: opracowanie własne.



**Wykres 8. Planowana struktura pojazdów według wieku w styczniu 2028 roku**

Źródło: opracowanie własne.

## 1.7. Analiza parametrów eksploatacyjnych sieci komunikacyjnej

### 1.7.1. Wozokilometry

Tabela 2. Dzienny przebieg w 2023 roku na poszczególnych liniach komunikacyjnych

Lp.	Dzień roboczy		Sobota		Niedziela	
	Poza wakacjami [km]	Wakacje [km]	Poza wakacjami [km]	Wakacje [km]	Poza wakacjami [km]	Wakacje [km]
2	904,50	864,50	1447,20	1447,20	1407,00	1407,00
5	333,50	304,50	122,20	122,20	112,80	112,80
8	575,00	503,10	134,30	134,20	0,00	0,00
9	425,50	267,15	0,00	0,00	0,00	0,00
10	254,20	254,20	136,90	136,90	117,40	117,40
12	177,00	153,40	70,80	70,80	59,00	59,00
13	314,60	213,15	101,50	101,50	126,00	126,00
14	153,40	153,40	55,00	55,00	55,00	55,00
15	261,00	261,00	94,00	94,00	75,20	75,20
21	406,00	310,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24	150,10	150,10	0,00	0,00	0,00	0,00
25	253,20	506,10	50,00	50,00	50,00	50,00
31	462,00	378,00	87,60	87,60	70,10	70,10
32	360,00	322,60	160,00	160,00	64,50	64,50
33	311,52	311,52	258,40	258,40	139,16	139,16
34	378,00	270,00	60,00	60,00	45,00	45,00
35	366,00	366,00	183,00	183,00	0,00	0,00
36	375,00	258,00	154,20	154,20	103,20	103,20
37	162,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
38	180,00	165,00	30,00	30,00	0,00	0,00

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez MPK Sp. z o.o.

Tabela 3. Szacunkowa liczba kilometrów wykonanych w 2023 roku na poszczególnych miejskich liniach komunikacyjnych

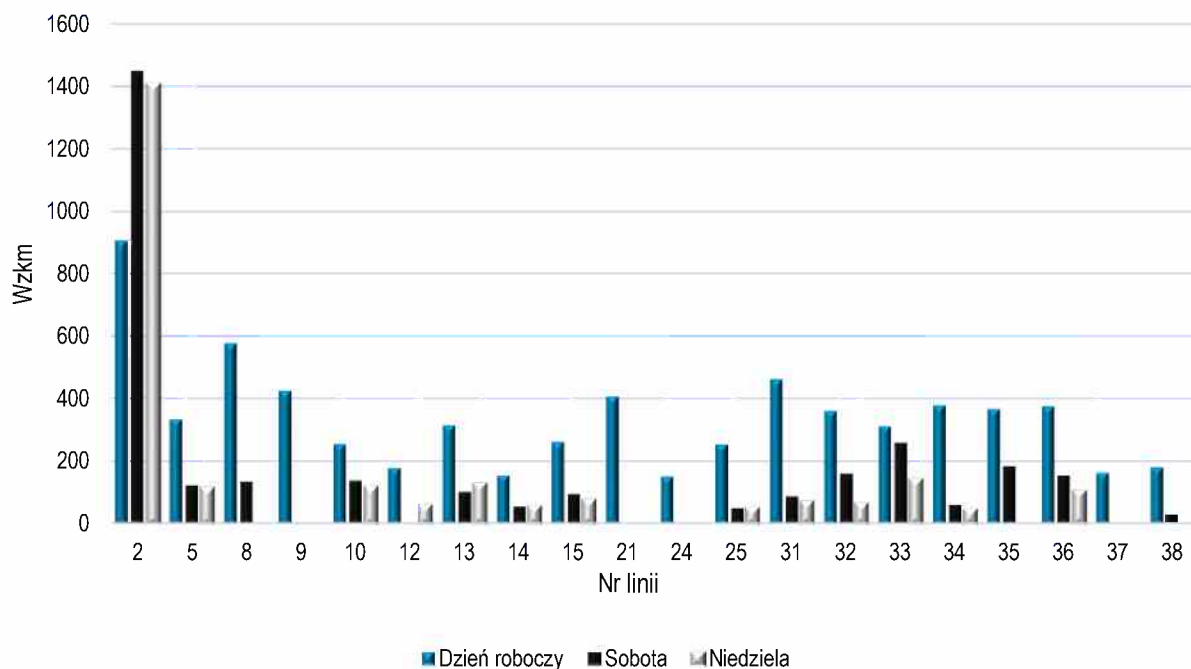
Lp.	Dzień roboczy	Sobota	Niedziela
2	224.336,10	73.807,20	88.641,00
5	81.765,50	6.232,20	7.106,40
8	136.563,70	6.842,16	0,00
9	96.185,25	0,00	0,00
10	63.824,28	6.982,92	7.393,68
12	42.845,80	3.610,8	3.717,00
13	72.176,65	5.176,50	6.942,60
14	35.257,97	1.953,81	2.413,53
15	65.511,00	4.794,00	5.329,80
21	94.922,00	0,00	0,00
24	28.237,50	0,00	0,00
25	120.572,30	2.250,00	2.750,00

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez MPK Sp. z o.o.

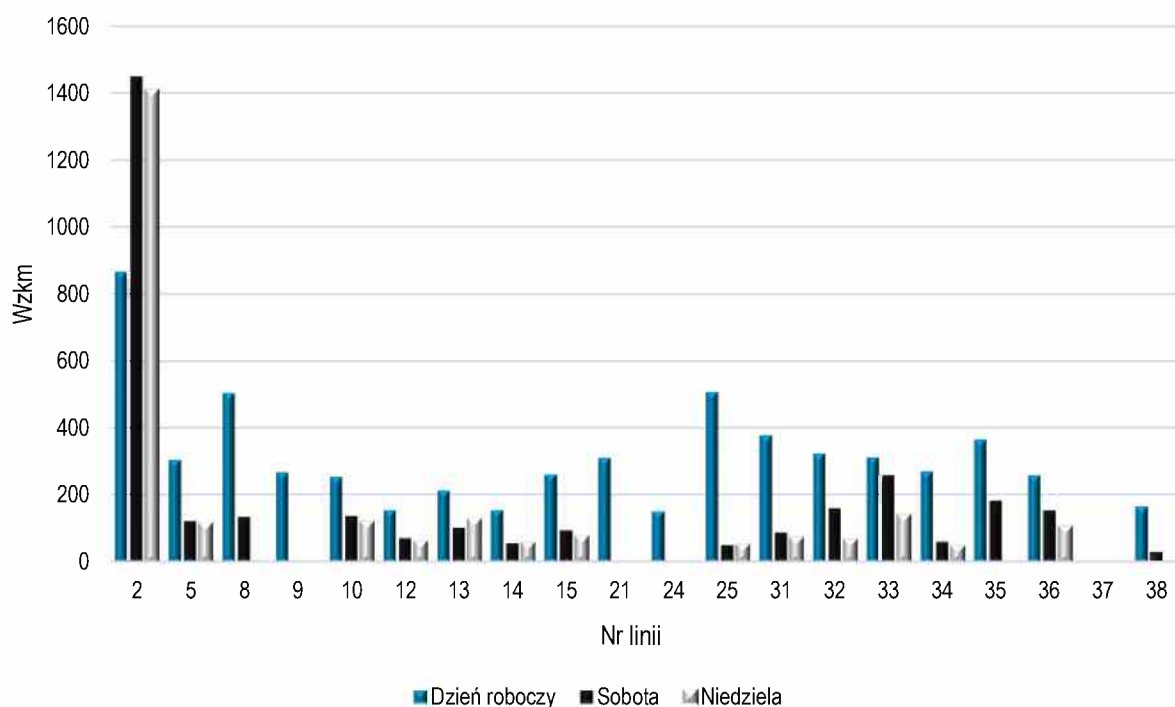
Tabela 4. Rozliczenie wozokilometrów wykonanych w 2023 roku na terenie Gmin ościennych

Gmina	Liczba zrealizowanych kursów	Przebieg
Stargard	57.392	279.177,00
Kobylanka	10.357	69.791,60
Stara Dąbrowa	146	730,00
Maszewo	624	12.854,40

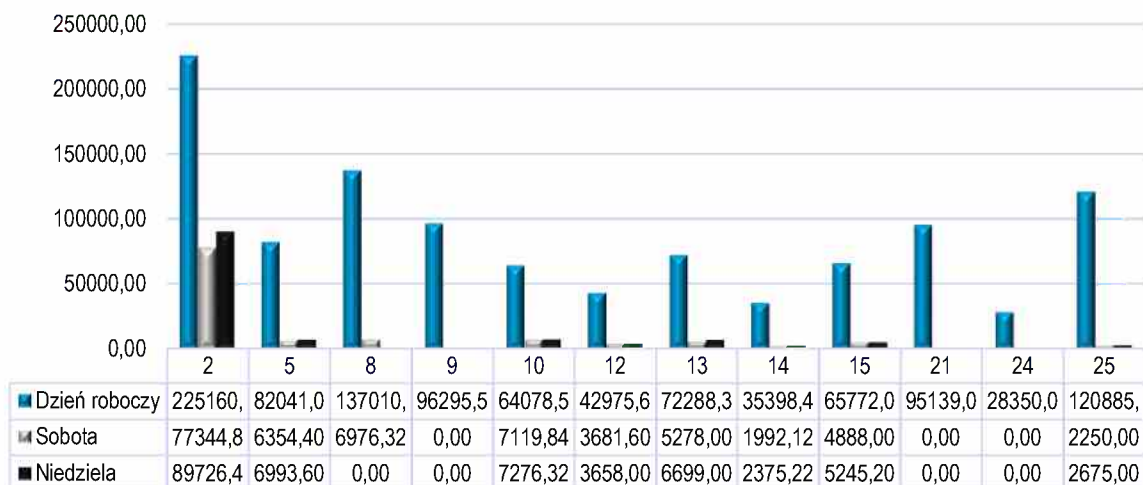
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez MPK Sp. z o.o.



**Wykres 9. Dzienna liczba kilometrów wykonywana na poszczególnych liniach komunikacyjnych w okresie poza wakacyjnym**  
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez MPK Sp. z o.o.

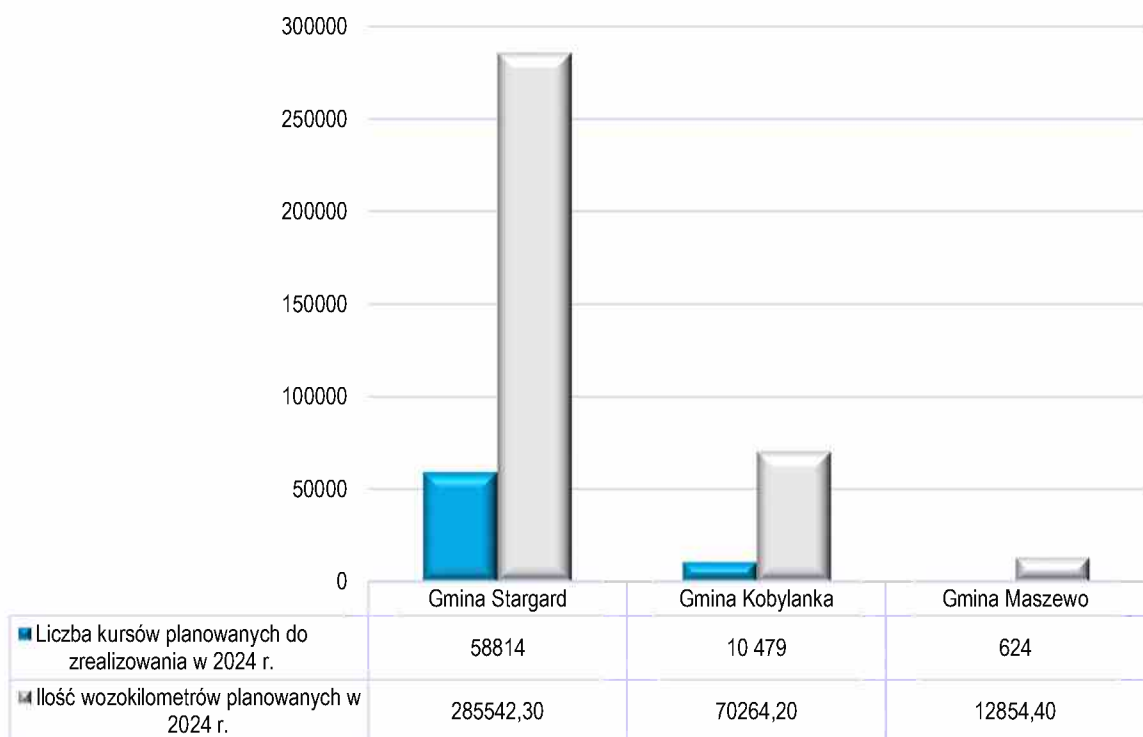


**Wykres 10. Dzienna liczba kilometrów wykonywana na poszczególnych liniach komunikacyjnych w okresie wakacyjnym**  
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez MPK Sp. z o.o.



**Wykres 11. Planowana liczba wozokilometrów do zrealizowania w 2024 roku na liniach miejskich**

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez MPK Sp. z o.o.



**Wykres 12. Planowana liczba wozokilometrów do zrealizowania w 2024 r. roku na terenie Gmin ościennych**

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez MPK Sp. z o.o.



### 1.7.2. Wskaźnik wykorzystania taboru Operatora

Aktualnie Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacji Sp. z o.o. w Stargardzie dysponuje 40 autobusami. Wszystkie kursy miejskie i podmiejskie realizowane są przy wykorzystaniu pojazdów napędzanych olejem napędowym.

# 71,43 %

Wskaźnik wykorzystania taboru w 2023 r.

Poniżej przedstawiona została tabela obrazująca liczbę ekspediovanych autobusów do obsługi sieci komunikacyjnej MPK Sp. z o.o. w ciągu dnia.

Tabela 5. Wykorzystanie taboru będącego na wyposażeniu MPK Sp. z o.o. według typu dnia (poza okresem wakacyjnym)

	Dzień roboczy		Sobota		Niedziela	
	Liczba	%	Liczba	%	Liczba	%
Liczba pojazdów w ruchu	35	87,50%	14	35,00%	11	27,50%
Liczba rezerw czynnych	5		26		29	

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez MPK Sp. z o.o.

Tabela 6. Wykorzystanie taboru według typu dnia oraz pojazdu w rozkładzie podstawowym (poza okresem wakacyjnym)

Nr linii	Dzień roboczy		Sobota		Niedziela	
	Rzeczywista liczba autobusów wykorzystywanych na danej linii	Rodzaj taboru	Rzeczywista liczba autobusów wykorzystywanych na danej linii	Rodzaj taboru	Rzeczywista liczba autobusów wykorzystywanych na danej linii	Rodzaj taboru
2	15	3 x MEGA 12 x MAXI	6	1 x MEGA 5 x MAXI	7	7 x MAXI
5	4	1 x MEGA 3 x MAXI	2	2 x MAXI	3	3 x MAXI
8	7	2 x MEGA 5 x MAXI	1	1 x MAXI	-	-
9	9	9 x MAXI	-	-	-	-
10	1	1 x MIDI	1	1 x MAXI	1	1 x MAXI
12	3	3 x MAXI	2	2 x MAXI	1	1 x MAXI
13	5	4 x MAXI 1 x MINI	1	1 x MAXI	2	1 x MAXI
14	3	3 x MAXI	1	1 x MAXI	1	
15	5	4 x MAXI 1 x MEGA	2	2 x MAXI	3	3 x MAXI
21	8	1 x MEGA 7 x MAXI	-	-	-	-
24	6	2 x MEGA 3 x MAXI 1 x MIDI	-	-	-	-
25	8	8 x MAXI	1	1 x MAXI	1	1 x MAXI
30	4	4 x MAXI	-	-	-	-
31	8	7 x MAXI 1 x MIDI	3	2 x MAXI 1 x MINI	1	1 x MINI
32	5	3 x MAXI 1 x MIDI 1 x MINI	2	2 x MAXI	1	1 x MAXI
33	3	2 x MAXI 1 x MIDI	2	1 x MAXI 1 x MINI	2	2 x MAXI
34	5	4 x MAXI 1 x MIDI	2	1 x MAXI 1 x MINI	2	1 x MINI 1 x MAXI

35	6	4 x MAXI 1 x MIDI 1 x MINI	5	5 x MAXI	-	-
36	9	7 x MAXI 1 x MIDI 1 x MINI	2	1 x MAXI 1 x MINI	1	1 x MINI
37	1	1 x MINI	-	-	-	-
38	8	7 x MAXI 1 x MINI	1	1 x MAXI	-	-

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez MPK Sp. z o.o.

Na wykresie nr 14 i 15 przedstawiona została struktura wykorzystania poszczególnych modeli pojazdów do obsługi sieci komunikacyjnych w ostatnich latach.

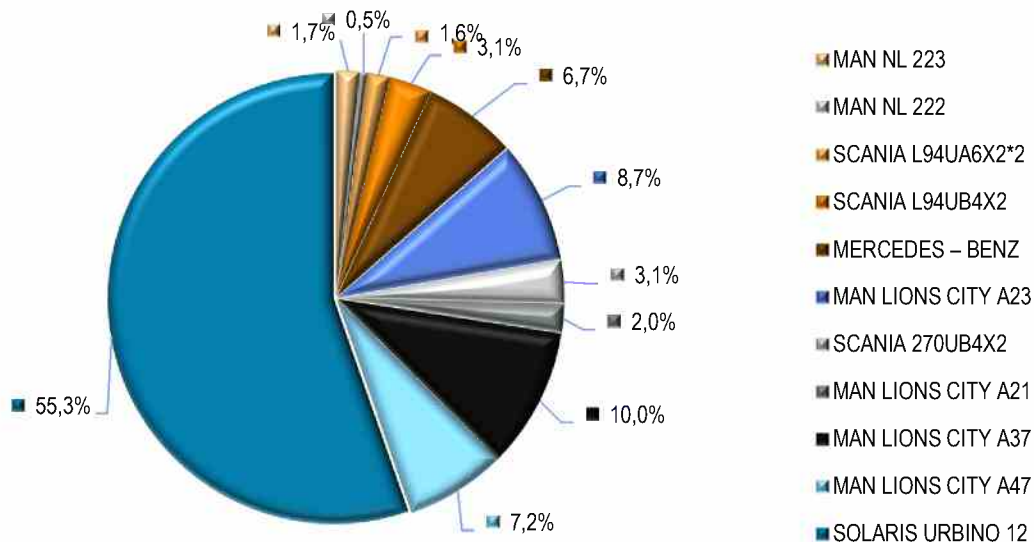
Wskaźnik wykorzystania poszczególnych autobusów został obliczony z wykorzystaniem następującego wzoru:

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

gdzie:

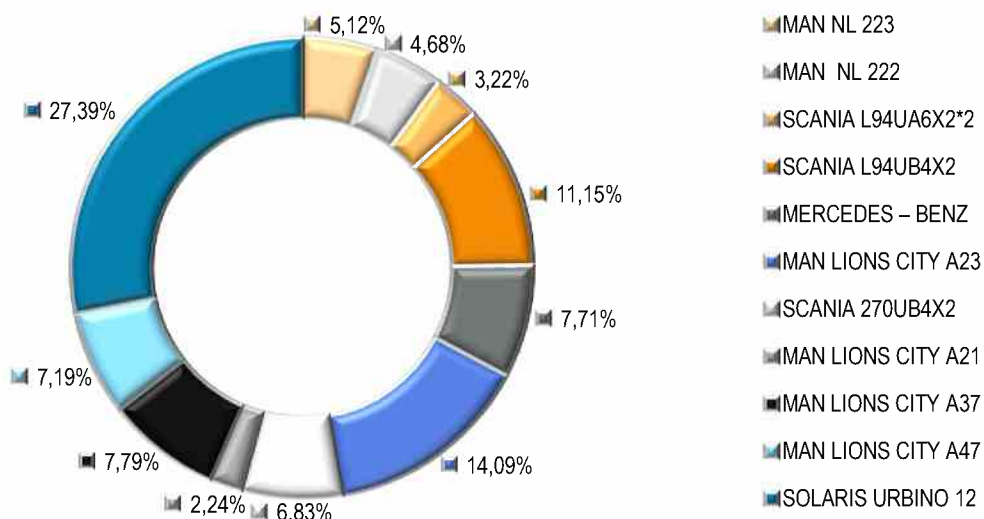
**WZKM j** – liczba wozokilometrów wykonana przez pojedynczy autobus;

**WZKM o** - łączna liczba wozokilometrów wykonana przez wszystkie autobusy będące na wyposażeniu MPK Sp. z o.o.



Wykres 13. Wskaźnik wykorzystania poszczególnych pojazdów w 2024 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez MPK Sp. z o.o.



Wykres 14. Wskaźnik wykorzystania poszczególnych pojazdów od początku eksploatacji

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez MPK Sp. z o.o.

### 1.7.3. Prędkości komunikacyjne i eksploatacyjne na liniach komunikacji miejskiej

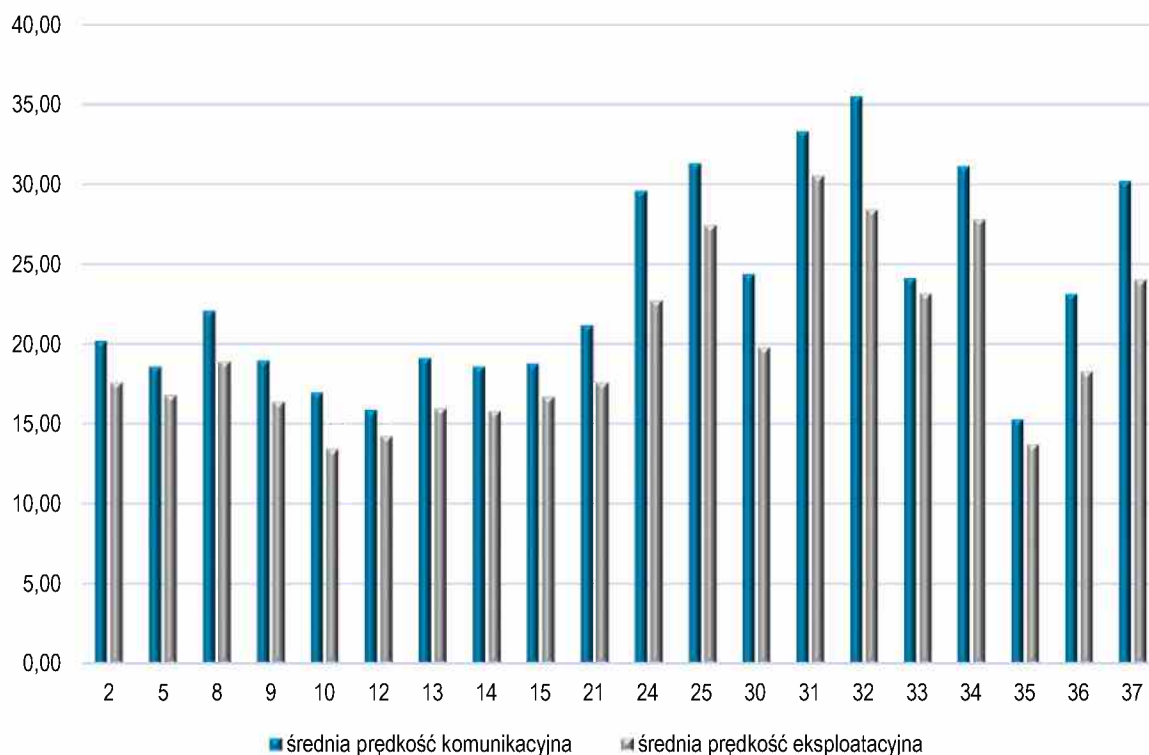
**Prędkość komunikacyjna** definiowana jest jako stosunek przebytej drogi do czasu pracy pojazdu z uwzględnieniem czasów postoju na przystankach pośrodkowych.

Średnia prędkość komunikacyjna na wszystkich liniach wynosi 23,67 km/h. Na wszystkich liniach prędkości komunikacyjne wynoszą od 15,30 km/h nawet do 35,50 km/h. Linie, które osiągają najwyższą prędkość komunikacyjną to linie nr: 32, 31, 25, 34 oraz 38. Linie, które kursują z najniższą prędkością komunikacyjną to linie: 35, 12, 10, 5 i 14.

**Prędkość eksploatacyjna** definiowana jest jako stosunek przebytej drogi do czasu pracy pojazdu z uwzględnieniem czasów postoju na przystankach pośrodkowych i przystankach krańcowych.

Średnia prędkość eksploatacyjna na wszystkich liniach w dzień roboczy wynosi 20,08 km/h. Na wszystkich liniach prędkości eksploatacyjne wynoszą od 13,40 km/h do 30,50 km/h. Linie, które osiągają najwyższą prędkość eksploatacyjną to linie nr: 31, 32, 34 i 25. Linie, które kursują z najniższą prędkością eksploatacyjną to linie: 10, 35 i 12.

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



Wykres 15 Średnie prędkości komunikacyjne i eksploatacyjne na wszystkich liniach obsługiwanych przez Operatora

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez MPK Sp. z o.o.

#### 1.7.4. Analiza rozkładów jazdy

Z uwagi na występujące ograniczenia techniczne pojazdów zeroemisyjnych (ograniczony zasięg pojazdów elektrycznych) przeprowadzono szczegółową analizę rozkładów jazdy. W poniższej tabeli przedstawiono krańcowe przystanki (rozumiane jako pętla lub przystanek, gdzie bieg zaczyna lub kończy większość kursów danej linii), długości linii, średnie czasy przejazdu, przybliżoną liczbę kursów wykonywaną na danej

linii, liczbę brygad w podziale na rodzaj dni tygodnia oraz liczbę kursów wykonywanych w porze szczytu porannego i popołudniowego.

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

Tabela 7. Pogłębiona analiza rozkładów jazdy

Numer linii	Przystanek krańcowy 1 (podstawowy)	Przystanek krańcowy 2 (podstawowy)	Długość linii [km]	Średni czas przejazdu [min.]	Przybliżona liczba przystanków/zatrzymań <sup>9</sup>	Przybliżona liczba kursów <sup>10</sup>			Średni czas postoju [min.]	Liczba brygad obsługujących poszczególne linie		
						Dzień roboczy	Sobota	Niedziela i dzień świąteczny		Dzień roboczy**	Sobota	Niedziela i dzień świąteczny
2	PĘTLA 15 POŁUDNIK	PĘTLA 15 POŁUDNIK	25,21	75,00	34	54	74	72(72)*	8,00	15	8	8
5	OSIEDLE CHOPINA (PĘTLA)	OSIEDLE CHOPINA (PĘTLA)	14,87	48,00	35	23	13	12	5,00	4	2	3
8	ZCP	ZCP	12,90	35,00	22	50	12	-	6,00	8	1	-
9	PĘTLA 15 POŁUDNIK	PĘTLA 15 POŁUDNIK	18,03	57,00	40	30	-	-	9,00	9	-	-
10	LIPNIK	LIPNIK	7,35	26,00	15	26	14	12	7,00	1	1	1
12	LIPNIK	LIPNIK	13,26	50,00	27	15	6	6	6,00	3	2	1
13	ALEJA ŻOŁNIERZA	ALEJA ŻOŁNIERZA	9,57	30,00	23	32	10	12	6,00	3	1	2
14	SPOKOJNA	SPOKOJNA	13,9	45,0	34	11	5	5	8,0	3	1	1
15	OSIEDLE CHOPINA	OSIEDLE CHOPINA	15,1	48,0	35	19	12	12	6,0	5	2	3
21	OSIEDLE CHOPINA (PĘTLA)	OSIEDLE CHOPINA (PĘTLA)	15,53	44,00	25	26	-	-	9,0	9	-	-
24	KOSSAKA	KOSSAKA	11,4	23,0	15	21	-	-	7,0	5	-	-

<sup>9</sup> Liczba przystanków w przypadku najdłuższego przejazdu.

<sup>10</sup> Łącznie, tam i z powrotem. Zgodnie z rozkładem jazdy ważnym na dzień 01.10.2024r.



25	TAŃSKIEGO	TAŃSKIEGO	29,7	57,0	40	24	10	10	8,0	9	1	1
30	ZCP	WITKOWO PIERWSZE	13,8	34,0	27	14	-	-	8,0	4	-	-
31	ZCP	ZCP	36,6	66,0	26	30	10	8	6,0	9	3	1
32	MAŁKOCIN	MAŁKOCIN	16,6	28,0	21	24	10	4	7,0	4	1	1
33	PĘTLA MONIUSZKI	PĘTLA MONIUSZKI	20,1	46,0	23	36	20	15	6,0	3	2	2
34	REPTOWO - NIEDŹWIEDŹ	NIEDŹWIEDŹ - REPTOWO	30,1	58,0	36	42	26	26	7,0	5	2	2
35	ZCP	ZCP	8,9	35,0	18	20	10	-	4,0	6	5	-
36	TAŃSKIEGO	WITKOWO (TAŃSKIEGO)	11,6	30,0	20	21	12	8	8,0	9	2	1
37	ZCP	ZCP	15,6	31,0	15	10	-	-	8,0	1	-	-
38	GRZĘDZICE	GRZĘDZICE	7,6	16,0	12	24	4	-	4,0	8	1	-

\*niedziele niehandlowe i święta.

\*\*rozkład obowiązujący w dni nauki w szkołach.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez MPK Sp. z o.o. w Stargardzie.

### 1.7.5. Poziom zróżnicowania realizowanej liczby wozokilometrów przez poszczególne zadania

Wszystkie brygady w dzień roboczy szkolny wykonują łącznie 7 382,00 km. Najwięcej brygad obsługiwanych jest przez autobusy klasy MAXI.

Autobusy klasy MEGA kierowane są na linie, które charakteryzują się największą liczbą brygad oraz największą liczbą wykonywanych dziennie kilometrów.

Szczegółowe dane dotyczące zróżnicowania brygad przedstawia poniższa tabela.

Tabela 8. Dane dotyczące zróżnicowania realizowanej liczby kilometrów przez poszczególne brygady w dzień roboczy szkolny

Nr linii	Dzień roboczy				Sobota				Niedziela			
	Liczba brygad	Liczba wykorzystywanych pojazdów	Rodzaj taboru	Liczba km	Liczba brygad	Liczba wykorzystywanych pojazdów	Rodzaj taboru	Liczba km	Liczba brygad	Liczba wykorzystywanych pojazdów	Rodzaj taboru	Liczba km
<b>LINIE MIEJSKIE</b>												
2	15	15	A,C,D	904,50	8	6	B,C,D	1487,40	8	7	B,C	1447,00
5	4	4	C,D	333,50	2	2	C	122,20	3	3	B,C	112,80
8	8	7	A,C,D	575,00	1	1	C	134,30	-	-	-	-
9	9	9	B,C	425,50	-	-	-	-	-	-	-	-
10	1	1	B	254,20	1	1	B	136,90	1	1	B	117,40
12	3	3	B,C	177,00	2	2	B,C	70,80	1	1	B	59,00
13	3	5	C	314,60	1	1	B	101,50	2	2	B,C	126,00
14	3	3	C	153,40	1	1	C	55,00	1	1	C	55,00
15	5	5	C,D	261,00	2	2	C	94,00	3	3	B,C	75,20
21	9	8	B,C,D	406,00	-	-	-	-	-	-	-	-
24	5	6	B,C,D	150,10	-	-	-	-	-	-	-	-
25	9	8	C	253,20	1	1	C	50,00	1	1	C	50,00
<b>LINIE PODMIEJSKIE</b>												
30	4	4	B,C	193,00	-	-	-	-	-	-	-	-
31	9	8	C,D	462,00	3	3	A,B,C	87,60	1	1	A	70,10
32	4	5	C	360,00	1	2	B	160,00	1	1	B	64,50
33	3	3	B,C	311,52	2	2	C	258,40	2	2	B,C	139,16
34	5	5	B,C	378,00	2	2	A,C	60,00	2	2	A,C	45,00
35	6	6	A,C	366,00	5	5	B,C	183,00	-	-	-	-
36	9	9	B,C	245,00	2	2	A,C	154,20	1	1	A	103,20
37	1	1	A	162,00	-	-	-	-	-	-	-	-
38	8	8	A,B,C, B,C,D	180,00	1	1	C	30,00	-	-	-	-

Legenda:

**A** - pojazd klasy MINI; **B** - pojazd klasy MIDI; **C** - pojazd klasy MAX; **D** - pojazd klasy MEGA.

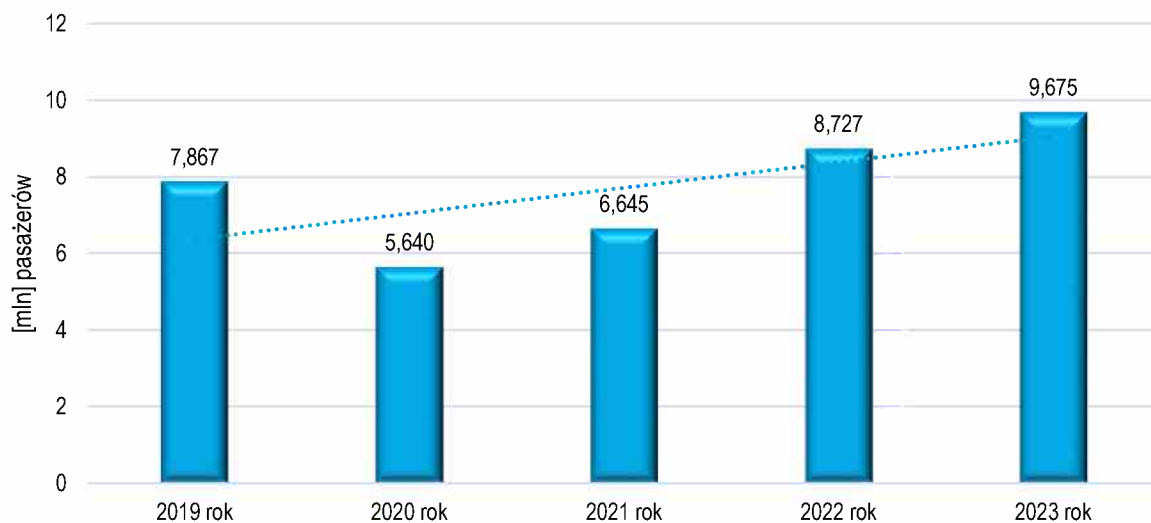
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez MPK Sp. z o.o.

### 1.7.6. Analiza popytu

Analiza liczby pasażerów na liniach komunikacyjnych MPK Sp. z o.o. wykazuje, iż w 2020 roku nastąpił duży spadek liczby przewiezionych, jednak od tamtego roku obserwowany jest znaczący trend wzrostowy, gdzie liczba pasażerów w 2023 r. przewyższyła liczbę pasażerów w 2019 r. Przyczyną negatywnych tendencji – spadku liczby pasażerów w 2020 r. była pandemia COVID-19. W związku z nadzwyczajną sytuacją, która

miała miejsce konieczne było ograniczenie funkcjonowania części kursów, a to bezpośrednio wpłynęło na popularność i wykorzystanie transportu publicznego w codziennych podróżach.

W 2020 roku komunikacja miejska obsłużyła 5,640 mln pasażerów, natomiast w roku 2023 już 9,675 mln pasażerów, co oznacza wzrost o aż 71,54%.



**Wykres 16. Liczba pasażerów na przestrzeni ostatnich 5 lat**

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez MPK Sp. z o.o.

## 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>11</sup>.

### 2.1. Dane

Dane do Analizy pozyskano od Organizatora i Operatora w zakresie:

- kosztów bieżącego serwisu i utrzymania (naprawy, przeglądy, konserwacje itp.) autobusów z podziałem na rodzaj taboru;
- szczegółowych informacji na temat taboru autobusowego (m.in. rok produkcji, rodzaj napędu, norma emisji spalin, liczba miejsc, długość autobusu, dodatkowe wyposażenie, zużycie paliwa [l/100km], ilość wykonanych wkm przez poszczególne pojazdy);
- charakterystyki obecnej sieci publicznej komunikacji zbiorowej (wykaz linii komunikacyjnych, rozkłady jazdy, liczba wykonywanych wozokilometrów na poszczególnych liniach, długość linii autobusowych, czas przejazdu danej trasy, średnia prędkość na poszczególnych liniach, liczba przystanków na trasie, odległość od przystanków na trasie, liczba zatrzymań na trasie);
- zasad organizacji rynku przewozów (obowiązujące porozumienia międzygminne oraz zasady rozliczania się z Gminami, umowa zawarta z Operatorem);
- realizowanych w 2023 roku i planowanych inwestycjach zakupów taborowych oraz modernizacji infrastruktury technicznej w perspektywie do 2028 roku;
- struktury popytu (przychody całkowite z biletów z podziałem na poszczególne linie, rodzaje biletów, cennik biletowy, istniejące rozwiązanie integracji biletów);
- kosztów zużycia paliwa, z podziałem na rodzaj taboru;
- szczegółowych informacji na temat infrastruktury przystankowej.

### 2.2. Zastosowane metody

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

- finansowym (analiza finansowa),
- ekonomiczno - społecznym (analiza ekonomiczno - społeczna), a także
- wrażliwości i ryzyka otrzymanych parametrów oceny.

<sup>11</sup> Ligus M., Efektywność inwestycji w odnawialne źródła energii. Analiza kosztów i korzyści, CeDeWu Sp. z o.o., Warszawa 2010.

### 2.2.1. 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 osiąganych 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).

Strumień pieniężny 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)

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

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).

#### Składniki NPV – WACC

$$WACC = w_e * k_e + w_d * k_d (1 - T)$$

gdzie:

**WACC** – średni ważony koszt kapitału;

**w<sub>e</sub>** – udział kapitału własnego;

**k<sub>e</sub>** – koszt kapitału własnego;

**w<sub>d</sub>** – udział kapitału obcego;

**k<sub>d</sub>** – koszt kapitału obcego;

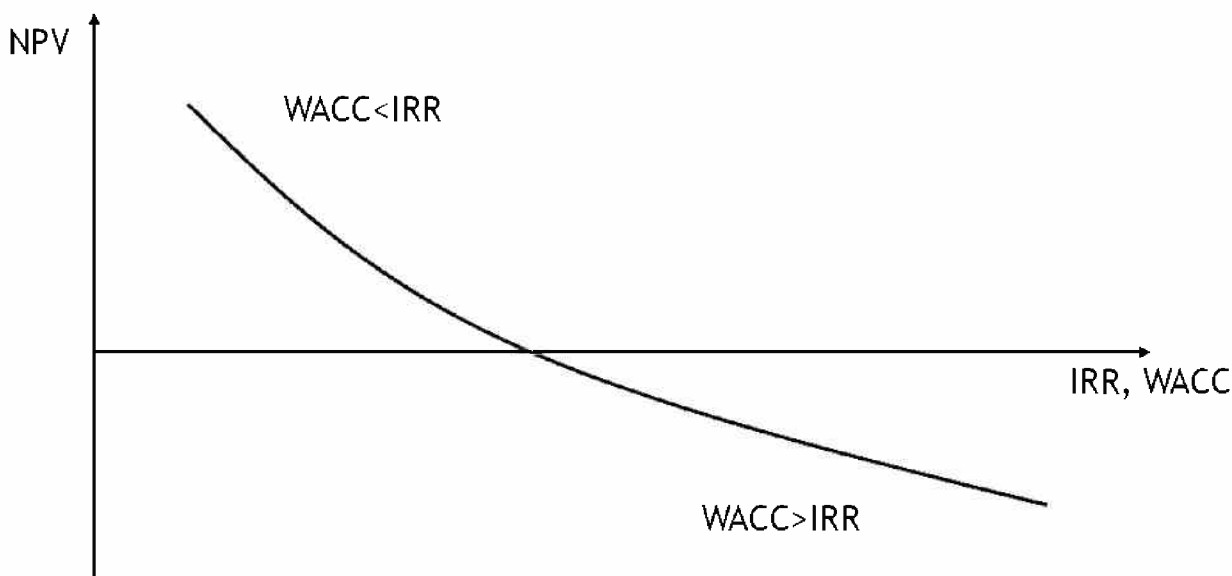
**T** – stopa opodatkowana.

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 17. 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). Oplacalny 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.**

Poziom 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.

Analiza została przeprowadzona w cenach stałych oraz z pominięciem podatku od towarów i usług VAT (netto).

## 2.2.2. Analiza społeczno-ekonomiczna

### Założenia analizy ekonomiczno-społecznej:

- 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 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).

### Zmonetyzowane efekty zewnętrzne stanowią:

- **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.

**Rezultatami analizy ekonomiczno-społecznej 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.

### 2.2.3. 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 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 (zmiennne 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, której zmiana o  $\pm 1$ pp. wywołuje zmianę NPV 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.

## 2.2.4. Analizy 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>12</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 9);
- **siłę oddziaływania** w skali od I do V (Tabela 10).

Tabela 9. Analiza jakościowa ryzyka – skala prawdopodobieństwa

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

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

Tabela 10. 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 i regionach”; Wydanie uaktualnione, opracowanie JASPERS, 2023 r.

<sup>12</sup> Ryzyko uważane jest za „aktywne” jeśli jest **identyfikowalne** i **istotne dla projektu** na obecnym etapie AKK.

Tabela 11. Matryca ryzyka – klasyfikacja poziomu ryzyka

Prawdopodobieństwo	Stopień 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

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 12. Matryca ryzyka – sposób działania

Prawdopodobieństwo	Stopień zagrożenia				
	I	II	III	IV	V
A	ZAPOBIEGANIE LUB ŁAGODZENIE		ŁAGODZENIE		
B					
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;
- **ograniczanie 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

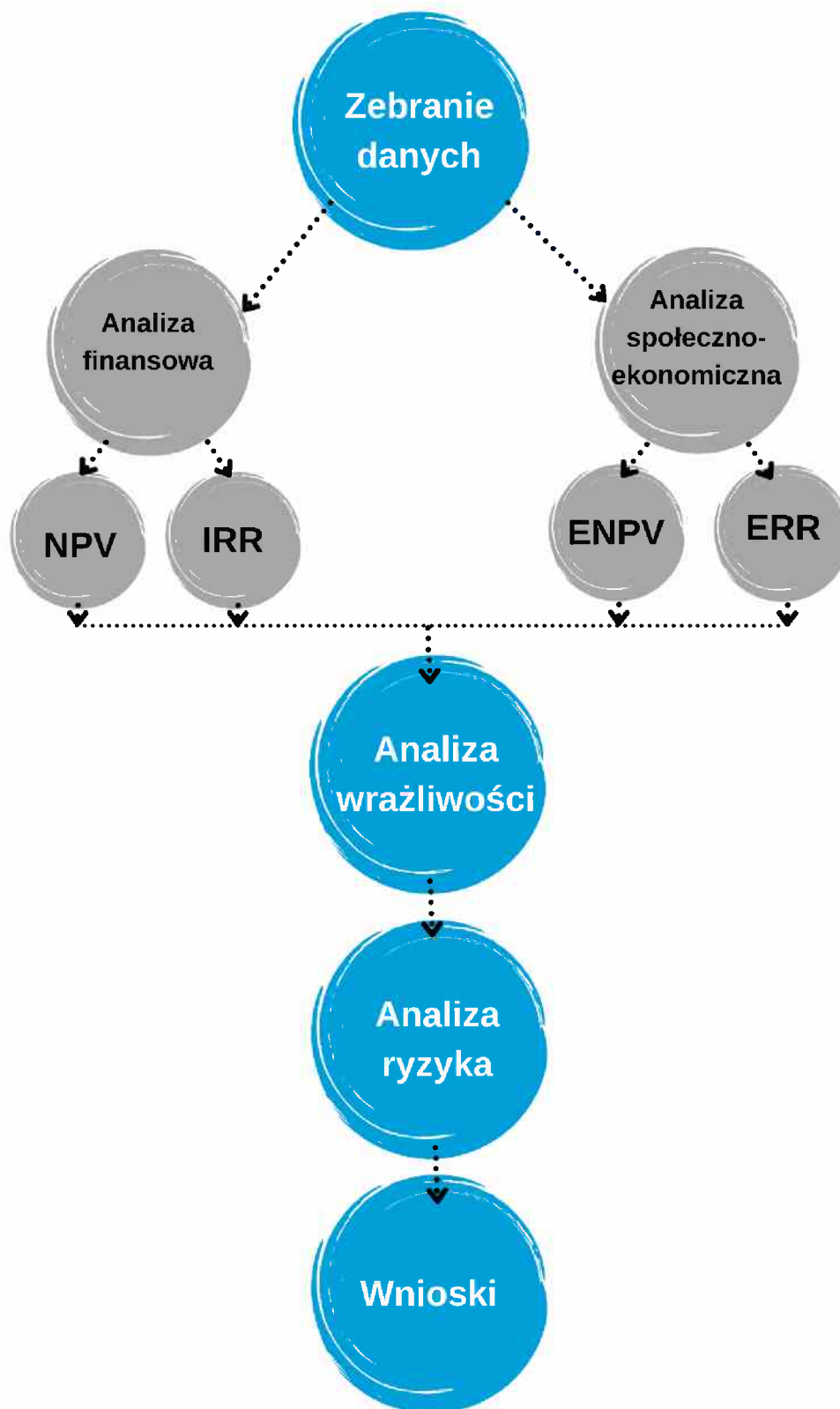
podmiot) za określoną cenę (firmy ubezpieczeniowe są najbardziej oczywistym przykładem takiej strony trzeciej). Przeniesienie ryzyka ma sens tylko wtedy, jeśli strona przejmująca ryzyko jest w stanie (lepiej) kontrolować dane ryzyko, a także posiada środki na pokrycie skutków oddziaływania danego ryzyka, 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.

## 2.3. Procedura analizy

Na schemacie przedstawiono procedurę przeprowadzenia AKK dla Inwestycji.



### 3. Analiza wariantów strategicznych eksploatacji pojazdów z różnymi napędami

#### 3.1. Wyznaczenie linii komunikacji miejskiej przeznaczonych do obsługi przez autobusy zeroemisyjne

Aby wskazać konkretne linie komunikacji miejskiej na których mają kursować autobusy zeroemisyjne należy dokonać szczegółowej analizy parametrów technicznych danej trasy, tj. **przebieg, zakres przestrzenny obsługi obszaru miejskiego oraz uwarunkowania geograficzne i topograficzne.**

Na podstawie powyższych analiz można wskazać potrzeby dotyczące infrastruktury ładowania jakie powinny znaleźć się na trasach przejazdu lub na bazie Operatora.

Zgodnie z rekomendacjami Polskiego Stowarzyszenia Paliw Alternatywnych <sup>13</sup> postuluje się, aby pojazdy zeroemisyjne w pierwszej kolejności przeznaczane były na linie, które:



obsługują 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



charakteryzują się dużym poziomem dobowego i rocznego wykorzystania taboru



obsługują obszar Miasta charakteryzujący się dużą gęstością przystanków autobusowych



obsługują obszar Miasta o jak najmniejszych różnicach poziomów terenu



stanowią element skoordynowanego systemu obsługi terenu śródmieścia wieloma liniami



podatne są na kongestję drogową (trasa powinna charakteryzować się dużą liczbą zatrzymań na przystankach komunikacyjnych oraz pomiędzy nimi, a także niewielką prędkością jazdy)



przebiegają przez obecne lub planowane strefy ograniczonego ruchu/ strefy ekologiczne/ strefy czystego powietrza lub przebiega przez historyczny obszar Miasta lub obszar turystyczno-rekreacyjny

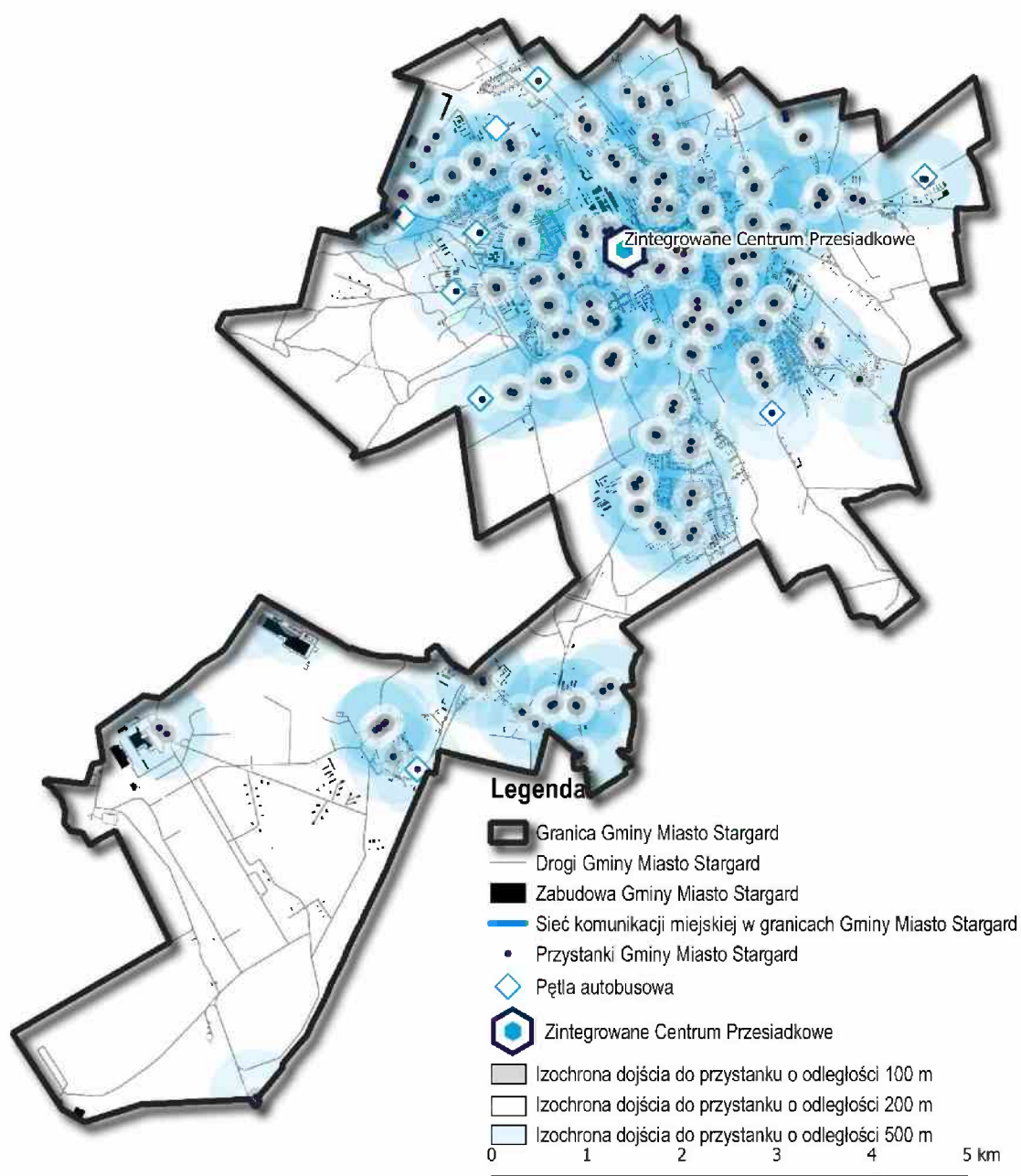
<sup>13</sup> Rekomendacje zgodne z Przewodnikiem dla Jednostek Samorządu Terytorialnego, Przedsiębiorstw Użyteczności Publicznej i Prywatnych przewoźników „Elektromobilność w transporcie publicznym. Praktyczne aspekty wdrażania”, Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych, Warszawa 2018.



Zgodnie z powyższym w przypadku Gminy Miasto Stargard rekomenduje się wybór linii na podstawie następujących kryteriów:

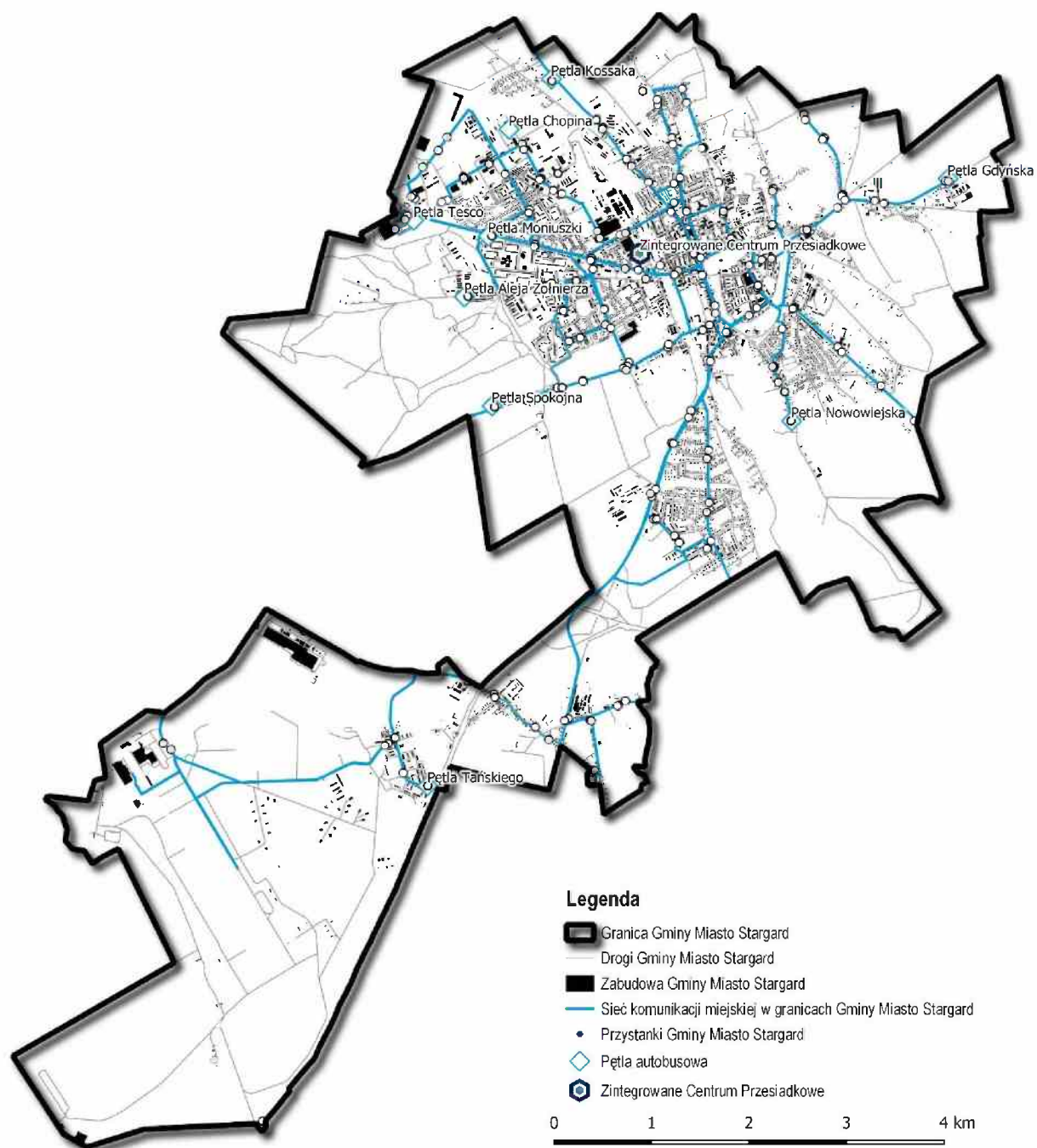
- linia powinna obsługiwać obszar Miasta o największej gęstości zaludnienia obsługując tym samym największe potoki pasażerskie;
- linia powinna stanowić łącznik pomiędzy centrum Miasta (i/lub Zintegrowanym Centrum Przesiadkowym) a najbardziej zaludnionymi osiedlami mieszkaniowymi;
- linia powinna charakteryzować się dużą częstotliwością kursowania i przebiegać wzdłuż najbardziej zatłoczonych ulic.

Przesłanki decydujące o wyborze linii autobusowych przeznaczonych do obsługi przez autobusy niskoemisyjne.



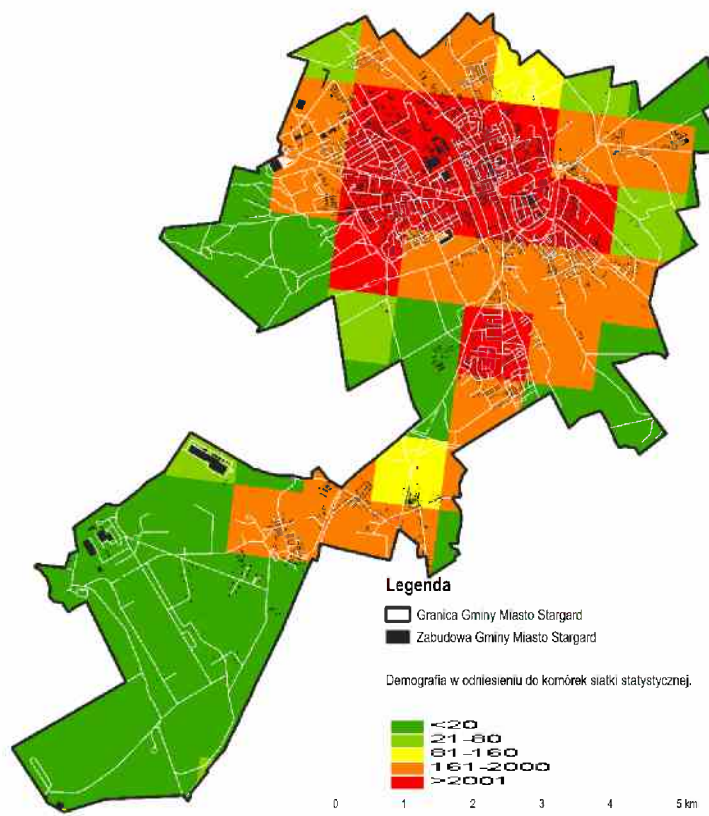
Rysunek 3. Rozmieszczenie przystanków komunikacyjnych na terenie Gminy Miasto Stargard

Źródło: opracowanie własne.



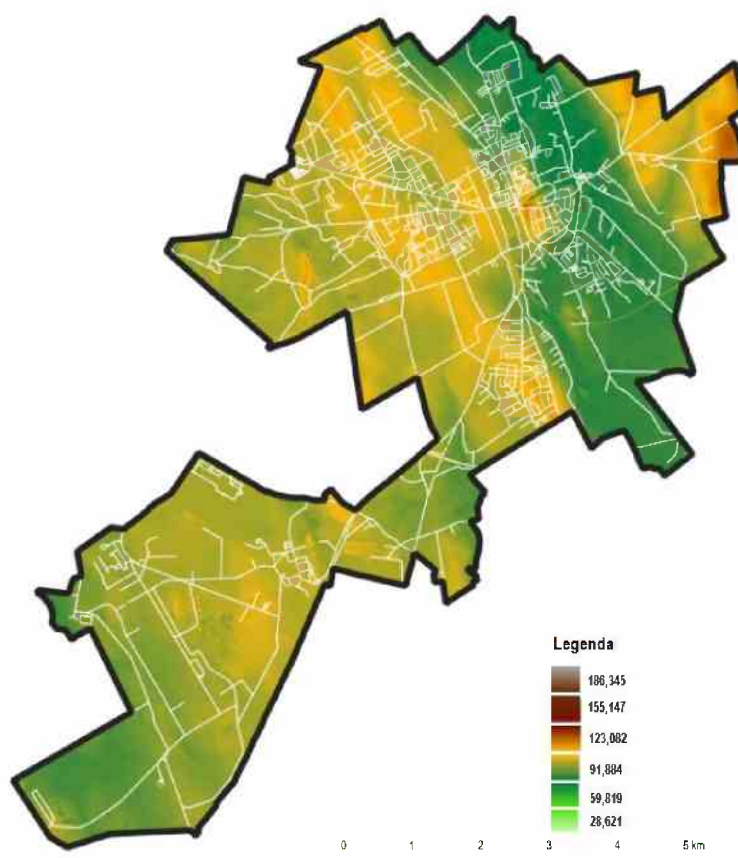
**Rysunek 4. Schemat komunikacji miejskiej Gminy Miasto Stargard**

Źródło: opracowanie własne.



**Rysunek 5. Gęstość zaludnienia w granicach Gminy Miasto Stargard**

Źródło: opracowanie własne na podstawie <https://stargardzki.e-mapa.net/>.



**Rysunek 6. Model różnic terenu Gminy Miasto Stargard**

Źródło: opracowanie własne na podstawie <https://stargardzki.e-mapa.net/>.



Czynniki sprzyjające wprowadzeniu autobusów zeroemisyjnych	Linia 5
Obsługuje obszary miejskie, charakteryzujące się intensywną zabudową wielorodzinną.	Linia przebiega przez ściśle centrum Miasta. Łączy osiedle mieszkaniowe takie jak Osiedle Letnie, Przedmieście Poznańskie, Stare Miasto, Przedmieście Szczecińskie i Pszczelnik.
Charakteryzuje się dużym poziomem dobowego i rocznego wykorzystania taboru.	94.104,10 km w 2023 r. (plan na 2024 r.: 95.389,00 km)
Obsługuje obszar Miasta charakteryzujący się dużą gęstością przystanków autobusowych.	Linia nr 5 przebiega przez obszar gęstej sieci przystanków autobusowych (Rysunek 4).
Obsługuje obszar Miasta o jak najmniejszych różnicach poziomów terenu.	Linia nr 5 przebiega przez obszar o niewielkich różnicach terenu (Rysunek 7).
Stanowi element skoordynowanego systemu obsługi terenu śródmieścia wieloma liniami.	Trasa stanowi element skoordynowanego systemu obsługi Miasta – przebiega przez obszar Śródmieścia.
Podatna jest na kongestię drogową.	Tak. W godzinach szczytu powstają kongestie drogowe, głównie na Al. Żołnierza, ul. Tadeusza Kościuszki, ul. Spokojna, ul. Kazimierza Wielkiego oraz ul. Pierwszej Brygady.
Średnia prędkość komunikacyjna autobusów.	18,6 km/h
Średnia prędkość eksploatacyjna autobusów.	16,8 km/h
Średni czas przejazdu.	48 min.
Średni czas postoju.	5 min.
Średnia długość kursu.	14,87 km
Przebieg trasy obejmuje obecne lub planowane strefy ograniczonego ruchu/ strefy ekologiczne/ strefy czystego powietrza lub przebiega przez historyczny obszar Miasta.	Tak. Linia nr 5 przebiega przez centrum Miasta.
Czynniki sprzyjające wprowadzeniu autobusów zeroemisyjnych	Linia 9
Obsługuje obszary miejskie, charakteryzujące się intensywną zabudową wielorodzinną.	Linia przebiega przez okolice Osiedla Pszczelnik, Przedmieście Szczecińskiego, Starego Miasta oraz Osiedla Pyrzyckie.
Charakteryzuje się dużym poziomem dobowego i rocznego wykorzystania taboru.	96.185,25 km w 2023 r. (plan na 2024 r.: 96.295,50 km).
Obsługuje obszar Miasta charakteryzujący się dużą gęstością przystanków autobusowych.	Linia nr 9 przebiega przez obszar gęstej sieci przystanków autobusowych (Rysunek 4).
Obsługuje obszar Miasta o jak najmniejszych różnicach poziomów terenu.	Linia nr 9 przebiega przez obszar o niewielkich różnicach terenu (Rysunek 7).
Stanowi element skoordynowanego systemu obsługi terenu śródmieścia wieloma liniami.	Trasa stanowi element skoordynowanego systemu obsługi Miasta – przebiega przez obszar Śródmieścia oraz ZCP.
Podatna jest na kongestię drogową.	Tak. W godzinach szczytu powstają kongestie drogowe, głównie na ul. Szczecińskiej, ul. Hetmana Stefana Czarnieckiego i ul. Warszawskiej.
Średnia prędkość komunikacyjna autobusów.	19,0 km/h
Średnia prędkość eksploatacyjna autobusów.	16,4 km/h
Średni czas przejazdu.	57 min.
Średni czas postoju.	9 min.
Średnia długość kursu.	18,03 km
Przebieg trasy obejmuje obecne lub planowane strefy ograniczonego ruchu/ strefy ekologiczne/ strefy czystego powietrza lub przebiega przez historyczny obszar Miasta.	Tak. Linia nr 9 przebiega przez centrum Miasta.
Czynniki sprzyjające wprowadzeniu autobusów zeroemisyjnych	Linia 10
Obsługuje obszary miejskie, charakteryzujące się intensywną zabudową wielorodzinną.	Linia przebiega przez centrum Miasta. Łączy teren Osiedla Pszczelnik, Przedmieście Szczecińskie, Stare Miasto oraz Osiedle Mroczeń.
Charakteryzuje się dużym poziomem dobowego i rocznego wykorzystania taboru.	78.200,88 km w 2023 r. (plan na 2024 r.: 78.474,72 km).
Obsługuje obszar Miasta charakteryzujący się dużą gęstością przystanków autobusowych.	Linia nr 10 przebiega przez obszar gęstej sieci przystanków autobusowych (Rysunek 4).
Obsługuje obszar Miasta o jak najmniejszych różnicach poziomów terenu.	Linia nr 10 przebiega przez obszar o niewielkich różnicach terenu (Rysunek 7).
Stanowi element skoordynowanego systemu obsługi terenu śródmieścia wieloma liniami.	Trasa stanowi element skoordynowanego systemu obsługi Miasta – przebiega przez obszar Śródmieścia oraz ZCP.

Podatna jest na kongestię drogową.	Tak. W godzinach szczytu powstają kongestie drogowe głównie na ul. Józefa Piłsudskiego, ul. Starowiejskiej oraz ul. Warszawskiej.
Średnia prędkość komunikacyjna autobusów.	17,0 km/h
Średnia prędkość eksploatacyjna autobusów.	13,4 km/h
Średni czas przejazdu.	26 min.
Średni czas postoju.	7 min.
Średnia długość kursu.	7,35 km

Przebieg trasy obejmuje obecne lub planowane strefy ograniczonego ruchu/ strefy ekologiczne/ strefy czystego powietrza lub przebiega przez historyczny obszar Miasta.

Tak. Linia nr 10 przebiega przez centrum Miasta.

Czynniki sprzyjające wprowadzeniu autobusów zeroemisyjnych	Linia 12
------------------------------------------------------------	----------

Obsługuje obszary miejskie, charakteryzujące się intensywną zabudową wielorodzinną.	Linia przebiega przez centrum Miasta. Łączy Osiedle Generała Józefa Hallera, Osiedle Letnie, Przedmieście Szczecińskie, Stare Miasto oraz Przedmieście Barnimowskie.
Charakteryzuje się dużym poziomem dobowego i rocznego wykorzystania taboru.	50.173,60 km w 2023 r. (plan na 2024 r.: 50.315,20 km).
Obsługuje obszar Miasta charakteryzujący się dużą gęstością przystanków autobusowych.	Linia nr 12 przebiega przez obszar gęstej sieci przystanków autobusowych (Rysunek 4).
Obsługuje obszar Miasta o jak najmniejszych różnicach poziomów terenu	Linia nr 12 przebiega przez obszar o niewielkich różnicach terenu (Rysunek 7).
Stanowi element skoordynowanego systemu obsługi terenu śródmieścia wieloma liniami.	Trasa stanowi element skoordynowanego systemu obsługi Miasta – przebiega przez obszar Śródmieścia oraz ZCP.
Podatna jest na kongestię drogową.	Tak. W godzinach szczytu powstają kongestie drogowe, głównie na ul. Kardynała Stefana Wyszyńskiego i ul. Wojska Polskiego.
Średnia prędkość komunikacyjna autobusów.	15,9 km/h
Średnia prędkość eksploatacyjna autobusów.	14,20 km/h
Średni czas przejazdu.	50 min.
Średni czas postoju.	6 min.
Średnia długość kursu.	13,26 km

Przebieg trasy obejmuje obecne lub planowane strefy ograniczonego ruchu/ strefy ekologiczne/ strefy czystego powietrza lub przebiega przez historyczny obszar Miasta.

Tak. Linia nr 12 przebiega przez centrum Miasta.

Czynniki sprzyjające wprowadzeniu autobusów zeroemisyjnych	Linia 13
------------------------------------------------------------	----------

Obsługuje obszary miejskie, charakteryzujące się intensywną zabudową wielorodzinną.	Linia przebiega przez centrum Miasta. Łączy Osiedle Letnie, Przedmieście Szczecińskie, Stare Miasto oraz Przedmieście Barnimowskie.
Charakteryzuje się dużym poziomem dobowego i rocznego wykorzystania taboru.	84.295,75 km w 2023 r. (plan na 2024 r.: 84.265,30)
Obsługuje obszar Miasta charakteryzujący się dużą gęstością przystanków autobusowych.	Linia nr 13 przebiega przez obszar gęstej sieci przystanków autobusowych (Rysunek 4).
Obsługuje obszar Miasta o jak najmniejszych różnicach poziomów terenu.	Linia nr 13 przebiega przez obszar o niewielkich różnicach terenu (Rysunek 7).
Stanowi element skoordynowanego systemu obsługi terenu śródmieścia wieloma liniami.	Trasa stanowi element skoordynowanego systemu obsługi Miasta – przebiega przez obszar Śródmieścia oraz ZCP.
Podatna jest na kongestię drogową.	Tak. W godzinach szczytu powstają kongestie drogowe, głównie na Al. Żołnierza, Al. Gryfa, ul. Tadeusza Kościuszki, ul. Stanisława Staszica i ul. Bolesława Chrobrego.
Średnia prędkość komunikacyjna autobusów.	19,14 km/h
Średnia prędkość eksploatacyjna autobusów.	15,95 km/h
Średni czas przejazdu.	30 min.
Średni czas postoju.	6 min.
Średnia długość kursu.	9,57 km

Przebieg trasy obejmuje obecne lub planowane strefy ograniczonego ruchu/ strefy ekologiczne/ strefy czystego powietrza lub przebiega przez historyczny obszar Miasta.

Tak. Linia nr 13 przebiega przez centrum Miasta.

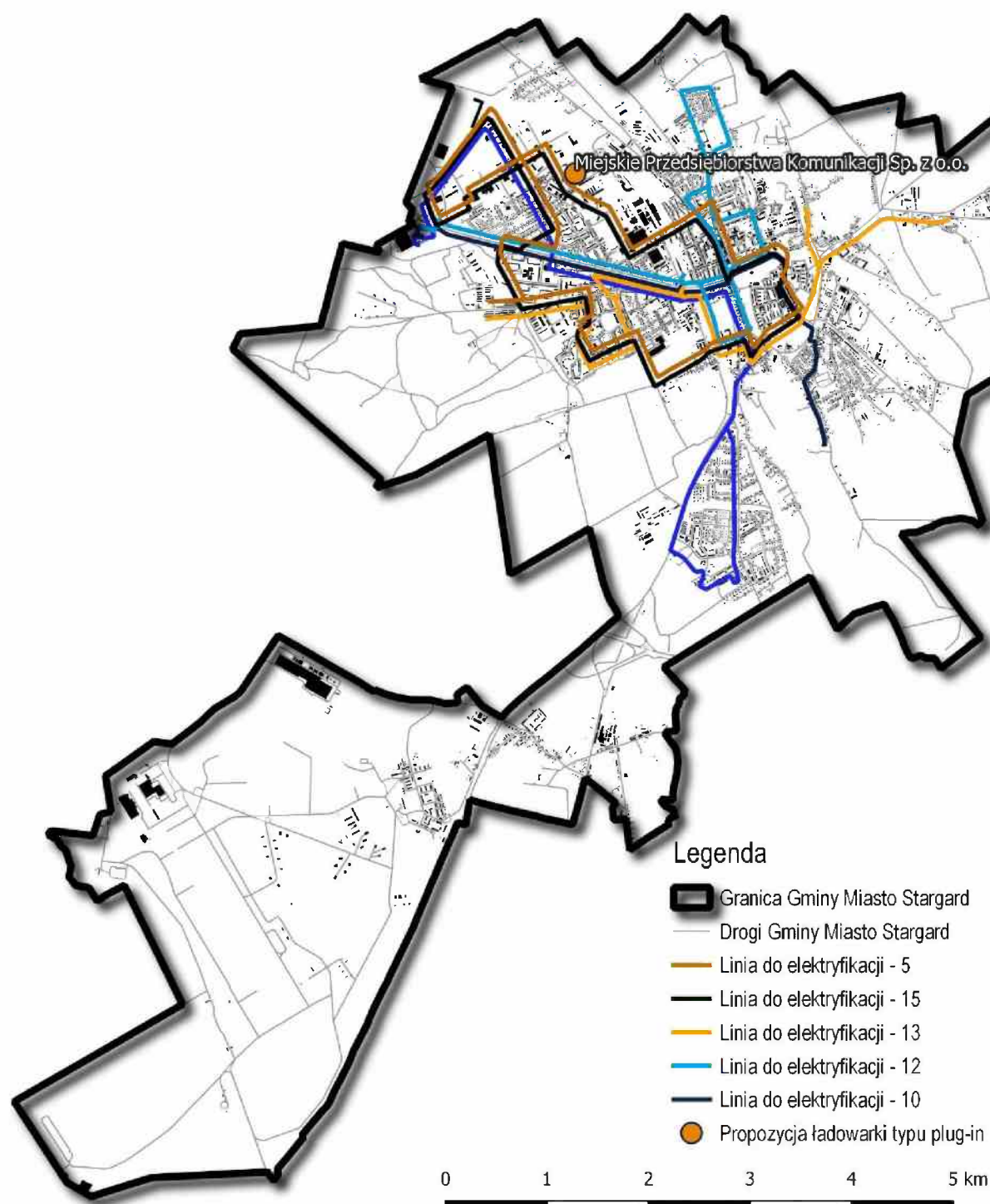
Czynniki sprzyjające wprowadzeniu autobusów zeroemisyjnych	Linia 15
Obsługuje obszary miejskie, charakteryzujące się intensywną zabudową wielorodzinną.	Linia przebiega przez ściśle centrum Miasta. Łączy Osiedle Letnie, Przedmieście Poznańskie, Stare Miasto, Przedmieście Szczecińskie i Osiedle Pszczelnik.
Charakteryzuje się dużym poziomem dobowego i rocznego wykorzystania taboru.	75.634,80 km w 2023 r. (plan na 2024 r.: 75905,20).
Obsługuje obszar Miasta charakteryzujący się dużą gęstością przystanków autobusowych.	Linia nr 15 przebiega przez obszar gęstej sieci przystanków autobusowych (Rysunek 4).
Obsługuje obszar Miasta o jak najmniejszych różnicach poziomów terenu.	Linia nr 15 przebiega przez obszar o niewielkich różnicach terenu (Rysunek 7.).
Stanowi element skoordynowanego systemu obsługi terenu śródmieścia wieloma liniami.	Trasa stanowi element skoordynowanego systemu obsługi Miasta – przebiega przez obszar Śródmieścia.
Podatna jest na kongestię drogową.	Tak. W godzinach szczytu powstają kongestie drogowe, głównie na Al. Żołnierza, ul. Tadeusza Kościuszki, ul. Spokojna, ul. Kazimierza Wielkiego i ul. Pierwszej Brygady.
Średnia prędkość komunikacyjna autobusów.	18,8 km/h
Średnia prędkość eksploatacyjna autobusów.	16,7 km/h
Średni czas przejazdu.	48 min.
Średni czas postoju.	6 min.
Średnia długość kursu.	15,10 km
Przebieg trasy obejmuje obecne lub planowane strefy ograniczonego ruchu/ strefy ekologiczne/ strefy czystego powietrza lub przebiega przez historyczny obszar Miasta.	Tak. Linia nr 15 przebiega przez centrum Miasta.

Analiza wielokryterialna rozkładów jazdy oraz koniecznych do spełnienia przesłanek do elektryfikacji linii wskazała następujące predysponowane linie komunikacyjne do obsługi autobusami elektrycznymi: **5, 9, 10, 12, 13 i 15.**

Najlepsze warunki do obsługi autobusami elektrycznymi spełniają linie: **12, 13 i 15.**

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





Rysunek 7. Proponowane linie stargardzkiej komunikacji miejskiej do elektryfikacji

Źródło: opracowanie własne.

Nr linii	Przebieg	Długość
5 (linia okólna)	Pętla Chopina → Wieniawskiego Paderewskiego → Szczecińska Moniuszki → Os. Zachód Al. Żołnierza → Al. Żołnierza koszary → Al. Żołnierza – os. Hallera → Pogodna – Os. Hallera Al. → Al. Gryfa – Jesienna → Kościuszki – Al. Gryfa → Kościuszki – cmentarz → Spokojna - Osiedle Spokojna → Bogusława IV – straż → Staszica → Bolesława Krzywoustego → Kazimierza Wielkiego → Portowa → Wojska Polskiego – Pl. Wolności → Wojska Polskiego – szkoła → M. Konopnickiej → I Brygady 04 → Ceglana 01 stadion → Ceglana 03 szkoła → Usługowa – Składowa ZUS → Usługowa Nasienna → Wieniawskiego – Ciepłna → Pętla Chopina	14,87 km
9 (linia okólna)	Pętla 15 Południk → Skandynawska → Przemysłowa 01 → Ciepłna 02 → Wieniawskiego Ciepłna → Pętla Chopina → Wieniawskiego - Paderewskiego → Szczecińska – wieżowiec → Szczecińska – Słoneczna → Szczecińska – DKK → ZCP – Peron 1 → Wyszyńskiego – Poczta → Czarnieckiego - Pl. Wolności → Czarnieckiego – kościół → Staszica - LO → Warszawska → Niepodległości – Leśmiana → Niepodległości - Baczyńskiego → Niepodległości - Powstańców Warszawy → Twardowskiego → Armii Krajowej – szkoła → Broniewskiego 04 osiedle → Broniewskiego 06 Brzechwy → Broniewskiego 08 → Niepodległości → Warszawska – Staszica → Staszica → Czarnieckiego → Czarnieckiego skwer Św. Jana Pawła II → Wyszyńskiego - Bank → ZCP – Peron 3 → Szczecińska → Szczecińska – Pl. Zgody → Szczecińska – Wieniawskiego → Wieniawskiego → Pętla Chopina → Ciepłna – Nasienna → Ciepłna 01 → Przemysłowa – Stralsundzka → Skandynawska Rondo → Pętla 15 Południk	18,03 km
10 (TAM)	Lipnik – Lipowa → Lipnik Stargardzka → Szczecińska – Rondo 15 Południk → Pętla Moniuszki → Szczecińska – wieżowiec → Szczecińska – Słoneczna → Szczecińska – DKK → ZCP Peron 1 → Wyszyńskiego - Poczta → Struga – Wojska Polskiego → Struga → B. Chrobrego – Portowa → Kazimierza Wielkiego – Ratusz → Jagiellońska → Wiejska – Popiela → Wiejska → Nowowiejska Nowowiejska → Wiejska – Dębowa → Sikorskiego Dębowa → Sikorskiego 03 → Andersa Tuwima → Andersa → Bydgoska 03 Jesionowa → Bydgoska 01 Robotnicza → Kazimierza Wielkiego → Portowa → Struga pl. Wolności → Wyszyńskiego bank → ZCP Peron 3 → Szczecińska → Szczecińska – Pl. Zgody → Szczecińska – Wieniawskiego → Szczecińska – Moniuszki → Szczecińska – RWN → Lipnik Stargardzka – Działki → Lipnik - Lipowa	6,78 km
10 (POWRÓT)	Portowa → Struga pl. Wolności → Wyszyńskiego bank → ZCP Peron 3 → Szczecińska → Szczecińska – Pl. Zgody → Szczecińska – Wieniawskiego → Szczecińska – Moniuszki → Szczecińska – RWN → Lipnik Stargardzka – Działki → Lipnik - Lipowa	7,92 km
12 (linia okólna)	Pętla 15 Południk → Pętla Moniuszki → Szczecińska – wieżowiec → Szczecińska – Słoneczna → Szczecińska – DKK → ZCP Peron1 → Wyszyńskiego poczta → Struga Wojska Polskiego → Okrzei – młyn → Okrzei → Wojska Polskiego – szkoła → Wojska Polskiego – Sienkiewicza → Brzozowa – Sportowa → Brzozowa – Polna → Reymonta – cmentarz → Wojska Polskiego - Ogrody Łukasiewicza → Wojska Polskiego – Sportowa → Sienkiewicza → Piłsudskiego – Konopnickiej → Piłsudskiego - pl. Wolności → Wyszyńskiego bank → ZCP Peron 3 → Szczecińska → Szczecińska – pl. Zgody → Szczecińska – Wieniawskiego → Szczecińska – Moniuszki → Pętla 15 Południk	13,26 km
13 (TAM)	Al. Żołnierza – początkowy → Al. Żołnierza - koszary → Al. Żołnierza – Os. Hallera → Pogodna - Os. Hallera → Pogodna - Al. Gryfa → Al. Gryfa – Jesienna → Kościuszki – Szkolna → Pl. Słoneczny → Szczecińska – Słoneczna → Szczecińska – DKK → ZCP Peron 1 → Wyszyńskiego i Poczta → Czarnieckiego - Pl. Wolności → Czarnieckiego – kościół → Bolesława Krzywoustego → Kazimierza Wielkiego → Bolesława Chrobrego szkoła → Daleka → Drzymały → Daleka → Gdańska – Grunwaldzka → Gdańska – działki → Gdyńska – Grudziądzka → Gdyńska	9,73 km
13 (POWRÓT)	Gdyńska początkowy → Gdyńska → Gdańska – Morska → Gdańska – Łąkowa → Daleka → Drzymały → Daleka → Bolesława Chrobrego → Bolesława Chrobrego – Portowa → Kazimierza Wielkiego ratusz → Bolesława Krzywoustego Kolegiata → Czarnieckiego → Czarnieckiego skwer Św. Jana Pawła II → Wyszyńskiego - Bank → ZCP Peron 3 → Szczecińska → Słoneczna → Kościuszki - pl. Majdanek → Al. Gryfa – Kościuszki → Al. Gryfa – Pogodna → Pogodna → Al. Żołnierza szkoła → Al. Żołnierza → Al. Żołnierza	9,41 km
15 (linia okólna)	Pętla Chopina → Nasienna - Ciepłna → Nasienna → Hanzeatycka – Kupiecka → Skandynawska → Przemysłowa → Ciepłna → Wieniawskiego - Ciepłna → Pętla Chopina → Nasienna – Ciepłna → Usługowa → Usługowa – Składowa → Ceglana 02 szkoła → Ceglana 04 stadion → I Brygady 03 → Piłsudskiego – Konopnickiej → Piłsudskiego - Pl. Wolności → Struga → Bolesława Chrobrego – Portowa → Kazimierza Wielkiego – Ratusz → Bolesława Krzywoustego - Kolegiata → Staszica LO → Bogusława IV - starostwo → Spokojna - park Batorego → Spokojna 04 cmentarz → Al. Gryfa – Kościuszki → Al. Gryfa - Pogodna → Pogodna → Al. Żołnierza – szkoła → Al. Żołnierza → Os. Zachód - Szczecińska 02 → Pętla Moniuszki → Wieniawskiego → Pętla Chopina	15,10 km

### 3.2. Analiza opcji inwestycyjnych

Alternatywne warianty realizacji Inwestycji:

I. **Wariant „0”** – wymiana taboru na pojazdy o napędzie konwencjonalnym, spełniające najwyższe normy emisji spalin.

II. **Wariant „1”** – wprowadzenie do eksploatacji pojazdów o napędzie zeroemisyjnym elektrycznym.

**Wariant „1a”** - autobusy elektryczne akumulatorowe w modelu opartym o ładowanie metodą plug-in.

**Wariant „1b”** - autobusy elektryczne akumulatorowe w modelu opartym o ładowanie metodą plug-in oraz metodą pantografową.

III. **Wariant „2”** – wprowadzenie do eksploatacji pojazdów o napędzie zeroemisyjnym wodorowym – autobusy elektryczne z wodorowymi ogniwami paliwowymi.

Zgodnie z zapisami UoEiPA do 2028 roku podmiot świadczący usługi publicznego transportu zbiorowego będzie posiadał co najmniej 30% autobusów o napędzie zeroemisyjnym w całym eksploatowanym taborze na rzecz danej jednostki samorządu terytorialnego. **W związku z powyższym w Gminie Miasto Stargard, przy obecnym stanie taboru wynoszącym 40 pojazdów, do 2028 roku wymagana liczba pojazdów zeroemisyjnych wynosi 12 szt.**

MPK Sp. z o.o. nie posiada w swoim taborze autobusów o napędzie zeroemisyjnym, lecz w swoich planach przewiduje ich zakup wraz z ładowarkami – zakup przy dofinansowaniu zewnętrznym na 11 autobusów elektrycznych wraz z ładowarkami z programu Zielony Transport Publiczny 3.0:

- Autobusy MAXI 12 m – 7 szt.
- Autobusy MINI do 8 m – 2 szt.
- Autobusy MEGA 18 m – 2 szt.
- Ładowarki o mocy 120 kW – 6 szt.

MPK Sp. z o.o. planuje również budowę stacji transformatorowej o mocy 1 MW wraz z instalacją do zasilania 6 ładowarek.

W celu spełnienia wyżej opisanych wymogów UoEiPA udział pojazdów zeroemisyjnych we flocie pojazdów, które będą wykorzystywane do wykonywania przewozów w komunikacji miejskiej Miasta Stargard powinien przedstawiać się następująco:

- od 1 stycznia 2025 r. (20%) – 8 autobusów;
- od 1 stycznia 2028 r. (30%) – 12 autobusów.

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

8 autobusów zeroemisyjnych w 2024 roku + 4 autobusów w 2027 roku, w tym:

- autobusy klasy MAXI – 8 szt. (20,00% całej floty);
- autobusy klasy MEGA – 2 szt. (5,00% całej floty);
- autobusy klasy MINI – 2 szt. (5,00% całej floty).

W pierwszym etapie modernizacji (zakup w 2024 r.) użytkowanych pojazdów do likwidacji przeznaczono pojazdy charakteryzujące się normą emisji spalin EURO 3 i EURO 4 – 8 szt. (20,00%).

Tym samym wymianie ulegnie:

- 1 pojazd klasy MEGA EURO 3;
- 5 pojazdów klasy MAXI EURO 3;
- 2 pojazdy klasy MAXI EURO 4.

Parametry wymienianych pojazdów:

- łączna liczba wzm realizowanych w skali roku: 211 253 wzm;
- Śr. l. wzm na jeden pojazd: 26 407 wzm;
- Śr. zużycie paliwa w skali roku przez jeden pojazd: 10 752,74 l;

- liczba pasażerów możliwych do przewiezienia (maksymalne zapelnienie): 875 pasażerów.

W drugim etapie modernizacji (zakup w 2027 r.) użytkowanych pojazdów do likwidacji przeznaczono pojazdy charakteryzujące się normą emisji spalin EURO 4 – 1 szt. i EURO 5 – 3 szt.

Tym samym wymianie ulegnie:

- 1 pojazd klasy MINI EURO 4;
- 1 pojazd klasy MINI EURO 5;
- 1 pojazd klasy MEGA EURO 5;
- 1 pojazd klasy MAXI EURO 5.

Parametry wymienianych pojazdów:

- łączna liczba wzm realizowanych w skali roku: 180 794 wzm;
- Śr. l. wzm na jeden pojazd: 45 198,5 wzm
- Śr. zużycie paliwa w skali roku przez jeden pojazd: 13 983,77 l;
- liczba pasażerów możliwych do przewiezienia (maksymalne zapelnienie): 280 pasażerów.



### 3.2.1. Wariant „0”

	Wariant „0”					
	2023	2024	2025	2026	2027	2028
EURO 3	6	0	0	0	0	0
EURO 4	5	3	3	3	2	2
EURO 5	6	6	6	6	3	3
EURO 6	23	31	31	31	35	35
EEV	0	0	0	0	0	0
FCEF	0	0	0	0	0	0

Wariant „0” jest to tzw. wariant bazowy, który ma charakter wyłącznie porównawczy, stanowiący punkt odniesienia dla wariantów inwestycyjnych.

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

W tym wariantcie zakłada się, że do 2028 roku zostanie przeprowadzana kompleksowa wymiana obecnie używanych autobusów na nowe lub używane pojazdy o napędzie konwencjonalnym (silnik zasilany ON). Zakłada się, że w pierwszej kolejności zostaną wymienione pojazdy, które spełniają niższą normę emisji spalin niż EURO 6. W pierwszym kroku zaleca się wymianę autobusów o najniższej normie emisji spalin, czyli autobusów o numerach bocznych: 808, 803, 818, 841, 844, 845, 846, 847. Wskazane pojazdy, charakteryzują się normą emisji spalin EURO 3 i EURO 4. Do 2028 r. zaleca się, aby został wymieniony najstarszy pojazd klasy MEGA o numerze bocznym 816 i pojazd klasy MAXI o numerze bocznym 827. Dodatkowo planuje się wymianę dwóch pojazdów klasy MINI, który wykonują w ciągu roku najwięcej wzm. Wytypowane pojazdy do wymiany to pojazd o numerze bocznym: 107 i 108.

Na potrzeby analizy przyjęto, że nowe pojazdy o napędzie spalinowym będą spełniać normę emisji spalin EURO 6. Tym samym w roku 2028 MPK Sp. z o.o. w Stargardzie osiągnęłaby flotę pojazdów, w której 87,50% autobusów charakteryzowałoby się normą na poziomie EURO 6.

Istotną kwestią jest zaznaczenie, że powyższe rozważanie zostało stworzone przy zachowaniu stałego poziomu taboru, tj. 40 pojazdów oraz z zachowaniem tej samej klasy pojazdu/podaży miejsc. Wymiana taboru może nastąpić znacznie szybciej i przy większych jednorazowych zakupach, jeżeli zostaną pozyskane dodatkowe środki na zakup z zewnętrznych funduszy.



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, tym samym zakup autobusu wodorowego jest ponad 3 razy wyższy niż zakup autobusu spalinowego. Wariant „0” pozwala również uniknąć kosztów zakupu infrastruktury do ładowania/tankowania pojazdów zeroemisyjnych. Dodatkową zaletą jest fakt, iż w zakresie zaopatrzenia pojazdów w olej napędowy nowo zakupione pojazdy wykorzystywałyby istniejącą infrastrukturę.



Negatywnymi aspektami wyboru Wariantu „0” są przede wszystkim szkody w środowisku naturalnym w postaci zanieczyszczenia powietrza tzn. emisja produktów spalania oleju napędowego, czyli głównie tlenku węgla, węglowodorów, tlenków azotu oraz cząstek PM. Zaniechanie planów inwestycyjnych polegających na realizacji zakupów pojazdów zeroemisyjnych spowoduje 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 zmniejszy szkodliwą emisję, lecz jej całkowicie nie wyeliminuje.



### 3.2.2. Wariant „1”

	Wariant „1”					
	2023	2024	2025	2026	2027	2028
EURO 3	6	0	0	0	0	0
EURO 4	5	3	3	3	2	2
EURO 5	6	6	6	6	3	3
EURO 6	23	23	23	23	23	23
EEV	0	8	8	8	12	12
FCEF	0	0	0	0	0	0

Wariant inwestycyjny „1” zakłada rozwój publicznego transportu zbiorowego dla Gminy Miasto Stargard 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 wraz z infrastrukturą ładowania a także uwzględniający szacunkowe koszty: eksploatacji pojazdów, budowy punktów ładowania, 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.

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 w przypadku autobusów klasy MAXI oraz 152,4 kWh/100 km w przypadku autobusów klasy MEGA, co przy koszcie 1 kWh energii elektrycznej wynoszącym ok. 0,90 zł/kWh netto daje koszt wielkości 117,72 zł/100 km dla autobusu klasy MAXI i 137,16 zł/100 km dla autobusu klasy MEGA. Deklarowany przez producentów zasięg autobusów elektrycznych przy

pełnym naładowaniu baterii wynosi ok. 250 km przy odpowiednich warunkach atmosferycznych<sup>14</sup>.

Uwzględniając uwarunkowania przestrzenne i eksploatacyjne sieci komunikacyjnej Miasta Stargard zakłada się, iż autobusy o napędzie zeroemisyjnym będą wyposażone w baterie typu High Energy, o pojemności minimum 300 kWh dla pojazdów klasy MAXI, 116 kWh dla pojazdów klasy MINI/MIDI oraz o pojemności 350 kWh lub większej dla pojazdów klasy MEGA. Według danych producentów taki magazyn energii gwarantuje przejazd, w zależności od warunków atmosferycznych, około 250 km na jednym ładowaniu. 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 1,3 kWh, klasy MIDI – 1,1 kWh, MINI – 1,0 kWh natomiast przez autobus klasy MEGA – 1,5 kWh przy odpowiednich warunkach atmosferycznych<sup>15</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, nawet jeśli urządzenia klimatyzacyjne wspomagane są pompą ciepła.

Zakup autobusu elektrycznego (baterijnego) klasy MAXI to koszt około **2 835.000,00 zł**<sup>16</sup> netto, klasy MEGA – **3 885 000,00 zł**, a klasy MINI – **1 627 500,00 zł**. 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

<sup>14</sup> Wpływ na zużycie energii przez pojazdy elektryczne ma przede wszystkim: prędkość, styl jazdy, topografia, warunki klimatyczne i obciążenie pojazdu.

<sup>15</sup> Jw.

<sup>16</sup> Cena przyjęta w złożonym wniosku przez MPK Stargard powiększona o prognozowany wzrost ceny

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.

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.

Czas ładowania pojazdów elektrycznych uzależniony jest od mocy stacji ładowania. Prognozowany koszt budowy stacji ładowania zlokalizowanej w zajezdni autobusowej (ładowanie za pośrednictwem złącza wtykowego) dla stacji o mocy 120 kW to koszt ok. **194.250,00 zł<sup>17</sup>** (netto).

Wariant „1a” zakłada zakup i montaż sześciu stacjonarnych, dwustanowiskowych ładowarek typu plug-in, wyposażonych w dwa złącza Combo-2, które będą umożliwiały ładowanie mocą 120 kW, natomiast w przypadku ładowania dwóch pojazdów w jednym momencie moc ładowarki rozkładana będzie równomiernie (2 x 50/60 kW). Wariant ten zakłada ładowanie pojazdów jedynie na zajezdni do 90% pojemności baterii. Czas ładowania baterii trakcyjnych autobusów elektrycznych prądem o mocy ładowania 50 kW wynosić będzie nie więcej niż 4 godz., natomiast czas ładowania baterii trakcyjnych autobusów elektrycznych prądem o mocy ładowania 100 kW wynosić będzie niespełna 2 godz.

Ładowarki typu plug-in powinny zostać umieszczone na zajezdni Operatora - przy ul. Składowej 1 w Stargardzie

Natomiast Wariant „1b” zakłada zakup i montaż sześciu stacjonarnych, dwustanowiskowych ładowarek typu plug-in, wyposażonych w dwa złącza Combo-2, które będą umożliwiały ładowanie mocą 100-120 kW oraz dwie ładowarki pantografowe o mocy 200 kW. Ładowarki terenowe z funkcją szybkiego ładowania z wykorzystaniem pantografu powinny zostać zlokalizowane:

- na terenie Zintegrowanego Centrum Przesiadkowego (ZCP) – 1 szt. – co umożliwi doładowanie pojazdów kursujących na linii nr: 9, 10, 12 i 13;

- na terenie pętli autobusowej CHOPINA – 1 szt. – co umożliwi doładowanie pojazdów kursujących na linii nr: 5 i 15.

**Dodatkowo należy pamiętać, iż pojawienie się autobusów zeroemisyjnych na sieci komunikacji miejskiej organizowanej przez Miasto Stargard może być związane z koniecznością reorganizacji i przygotowania rozkładów jazdy w taki sposób, aby dopasować zasięg autobusów elektrycznych do liczby kursów i przerw międzykursowych. Pozwoli to na najefektywniejsze korzystanie z zainstalowanej infrastruktury ładowania i maksymalne wykorzystanie taboru zeroemisyjnego.**

Zatem wariant inwestycyjny „1” to wariant wedle którego, zgodnie z zapisami w UoEiPA, 20% taboru od 1 stycznia 2025 roku powinien stanowić tabor autobusowy zeroemisyjny (8 autobusów przy stanie inwentarzowym 40), natomiast od 1 stycznia 2028 r. – 30% (12 autobusów przy stanie inwentarzowym wynoszącym 40 pojazdów).

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

<sup>17</sup> Cena przyjęta w złożonym wniosku przez MPK Stargard powiększona o prognozowany wzrost ceny

założeń tego wariantu założono, iż zamówienie taboru wedle parytetu to jednocześnie jego dostarczenie i zmiana struktury taborowej operatorów.

Wariant „1” uwzględnia w pierwszym etapie, tj. do 1 stycznia 2025 r. zakup 8 autobusów z napędem elektrycznym. Podobnie jak w „Wariacie 0” w pierwszym kroku zaleca się wymianę autobusów o najniższej normie emisji spalin, czyli autobusów o numerach bocznych: 808, 803, 818, 841, 844, 845, 846, 847. Wskazane pojazdy, charakteryzują się normą emisji spalin EURO 3 i EURO 4. Zgodnie z UoEiPA do 2028 r. zaleca się zakup kolejnych 4 autobusów zeroemisyjnych, dzięki czemu wymieniony zostanie najstarszy pojazd klasy MEGA o numerze bocznym 816 i klasy MAXI o numerze bocznym 827. Dodatkowo planuje się wymianę dwóch pojazdów klasy MINI, który wykonują w ciągu roku najwięcej wzm. Wytypowane pojazdy do wymiany to pojazd o numerze bocznym: 107 i 108.

Infrastruktura ładująca powinna pozwolić na ładowanie pojazdów w nocy podczas postoju oraz w ciągu dnia, doładowując pojazdy umożliwiając im obsługę przypisanych linii komunikacyjnych.

Istotną kwestią jest zaznaczenie, że **powyższe rozważanie zostało stworzone przy zachowaniu stałego poziomu taboru, tj. 40 pojazdów samochodowych**. Wymiana taboru może nastąpić znacznie szybciej i przy większych jednorazowych zakupach, jeżeli zostaną pozyskane dodatkowe środki na zakup z zewnętrznych funduszy.



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”.

### 3.2.3. Wariant „2”

	Wariant „2”					
	2023	2024	2025	2026	2027	2028
EURO 3	6	0	0	0	0	0
EURO 4	5	3	3	3	2	2
EURO 5	6	6	6	6	3	3
EURO 6	23	23	23	23	23	23
EEV	0	0	0	0	0	0
FCEF	0	8	8	8	12	12

Wariant inwestycyjny „2” zakłada rozwój publicznego transportu zbiorowego dla Miasta Stargard z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych wykorzystujących do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru, w zainstalowanych w nim ogniach 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 ogniu 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 ogniach paliwowych – wykorzystywany jest do tego proces elektrochemiczny, który zachodzi w tzw. ogniach 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>18</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>19</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 MPK Stargard taboru wynoszący 40 pojazdów, liczba autobusów zeroemisyjnych od 1 stycznia 2028 r. powinna wynosić 12 szt.

Wariant „1” uwzględnia w pierwszym etapie, tj. do 1 stycznia 2025 r. zakup 8 autobusów z napędem wodorowym. Podobnie jak w „Wariantcie 0” i „Wariantcie 1” w pierwszym kroku zaleca się wymianę autobusów

<sup>18</sup> Figaszewski M., SOLARIS, „Pojazdy komunikacji publicznej wykorzystujące wodór”.

<sup>19</sup> Jw.



o najniższej normie emisji spalin, czyli autobusów o numerach bocznych: 808, 803, 818, 841, 844, 845, 846, 847. Wskazane pojazdy, charakteryzują się normą emisji spalin EURO 3 i EURO 4. Zgodnie z UoEiPA do 2028 r. zaleca się zakup kolejnych 4 autobusów zeroemisyjnych, dzięki czemu wymieniony zostanie najstarszy pojazd klasy MEGA o numerze bocznym 816 i klasy MAXI o numerze bocznym 827. Dodatkowo planuje się wymianę dwóch pojazdów klasy MINI, który wykonują w ciągu roku najwięcej wkm. Wytypowane pojazdy do wymiany to pojazd o numerze bocznym: 107 i 108.

W związku z przyjętymi dla Wariantu „2” założeniami w 2028 r. sieć komunikacji miejskiej Miasta Stargard powinno obsługiwać łącznie 12 samochodowych pojazdów elektrycznych-wodorowych, co będzie stanowiło 30,00% użytkowanego taboru.

Istotną kwestią jest zaznaczenie, że **powyższe rozważanie zostało stworzone przy zachowaniu stałego poziomu taboru, tj. 40 pojazdów samochodowych**. Wymiana taboru może nastąpić znacznie szybciej i przy większych jednorazowych zakupach, jeżeli zostaną pozyskane dodatkowe środki na zakup z zewnętrznych funduszy.



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 Stargard 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>20</sup>. Podkreślić należy także, że zasięg autobusu napędzanego wodorem jest porównywalny do zasięgu o napędzie

tradycyjnym (400–450 km<sup>21</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 56,47 zł/kg<sup>22</sup>, co oznacza, że przejechanie 100 km autobusem z napędem wodorowym kosztuje ok. 447 zł, gdzie przejechanie tego samego odcinka drogi autobusem o napędzie konwencjonalnym to koszt około 180 zł<sup>23</sup>). Na uwagę 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 około 3 800 000,00 zł<sup>24</sup> 25(netto) za autobus klasy MEGA, 3 200 000,00 zł (netto) za autobus klasy MAXI i 2 106 00,00 zł (netto) za autobus klasy MINI.

**Zakup autobusów napędzanych paliwem wodorowym jest możliwy, lecz uwzględniając konieczność budowy infrastruktury dedykowanej tankowaniu pojazdów wodorowych, brak jest możliwości do skutecznego wdrażania tego wariantu. W przypadku wprowadzenia autobusów wodorowych do komunikacji miejskiej, konieczne byłoby przeprowadzenie inwestycji nie tylko w sam tabor, ale również w stację tankowania wodoru oraz zakup samego paliwa od zewnętrznych dostawców.**

<sup>20</sup> Obserwatorium Rynku Paliw Alternatywnych, PKN Orlen wybuduje hub wodorowy we Włocławku, [www.orpa.pl](http://www.orpa.pl), TOR Zespół Doradców Gospodarczych, Transport kluczem do rozwoju technologii wodorowych w Polsce

<sup>21</sup> Przy uwzględnieniu, że pojemność butli z wodorem wynosi 34 kg bez uwzględnienia komfortu termicznego.

<sup>22</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>23</sup> Powyższe dane przedstawione są dla autobusu klasy MAXI

<sup>24</sup> Cena wskazana na podstawie ofert handlowych producentów autobusów, pozyskanych przez MZA w 2023 r.

<sup>25</sup> W rozstrzygniętym przetargu w Chełmie na 26 autobusów wodorowych klasy MAXI cena jednostkowa za jeden pojazd kształtowała się na poziomie 3.730.576,93 zł.

### 3.3. 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:



**lepszą jakość  
powietrza**



**poprawa 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 m.in. Miasta Stargard. 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).

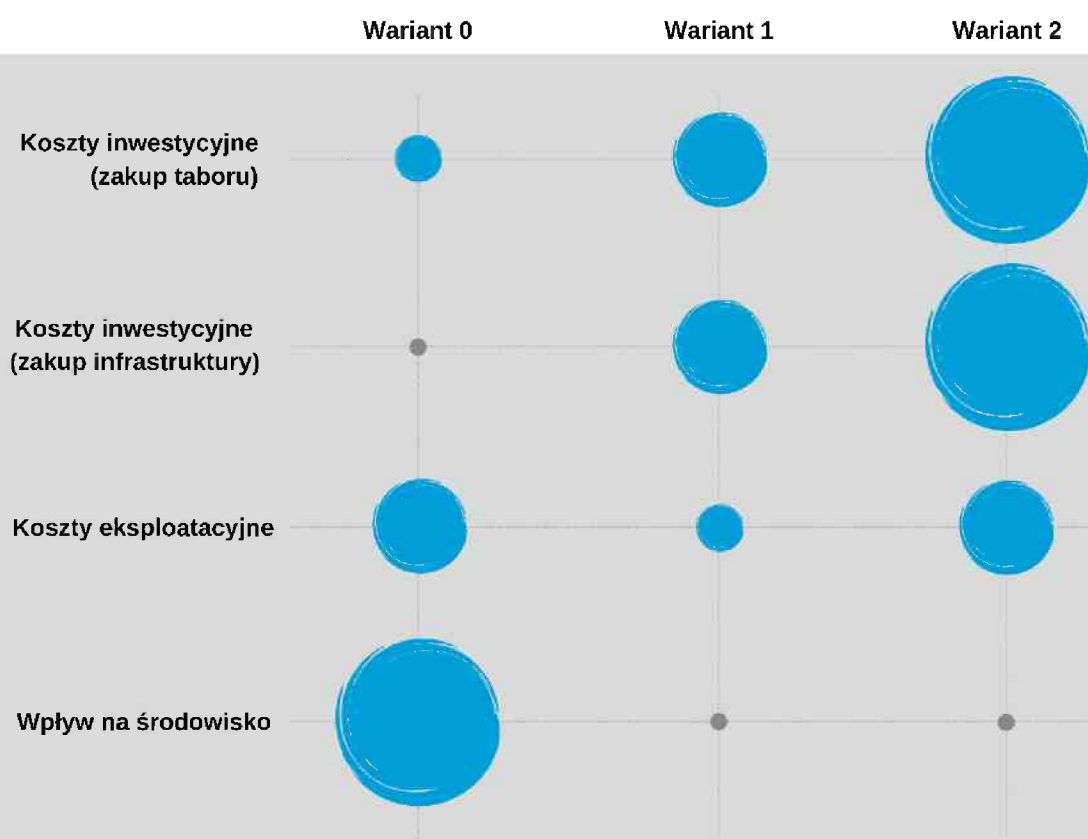
Koszt zakupu pojazdów z napędem zeroemisyjnym oraz infrastruktury do ich obsługi przewyższa zakup pojazdów z napędem konwencjonalnym, jednak rynek motoryzacyjny w zakresie pojazdów o napędzie alternatywnym dynamicznie się rozwija, zatem można spodziewać się, że koszty te będą się zmniejszały. Ponadto 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 bateryjnymi 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 EEV. 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 Stargard, 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 zanieczyszczania środowiska naturalnego. Jednakże tu należy mieć na względzie 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.



Odnosząc się do powyższej tabeli można zauważyć, że aspekty środowiskowe zdecydowanie przeważają na korzyść Wariantu „1” oraz 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 największe koszty inwestycyjne z uwagi na wykorzystanie technologii wodorowej, która jest dopiero rozwijana.

**Najkorzystniejszym wariantem wydaje 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

### 4.1. 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 10 lat rozumianego jako ekonomiczny cykl życia projektu (Inwestycji).

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

- **Wariant „0”**: wymiana taboru na nowy o napędzie konwencjonalnym (diesla).
- **Wariant „1a”**: wymiana taboru na nowy o napędzie elektrycznym wraz ze stacją ładowania typu plug-in.

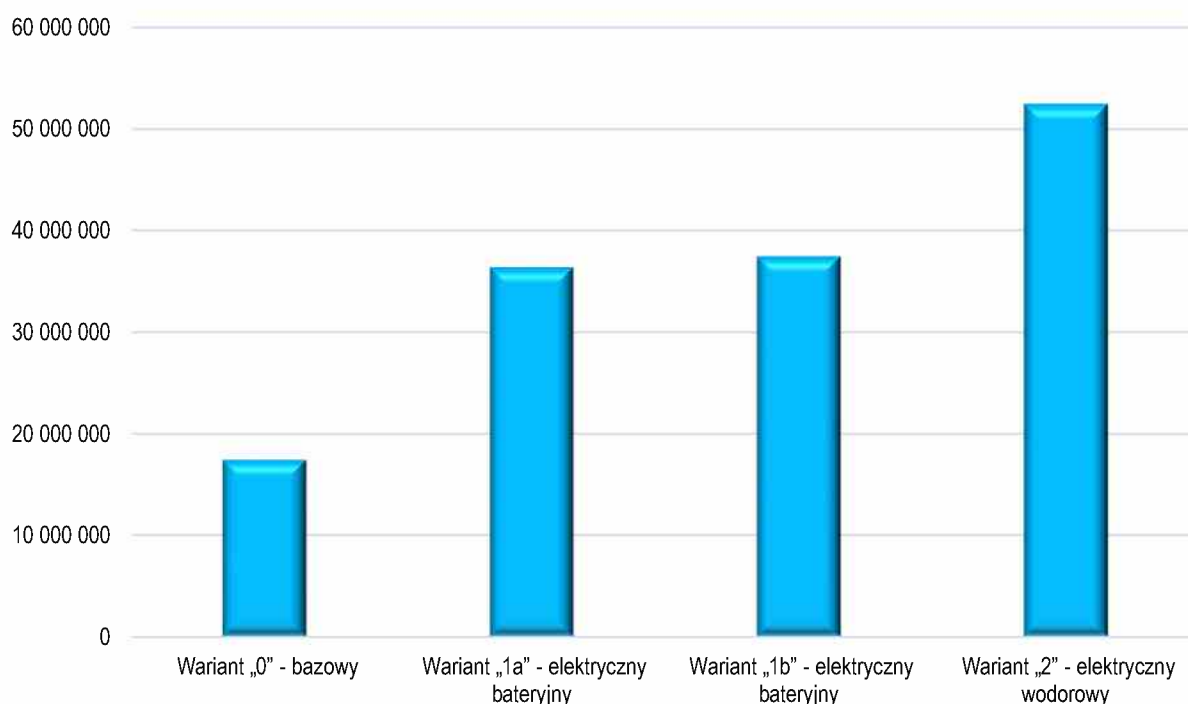
- **Wariant „1b”**: wymiana taboru na nowy o napędzie elektrycznym wraz ze stacją ładowania typu plug-in oraz pantografem.

- **Wariant „2”**: wymiana taboru na nowy o napędzie wodorowym.

Założenia ekonomiczno-finansowe wykorzystane w Analizie pozyskano ze źródeł ogólnodostępnych oraz danych udostępnionych przez przedstawicieli MPK Sp. z o.o. w Stargardzie.

Wszystkie wartości wskazano w złotych (PLN) zaokrąglonych do dwóch miejsc po przecinku.

Wartość nakładów inwestycyjnych dot. zakupu taboru autobusowego ze względu na przedmiot poszczególnych wariantów poddanym ocenie kształtują się następująco, tj.:



**Wykres 18. Wartość nakładów inwestycyjnych dla wariantu „0”, „1” i „2” [PLN]**

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 13. 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>13 500 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3 900 000</b>	<b>0</b>
<b>Inwestycja w środki transportu</b>	<b>13 500 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3 900 000</b>	<b>0</b>
<b>MINI</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2 268 000</b>	<b>0</b>
Liczba autobusów	0	0	0	2	0
Cena jednostkowa	1 134 000	1 134 000	1 134 000	1 134 000	1 134 000
<b>MIDI</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba autobusów	0	0	0	0	0
Cena jednostkowa	1 400 000	1 400 000	1 400 000	1 400 000	1 400 000
<b>MAXI</b>	<b>11 200 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1 600 000</b>	<b>0</b>
Liczba autobusów	7	0	0	1	0
Cena jednostkowa	1 600 000	1 600 000	1 600 000	1 600 000	1 600 000
<b>MEGA</b>	<b>2 300 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2 300 000</b>	<b>0</b>
Liczba autobusów	1	0	0	1	0
Cena jednostkowa	2 300 000	2 300 000	2 300 000	2 300 000	2 300 000
<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 14. Wartość nakładów inwestycyjnych dla Wariantu "1a" elektrycznego baterijnego w latach 2024-2028 [w zł netto]

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Wydatki inwestycyjne (razem)</b>	<b>26 395 500</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9 975 000</b>	<b>0</b>
<b>Inwestycja w środki transportu</b>	<b>23 730 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9 975 000</b>	<b>0</b>
<b>MINI</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3 255 000</b>	<b>0</b>
Liczba autobusów	0	0	0	2	0
Cena jednostkowa	1 627 500	1 627 500	1 627 500	1 627 500	1 627 500
<b>MIDI</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba autobusów	0	0	0	0	0
Cena jednostkowa	2 100 000	2 100 000	2 100 000	2 100 000	2 100 000
<b>MAXI</b>	<b>19 845 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2 835 000</b>	<b>0</b>
Liczba autobusów	7	0	0	1	0
Cena jednostkowa	2 835 000	2 835 000	2 835 000	2 835 000	2 835 000
<b>MEGA</b>	<b>3 885 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3 885 000</b>	<b>0</b>
Liczba autobusów	1	0	0	1	0
Cena jednostkowa	3 885 000	3 885 000	3 885 000	3 885 000	3 885 000
<b>Inwestycja w infrastrukturę towarzyszącą</b>	<b>2 665 500</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Ładowarka plug-in</b>	<b>1 165 500</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba stanowisk	6	0	0	0	0
Cena jednostkowa	194 250	194 250	194 250	194 250	194 250
<b>Stacja transformatorowa</b>	<b>1 500 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba stanowisk	1	0	0	0	0
Cena jednostkowa	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 15. Wartość nakładów inwestycyjnych dla Wariantu "1b" elektrycznego baterijnego w latach 2024-2028 [w zł netto]

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Wydatki inwestycyjne (razem)</b>	<b>27 460 652</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9 975 000</b>	<b>0</b>
<b>Inwestycja w środki transportu</b>	<b>23 730 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9 975 000</b>	<b>0</b>
<b>MINI</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3 255 000</b>	<b>0</b>
Liczba autobusów	0	0	0	2	0
Cena jednostkowa	1 627 500	1 627 500	1 627 500	1 627 500	1 627 500
<b>MIDI</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba autobusów	0	0	0	0	0
Cena jednostkowa	2 100 000	2 100 000	2 100 000	2 100 000	2 100 000

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>MAXI</b>	<b>19 845 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2 835 000</b>	<b>0</b>
Liczba autobusów	7	0	0	1	0
Cena jednostkowa	2 835 000	2 835 000	2 835 000	2 835 000	2 835 000
<b>MEGA</b>	<b>3 885 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3 885 000</b>	<b>0</b>
Liczba autobusów	1	0	0	1	0
Cena jednostkowa	3 885 000	3 885 000	3 885 000	3 885 000	3 885 000
<b>Inwestycja w infrastrukturę towarzyszącą</b>	<b>3 730 652</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Ładowarka plug-in</b>	<b>1 165 500</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba stanowisk	6	0	0	0	0
Cena jednostkowa	194 250	194 250	194 250	194 250	194 250
<b>Ładowarka pantografowa</b>	<b>1 065 152</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba stanowisk	2	0	0	0	0
Cena jednostkowa	532 576	532 576	532 576	532 576	532 576
<b>Stacja transformatorowa</b>	<b>1 500 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba stanowisk	1	0	0	0	0
Cena jednostkowa	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 16. 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>41 200 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11 212 000</b>	<b>0</b>
<b>Inwestycja w środki transportu</b>	<b>26 200 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11 212 000</b>	<b>0</b>
<b>MINI</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4 212 000</b>	<b>0</b>
Liczba autobusów	0	0	0	2	0
Cena jednostkowa	2 106 000	2 106 000	2 106 000	2 106 000	2 106 000
<b>MIDI</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba autobusów	0	0	0	0	0
Cena jednostkowa	2 600 000	2 600 000	2 600 000	2 600 000	2 600 000
<b>MAXI</b>	<b>22 400 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3 200 000</b>	<b>0</b>
Liczba autobusów	7	0	0	1	0
Cena jednostkowa	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000
<b>MEGA</b>	<b>3 800 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3 800 000</b>	<b>0</b>
Liczba autobusów	1	0	0	1	0
Cena jednostkowa	3 800 000	3 800 000	3 800 000	3 800 000	3 800 000
<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>
Liczba stacji	1	0	0	0	0
Cena jednostkowa	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 taboru autobusowego 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.

Z uwagi na wariantowość realizacji Inwestycji w tabor zeroemisyjny o napędzie elektrycznym (Wariant „1a” i „1b”) za jedyną zmienną uznano wydatki inwestycyjne, obejmujące dodatkowe wyposażenie systemu

ładowania pojazdów poprzez pantograf, natomiast pozostałe wydatki i koszty przyjęto na analogicznym poziomie w obu podwariantach.

Należy przy tym wskazać, że przyjęte w Analizie koszty eksploatacyjne uwzględniają w odpowiedniej proporcji zmiany wynikające z realizacji pracy przewozowej wyrażonej w wozokilometrach dla taboru zeroemisyjnego poszczególnych wariantów, w wymiarze odpowiadającym ich wymianie w związku z realizacją Inwestycji.

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

• **Wariant „0” – bazowy: 71.951.958 zł.**

• **Wariant „1” – elektryczny baterijny:**

**69.435.629 zł.**

• **Wariant „2” – elektryczny wodorowy:**

**94.182.375 zł.**

a ich szczegółowa struktura przedstawia się następująco, tj.:

Tabela 17. Wartość wydatków eksploatacyjnych dla wariantu „0”, „1” i „2” w latach 2024-2028 [PLN]

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Wariant „0” - bazowy</b>	<b>4 796 797</b>	<b>4 796 797</b>	<b>4 796 797</b>	<b>4 796 797</b>	<b>4 796 797</b>
<b>Paliwo [ON]</b>	<b>3 849 288</b>	<b>3 849 288</b>	<b>3 849 288</b>	<b>3 849 288</b>	<b>3 849 288</b>
Liczba wzm	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882
Koszt paliwa na wzm					
MINI	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
MIDI	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
MAXI	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81
MEGA	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru ON [zł]</b>	<b>947 510</b>	<b>947 510</b>	<b>947 510</b>	<b>947 510</b>	<b>947 510</b>
Liczba autobusów	40	40	40	40	40
Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]					
MINI	20 169	20 169	20 169	20 169	20 169
MIDI	22 147	22 147	22 147	22 147	22 147
MAXI	22 058	22 058	22 058	22 058	22 058
MEGA	33 822	33 822	33 822	33 822	33 822

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Wariant „1” - elektryczny baterijny</b>	<b>4 796 797</b>	<b>4 513 946</b>	<b>4 513 946</b>	<b>4 513 946</b>	<b>4 436 734</b>
<b>Paliwo [ON]</b>	<b>3 849 288</b>	<b>3 029 406</b>	<b>3 029 406</b>	<b>3 029 406</b>	<b>2 754 887</b>
Liczba wzm	2 107 882	1 672 221	1 672 221	1 672 221	1 485 151
Koszt paliwa na wzm					
MINI	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
MIDI	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
MAXI	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81
MEGA	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru ON [zł]</b>	<b>947 510</b>	<b>759 280</b>	<b>759 280</b>	<b>759 280</b>	<b>663 063</b>
Liczba autobusów	40	32	32	32	28
Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]					
MINI	20 169	20 169	20 169	20 169	20 169
MIDI	22 147	22 147	22 147	22 147	22 147
MAXI	22 058	22 058	22 058	22 058	22 058
MEGA	33 822	33 822	33 822	33 822	33 822
<b>Energia elektryczna [EEV]</b>	<b>0</b>	<b>519 950</b>	<b>519 950</b>	<b>519 950</b>	<b>721 300</b>
Liczba wzm	0	435 661	435 661	435 661	622 731
Koszt energii elektrycznej na wzm					
MINI	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
MIDI	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
MAXI	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
MEGA	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru EEV [zł]</b>	<b>0</b>	<b>205 310</b>	<b>205 310</b>	<b>205 310</b>	<b>297 484</b>
Liczba autobusów	0	8	8	8	12
Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]					



MINI	19 392	19 392	19 392	19 392	19 392
MIDI	21 960	21 960	21 960	21 960	21 960
MAXI	25 320	25 320	25 320	25 320	25 320
MEGA	28 070	28 070	28 070	28 070	28 070
<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 (MINI)	155 160	155 160	155 160	155 160	155 160
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

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Wariant „2” - elektryczny wodorowy</b>	<b>4 796 797</b>	<b>5 993 382</b>	<b>5 993 382</b>	<b>5 993 382</b>	<b>6 491 403</b>
<b>Paliwo [ON]</b>	<b>3 849 288</b>	<b>3 029 406</b>	<b>3 029 406</b>	<b>3 029 406</b>	<b>2 754 887</b>
Liczba wzkm	2 107 882	1 672 221	1 672 221	1 672 221	1 485 151
Koszt paliwa na wzkm					
MINI	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
MIDI	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
MAXI	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81
MEGA	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru ON [zł]</b>	<b>947 510</b>	<b>759 280</b>	<b>759 280</b>	<b>759 280</b>	<b>663 063</b>
Liczba autobusów	40	32	32	32	28
Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]					
MINI	20 169	20 169	20 169	20 169	20 169
MIDI	22 147	22 147	22 147	22 147	22 147
MAXI	22 058	22 058	22 058	22 058	22 058
MEGA	33 822	33 822	33 822	33 822	33 822
<b>Wodór [FCEV]</b>	<b>0</b>	<b>1 972 980</b>	<b>1 972 980</b>	<b>1 972 980</b>	<b>2 737 042</b>
Liczba wzkm	0	435 661	435 661	435 661	622 731
Koszt zużycia wodoru na wzkm					
MINI	3,41	3,41	3,41	3,41	3,41
MIDI	3,88	3,88	3,88	3,88	3,88
MAXI	4,47	4,47	4,47	4,47	4,47
MEGA	5,21	5,21	5,21	5,21	5,21
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru FCEV [zł]</b>	<b>0</b>	<b>231 716</b>	<b>231 716</b>	<b>231 716</b>	<b>336 411</b>
Liczba autobusów	0	8	8	8	12
Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]					
MINI	22 506	22 506	22 506	22 506	22 506
MIDI	25 606	25 606	25 606	25 606	25 606
MAXI	28 672	28 672	28 672	28 672	28 672
MEGA	31 012	31 012	31 012	31 012	31 012

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ogólnodostępnych i MPK Sp. z o. o.

Tabela 18. Wartość wydatków eksploatacyjnych dla wariantu „0”, „1” i „2” w latach 2029-2033 [PLN]

Wyszczególnienie	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Wariant „0” - bazowy</b>	<b>4 796 797</b>	<b>4 796 797</b>	<b>4 796 797</b>	<b>4 796 797</b>	<b>4 796 797</b>
<b>Paliwo [ON]</b>	<b>3 849 288</b>	<b>3 849 288</b>	<b>3 849 288</b>	<b>3 849 288</b>	<b>3 849 288</b>
Liczba wzkm	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882
Koszt paliwa na wzkm					
MINI	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
MIDI	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
MAXI	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81
MEGA	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru ON [zł]</b>	<b>947 510</b>	<b>947 510</b>	<b>947 510</b>	<b>947 510</b>	<b>947 510</b>
Liczba autobusów	40	40	40	40	40
Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]					
MINI	20 169	20 169	20 169	20 169	20 169
MIDI	22 147	22 147	22 147	22 147	22 147
MAXI	22 058	22 058	22 058	22 058	22 058
MEGA	33 822	33 822	33 822	33 822	33 822

Wyszczególnienie	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Wariant „1” - elektryczny bateryjny</b>	<b>4 436 734</b>	<b>4 436 734</b>	<b>4 436 734</b>	<b>6 009 884</b>	<b>4 436 734</b>
<b>Paliwo [ON]</b>	<b>2 754 887</b>	<b>2 754 887</b>	<b>2 754 887</b>	<b>2 754 887</b>	<b>2 754 887</b>
Liczba wzkm	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151
Koszt paliwa na wzkm					
MINI	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
MIDI	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
MAXI	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81
MEGA	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru ON [zł]</b>	<b>663 063</b>	<b>663 063</b>	<b>663 063</b>	<b>663 063</b>	<b>663 063</b>
Liczba autobusów	28	28	28	28	28
Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]					
MINI	20 169	20 169	20 169	20 169	20 169
MIDI	22 147	22 147	22 147	22 147	22 147
MAXI	22 058	22 058	22 058	22 058	22 058
MEGA	33 822	33 822	33 822	33 822	33 822
<b>Energia elektryczna [EEV]</b>	<b>721 300</b>	<b>721 300</b>	<b>721 300</b>	<b>721 300</b>	<b>721 300</b>
Liczba wzkm	622 731	622 731	622 731	622 731	622 731
Koszt energii elektrycznej na wzkm					
MINI	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
MIDI	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
MAXI	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
MEGA	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru EEV [zł]</b>	<b>297 484</b>	<b>297 484</b>	<b>297 484</b>	<b>297 484</b>	<b>297 484</b>
Liczba autobusów	12	12	12	12	12
Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]					
MINI	19 392	19 392	19 392	19 392	19 392
MIDI	21 960	21 960	21 960	21 960	21 960
MAXI	25 320	25 320	25 320	25 320	25 320
MEGA	28 070	28 070	28 070	28 070	28 070
<b>Wymiana baterii wraz z utylizacją</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1 573 150</b>	<b>0</b>
Liczba	0	0	0	8	0
Cena jednostkowa (MINI)	155 160	155 160	155 160	155 160	155 160
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

Wyszczególnienie	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Wariant „2” - elektryczny wodorowy</b>	<b>6 491 403</b>	<b>6 491 403</b>	<b>6 491 403</b>	<b>6 491 403</b>	<b>6 491 403</b>
<b>Paliwo [ON]</b>	<b>2 754 887</b>	<b>2 754 887</b>	<b>2 754 887</b>	<b>2 754 887</b>	<b>2 754 887</b>
Liczba wzkm	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151
Koszt paliwa na wzkm					
MINI	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
MIDI	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
MAXI	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81
MEGA	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru ON [zł]</b>	<b>663 063</b>	<b>663 063</b>	<b>663 063</b>	<b>663 063</b>	<b>663 063</b>
Liczba autobusów	28	28	28	28	28
Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]					
MINI	20 169	20 169	20 169	20 169	20 169
MIDI	22 147	22 147	22 147	22 147	22 147
MAXI	22 058	22 058	22 058	22 058	22 058
MEGA	33 822	33 822	33 822	33 822	33 822
<b>Wodór [FCEV]</b>	<b>2 737 042</b>	<b>2 737 042</b>	<b>2 737 042</b>	<b>2 737 042</b>	<b>2 737 042</b>
Liczba wzkm	622 731	622 731	622 731	622 731	622 731
Koszt zużycia wodoru na wzkm					
MINI	3,41	3,41	3,41	3,41	3,41
MIDI	3,88	3,88	3,88	3,88	3,88
MAXI	4,47	4,47	4,47	4,47	4,47
MEGA	5,21	5,21	5,21	5,21	5,21
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru FCEV [zł]</b>	<b>336 411</b>	<b>336 411</b>	<b>336 411</b>	<b>336 411</b>	<b>336 411</b>
Liczba autobusów	12	12	12	12	12
Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]					
MINI	22 506	22 506	22 506	22 506	22 506
MIDI	25 606	25 606	25 606	25 606	25 606
MAXI	28 672	28 672	28 672	28 672	28 672
MEGA	31 012	31 012	31 012	31 012	31 012

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ogólnodostępnych i MPK Sp. z o.o.

Tabela 19. Wartość wydatków eksploatacyjnych dla wariantu „0”, „1” i „2” w latach 2034-2038 [PLN]

Wyszczególnienie	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Wariant „0” - bazowy</b>	<b>4 796 797</b>	<b>4 796 797</b>	<b>4 796 797</b>	<b>4 796 797</b>	<b>4 796 797</b>
<b>Paliwo [ON]</b>	<b>3 849 288</b>	<b>3 849 288</b>	<b>3 849 288</b>	<b>3 849 288</b>	<b>3 849 288</b>
Liczba wzkm	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882
Koszt paliwa na wzkm					
MINI	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
MIDI	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
MAXI	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81
MEGA	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru ON [zł]</b>	<b>947 510</b>	<b>947 510</b>	<b>947 510</b>	<b>947 510</b>	<b>947 510</b>
Liczba autobusów	40	40	40	40	40
Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]					
MINI	20 169	20 169	20 169	20 169	20 169
MIDI	22 147	22 147	22 147	22 147	22 147
MAXI	22 058	22 058	22 058	22 058	22 058
MEGA	33 822	33 822	33 822	33 822	33 822

Wyszczególnienie	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Wariant „1” - elektryczny bateryjny</b>	<b>4 436 734</b>	<b>5 156 504</b>	<b>4 436 734</b>	<b>4 436 734</b>	<b>4 436 734</b>
<b>Paliwo [ON]</b>	<b>2 754 887</b>	<b>2 754 887</b>	<b>2 754 887</b>	<b>2 754 887</b>	<b>2 754 887</b>
Liczba wzm	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151
Koszt paliwa na wzm					
MINI	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
MIDI	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
MAXI	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81
MEGA	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru ON [zł]</b>	<b>663 063</b>	<b>663 063</b>	<b>663 063</b>	<b>663 063</b>	<b>663 063</b>
Liczba autobusów	28	28	28	28	28
Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]					
MINI	20 169	20 169	20 169	20 169	20 169
MIDI	22 147	22 147	22 147	22 147	22 147
MAXI	22 058	22 058	22 058	22 058	22 058
MEGA	33 822	33 822	33 822	33 822	33 822
<b>Energia elektryczna [EEV]</b>	<b>721 300</b>	<b>721 300</b>	<b>721 300</b>	<b>721 300</b>	<b>721 300</b>
Liczba wzm	622 731	622 731	622 731	622 731	622 731
Koszt energii elektrycznej na wzm					
MINI	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
MIDI	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
MAXI	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
MEGA	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru EEV [zł]</b>	<b>297 484</b>	<b>297 484</b>	<b>297 484</b>	<b>297 484</b>	<b>297 484</b>
Liczba autobusów	12	12	12	12	12
Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]					
MINI	19 392	19 392	19 392	19 392	19 392
MIDI	21 960	21 960	21 960	21 960	21 960
MAXI	25 320	25 320	25 320	25 320	25 320
MEGA	28 070	28 070	28 070	28 070	28 070
<b>Wymiana baterii wraz z utylizacją</b>	<b>0</b>	<b>719 770</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba	0	4	0	0	0
Cena jednostkowa (MINI)	155 160	155 160	155 160	155 160	155 160
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

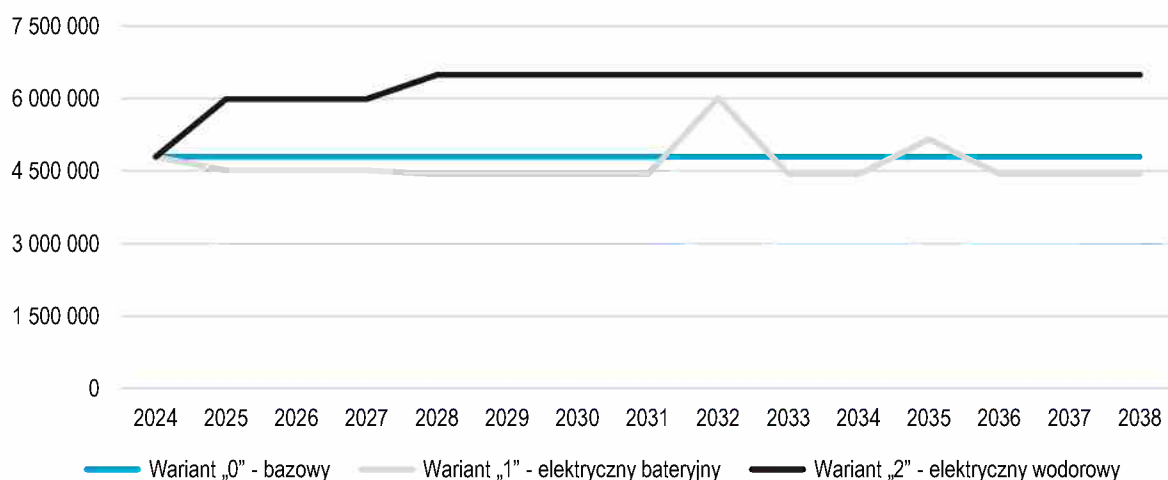
Wyszczególnienie	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Wariant „2” - elektryczny wodorowy</b>	<b>6 491 403</b>	<b>6 491 403</b>	<b>6 491 403</b>	<b>6 491 403</b>	<b>6 491 403</b>
<b>Paliwo [ON]</b>	<b>2 754 887</b>	<b>2 754 887</b>	<b>2 754 887</b>	<b>2 754 887</b>	<b>2 754 887</b>
Liczba wzm	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151
Koszt paliwa na wzm					
MINI	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
MIDI	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
MAXI	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81
MEGA	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru ON [zł]</b>	<b>663 063</b>	<b>663 063</b>	<b>663 063</b>	<b>663 063</b>	<b>663 063</b>
Liczba autobusów	28	28	28	28	28
Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]					
MINI	20 169	20 169	20 169	20 169	20 169
MIDI	22 147	22 147	22 147	22 147	22 147
MAXI	22 058	22 058	22 058	22 058	22 058
MEGA	33 822	33 822	33 822	33 822	33 822
<b>Wodór [FCEV]</b>	<b>2 737 042</b>	<b>2 737 042</b>	<b>2 737 042</b>	<b>2 737 042</b>	<b>2 737 042</b>
Liczba wzm	622 731	622 731	622 731	622 731	622 731
Koszt zużycia wodoru na wzm					
MINI	3,41	3,41	3,41	3,41	3,41
MIDI	3,88	3,88	3,88	3,88	3,88
MAXI	4,47	4,47	4,47	4,47	4,47

MEGA	5,21	5,21	5,21	5,21	5,21
<b>Średnioroczne koszty eksploatacji taboru FCEV [zł]</b>	<b>336 411</b>	<b>336 411</b>	<b>336 411</b>	<b>336 411</b>	<b>336 411</b>
Liczba autobusów	12	12	12	12	12
Średnioroczne jedn. koszty eksploatacji taboru [zł/autobus]					
MINI	22 506	22 506	22 506	22 506	22 506
MIDI	25 606	25 606	25 606	25 606	25 606
MAXI	28 672	28 672	28 672	28 672	28 672
MEGA	31 012	31 012	31 012	31 012	31 012

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ogólnodostępnych i MPK Sp. z o.o.

W związku z okresem użyteczności technicznej baterii dla taboru zeroemisyjnego o napędzie elektrycznym oszacowanym w oparciu o przewidywaną liczbę cykli ładowania na 8 lat, wartość wydatków eksploatacyjnych planowanych w latach 2032 i 2035 w Wariancie „1” uwzględnia koszty zakupu i wymiany przedmiotowego magazynu energii, wraz z ewentualnym 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 realizowanego przez MPK Sp. z o.o. wykazują stały trend, co zaprezentowano na poniższym wykresie, tj.:



**Wykres 19. Wartość nakładów eksploatacyjnych dla wariantu „0”, „1” i „2” [PLN]**

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 Wariantu „1a”, „1b” i „2” względem Wariantu „0”, w rezultacie czego otrzymano następujące wyniki, tj.:

**Tabela 20. Przepływy finansowe realizacji Inwestycji dla wariantu „1” i „2” (model różnicowy) w latach 2024-2028 [PLN]**

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Analiza finansowa – model różnicowy</b>					
<b>Wydatki inwestycyjne</b>					
Wariant „1a”	12 895 500	0	0	6 075 000	0
Wariant „1b”	13 960 652	0	0	6 075 000	0
Wariant „2”	27 700 000	0	0	7 312 000	0
<b>Wydatki eksploatacyjne</b>					
Wariant „1”	0	-282 851	-282 851	-282 851	-360 063
Wariant „2”	0	1 196 585	1 196 585	1 196 585	1 694 606



<b>Wartość rezydualna</b>					
Wariant „1”					
Wariant „2”					
<b>Przepływy pieniężne</b>					
Wariant „1a”	-12 895 500	282 851	282 851	-5 792 149	360 063
Wariant „1b”	-13 960 652	282 851	282 851	-5 792 149	360 063
Wariant „2”	-27 700 000	-1 196 585	-1 196 585	-8 508 585	-1 694 606

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ogólnodostępnych i MPK Sp. z o.o.

Tabela 21. Przepływy finansowe realizacji Inwestycji dla Wariantu „1” i „2” (model różnicowy) w latach 2029-2033 [PLN]

Wyszczególnienie	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Analiza finansowa – model różnicowy</b>					
<b>Wydatki inwestycyjne</b>					
Wariant „1a”	0	0	0	0	0
Wariant „1b”	0	0	0	0	0
Wariant „2”	0	0	0	0	0
<b>Wydatki eksploatacyjne</b>					
Wariant „1”	-360 063	-360 063	-360 063	1 213 087	-360 063
Wariant „2”	1 694 606	1 694 606	1 694 606	1 694 606	1 694 606
<b>Wartość rezydualna</b>					
Wariant „1”					
Wariant „2”					
<b>Przepływy pieniężne</b>					
Wariant „1a”	360 063	360 063	360 063	-1 213 087	360 063
Wariant „1b”	360 063	360 063	360 063	-1 213 087	360 063
Wariant „2”	-1 694 606	-1 694 606	-1 694 606	-1 694 606	-1 694 606

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ogólnodostępnych i MPK Sp. z o.o.

Tabela 22. Przepływy finansowe realizacji Inwestycji dla Wariantu „1” i „2” (model różnicowy) w latach 2034-2038 [PLN]

Wyszczególnienie	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Analiza finansowa – model różnicowy</b>					
<b>Wydatki inwestycyjne</b>					
Wariant „1a”	0	0	0	0	0
Wariant „1b”	0	0	0	0	0
Wariant „2”	0	0	0	0	0
<b>Wydatki eksploatacyjne</b>					
Wariant „1”	-360 063	359 707	-360 063	-360 063	-360 063
Wariant „2”	1 694 606	1 694 606	1 694 606	1 694 606	1 694 606
<b>Wartość rezydualna</b>					
Wariant „1”					
Wariant „2”					
<b>Przepływy pieniężne</b>					
Wariant „1a”	360 063	-359 707	360 063	360 063	360 063
Wariant „1b”	360 063	-359 707	360 063	360 063	360 063
Wariant „2”	-1 694 606	-1 694 606	-1 694 606	-1 694 606	-1 694 606

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ogólnodostępnych i MPK Sp. z o.o.

W oparciu o otrzymane wyniki różnicowych przepływów finansowych w ramach realizacji Inwestycji, obejmujące różnicowe rezultaty pieniężne alternatywnych Wariantów „1a”, „1b” i „2”, względem założeń dla taboru konwencjonalnego należy wskazać, że pomimo planowanych niższych wydatków eksploatacyjnych dla Wariantu „1” (korzyści finansowe), różnicowe przepływy

finansowe są wyższe względem Wariantu „0”, w łącznej wysokości za okres objęty Analizą, tj.:

- **Wariant „1a”**: -16.454.171 PLN;
- **Wariant „1b”**: -17.519.323 PLN;
- **Wariant „2”**: -57.242.417 PLN.

Powyższy stan wynika z utrzymujących się wysokich cen zakupu taboru zeroemisyjnego zasilanych paliwem alternatywnym, względem konwencjonalnych z normą emisji spalin EURO 6.

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 23. Ocena efektywności Inwestycji [PLN]

Wyszczególnienie	Wartość
<b>FNPV</b>	
Wariant „1a”	-15 891 189
Wariant „1b”	-16 925 317
Wariant „2”	-50 606 989
<b>FRR</b>	
Wariant „1a”	-21,24%
Wariant „1b”	-21,55%
Wariant „2”	niemożliwe do obliczenia*

\* / wynik niemożliwy do określenia z uwagi na brak spłaty w zakładanym okresie.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ogólnodostępnych i MPK Sp. z o.o.

Dla Wariantu „1a” zdyskontowana wartość bieżąca FNPV wyniosła **-15.891.189 PLN**, dla Wariantu „1b”: **- 16.925.317 PLN**, a dla Wariantu „2”: **-50.606.989 PLN**.

**Z PUNKTU WIDZENIA OCENY FINANSOWEJ PROJEKTU  
INWESTYCJA W KAŻDYM Z WARIANTÓW JEST NIEOPŁACALNA (FNPV<0).**

## 4.2. Oszacowanie efektów środowiskowych

Zanieczyszczenie powietrza i nadmierny hałas szkodzą zdrowiu ludzi i środowisku. Nadmienione zanieczyszczenia pochodzą w głównej mierze z przemysłu, transportu i produkcji energii elektryczne<sup>26</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 opracowania niniejszej Analizy (tj. październik 2024 rok) MPK Sp. z o.o. w Stargardzie dysponuje 40 autobusami o napędzie konwencjonalnym (olej napędowy). Poniższa tabela przedstawia strukturę emisji CO<sub>2</sub>, NMHC/NMVOC, NOx oraz PM, które emitowane są przez użytkowane w MPK Sp. z o.o. pojazdy.

Tabela 24. Emisja spalin autobusów komunikacji miejskiej Miasta Stargard 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						
EURO 3						
MAXI	5	36,08 l/100 km	11,91	90,20	1,80	4,80
MEGA	1	53,70 l/100 km	3,54	26,85	0,54	1,43
EURO 4						
MINI	1	16,20 l/100 km	0,75	5,67	0,03	0,43
MAXI	2	42,20 l/100 km	43,44	189,12	1,92	25,20
MEGA	2	56,20 l/100 km	2,70	11,74	0,12	1,56
EURO 5						
MINI	2	16,60 l/100 km	1,53	6,64	0,07	0,88
MAXI	1	41,90 l/100 km	1,93	8,38	0,08	1,12
MEGA	3	55,63 l/100 km	7,68	33,34	0,33	4,44
EURO 6						
MIDI	3	35,57 l/100 km	1,39	4,27	0,11	2,84
MAXI	20	36,41 l/100 km	9,47	29,13	0,73	19,384
	40	-	84,34	405,34	5,73	62,084

Źródło: opracowanie własne zgodnie z wartościami opublikowanymi przez Centrum Unijnych Projektów Transportowych w kalkulatorze emisji zanieczyszczeń.

<sup>26</sup> <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/pl/sheet/75/zanieczyszczenie-powietrza-i-zanieczyszczenie-halaszem>.

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

**Tabela 25 Emisja spalin autobusów komunikacji miejskiej Miasta Stargard 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 4									
MEGA	2	56,20 l/100 km	2,70	11,74	11,74	0,12	0,12	1,56	1,56
EURO 5									
MINI	1	17,00 l/100 km	0,78	3,4	3,4	0,034	0,034	0,45	0,45
MEGA	2	55,70 l/100 km	5,12	22,28	22,28	0,22	0,22	2,97	2,97
EURO 6									
MIDI	3	35,57 l/100 km	1,39	4,27	4,27	0,11	0,11	2,84	2,84
MAXI	20	36,41 l/100 km	9,47	29,13	29,13	0,73	0,73	19,384	19,384
EEV									
MINI	2	100 kWh/100 km	0,01	1,16	0	0,06	0	1,44	0
MAXI	8	131 kWh/100 km	0,05	6,00	0	0,32	0	7,54	0
MEGA	2	152 kWh/100 km	0,02	1,76	0	0,08	0	2,19	0
	40	-	19,54	79,74	70,82	1,67	1,21	38,37	27,20

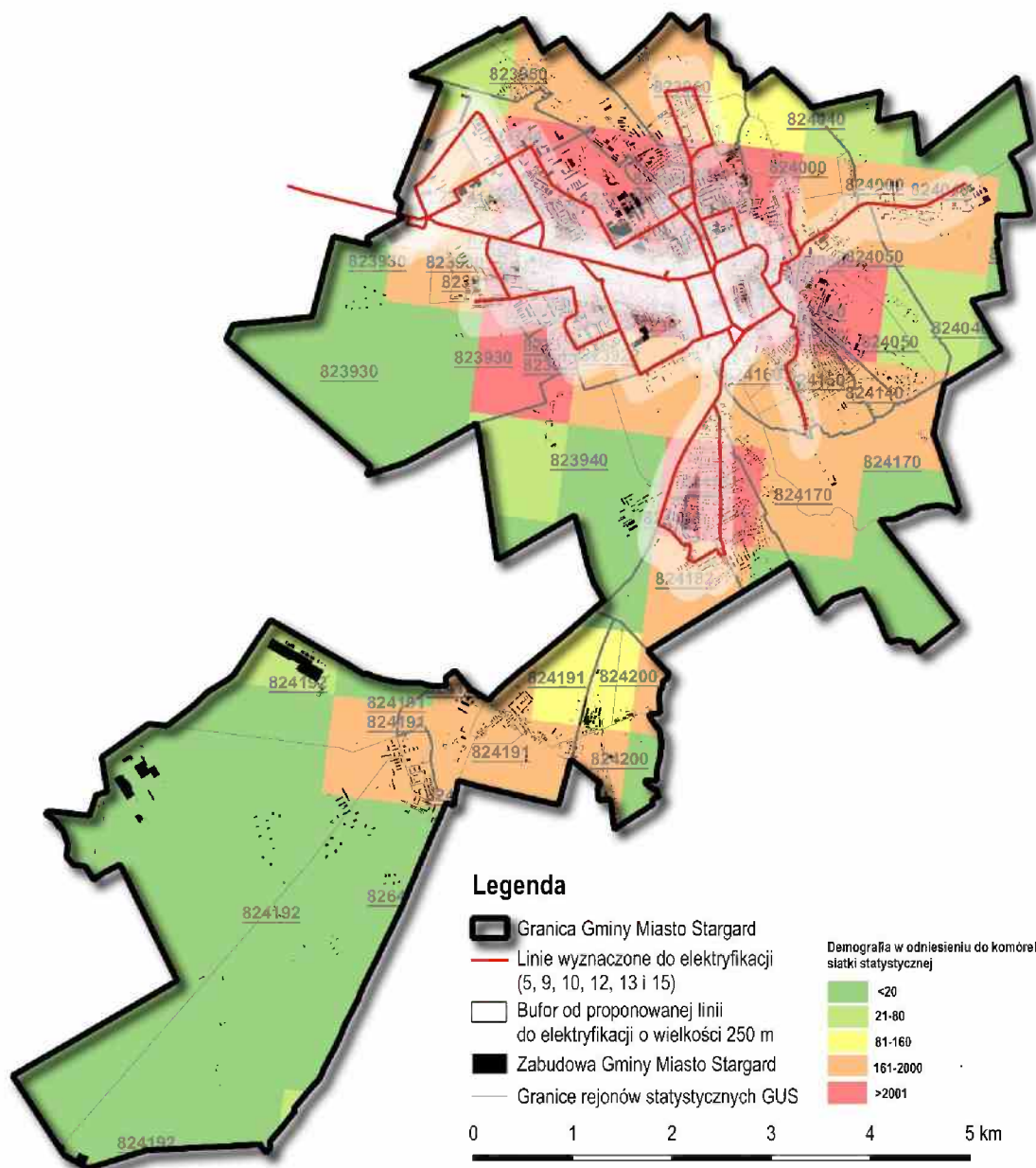
Źródło: opracowanie własne zgodnie z wartościami opublikowanymi przez Centrum Unijnych Projektów Transportowych w kalkulatorze emisji zanieczyszczeń

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>27</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.**

Liczba mieszkańców narażonych na emisję w bezpośrednim otoczeniu projektu, w pasie o szerokości 250 m, z każdej strony od osi jezdni, bezpośrednio otaczającym linię autobusową objętą elektryfikacją wynosi około 50 tys. osób. Na wyznaczonym obszarze, na 1 km linii zelektryfikowanej, zamieszkuje około 2,5 tys. osób. Średnia gęstość zaludnienia obszaru przyległego do wyznaczonego obszaru od osi jezdni, którymi przebiegają podstawowe warianty linii objętych całkowitą elektryfikacją wynosi około 4000,0 os/km<sup>2</sup>.

<sup>27</sup> <https://www.rynekelektryczny.pl/energia-elektryczna-ze-zrodel-odnawialnych/>.



Rysunek 8. Liczba osób (mieszkańców) narażonych na emisję w bezpośrednim otoczeniu obszaru projektu w pasie o szerokości 250 m

Źródło: opracowanie własne na podstawie ogólnodostępnych danych udostępnionych w ramach serwisu: System Informacji Przestrzennej Starostwa Powiatowego w Stargardzie (<https://stargardzki.e-mapa.net/>).



## 4.3. Analiza ekonomiczno-społeczna

### 4.3.1. Koszty społeczne emisji gazów cieplarnianych (CO<sub>2</sub>)

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 zachodniopomorskiego. Województwo zachodniopomorskie, na potrzeby rocznych ocen stanu środowiska zostało podzielone na trzy strefy – aglomerację szczecińską, miasto Koszalin i strefę zachodniopomorską, do której przynależy Miasto Stargard i gminy, z którymi Miasto ma podpisane stosowne porozumienie międzygminne.

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

**Tabela 26 Klasy stref dla poszczególnych zanieczyszczeń dla strefy zachodniopomorskiej**

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>	–	A
PM10	–	A
Pb	–	A
As	–	A
Cd	–	A
Ni	–	A
B(a)P	–	A
PM2.5	–	A1

Legenda poziomu stężeń zanieczyszczeń:

A – nieprzekraczający poziomu dopuszczalnego.

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

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

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



ekosystem



problemy z oddychaniem



problemy z pamięcią i koncentracją



raka płuc



zawał serca



nadciśnienie tętnicze

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.

### **Koszty jednostkowe emisji zanieczyszczeń w transporcie lądowym**

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

	NO <sub>x</sub> [PLN/t NO <sub>x</sub> ]	NM <sub>VOC</sub> [PLN/t NMHC.NM <sub>VOC</sub> ]	PM [PLN/t CO <sub>2</sub> ]
<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.

### 4.3.2. 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:



W przypadku wykorzystywania energii elektrycznej pochodzącej ze źródeł o niskiej emisji lub z odnawialnych źródeł energii, emisja dwutlenku węgla przez pojazdy elektryczne może być równa zero. Takie samochody to nie tylko zmniejszenie emisji szkodliwych zanieczyszczeń i dwutlenku węgla, ale również znaczące obniżenie kosztów eksploatacji.

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



#### 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>].

Zagregowane koszty zmian klimatycznych (CO<sub>2</sub>) w gałęzi transportu przedstawiają się następująco<sup>28</sup>:

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

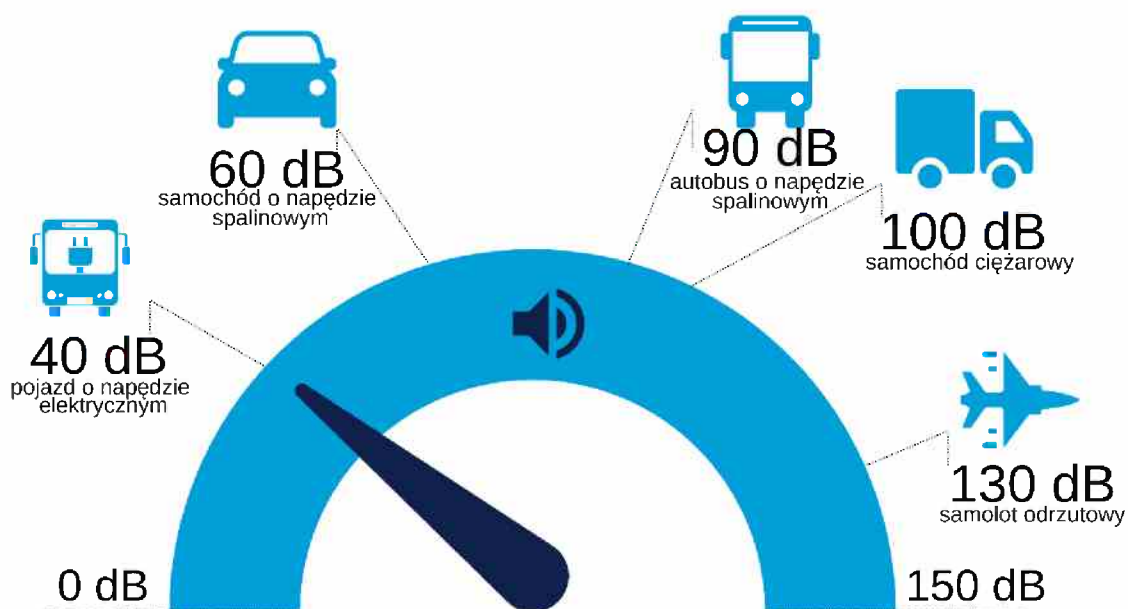
Źródło: The Economic Appraisal of Investment Projects at the EIB, Europejski Bank Inwestycyjny marzec 2013, tabela 4.1, str. 25.

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

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

<sup>28</sup> Centrum Unijnych Projektów Transportowych (CUPT), Tablice kosztów jednostkowych do wykorzystania w analizach kosztów i korzyści, wersja aktualna (aktualizacja 28.08.2020 – ceny na koniec 2019 r., prognozy makroekonomiczne z 07.2020 r), <https://www.cupt.gov.pl/wdrazanie-projektow/analiza-kosztow-i-korzysci/narzedzia/tablice-kosztow-jednostkowych-do-wykorzystania-w-analizach-kosztow-i-korzysci>.

#### 4.3.3. Koszty społeczne emisji hałasu



Negatywny wpływ hałasu komunikacyjnego obejmuje coraz większą liczbę mieszkańców miast. Jest to zjawisko niepożądane, powodujące rozdrażnienie, uczucie znużenia i zmęczenia całego organizmu, szczególnie narządu słuchu. Hałas ma negatywne działanie na zdrowie i kondycję człowieka. Jego wpływ na organizm można rozpatrywać na trzech poziomach:



**działanie bezpośrednie na ucho  
środkowe i wewnętrzne**



**działanie pośrednie na układ  
nerwowy**



**działanie na inne narządy**

Hałas wywiera negatywny wpływ na zdrowie fizyczne (np. uszkodzenia słuchu) i psychiczne (nadpobudliwość, nerwowość) człowieka. Ostatnie badania wskazują hałas jako jedną z przyczyn powodujących zawały serca.

Koszty zewnętrzne hałasu wynikają przede wszystkim ze strat społecznych, tzn.:



**strat produktywności człowieka  
powodowanych niezdolnością do  
koncentracji**



**zmęczenia, braku snu, wypoczynku -  
niższa wydajność, pogorszenie  
jakości pracy**





**koszty opieki zdrowotnej**

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>29</sup>

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

Średnie koszty jednostkowe hałasu w transporcie lądowym przedstawiają się następująco<sup>30</sup>:

<b>0,052</b> [PLN/ pojkm] w 2023 r.	<b>0,057</b> [PLN/ pojkm] w 2028 r.
----------------------------------------	----------------------------------------

<sup>29</sup> Jaspers, „Niebieska Księga”. Nowa edycja, Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach, wydanie uaktualnione w 2023 r.

<sup>30</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>



#### 4.3.4. Zgeneralizowane koszty transportu na jednostkę pracy przewozowej

Tabela 27. Koszty jednostkowe efektów zewnętrznych transportu<sup>31</sup>

Rodzaj efektu zewnętrznego	Transport drogowy
	Autobusowy [PLN/ paskm]
Wypadki	0,049
Zanieczyszczenie dolnych warstw atmosfery	0,038
Zmiana klimatu (scenariusz niższy)	0,053
Hałas	0,020
Kongestia (koszty opóźnień)	0,051

Źródło: opracowanie własne na podstawie 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-korzystosci/narzedzia/tablice-kosztow-jednostkowych-do-wykorzystania-w-analizach-kosztow-i-korzystosci>.

<sup>31</sup> Wartości polskie na dzień 1 stycznia 2020 r.

#### 4.4. Wariantowa analiza społeczno-ekonomiczna wraz z wyceną kosztów związanych z emisją szkodliwych substancji

Efekty środowiskowe realne do osiągnięcia w wyniku realizacji Inwestycji w wariantach „1” i „2” oszacowano dla poszczególnych kategorii wymiennych kosztów opisanych w poprzednim podrozdziale, których wpływ na środowisko wynikać będzie z wymiany taboru o napędzie spalinowym na zeroemisyjny.

Przedmiotowe efekty środowiskowe oszacowano w jednostkach naturalnych bazując na przyjętych założeniach realizacji projektu w zakresie planowanej etapowej wymiany 12 szt. autobusów i szacowanej pracy przewozowej realizowanej nowym taborem zeroemisyjnym, 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 wariantach, 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 wariantach 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 28. 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>2 148,14</b>	<b>2 148,14</b>	<b>2 148,14</b>	<b>2 148,14</b>	<b>2 148,14</b>
Liczba wzm	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882
Emisja CO <sub>2</sub> [kg/km]	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Emisja CO <sub>2</sub> [kg]	2 148 145	2 148 145	2 148 145	2 148 145	2 148 145
Emisja CO <sub>2</sub> [t]	2 148,14	2 148,14	2 148,14	2 148,14	2 148,14
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,08</b>	<b>0,08</b>	<b>0,08</b>	<b>0,08</b>	<b>0,08</b>
PM g/km	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Liczba wzm	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOC [t]</b>	<b>1,05</b>	<b>1,05</b>	<b>1,05</b>	<b>1,05</b>	<b>1,05</b>
NMHC/NMVOC g/km	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Liczba wzm	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882
<b>Emisja zanieczyszczeń - NO<sub>x</sub> [t]</b>	<b>3,23</b>	<b>3,23</b>	<b>3,23</b>	<b>3,23</b>	<b>3,23</b>
NO <sub>x</sub> g/km	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53
Liczba wzm	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>78 715,27</b>	<b>80 872,79</b>	<b>83 481,57</b>	<b>85 980,78</b>	<b>88 109,03</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzm	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Liczba wzm	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i MPK Sp. z o.o.

Tabela 29. 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>2 148,14</b>	<b>2 148,14</b>	<b>2 148,14</b>	<b>2 148,14</b>	<b>2 148,14</b>
Liczba wzm	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882
Emisja CO2 [kg/km]	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Emisja CO2 [kg]	2 148 145	2 148 145	2 148 145	2 148 145	2 148 145
Emisja CO2 [t]	2 148,14	2 148,14	2 148,14	2 148,14	2 148,14
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,08</b>	<b>0,08</b>	<b>0,08</b>	<b>0,08</b>	<b>0,08</b>
PM g/km	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Liczba wzm	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOC [t]</b>	<b>1,05</b>	<b>1,05</b>	<b>1,05</b>	<b>1,05</b>	<b>1,05</b>
NMHC/NMVOC g/km	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Liczba wzm	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>3,23</b>	<b>3,23</b>	<b>3,23</b>	<b>3,23</b>	<b>3,23</b>
NOx g/km	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53
Liczba wzm	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>90 297,60</b>	<b>92 481,61</b>	<b>94 656,58</b>	<b>96 697,67</b>	<b>98 659,31</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzm	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
Liczba wzm	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i MPK Sp. z o.o.

Tabela 30. 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>2 148,14</b>	<b>2 148,14</b>	<b>2 148,14</b>	<b>2 148,14</b>	<b>2 148,14</b>
Liczba wzm	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882
Emisja CO2 [kg/km]	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Emisja CO2 [kg]	2 148 145	2 148 145	2 148 145	2 148 145	2 148 145
Emisja CO2 [t]	2 148,14	2 148,14	2 148,14	2 148,14	2 148,14
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,08</b>	<b>0,08</b>	<b>0,08</b>	<b>0,08</b>	<b>0,08</b>
PM g/km	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Liczba wzm	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOC [t]</b>	<b>1,05</b>	<b>1,05</b>	<b>1,05</b>	<b>1,05</b>	<b>1,05</b>
NMHC/NMVOC g/km	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Liczba wzm	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>3,23</b>	<b>3,23</b>	<b>3,23</b>	<b>3,23</b>	<b>3,23</b>
NOx g/km	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53
Liczba wzm	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>100 688,71</b>	<b>102 776,70</b>	<b>104 759,37</b>	<b>106 710,83</b>	<b>108 620,81</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzm	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Liczba wzm	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882	2 107 882

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i MPK Sp. z o.o.

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 31. 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>2 179 262</b>	<b>2 423 530</b>	<b>2 669 957</b>	<b>2 915 859</b>	<b>3 159 987</b>
<b>Emisja CO<sub>2</sub></b>	<b>1 802 785</b>	<b>2 036 734</b>	<b>2 270 683</b>	<b>2 504 632</b>	<b>2 738 582</b>
Wartość emisji gazów cieplarnianych [PLN/t CO <sub>2</sub> ]	839,23	948,14	1 057,04	1 165,95	1 274,86
Emisja CO <sub>2</sub> [t]	2 148,14	2 148,14	2 148,14	2 148,14	2 148,14
<b>Emisja zanieczyszczeń-niższe warstwy</b>	<b>297 762</b>	<b>305 924</b>	<b>315 792</b>	<b>325 246</b>	<b>333 297</b>
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t PM]	487 975	501 350	517 522	533 015	546 209
Emisja PM [t]	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t NMHC/NMVOC]	3 754	3 857	3 981	4 100	4 202
Emisja NMHC/NMVOC [t]	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t Nox]	78 827	80 987	83 600	86 102	88 234
Emisja NO <sub>x</sub> [t]	3,23	3,23	3,23	3,23	3,23
<b>Emisji hałasu - [PLN]</b>	<b>78 715</b>	<b>80 873</b>	<b>83 482</b>	<b>85 981</b>	<b>88 109</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i MPK Sp. z o.o.

Tabela 32. 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>3 404 404</b>	<b>3 648 799</b>	<b>3 893 150</b>	<b>4 288 240</b>	<b>4 682 951</b>
<b>Emisja CO<sub>2</sub></b>	<b>2 972 531</b>	<b>3 206 480</b>	<b>3 440 429</b>	<b>3 825 757</b>	<b>4 211 085</b>
Wartość emisji gazów cieplarnianych [PLN/t CO <sub>2</sub> ]	1 383,77	1 492,67	1 601,58	1 780,96	1 960,34
Emisja CO <sub>2</sub> [t]	2 148,14	2 148,14	2 148,14	2 148,14	2 148,14
<b>Emisja zanieczyszczeń-niższe warstwy</b>	<b>341 575</b>	<b>349 837</b>	<b>358 064</b>	<b>365 785</b>	<b>373 206</b>
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t PM]	559 776	573 315	586 799	599 452	611 613
Emisja PM [t]	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t NMHC/NMVOC]	4 306	4 410	4 514	4 611	4 705
Emisja NMHC/NMVOC [t]	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t Nox]	90 425	92 612	94 791	96 835	98 799
Emisja NO <sub>x</sub> [t]	3,23	3,23	3,23	3,23	3,23
<b>Emisji hałasu - [PLN]</b>	<b>90 298</b>	<b>92 482</b>	<b>94 657</b>	<b>96 698</b>	<b>98 659</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i MPK Sp. z o.o.

Tabela 33. 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>5 077 985</b>	<b>5 473 299</b>	<b>5 868 110</b>	<b>6 249 010</b>	<b>6 629 711</b>
<b>Emisja CO<sub>2</sub></b>	<b>4 596 413</b>	<b>4 981 741</b>	<b>5 367 070</b>	<b>5 738 636</b>	<b>6 110 202</b>
Wartość emisji gazów cieplarnianych [PLN/t CO <sub>2</sub> ]	2 139,71	2 319,09	2 498,47	2 671,44	2 844,41
Emisja CO <sub>2</sub> [t]	2 148,14	2 148,14	2 148,14	2 148,14	2 148,14
<b>Emisja zanieczyszczeń-niższe warstwy</b>	<b>380 883</b>	<b>388 781</b>	<b>396 281</b>	<b>403 663</b>	<b>410 888</b>
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t PM]	624 193	637 137	649 428	661 526	673 366
Emisja PM [t]	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t NMHC/NMVOC]	4 801	4 901	4 996	5 089	5 180
Emisja NMHC/NMVOC [t]	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t Nox]	100 831	102 922	104 908	106 862	108 775
Emisja NO <sub>x</sub> [t]	3,23	3,23	3,23	3,23	3,23
<b>Emisji hałasu - [PLN]</b>	<b>100 689</b>	<b>102 777</b>	<b>104 759</b>	<b>106 711</b>	<b>108 621</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i MPK Sp. z o.o.

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 34. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "1" elektrycznego bateryjnego w latach 2024–2028 [j.n.]

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Autobus ON</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>2 148,14</b>	<b>1 704,16</b>	<b>1 704,16</b>	<b>1 704,16</b>	<b>1 513,52</b>
Liczba wzm	2 107 882	1 672 221	1 672 221	1 672 221	1 485 151
Emisja CO2 [kg/km]	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Emisja CO2 [kg]	2 148 145	1 704 162	1 704 162	1 704 162	1 513 519
Emisja CO2 [t]	2 148,14	1 704,16	1 704,16	1 704,16	1 513,52
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,08</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>
PM g/km	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Liczba wzm	2 107 882	1 672 221	1 672 221	1 672 221	1 485 151
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOC [t]</b>	<b>1,05</b>	<b>0,83</b>	<b>0,83</b>	<b>0,83</b>	<b>0,74</b>
NMHC/NMVOC g/km	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Liczba wzm	2 107 882	1 672 221	1 672 221	1 672 221	1 485 151
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>3,23</b>	<b>2,56</b>	<b>2,56</b>	<b>2,56</b>	<b>2,27</b>
NOx g/km	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53
Liczba wzm	2 107 882	1 672 221	1 672 221	1 672 221	1 485 151
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>78 715,27</b>	<b>64 157,85</b>	<b>66 227,43</b>	<b>68 210,11</b>	<b>62 079,02</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzm	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Liczba wzm	2 107 882	1 672 221	1 672 221	1 672 221	1 485 151
Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Autobus EEV</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>0,00</b>	<b>406,43</b>	<b>406,43</b>	<b>406,43</b>	<b>580,95</b>
Liczba wzm	0	435 661	435 661	435 661	622 731
Emisja CO2 [kg/km]	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
Emisja CO2 [kg]	0	406 432	406 432	406 432	580 951
Emisja CO2 [t]	0,00	406,43	406,43	406,43	580,95
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,000</b>	<b>0,016</b>	<b>0,016</b>	<b>0,016</b>	<b>0,023</b>
PM g/km	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Liczba wzm	0	435 661	435 661	435 661	622 731
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOC [t]</b>	<b>0,000</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,004</b>
NMHC/NMVOC g/km	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Liczba wzm	0	435 661	435 661	435 661	622 731
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>0,000</b>	<b>0,326</b>	<b>0,326</b>	<b>0,326</b>	<b>0,465</b>
NOx g/km	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Liczba wzm	0	435 661	435 661	435 661	622 731
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>0,00</b>	<b>16 714,95</b>	<b>17 254,13</b>	<b>17 770,68</b>	<b>26 030,01</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzm	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Liczba wzm	0	435 661	435 661	435 661	622 731

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i MPK Sp. z o.o.

Tabela 35. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "1" elektrycznego bateryjnego w latach 2029–2033 [j.n.]

Wyszczególnienie	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Autobus ON</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>1 513,52</b>	<b>1 513,52</b>	<b>1 513,52</b>	<b>1 513,52</b>	<b>1 513,52</b>
Liczba wzm	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151
Emisja CO2 [kg/km]	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Emisja CO2 [kg]	1 513 519	1 513 519	1 513 519	1 513 519	1 513 519
Emisja CO2 [t]	1 513,52	1 513,52	1 513,52	1 513,52	1 513,52
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>
PM g/km	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Liczba wzm	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOC [t]</b>	<b>0,74</b>	<b>0,74</b>	<b>0,74</b>	<b>0,74</b>	<b>0,74</b>
NMHC/NMVOC g/km	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Liczba wzm	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151



<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>2,27</b>	<b>2,27</b>	<b>2,27</b>	<b>2,27</b>	<b>2,27</b>
NOx g/km	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53
Liczba wzkm	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>63 621,02</b>	<b>65 159,81</b>	<b>66 692,23</b>	<b>68 130,32</b>	<b>69 512,43</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzkm	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
Liczba wzkm	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151
<b>Wyszczególnienie</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>
<b>Autobus EEV</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>580,95</b>	<b>580,95</b>	<b>580,95</b>	<b>580,95</b>	<b>580,95</b>
Liczba wzkm	622 731	622 731	622 731	622 731	622 731
Emisja CO2 [kg/km]	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
Emisja CO2 [kg]	580 951	580 951	580 951	580 951	580 951
Emisja CO2 [t]	580,95	580,95	580,95	580,95	580,95
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,023</b>	<b>0,023</b>	<b>0,023</b>	<b>0,023</b>	<b>0,023</b>
PM g/km	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Liczba wzkm	622 731	622 731	622 731	622 731	622 731
<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	622 731	622 731	622 731	622 731	622 731
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>0,465</b>	<b>0,465</b>	<b>0,465</b>	<b>0,465</b>	<b>0,465</b>
NOx g/km	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Liczba wzkm	622 731	622 731	622 731	622 731	622 731
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>26 676,58</b>	<b>27 321,80</b>	<b>27 964,35</b>	<b>28 567,35</b>	<b>29 146,87</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzkm	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
Liczba wzkm	622 731	622 731	622 731	622 731	622 731

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i MPK Sp. z o.o.

Tabela 36. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "1" elektrycznego bateryjnego w latach 2034–2038 [j.n.]

<b>Wyszczególnienie</b>	<b>2034</b>	<b>2035</b>	<b>2036</b>	<b>2037</b>	<b>2038</b>
<b>Autobus ON</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>1 513,52</b>	<b>1 513,52</b>	<b>1 513,52</b>	<b>1 513,52</b>	<b>1 513,52</b>
Liczba wzkm	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151
Emisja CO2 [kg/km]	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Emisja CO2 [kg]	1 513 519	1 513 519	1 513 519	1 513 519	1 513 519
Emisja CO2 [t]	1 513,52	1 513,52	1 513,52	1 513,52	1 513,52
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>
PM g/km	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Liczba wzkm	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOC [t]</b>	<b>0,74</b>	<b>0,74</b>	<b>0,74</b>	<b>0,74</b>	<b>0,74</b>
NMHC/NMVOC g/km	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Liczba wzkm	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>2,27</b>	<b>2,27</b>	<b>2,27</b>	<b>2,27</b>	<b>2,27</b>
NOx g/km	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53
Liczba wzkm	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>70 942,29</b>	<b>72 413,42</b>	<b>73 810,36</b>	<b>75 185,30</b>	<b>76 531,01</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzkm	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Liczba wzkm	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151
<b>Wyszczególnienie</b>	<b>2034</b>	<b>2035</b>	<b>2036</b>	<b>2037</b>	<b>2038</b>
<b>Autobus EEV</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>580,95</b>	<b>580,95</b>	<b>580,95</b>	<b>580,95</b>	<b>580,95</b>
Liczba wzkm	622 731	622 731	622 731	622 731	622 731
Emisja CO2 [kg/km]	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
Emisja CO2 [kg]	580 951	580 951	580 951	580 951	580 951
Emisja CO2 [t]	580,95	580,95	580,95	580,95	580,95
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,023</b>	<b>0,023</b>	<b>0,023</b>	<b>0,023</b>	<b>0,023</b>
PM g/km	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

Liczba wzm	622 731	622 731	622 731	622 731	622 731
<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 wzm	622 731	622 731	622 731	622 731	622 731
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>0,465</b>	<b>0,465</b>	<b>0,465</b>	<b>0,465</b>	<b>0,465</b>
NOx g/km	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Liczba wzm	622 731	622 731	622 731	622 731	622 731
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>29 746,42</b>	<b>30 363,27</b>	<b>30 949,01</b>	<b>31 525,53</b>	<b>32 089,80</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzm	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Liczba wzm	622 731	622 731	622 731	622 731	622 731

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i MPK Sp. z o.o.

Tabela 37. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "2" elektrycznego wodorowego w latach 2024–2028 [j.n.]

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Autobus ON</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>2 148,14</b>	<b>1 704,16</b>	<b>1 704,16</b>	<b>1 704,16</b>	<b>1 513,52</b>
Liczba wzm	2 107 882	1 672 221	1 672 221	1 672 221	1 485 151
Emisja CO2 [kg/km]	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Emisja CO2 [kg]	2 148 145	1 704 162	1 704 162	1 704 162	1 513 519
Emisja CO2 [t]	2 148,14	1 704,16	1 704,16	1 704,16	1 513,52
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,08</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>
PM g/km	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Liczba wzm	2 107 882	1 672 221	1 672 221	1 672 221	1 485 151
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOC [t]</b>	<b>1,05</b>	<b>0,83</b>	<b>0,83</b>	<b>0,83</b>	<b>0,74</b>
NMHC/NMVOC g/km	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Liczba wzm	2 107 882	1 672 221	1 672 221	1 672 221	1 485 151
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>3,23</b>	<b>2,56</b>	<b>2,56</b>	<b>2,56</b>	<b>2,27</b>
NOx g/km	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53
Liczba wzm	2 107 882	1 672 221	1 672 221	1 672 221	1 485 151
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>78 715,27</b>	<b>64 157,85</b>	<b>66 227,43</b>	<b>68 210,11</b>	<b>62 079,02</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzm	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Liczba wzm	2 107 882	1 672 221	1 672 221	1 672 221	1 485 151
Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Autobus FCEF</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>0,00</b>	<b>406,43</b>	<b>406,43</b>	<b>406,43</b>	<b>580,95</b>
Liczba wzm	0	435 661	435 661	435 661	622 731
Emisja CO2 [kg/km]	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
Emisja CO2 [kg]	0	406 432	406 432	406 432	580 951
Emisja CO2 [t]	0,00	406,43	406,43	406,43	580,95
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,00</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>
PM g/km	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Liczba wzm	0	435 661	435 661	435 661	622 731
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOC [t]</b>	<b>0,000</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,004</b>
NMHC/NMVOC g/km	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Liczba wzm	0	435 661	435 661	435 661	622 731
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>0,00</b>	<b>0,33</b>	<b>0,33</b>	<b>0,33</b>	<b>0,47</b>
NOx g/km	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Liczba wzm	0	435 661	435 661	435 661	622 731
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>0,00</b>	<b>16 714,95</b>	<b>17 254,13</b>	<b>17 770,68</b>	<b>26 030,01</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzm	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Liczba wzm	0	435 661	435 661	435 661	622 731

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i MPK Sp. z o.o.

Tabela 38. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "2" elektrycznego wodorowego w latach 2029–2033 [j.n.]

Wyszczególnienie	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Autobus ON</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>1 513,52</b>	<b>1 513,52</b>	<b>1 513,52</b>	<b>1 513,52</b>	<b>1 513,52</b>
Liczba wzkm	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151
Emisja CO2 [kg/km]	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Emisja CO2 [kg]	1 513 519	1 513 519	1 513 519	1 513 519	1 513 519
Emisja CO2 [t]	1 513,52	1 513,52	1 513,52	1 513,52	1 513,52
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>
PM g/km	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Liczba wzkm	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOC [t]</b>	<b>0,74</b>	<b>0,74</b>	<b>0,74</b>	<b>0,74</b>	<b>0,74</b>
NMHC/NMVOC g/km	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Liczba wzkm	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>2,27</b>	<b>2,27</b>	<b>2,27</b>	<b>2,27</b>	<b>2,27</b>
NOx g/km	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53
Liczba wzkm	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>63 621,02</b>	<b>65 159,81</b>	<b>66 692,23</b>	<b>68 130,32</b>	<b>69 512,43</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzkm	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
Liczba wzkm	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151
Wyszczególnienie	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Autobus FCEF</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>580,95</b>	<b>580,95</b>	<b>580,95</b>	<b>580,95</b>	<b>580,95</b>
Liczba wzkm	622 731	622 731	622 731	622 731	622 731
Emisja CO2 [kg/km]	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
Emisja CO2 [kg]	580 951	580 951	580 951	580 951	580 951
Emisja CO2 [t]	580,95	580,95	580,95	580,95	580,95
<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	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Liczba wzkm	622 731	622 731	622 731	622 731	622 731
<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	622 731	622 731	622 731	622 731	622 731
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>0,47</b>	<b>0,47</b>	<b>0,47</b>	<b>0,47</b>	<b>0,47</b>
NOx g/km	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Liczba wzkm	622 731	622 731	622 731	622 731	622 731
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>26 676,58</b>	<b>27 321,80</b>	<b>27 964,35</b>	<b>28 567,35</b>	<b>29 146,87</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzkm	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
Liczba wzkm	622 731	622 731	622 731	622 731	622 731

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i MPK Sp. z o.o.

Tabela 39. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "2" elektrycznego wodorowego w latach 2034–2038 [j.n.]

Wyszczególnienie	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Autobus ON</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>1 513,52</b>	<b>1 513,52</b>	<b>1 513,52</b>	<b>1 513,52</b>	<b>1 513,52</b>
Liczba wzkm	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151
Emisja CO2 [kg/km]	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Emisja CO2 [kg]	1 513 519	1 513 519	1 513 519	1 513 519	1 513 519
Emisja CO2 [t]	1 513,52	1 513,52	1 513,52	1 513,52	1 513,52
<b>Emisja zanieczyszczeń - PM [t]</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>
PM g/km	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Liczba wzkm	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151
<b>Emisja zanieczyszczeń - NMHC/NMVOC [t]</b>	<b>0,74</b>	<b>0,74</b>	<b>0,74</b>	<b>0,74</b>	<b>0,74</b>
NMHC/NMVOC g/km	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Liczba wzkm	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151

<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>2,27</b>	<b>2,27</b>	<b>2,27</b>	<b>2,27</b>	<b>2,27</b>
NOx g/km	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53
Liczba wzm	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>70 942,29</b>	<b>72 413,42</b>	<b>73 810,36</b>	<b>75 185,30</b>	<b>76 531,01</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzm	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Liczba wzm	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151	1 485 151
<b>Wyszczególnienie</b>	<b>2034</b>	<b>2035</b>	<b>2036</b>	<b>2037</b>	<b>2038</b>
<b>Autobus FCEF</b>					
<b>Emisja zanieczyszczeń - CO2 [t]</b>	<b>580,95</b>	<b>580,95</b>	<b>580,95</b>	<b>580,95</b>	<b>580,95</b>
Liczba wzm	622 731	622 731	622 731	622 731	622 731
Emisja CO2 [kg/km]	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
Emisja CO2 [kg]	580 951	580 951	580 951	580 951	580 951
Emisja CO2 [t]	580,95	580,95	580,95	580,95	580,95
<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	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Liczba wzm	622 731	622 731	622 731	622 731	622 731
<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 wzm	622 731	622 731	622 731	622 731	622 731
<b>Emisja zanieczyszczeń - NOx [t]</b>	<b>0,47</b>	<b>0,47</b>	<b>0,47</b>	<b>0,47</b>	<b>0,47</b>
NOx g/km	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Liczba wzm	622 731	622 731	622 731	622 731	622 731
<b>Emisja hałasu - [PLN]</b>	<b>29 746,42</b>	<b>30 363,27</b>	<b>30 949,01</b>	<b>31 525,53</b>	<b>32 089,80</b>
krańcowy koszt zewnętrzny hałasu na 1 wzm	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Liczba wzm	622 731	622 731	622 731	622 731	622 731

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i MPK Sp. z o.o.

W kolejnej fazie Analizy zaprezentowano oszacowane efekty środowiskowe dla poszczególnych wariantów wyrażone w jednostkach naturalnych, które poddano monetyzacji,

dzięki czemu osiągnięto ich wartość wyrażoną w jednostkach pieniężnych, tj.:

Tabela 40. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "1" elektrycznego bateryjnego 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>Wariant „1” - elektryczny bateryjny</b>	<b>78 715</b>	<b>145 106</b>	<b>152 728</b>	<b>160 202</b>	<b>201 122</b>
<b>Ograniczenie emisji CO2</b>	<b>0</b>	<b>35 603</b>	<b>39 693</b>	<b>43 782</b>	<b>68 428</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	37,55	37,55	37,55	53,67
<b>Ograniczenie emisji zanieczyszczeń-niższe warstwy</b>	<b>0</b>	<b>28 630</b>	<b>29 554</b>	<b>30 438</b>	<b>44 585</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	0,000
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t NMHC/NMVOC]	3 754	3 857	3 981	4 100	4 202
Ograniczenie emisji NMHC/NMVOC [t]	0,00	0,21	0,21	0,21	0,31
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t Nox]	78 827	80 987	83 600	86 102	88 234
Ograniczenie emisji NOx [t]	0,00	0,34	0,34	0,34	0,49
<b>Ograniczenie emisji hałasu - [PLN]</b>	<b>78 715</b>	<b>80 873</b>	<b>83 482</b>	<b>85 981</b>	<b>88 109</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i MPK Sp. z o.o.

Tabela 41. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "1" elektrycznego bateryjnego w latach 2029–2033 [j.n.]

<b>Wyszczególnienie</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>
<b>Wariant „1” - elektryczny bateryjny</b>	<b>210 264</b>	<b>219 398</b>	<b>228 520</b>	<b>241 222</b>	<b>253 804</b>
<b>Ograniczenie emisji CO2</b>	<b>74 273</b>	<b>80 119</b>	<b>85 965</b>	<b>95 593</b>	<b>105 221</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]	53,67	53,67	53,67	53,67	53,67
<b>Ograniczenie emisji zanieczyszczeń-niższe warstwy</b>	<b>45 693</b>	<b>46 798</b>	<b>47 898</b>	<b>48 931</b>	<b>49 924</b>
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t PM]	559 776	573 315	586 799	599 452	611 613
Ograniczenie emisji PM [t]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t NMHC/NMVOC]	4 306	4 410	4 514	4 611	4 705
Ograniczenie emisji NMHC/NMVOC [t]	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t Nox]	90 425	92 612	94 791	96 835	98 799
Ograniczenie emisji NOx [t]	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
<b>Ograniczenie emisji hałasu - [PLN]</b>	<b>90 298</b>	<b>92 482</b>	<b>94 657</b>	<b>96 698</b>	<b>98 659</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i MPK Sp. z o.o.

Tabela 42. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "1" elektrycznego baterijnego w latach 2034–2038 [j.n.]

Wyszczególnienie	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Wariant „1” - elektryczny baterijny</b>	<b>266 488</b>	<b>279 261</b>	<b>291 875</b>	<b>304 098</b>	<b>316 259</b>
<b>Ograniczenie emisji CO2</b>	<b>114 849</b>	<b>124 477</b>	<b>134 105</b>	<b>143 389</b>	<b>152 673</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]	53,67	53,67	53,67	53,67	53,67
<b>Ograniczenie emisji zanieczyszczeń-niższe warstwy</b>	<b>50 951</b>	<b>52 007</b>	<b>53 011</b>	<b>53 998</b>	<b>54 965</b>
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t PM]	624 193	637 137	649 428	661 526	673 366
Ograniczenie emisji PM [t]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t NMHC/NMVOC]	4 801	4 901	4 996	5 089	5 180
Ograniczenie emisji NMHC/NMVOC [t]	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t Nox]	100 831	102 922	104 908	106 862	108 775
Ograniczenie emisji NOx [t]	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
<b>Ograniczenie emisji hałasu - [PLN]</b>	<b>100 689</b>	<b>102 777</b>	<b>104 759</b>	<b>106 711</b>	<b>108 621</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i MPK Sp. z o.o.

Tabela 43. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "2" elektrycznego wodorowego w latach 2024–2028 [j.n.]

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Wariant „2” - elektryczny wodorowy</b>	<b>78 715</b>	<b>145 106</b>	<b>152 728</b>	<b>160 202</b>	<b>201 122</b>
<b>Ograniczenie emisji CO2</b>	<b>0</b>	<b>35 603</b>	<b>39 693</b>	<b>43 782</b>	<b>68 428</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	37,55	37,55	37,55	53,67
<b>Ograniczenie emisji zanieczyszczeń-niższe warstwy</b>	<b>0</b>	<b>28 630</b>	<b>29 554</b>	<b>30 438</b>	<b>44 585</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	0,000
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t NMHC/NMVOC]	3 754	3 857	3 981	4 100	4 202
Ograniczenie emisji NMHC/NMVOC [t]	0,00	0,21	0,21	0,21	0,31
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t Nox]	78 827	80 987	83 600	86 102	88 234
Ograniczenie emisji NOx [t]	0,00	0,34	0,34	0,34	0,49
<b>Ograniczenie emisji hałasu - [PLN]</b>	<b>78 715</b>	<b>80 873</b>	<b>83 482</b>	<b>85 981</b>	<b>88 109</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i MPK Sp. z o.o.

Tabela 44. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "2" elektrycznego wodorowego w latach 2029–2033 [j.n.]

Wyszczególnienie	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Wariant „2” - elektryczny wodorowy</b>	<b>210 264</b>	<b>219 398</b>	<b>228 520</b>	<b>241 222</b>	<b>253 804</b>
<b>Ograniczenie emisji CO2</b>	<b>74 273</b>	<b>80 119</b>	<b>85 965</b>	<b>95 593</b>	<b>105 221</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]	53,67	53,67	53,67	53,67	53,67
<b>Ograniczenie emisji zanieczyszczeń-niższe warstwy</b>	<b>45 693</b>	<b>46 798</b>	<b>47 898</b>	<b>48 931</b>	<b>49 924</b>
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t PM]	559 776	573 315	586 799	599 452	611 613
Ograniczenie emisji PM [t]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t NMHC/NMVOC]	4 306	4 410	4 514	4 611	4 705
Ograniczenie emisji NMHC/NMVOC [t]	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t Nox]	90 425	92 612	94 791	96 835	98 799
Ograniczenie emisji NOx [t]	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
<b>Ograniczenie emisji hałasu - [PLN]</b>	<b>90 298</b>	<b>92 482</b>	<b>94 657</b>	<b>96 698</b>	<b>98 659</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i MPK Sp. z o.o.



Tabela 45. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu „2” elektrycznego wodorowego w latach 2034–2038 [j.n.]

Wyszczególnienie	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Wariant „2” - elektryczny wodorowy</b>	<b>266 488</b>	<b>279 261</b>	<b>291 875</b>	<b>304 098</b>	<b>316 259</b>
<b>Ograniczenie emisji CO2</b>	<b>114 849</b>	<b>124 477</b>	<b>134 105</b>	<b>143 389</b>	<b>152 673</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]	53,67	53,67	53,67	53,67	53,67
<b>Ograniczenie emisji zanieczyszczeń-niższe warstwy</b>	<b>50 951</b>	<b>52 007</b>	<b>53 011</b>	<b>53 998</b>	<b>54 965</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/NMVC]	4 801	4 901	4 996	5 089	5 180
Ograniczenie emisji NMHC/NMVC [t]	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Wartość emisji zanieczyszczeń [PLN/t Nox]	100 831	102 922	104 908	106 862	108 775
Ograniczenie emisji NOx [t]	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
<b>Ograniczenie emisji hałasu - [PLN]</b>	<b>100 689</b>	<b>102 777</b>	<b>104 759</b>	<b>106 711</b>	<b>108 621</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i MPK Sp. z o.o.

Na podstawie szacowanych nakładów inwestycyjnych, wydatków eksploatacyjnych związanych z realizacją Inwestycji oraz zmonetyzowanych efektów środowiskowych dla poszczególnych Wariantów „1a”, „1b” i „2”, oszacowano alternatywne korzyści oraz skutki finansowe wynikające z wymiany taboru o napędzie konwencjonalnym.

W tym celu przedstawiono różnice w postaci przepływów pieniężnych obejmujące w/w elementy dla Wariantu „1a”, „1b” i „2” względem Wariantu „0”, w rezultacie czego otrzymano wartość skumulowanych przepływów finansowych w ramach realizacji Inwestycji, których wyniki kształtują się następująco, tj.:

Tabela 46. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „1” i „2” w latach 2024–2028 [w zł netto]

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Skumulowane przepływy ekonomiczne</b>					
Wariant „1a”	-12 816 785	427 957	435 579	-5 631 948	561 185
Wariant „1b”	-13 881 937	427 957	435 579	-5 631 948	561 185
Wariant „2”	-27 621 285	-1 051 479	-1 043 857	-8 348 384	-1 493 483

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i MPK Sp. z o.o.

Tabela 47. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „1” i „2” w latach 2029–2033 [w zł netto]

Wyszczególnienie	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Skumulowane przepływy ekonomiczne</b>					
Wariant „1a”	570 327	579 462	588 583	-971 865	613 867
Wariant „1b”	570 327	579 462	588 583	-971 865	613 867
Wariant „2”	-1 484 342	-1 475 207	-1 466 086	-1 453 384	-1 440 802

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i MPK Sp. z o.o.

Tabela 48. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „1” i „2” w latach 2034–2038 [w zł netto]

Wyszczególnienie	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Skumulowane przepływy ekonomiczne</b>					
Wariant „1a”	626 552	-80 446	651 938	664 161	676 322
Wariant „1b”	626 552	-80 446	651 938	664 161	676 322
Wariant „2”	-1 428 117	-1 415 345	-1 402 731	-1 390 508	-1 378 347

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT i MPK Sp. z o.o.

W oparciu o otrzymane wyniki różnicowych skumulowanych przepływów finansowych w ramach realizacji Inwestycji, obejmujących różnicowe rezultaty pieniężne alternatywnych Wariantów „1a”, „1b” i „2”, względem założeń dla taboru konwencjonalnego należy wskazać, że pomimo planowanych niższych wydatków eksploatacyjnych dla Wariantu „1” (korzyści finansowe) oraz osiągniętych zmonetyzowanych efektów środowiskowych, różnicowe przepływy finansowe w dalszym ciągu są wyższe względem Wariantu „0”, w łącznej wysokości za okres objęty Analizą, tj.:

- **Wariant „1a”**: -13.105.110 PLN;
- **Wariant „1b”**: -14.170.262 PLN;
- **Wariant „2”**: -53.893.356 PLN.

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 49. Ocena ekonomicznej efektywności Inwestycji [PLN]

Wyszczególnienie	Wartość
<b>ENPV</b>	
Wariant „1a”	-13 322 609
Wariant „1b”	-14 356 738
Wariant „2”	-48 038 409
<b>ERR</b>	
Wariant „1a”	-13,75%
Wariant „1b”	-14,18%
Wariant „2”	Nieemożliwe do obliczenia*
<b>BCR</b>	
Wariant „1a”	0,36
Wariant „1b”	0,34
Wariant „2”	0,06

\*/ wynik niemożliwy do określenia z uwagi na brak spłaty w zakładanym okresie.

Źródło: opracowanie własne.

Dla Wariantu „1a” zdyskontowana ekonomiczna wartość bieżąca ENPV wyniosła **-13.322.609 PLN**, dla Wariantu „1b”: **-14.356.738 PLN**, a dla Wariantu „2”: **- 48.038.409 PLN**.

**Z PUNKTU WIDZENIA OCENY FINANSOWEJ PROJEKTU  
INWESTYCJA W KAŻDYM Z WARIANTÓW JEST NIEOPLACALNA (ENPV<0).**

Dodatkowo podjęto się analizy efektywności ekonomicznej Inwestycji przy założeniu pozyskania dofinansowania ze środków UE. W oparciu o założenia oraz wyniki przeprowadzonej analizy oszacowano punkt krytyczny przedmiotowego współfinansowania Inwestycji, do poziomu którego Inwestycja jest opłacalna dla Wariantu „1a”.

**Wartość dofinansowania spełniająca kryterium opłacalności projektu w ramach analizy efektywności ekonomicznej Inwestycji wynosi 75% kosztów kwalifikowanych.**

Wartość skumulowanych przepływów pieniężnych zawierających również dofinansowanie UE zaprezentowano w poniższych zestawieniach, tj.:

**Tabela 50. Skumulowane przepływy ekonomiczne wraz z dotacją dla Wariantu „1” i „2” w latach 2024–2028 [w zł netto]**

Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	2028
<b>Skumulowane przepływy ekonomiczne - z dotacją</b>					
Wariant „1a”	-3 209 637	427 957	435 579	-1 106 073	561 185
Wariant „1b”	-3 481 251	427 957	435 579	-1 106 073	561 185
Wariant „2”	-6 984 785	-1 051 479	-1 043 857	-2 900 944	-1 493 483

*Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ogólnodostępnych i MPK Sp. z o.o.*

**Tabela 51. Skumulowane przepływy ekonomiczne wraz z dotacją dla Wariantu „1” i „2” w latach 2029–2033 [w zł netto]**

Wyszczególnienie	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Skumulowane przepływy ekonomiczne - z dotacją</b>					
Wariant „1a”	570 327	579 462	588 583	-971 865	613 867
Wariant „1b”	570 327	579 462	588 583	-971 865	613 867
Wariant „2”	-1 484 342	-1 475 207	-1 466 086	-1 453 384	-1 440 802

*Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ogólnodostępnych i MPK Sp. z o.o.*

**Tabela 52. Skumulowane przepływy ekonomiczne wraz z dotacją dla Wariantu „1” i „2” w latach 2034–2038 [w zł netto]**

Wyszczególnienie	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Skumulowane przepływy ekonomiczne - z dotacją</b>					
Wariant „1a”	626 552	-80 446	651 938	664 161	676 322
Wariant „1b”	626 552	-80 446	651 938	664 161	676 322
Wariant „2”	-1 428 117	-1 415 345	-1 402 731	-1 390 508	-1 378 347

*Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ogólnodostępnych i MPK Sp. z o.o.*

Tabela 53. Ocena ekonomicznej efektywności Inwestycji z wykorzystaniem dotacji UE [PLN]

Wyszczególnienie	Wartość
<b>ENPV</b>	
Wariant „1a”	25 899
Wariant „1b”	-237 803
Wariant „2”	-23 162 993
<b>ERR</b>	
Wariant „1a”	3,10%
Wariant „1b”	2,16%
Wariant „2”	Niemożliwe do obliczenia

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ogólnodostępnych i MPK Sp. z o.o.

W konsekwencji uwzględnienia w skumulowanych przepływach finansowych realizacji Inwestycji dofinansowania unijnego na poziomie 75% kosztów kwalifikowalnych ekonomiczna efektywność Inwestycji wynosi dla:

- Wariantu „1a”: ekonomiczna wartość bieżąca ENPV: **25.899 PLN** i ekonomicznej stopie zwrotu ERR **3,10%**;
- Wariantu „1b”: ekonomiczna wartość bieżąca ENPV: **-237.803 PLN** i ekonomicznej stopie zwrotu ERR **-2,16%**;
- Wariantu „2”: ekonomiczna wartość bieżąca ENPV: **-23.162.993 PLN**.

**MAJĄC NA UWADZE OTRZYMANE WYNIKI REKOMENDUJE SIĘ  
WYKORZYSTANIE AUTOBUSÓW O NAPĘDZIE ZEROEMISYJNYM I REALIZACJĘ  
INWESTYCJI W WARIANCIE „1a”, Z ZASTRZEŻENIEM POZYSKANIA  
DOFINANSOWANIA UE NA POZIOMIE 75%.**

## 5. Analiza wrażliwości

### 5.1. Kluczowe zmienne krytyczne. Wartości progowe zmiennych krytycznych

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

Analizie podlegał Wariant „1a” z uwzględnieniem dotacji, ponieważ okazał się najkorzystniejszy – posiadał najwyższą rentowność ( $ENPV > 0$ , tj. 25.899 PLN,  $ERR = 3,10\%$ ).

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 54. Analiza wrażliwości – zmienne krytyczne

Analiza wrażliwości	ENPV	ERR	Zmiana ENPV (%)	Zmiana ERR (p.p.)
<b>Wartości bazowe - wariant optymalny</b>	<b>25 899</b>	<b>3,10%</b>		
Zmiana wartości inwestycji o +1%	-62 048	2,77%	-339,57%	-0,32%
Zmiana kosztów energii elektrycznej o +1%	-47 676	2,82%	-284,08%	-0,27%
Zmiana kosztów napraw i konserwacji o +1%	-88 754	2,67%	-442,69%	-0,43%
Zmiana kosztów wymiany baterii o +1%	8 794	3,03%	-66,04%	-0,06%
Zmiana liczby wzm o -1%	-38 695	2,86%	-249,40%	-0,24%

Źródło: opracowanie własne.

Do zmiennych sklasyfikowanych jako krytyczne (zmiana wartości czynnika o 1% wywołała zmianę wartości NPV 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 55. Analiza wrażliwości – progowe wartości zmiennych

Analiza wrażliwości	Zmiana %
Zmiana wartości Inwestycji	+0,25
Zmiana kosztów energii elektrycznej	+0,30
Zmiana kosztów napraw i konserwacji	+0,22
Zmiana kosztów wymiany baterii	+1,5
Zmiana liczby wzm	-0,4

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ogólnodostępnych i MPK Sp. z o.o.

Analiza wrażliwości wartości progowych wskazała, że najsilniejszy wpływ na projekt i realizację Inwestycji wywołuje zmiana kosztów napraw i konserwacji, której maksymalny poziom odchylenia wynosi 0,22%.



## 6. Analizy ryzyka

### 6.1. 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 56. Zidentyfikowane aktywne ryzyk<sup>32</sup>

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.	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 projektu. Monitoring ryzyka będzie obejmował wszystkie procedury przetargowe.
		Opóźnienie realizacji założonych celów. Możliwe zmniejszenie rentowności projektu.		
2.	<b>Opóźnienia w dostawie infrastruktury towarzyszącej.</b>	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.	Monitoring ryzyka będzie prowadzony do czasu wykonania podłączeń dystrybucyjnych.
		Ograniczenie zakresu Inwestycji i zmniejszenie finalnych korzyści.		
3.	<b>Częste awarie techniczne pojazdów (tzw. choroba wieku)</b>	Opóźnienie realizacji założonych celów. Możliwe zmniejszenie rentowności projektu.		
		Opóźnienia w konsumpcji efektów ekologicznych.		
		Brak możliwości załadowania/zatankowania pojazdu zeroemisyjnego (brak	Częste okresowe przeglądy stanu technicznego pojazdów	Monitoring prowadzony będzie w sposób ciągły,

<sup>32</sup> Ryzyko uważane jest za „aktywne” jeśli jest **identyfikowalne** i **istotne dla projektu** na obecnym etapie AKK.

	dziecięcego) oraz stacji ładujących.	możliwości wykorzystania pojazdów do świadczenia usługi).	oraz infrastruktury towarzyszącej.	w całym okresie eksploatacji, również z udziałem wykonawcy stacji ładowania.
4.	<p><b>Przerwy w dostawie energii elektrycznej.</b></p> <p><b>Problem z zapewnieniem odpowiedniej rezerwy mocy przyłączeniowej w danej lokalizacji.</b></p>	<p>Brak możliwości wykorzystania pojazdów elektrycznych.</p> <p>Brak możliwości obsługi linii komunikacyjnych w zaplanowanym zakresie.</p>	<p>Skoordynowana i systematyczna modernizacja sieci elektroenergetycznej.</p> <p>Racjonalne i etapowe wprowadzanie zaproponowanych rozwiązań, aby montaż i przyłączenia nowych stacji ładowania samochodów elektrycznych nie zaburzyły pracy sieci elektroenergetycznej.</p>	<p>Monitoring ryzyka prowadzony będzie w fazie przygotowawczej projektu, podczas realizacji robót, a także przez cały okres eksploatacji.</p>
5.	<p><b>Osiąganie rzeczywistych słabszych parametrów technicznych autobusów względem zapowiadanych przez producentów.</b></p>	<p>Skrócenie maksymalnego dystansu pojazdu.</p> <p>Konieczność częstszego ładowania pojazdów.</p> <p>Wydłużenie przerw na ładowanie pojazdów.</p>	<p>Odpowiednie przeszkolenie kierowców, którzy w efektywny sposób będą prowadzić zeroemisyjne pojazdy.</p>	<p>Monitoring ryzyka prowadzony będzie w fazie przygotowawczej projektu, podczas realizacji robót, a także przez cały okres eksploatacji.</p>
6.	<p><b>Niesprzyjające warunki atmosferyczne.</b></p>	<p>Niekorzystne warunki atmosferyczne, tj. nadzwyczajne opady śniegu i mróz wpływają na ryzyko 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>Skrócenie maksymalnego dystansu pojazdu, dzięki czemu uzyskany zostanie „zapas” energii, który 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>Monitoring ryzyka prowadzony będzie w fazie przygotowawczej projektu, podczas realizacji robót, a także przez cały okres eksploatacji.</p>
7.	<p><b>Brak umiejętności kierowania pojazdem elektrycznym przez kadrę.</b></p>	<p>Skrócenie maksymalnego dystansu pojazdu.</p> <p>Konieczność częstszego 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.	<p><b>Szybka eksploatacja baterii (w przypadku zakupu floty pojazdów elektrycznych).</b></p>	<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.	<p><b>Wyższe od spodziewanych koszty inwestycyjne.</b></p>	<p>Konieczność pozyskania środków finansowych ze źródeł zewnętrznych lub ograniczenie zakresu Inwestycji, co przełoży się na mniejszy rezultat i korzyści.</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 zeroemisyjnego i infrastruktury towarzyszącej. Monitoring</p>

		Obniżenie rentowości Inwestycji.		zostanie zakończony w momencie wskazania przez nich ostatecznych nakładów inwestycyjnych. Nad dostawami i robotami związanymi z montażem infrastruktury technicznej sprawowany będzie odpowiedni nadzór inwestora.
10.	Wyższe od spodziewanych koszty eksploatacyjne.	Obniżenie rentowości Inwestycji.	Stały monitoring budżetu oraz odpowiednie zabezpieczenie środków finansowych na zaplanowane działania.	Monitoring ryzyka prowadzony będzie przez całą fazę operacyjną (eksploatacyjną) projektu.
11.	Polityczne zmiany priorytetów inwestycyjnych.	Brak możliwości pozyskania środków finansowych.	-	Monitoring ryzyka prowadzony będzie w okresie przygotowania przedsięwzięcia projektu, ale także podczas procesu jego wdrażania.
12.	Niedoszacowanie wartości Inwestycji.	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 zakończony w momencie wskazania przez nich ostatecznych nakładów inwestycyjnych. Nad dostawami i robotami związanymi z montażem infrastruktury technicznej sprawowany będzie odpowiedni nadzór inwestora.
13.	Brak dostępności środków zewnętrznych.	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.
14.	Zmiany w systemie transportowym (zmiana przebiegu tras komunikacyjnych, zmiana częstotliwości kursowania pojazdów).	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.
15.	Znaczny wzrost kosztów energii.	Obniżenie rentowości Inwestycji.	Brak możliwości ograniczenia ryzyka na tym poziomie.	Monitoring ryzyka będzie prowadzony w całym okresie eksploatacji.

Źródło: opracowanie własne.

## 6.2. 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 57. 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
E			14	15	

Bardzo niski  
 Niski  
 Średni  
 Wysoki  
 Bardzo wysoki

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 58. Matryca ryzyka – sposób działania

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

Źródło: opracowanie własne.

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 wykorzystania autobusów zeroemisyjnych do świadczenia usług komunikacji miejskiej na obszarze Gminy Miasto Stargard i Gmin ościennych, dla których Gmina Miasto Stargard jest Organizatorem publicznego transportu zbiorowego – na mocy zawartych porozumień międzygminnych wskazała na następujące wnioski i rekomendacje:

1) Gmina Miasto Stargard, jak każda jednostka samorządu terytorialnego określona w UoEiPA, ma obowiązek sporządzania Analizy, cyklicznie co 36 miesięcy.

2) 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.

3) Obecnie Operator nie posiada na stanie środków trwałych autobusów zeroemisyjnych.

4) Przy zachowaniu obecnego stanu taboru Operatora (40 szt.) i realizacji Inwestycji polegającej na wymianie 12 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 podróżnych przestarzałego taboru wpłynie pozytywnie na wizerunek ogólnie rozumianego publicznego transportu na terenie

Gminy Miasto Stargard oraz Gmin ościennych i zachęci mieszkańców do korzystania z komunikacji zbiorowej.

7) 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.

8) 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 analizowany jest kompleksowo stargardzka sieć komunikacyjna.

9) Projekt rozwoju elektromobilności dla Miasta Stargard 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.

10) 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.75%.

11) Rekomendacja ta nie oznacza jednak, że Miasto Stargard 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.

## 8. Wskazania dotyczące konieczności aktualizacji planu zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego w oparciu o rekomendowane rozwiązania

W odniesieniu do ustawy z dnia 16 grudnia 2010 roku o publicznym transporcie zbiorowym<sup>33</sup> (art. 9) gminy, którym powierzono zadanie organizacji publicznego transportu zbiorowego na mocy porozumienia między gminami, których obszar liczy łącznie co najmniej 80 000 mieszkańców mają obowiązek sporządzenia planu zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 25 maja 2011 roku w sprawie szczegółowego zakresu planu zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego<sup>34</sup> (§4) określa szczegółowo zawartość planu transportowego. Wymagania zostały

przedstawione w poniższej tabeli razem ze wskazaniami dotyczącymi konieczności aktualizacji obowiązującego planu.

Wyniki niniejszej Analizy kosztów i korzyści wskazują **na brak korzyści wykorzystywania autobusów o napędzie zeroemisyjnym**, niemniej jednak przewiduje się konieczność aktualizacji planu zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego.

Tabela 59. Zakres aktualizacji planu transportowego

Zakres	Konieczność aktualizacji
Ocena i prognoza potrzeb przewozowych z uwzględnieniem w szczególności:	
lokalizacji obiektów użyteczności publicznej	nie wymaga aktualizacji
gęstości zaludnienia obszaru objętego planem transportowym	nie wymaga aktualizacji
zapewnienia dostępu osobom niepełnosprawnym oraz osobom o ograniczonej zdolności ruchowej do publicznego transportu zbiorowego	nie wymaga aktualizacji
przewidywane finansowanie usług przewozowych, w tym źródła i formy finansowania	nie wymaga aktualizacji
preferencje dotyczące wyboru rodzaju środków transportu, w szczególności propozycje dotyczące wyboru rodzaju tych środków, uwzględniając infrastrukturę transportową znajdującą się na obszarze objętym planem transportowym	wymaga aktualizacji
Pożądany standard usług przewozowych w przewozach o charakterze użyteczności publicznej, poprzez określenie standardu przewozów i jakości usług przewozowych, uwzględniając potrzebę zapewnienia w szczególności:	
ochrony środowiska naturalnego	wymaga aktualizacji
dostępu osób niepełnosprawnych oraz osób o ograniczonej zdolności ruchowej do publicznego transportu zbiorowego	nie wymaga aktualizacji
Przewidywany sposób organizowania systemu informacji dla pasażera, w tym uwzględniając potrzeby pasażerów związane z dostępem do informacji w zakresie:	
godzin przyjazdu lub odjazdu środków transportu	nie wymaga aktualizacji
obowiązujących opłat za przejazd	wymaga aktualizacji
obowiązujących uprawnień do ulgowych przejazdów środkami publicznego transportu zbiorowego	nie wymaga aktualizacji
węzłów przesiadkowych	nie wymaga aktualizacji
koordynacji połączeń różnych rodzajów środków transportu	nie wymaga aktualizacji
regulaminów przewozu osób	nie wymaga aktualizacji

<sup>33</sup> Dz. U. 2023 poz. 2778 t.j.

<sup>34</sup> Dz. U. 2011 poz. 684 t.j.

Przewidywane wykorzystanie pojazdów elektrycznych lub pojazdów napędzanych gazem ziemnym, oraz planowany termin rozpoczęcia ich użytkowania	
linie komunikacyjne, na których przewidywane jest wykorzystanie pojazdów elektrycznych lub pojazdów napędzanych gazem ziemnym, oraz planowany termin rozpoczęcia ich użytkowania	wymaga aktualizacji
geograficzne położenie stacji gazu ziemnego	nie wymaga aktualizacji
geograficzne położenie infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego w rozumieniu art. 2 pkt 3 ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych, zwanej dalej „infrastrukturą ładowania”	wymaga aktualizacji
miejsce przyłączenia do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej – planowanej infrastruktury ładowania	nie wymaga aktualizacji
sieci dystrybucyjnej gazowej – planowanej stacji gazu ziemnego	nie wymaga aktualizacji
planowane magazyny energii	nie wymaga aktualizacji

Źródło: opracowanie własne.

## Spis tabel

Tabela 1. Przebieg regularnych linii komunikacyjnych obsługiwanych przez MPK Sp. z o.o. ....	15	Tabela 22. Przepływy finansowe realizacji Inwestycji dla Wariantu „1” i „2” (model różnicowy) w latach 2034-2038 [PLN].....	69
Tabela 2. Dzienny przebieg w 2023 roku na poszczególnych liniach komunikacyjnych .....	21	Tabela 23. Ocena efektywności Inwestycji [PLN] .....	70
Tabela 3. Szacunkowa liczba kilometrów wykonanych w 2023 roku na poszczególnych miejskich liniach komunikacyjnych.....	21	Tabela 24. Emisja spalin autobusów komunikacji miejskiej Miasta Stargard przed wymianą floty autobusów .....	71
Tabela 4. Rozliczenie wozokilometrów wykonanych w 2023 roku na terenie Gmin ościennych .....	21	Tabela 25. Emisja spalin autobusów komunikacji miejskiej Miasta Stargard po wymianie floty autobusów .....	72
Tabela 5. Wykorzystanie taboru będącego na wyposażeniu MPK Sp. z o.o. według typu dnia (poza okresem wakacyjnym).....	24	Tabela 26. Klasy stref dla poszczególnych zanieczyszczeń dla strefy zachodniopomorskiej .....	74
Tabela 6. Wykorzystanie taboru według typu dnia oraz pojazdu w rozkładzie podstawowym (poza okresem wakacyjnym) .....	24	Tabela 27. Koszty jednostkowe efektów zewnętrznych transportu .....	79
Tabela 7. Poglobiona analiza rozkładów jazdy .....	28	Tabela 28. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "0" bazowego w latach 2024-2028 [j.n.] .....	80
Tabela 8. Dane dotyczące zróżnicowania realizowanej liczby kilometrów przez poszczególne brygady w dzień roboczy szkolny.....	30	Tabela 29. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "0" bazowego w latach 2029-2033 [j.n.] .....	81
Tabela 9. Analiza jakościowa ryzyka – skala prawdopodobieństwa .....	37	Tabela 30. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "0" bazowego w latach 2034-2038 [j.n.] .....	81
Tabela 10. Analiza jakościowa ryzyka – siła oddziaływania .....	37	Tabela 31. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "0" bazowego w latach 2024-2028 [j.n.] .....	82
Tabela 11. Matryca ryzyka – klasyfikacja poziomu ryzyka .....	38	Tabela 32. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "0" bazowego w latach 2029-2033 [j.n.] .....	82
Tabela 12. Matryca ryzyka – sposób działania .....	38	Tabela 33. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "0" bazowego w latach 2034-2038 [j.n.] .....	82
Tabela 13. Wartość nakładów inwestycyjnych dla Wariantu "0" bazowego w latach 2024-2028 [w zł netto] .....	61	Tabela 34. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "1" elektrycznego bateryjnego w latach 2024-2028 [j.n.].....	83
Tabela 14. Wartość nakładów inwestycyjnych dla Wariantu "1a" elektrycznego bateryjnego w latach 2024-2028 [w zł netto] .....	61	Tabela 35. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "1" elektrycznego bateryjnego w latach 2029-2033 [j.n.].....	83
Tabela 15. Wartość nakładów inwestycyjnych dla Wariantu "1b" elektrycznego bateryjnego w latach 2024-2028 [w zł netto] .....	61	Tabela 36. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "1" elektrycznego bateryjnego w latach 2034-2038 [j.n.].....	84
Tabela 16. Wartość nakładów inwestycyjnych dla Wariantu "2" elektrycznego wodorowego w latach 2024-2028 [w zł netto] .....	62	Tabela 37. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "2" elektrycznego wodorowego w latach 2024-2028 [j.n.].....	85
Tabela 17. Wartość wydatków eksploatacyjnych dla wariantu „0”, „1” i „2” w latach 2024-2028 [PLN] .....	63	Tabela 38. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "2" elektrycznego wodorowego w latach 2029-2033 [j.n.].....	86
Tabela 18. Wartość wydatków eksploatacyjnych dla wariantu „0”, „1” i „2” w latach 2029-2033 [PLN] .....	65	Tabela 39. Wartość skutków środowiskowych dla Wariantu "2" elektrycznego wodorowego w latach 2034-2038 [j.n.].....	86
Tabela 19. Wartość wydatków eksploatacyjnych dla wariantu „0”, „1” i „2” w latach 2034-2038 [PLN] .....	66	Tabela 40. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "1" elektrycznego bateryjnego w latach 2024-2028 [j.n.].....	87
Tabela 20. Przepływy finansowe realizacji Inwestycji dla wariantu „1” i „2” (model różnicowy) w latach 2024-2028 [PLN] .....	68	Tabela 41. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "1" elektrycznego bateryjnego w latach 2029-2033 [j.n.].....	87
Tabela 21. Przepływy finansowe realizacji Inwestycji dla Wariantu „1” i „2” (model różnicowy) w latach 2029-2033 [PLN] .....	69		

Tabela 42. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "1" elektrycznego baterijnego w latach 2034–2038 [j.n.] .....	88
Tabela 43. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "2" elektrycznego wodorowego w latach 2024–2028 [j.n.] .....	88
Tabela 44. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "2" elektrycznego wodorowego w latach 2029–2033 [j.n.] .....	88
Tabela 45. Zmonetyzowane skutki środowiskowe dla Wariantu "2" elektrycznego wodorowego w latach 2034–2038 [j.n.] .....	89
Tabela 46. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „1” i „2” w latach 2024–2028 [w zł netto].....	89
Tabela 47. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „1” i „2” w latach 2029–2033 [w zł netto].....	89
Tabela 48. Skumulowane przepływy ekonomiczne dla Wariantu „1” i „2” w latach 2034–2038 [w zł netto].....	89
Tabela 49. Ocena ekonomicznej efektywności Inwestycji [PLN] .....	90
Tabela 50. Skumulowane przepływy ekonomiczne wraz z dotacją dla Wariantu „1” i „2” w latach 2024–2028 [w zł netto].....	91
Tabela 51. Skumulowane przepływy ekonomiczne wraz z dotacją dla Wariantu „1” i „2” w latach 2029–2033 [w zł netto].....	91
Tabela 52. Skumulowane przepływy ekonomiczne wraz z dotacją dla Wariantu „1” i „2” w latach 2034–2038 [w zł netto].....	91
Tabela 53. Ocena ekonomicznej efektywności Inwestycji z wykorzystaniem dotacji UE [PLN].....	92
Tabela 54. Analiza wrażliwości – zmienne krytyczne ....	93
Tabela 55. Analiza wrażliwości – progowe wartości zmiennych .....	93
Tabela 56. Zidentyfikowane aktywne ryzyk .....	94
Tabela 57. Matryca ryzyka – klasyfikacja poziomu ryzyka .....	97
Tabela 58. Matryca ryzyka – sposób działania.....	97
Tabela 59. Zakres aktualizacji planu transportowego..	101



## Spis wykresów

Wykres 1. Roczny koszt paliwa w roku 2020 i 2024. ....	17	Wykres 11. Planowana liczba wozokilometrów do zrealizowania w 2024 roku na liniach miejskich .....	23
Wykres 2. Koszt paliwa w podziale na poszczególne pojazdy.....	17	Wykres 12. Planowana liczba wozokilometrów do zrealizowania w 2024 r. roku na terenie Gmin ościennych .....	23
Wykres 3. Długość eksploatowanych pojazdów przez Operatora .....	18	Wykres 13. Wskaźnik wykorzystania poszczególnych pojazdów w 2024 r.....	26
Wykres 4. Liczba miejsc w pojazdach eksploatowanych przez Operatora .....	18	Wykres 14. Wskaźnik wykorzystania poszczególnych pojazdów od początku eksploatacji .....	26
Wykres 5. Przebieg pojazdów w roku 2023 i 2024. ....	19	Wykres 15. Średnie prędkości komunikacyjne i eksploatacyjne na wszystkich liniach obsługiwanych przez Operatora.....	27
Wykres 6. Struktura wieku taboru eksploatowanego przez Operatora .....	19	Wykres 16. Liczba pasażerów na przestrzeni ostatnich 5 lat.....	31
Wykres 7. Planowana struktura pojazdów według wieku w styczniu 2025 roku.....	20	Wykres 17. Zależność między stopą dyskontową, a wartością NPV .....	34
Wykres 8. Planowana struktura pojazdów według wieku w styczniu 2028 roku.....	20	Wykres 18. Wartość nakładów inwestycyjnych dla wariantu „0”, „1” i „2” [PLN] .....	60
Wykres 9. Dzienna liczba kilometrów wykonywana na poszczególnych liniach komunikacyjnych w okresie poza wakacyjnym.....	22	Wykres 19. Wartość nakładów eksploatacyjnych dla wariantu „0”, „1” i „2” [PLN] .....	68
Wykres 10. Dzienna liczba kilometrów wykonywana na poszczególnych liniach komunikacyjnych w okresie wakacyjnym.....	22		

## Spis rysunków

Rysunek 2. Położenie (lokalizacja) Gminy Miasto Stargard .....	12	Rysunek 6. Gęstość zaludnienia w granicach Gminy Miasto Stargard .....	43
Rysunek 3. Schemat sieci komunikacyjnej na terenie Gminy Miasto Stargard oraz Gmin ościennych.....	16	Rysunek 7. Model różnic terenu Gminy Miasto Stargard .....	43
Rysunek 4. Rozmieszczenie przystanków komunikacyjnych na terenie Gminy Miasto Stargard ....	41	Rysunek 8. Proponowane linie stargardzkiej komunikacji miejskiej do elektryfikacji .....	47
Rysunek 5. Schemat komunikacji miejskiej Gminy Miasto Stargard .....	42	Rysunek 9. Liczba osób (mieszkańców) narażonych na emisję w bezpośrednim otoczeniu obszaru projektu w pasie o szerokości 250 m.....	73