



**Aktualizacja analizy korzyści i kosztów  
związanych z wykorzystaniem autobusów  
zeroemisyjnych przy świadczeniu usług  
komunikacji miejskiej w Łodzi  
z przeprowadzeniem konsultacji społecznych**

**Wykonawca**



LPW Sp. z o.o.

ul. Żeliwna 38

40-599 Katowic

## SPIS TREŚCI

<b>1. Podstawy przeprowadzonej analizy.....</b>	<b>4</b>
1.1. Uwarunkowania prawne.....	4
1.2. Cel opracowania.....	5
<b>2. Identyfikacja stanu aktualnego .....</b>	<b>8</b>
2.1. Charakterystyka obszaru analizy.....	8
2.2. Analiza otoczenia społeczno-gospodarczego względem komunikacji miejskiej w Łodzi.....	13
2.3. System transportowy na obszarze analizy.....	16
2.4. Charakterystyka floty autobusowej MPK-Łódź Sp. z o.o. ....	23
2.5. Sieć komunikacyjna Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Łodzi Sp. z o.o.....	24
<b>3. Metodyka analizy .....</b>	<b>30</b>
3.1. Dane .....	30
3.2. Zastosowane metody.....	30
3.3. Koncepcja obsługi sieci komunikacji miejskiej autobusami zeroemisyjnymi .....	31
3.4. Analiza finansowa .....	33
3.5. Analiza społeczno-ekonomiczna .....	36
3.6. Analiza wrażliwości .....	42
3.7. Analiza ryzyka.....	43
<b>4. Plan wymiany i rozwoju taboru .....</b>	<b>44</b>
4.1. Transport zeroemisyjny w dokumentach strategicznych .....	44
4.2. Wyniki dotychczasowych analiz zasadności wdrażania taboru zeroemisyjnego w systemie autobusowej komunikacji miejskiej w Łodzi.....	50
4.3. Przegląd potencjalnych opcji wyboru rodzaju napędu .....	53
4.4. Przegląd rozwiązań ładowania autobusów zeroemisyjnych.....	56
4.5. Warianty wymiany i rozwoju taboru .....	62
4.6. Wybór linii do obsługi taborem zeroemisyjnym.....	66
<b>5. Analiza finansowo-ekonomiczna .....</b>	<b>71</b>
5.1. Analiza sytuacji finansowej miasta i wpływu programu wymiany pojazdów na jej stabilność .....	71
5.2. Ocena sytuacji finansowej Operatora.....	73
5.3. Model nabywania pojazdów .....	74
5.4. Działania inwestycyjne zrealizowane w latach 2020-2023.....	76
5.5. Założenia analizy finansowej .....	77
5.6. Nakłady inwestycyjne .....	80

5.7. Nakłady odtworzeniowe .....	82
5.8. Koszty operacyjne i wartość rezydualna .....	84
5.9. Efektywność finansowa .....	89
<b>6. Oszacowanie efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla środowiska i zdrowia ludzi .....</b>	<b>91</b>
6.1. Emisja CO <sub>2</sub> .....	91
6.2. Emisja NMHC/NMVOC .....	92
6.3. Emisja NO <sub>x</sub> .....	92
6.4. Emisja PM .....	93
6.5. Emisja SO <sub>2</sub> .....	94
<b>7. Analiza społeczno-ekonomiczna .....</b>	<b>95</b>
7.1. Wycena kosztów zmian klimatu (kosztów CO <sub>2</sub> ) .....	95
7.2. Wycena kosztów emisji zanieczyszczeń w niższych warstwach atmosfery .....	97
7.3. Wycena kosztów hałasu .....	101
7.4. Kalkulacja wskaźnika ENPV .....	103
7.5. Podsumowanie .....	104
<b>8. Analiza wrażliwości i ryzyka .....</b>	<b>106</b>
8.1. Określenie i badanie zmiennych krytycznych .....	106
8.2. Określenie i analiza wartości progowych .....	107
8.3. Identyfikacja ryzyka .....	109
8.4. Analiza jakościowa ryzyka .....	113
8.5. Matryca poziomu ryzyka .....	114
<b>9. Konsultacje społeczne .....</b>	<b>126</b>
<b>10. Rekomendacje .....</b>	<b>127</b>
<b>Spis tabel .....</b>	<b>131</b>
<b>Spis rysunków .....</b>	<b>132</b>
<b>Załącznik A .....</b>	<b>133</b>

## 1. Podstawy przeprowadzonej analizy

---

### 1.1. UWARUNKOWANIA PRAWNE

Podstawą prawną opracowania jest umowa zawarta pomiędzy Miastem Łódź z siedzibą w Łodzi a Wykonawcą tj. spółką LPW Sp. z o.o. z Katowic.

Opracowany dokument Analizy kosztów i korzyści (AKK) uwzględnia:

- obowiązujące przepisy prawa, tj. w szczególności:
  - ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2023 r., poz. 875);
  - ustawy z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji (Dz. U. z 2022 r. poz. 673, z późn. zm.);
  - ustawy z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (Dz. U. z 2023 r., poz. 2778 z późn. zm.);
  - ustawy z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym (Dz. U. 2001 Nr 142, poz. 1591 z późn. zm.);
  - rozporządzenia wykonawczego Komisji (UE) 2015/207 z dnia 20 stycznia 2015 r. ustanawiające szczegółowe zasady wykonania rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1303/2013 w odniesieniu do wzoru sprawozdania z postępów, formatu dokumentu służącego przekazywaniu informacji na temat dużych projektów, wzorów wspólnego planu działania, sprawozdań z wdrażania w ramach celu „Inwestycje na rzecz wzrostu i zatrudnienia”, deklaracji zarządczej, strategii audytu, opinii audytowej i rocznego sprawozdania z kontroli oraz metodyki przeprowadzania analizy kosztów i korzyści, zmienionym Rozporządzeniem Wykonawczym Komisji (UE) 219/256 z dnia 13 lutego 2019 r. zmieniającym rozporządzenie wykonawcze (UE) 2015/207 w odniesieniu do zmian wzorów służących do przekazywania informacji na temat dużych projektów wspólnego planu działania, do sprawozdań z wdrażania w ramach celów „Inwestycje na rzecz wzrostu i zatrudnienia” oraz „Europejska współpraca terytorialna”, a także wzorów sprawozdania z postępów i rocznych sprawozdań z kontroli oraz poprawiające to rozporządzenie w odniesieniu do danych do celów przeglądu skuteczności działania i ram wykonania;

- rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1299/2013 z dnia 17 grudnia 2013 r. w sprawie przepisów szczegółowych dotyczących wsparcia z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach celu „Europejska współpraca terytorialna” (Dz. Urz. UE L 347 z 20.12.2013, str. 259);
  - ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U. z 2023 r. poz. 1094).
- opracowania analityczne dotyczące metody przeprowadzania analizy kosztów i korzyści, tj. m.in:
- „Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach”; Nowa edycja, opracowanie JASPERS, 2023 r.;
  - „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>);
  - „Najlepsze praktyki w analizach kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków unijnych”, opracowanie CUPT grudzień 2014 r.

## **1.2. CEL OPRACOWANIA**

Celem opracowania jest aktualizacja sporządzanej w latach 2018 oraz 2021 analizy kosztów i korzyści związanej z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK) dla Miasta Łódź, zorientowanej na działalność MPK-Łódź Sp. z o.o.

Niniejszy dokument powstał w związku z realizacją przez Miasto Łódź założeń ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz.U z 2023 r. poz. 375 ze zm.), która zobowiązuje jednostki samorządu terytorialnego do sporządzania, co 36 miesięcy aktualizacji analizy kosztów i korzyści związanej z wykorzystaniem, przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej, autobusów zeroemisyjnych oraz innych (nieemitujących gazów cieplarnianych) środków transportu.

Celami zaprezentowanej analizy kosztów i korzyści są:

- wykonanie analizy finansowo-ekonomicznej;
- oszacowanie efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla środowiska i zdrowia ludzi;
- wykonanie analizy społeczno-ekonomicznej;
- wykonanie analizy wykonalności technicznej;
- weryfikacja aktualności rezultatów dotychczasowych analiz kosztów i korzyści wdrażania autobusów zeroemisyjnych w komunikacji miejskiej w Łodzi;
- opracowanie koncepcji obsługi sieci komunikacji miejskiej autobusami zeroemisyjnymi.

Ponadto w prezentowanej analizie oszacowano efekty środowiskowe związane z emisją szkodliwych substancji oraz wyceniono koszty zmiany klimatu, emisji zanieczyszczeń oraz hałasu.

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 o napędzie zeroemisyjnym.

Ogólne zasady prowadzenia analizy kosztów i korzyści określono na poziomie rozporządzeń unijnych. W szczególności, w załączniku nr III do rozporządzenia wykonawczego Komisji (UE) 2015/207 z 20 stycznia 2015 r., określono metodykę przeprowadzania analizy kosztów i korzyści.

Zasady i metody przeprowadzania analizy kosztów i korzyści dla planowanych dużych projektów we wszystkich branżach zawiera „Przewodnik po analizie kosztów i korzyści...”, przywołany w punkcie 1.1 niniejszego opracowania. Zasady przeprowadzania analizy kosztów i korzyści dla planowanych projektów inwestycyjnych w sektorze transportu publicznego w Polsce określa także „Niebieska Księga...”, opracowana przez Inicjatywę JASPERS i również wymieniona w punkcie 1.1. opracowania.

Analiza kosztów i korzyści wykonywana na potrzeby wniosków o dofinansowanie z Unii Europejskiej składa się z kilku obowiązkowych elementów, takich jak:

- identyfikacja projektu i określenie jego celu;
- analiza popytu i wariantów;
- analiza finansowa;
- analiza społeczno-ekonomiczna;
- analiza wrażliwości;
- ocena ryzyka.

Podstawą do opracowania analizy są dane dotyczące stanu obecnego komunikacji miejskiej, w tym dane kosztowe oraz identyfikacja wariantów proponowanych rozwiązań. W przypadku niniejszej analizy, jest to identyfikacja wariantów wymiany taboru wykorzystywanego w komunikacji miejskiej w Łodzi.

## 2. Identyfikacja stanu aktualnego

---

### 2.1. CHARAKTERYSTYKA OBSZARU ANALIZY

Ze względu na cel opracowania analizie poddano Gminę Miasto Łódź oraz gminy aglomeracji łódzkiej, na obszarze których usługi komunikacji miejskiej w drodze porozumień pomiędzy poszczególnymi jednostkami samorządu terytorialnego świadczy MPK-Łódź Sp. z o.o. Są to gminy: gmina miejsko-wiejska Lutomiersk, gmina miejska Konstantynów Łódzki, gmina miejska Aleksandrów Łódzki, gmina miejska Zgierz, gmina miejska Ksawerów, gmina miejska Pabianice, gmina miejska Rzgów, gmina wiejska Andrespol, gmina wiejska Brzeziny, gmina miejska Brzeziny, gmina wiejska Nowosolna i gmina miejsko-wiejska Stryków.

Pod względem geograficznym, Łódź położona jest w centrum Polski, około 30 km od geometrycznego środka kraju. Miasto wojewódzkie zlokalizowane jest w środkowej części województwa łódzkiego. Administracyjny obszar miasta ma powierzchnię 293,3 km<sup>2</sup>. Łódź jest miastem na prawach powiatu, stanowi centralny punkt monocentrycznej aglomeracji łódzkiej. Jest to ośrodek administracyjny, usługowy, akademicki oraz przemysłowy o dominującej roli ponadlokalnej i metropolitalnej. Łódź jest także centralnym miastem łódzkiego Obszaru Metropolitalnego, w skład którego wchodzi także 4 inne powiaty: łódzki wschodni, brzeziński, zgierski i pabianicki.

Łódzki Obszar Metropolitalny (ŁOM), o powierzchni 2,5 tys. km<sup>2</sup>, zamieszkały jest przez ponad 1 mln osób. Granice ŁOM nie pokrywają się z granicami Miejskiego Obszaru Funkcjonalnego Ośrodka Wojewódzkiego – Łodzi (MOF), wyznaczonymi w Strategii Rozwoju Województwa Łódzkiego 2030 (brak gminy Jeźów). W skład obszaru MOF wchodzi 26 gmin: gmina miejsko-wiejska Aleksandrów Łódzki, gmina wiejska Andrespol, gmina wiejska Brójce, gmina wiejska Dłutów, gmina wiejska Dmosin, gmina wiejska Dobroń, gmina miejska Brzeziny, gmina wiejska Brzeziny, gmina miejska Głowno, gmina miejsko-wiejska Koluszki, gmina miejska Konstantynów Łódzki, gmina wiejska Ksawerów, gmina miejsko-wiejska Lutomiersk, miasto na prawach powiatu Łódź, gmina wiejska Nowosolna, gmina miejska Ozorków, gmina wiejska Ozorków, gmina miejska Pabianice, gmina wiejska Pabianice, gmina miejsko-wiejska Parzęczew, gmina wiejska Rogów, gmina miejsko-wiejska Rzgów, gmina miejsko-wiejska Stryków, gmina miejsko-wiejska Tuszyń, gmina miejska Zgierz, gmina wiejska Zgierz oraz 4 powiaty: brzeziński, łódzki wschodni, pabianicki, zgierski.



Miasto Łódź współpracuje z gminami z otaczających powiatów w ramach Stowarzyszenia Łódzki Obszar Metropolitalny (SŁOM) poprzez prowadzenie zintegrowanych działań na rzecz zrównoważonego rozwoju obszarów miejskich. Realizacja Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych (ZIT) w poprzednim okresie programowania 2014-2020 istotnie przyczyniła się do niwelowania różnic rozwojowych na wyznaczonym obszarze ŁOM. Przeprowadzone inwestycje w zakresie niskoemisyjnego transportu miejskiego to ponad 17 km nowych lub przebudowanych linii komunikacji miejskiej, 56 jednostek zakupionego taboru, ponad 15 km wybudowanych dróg dla rowerów.

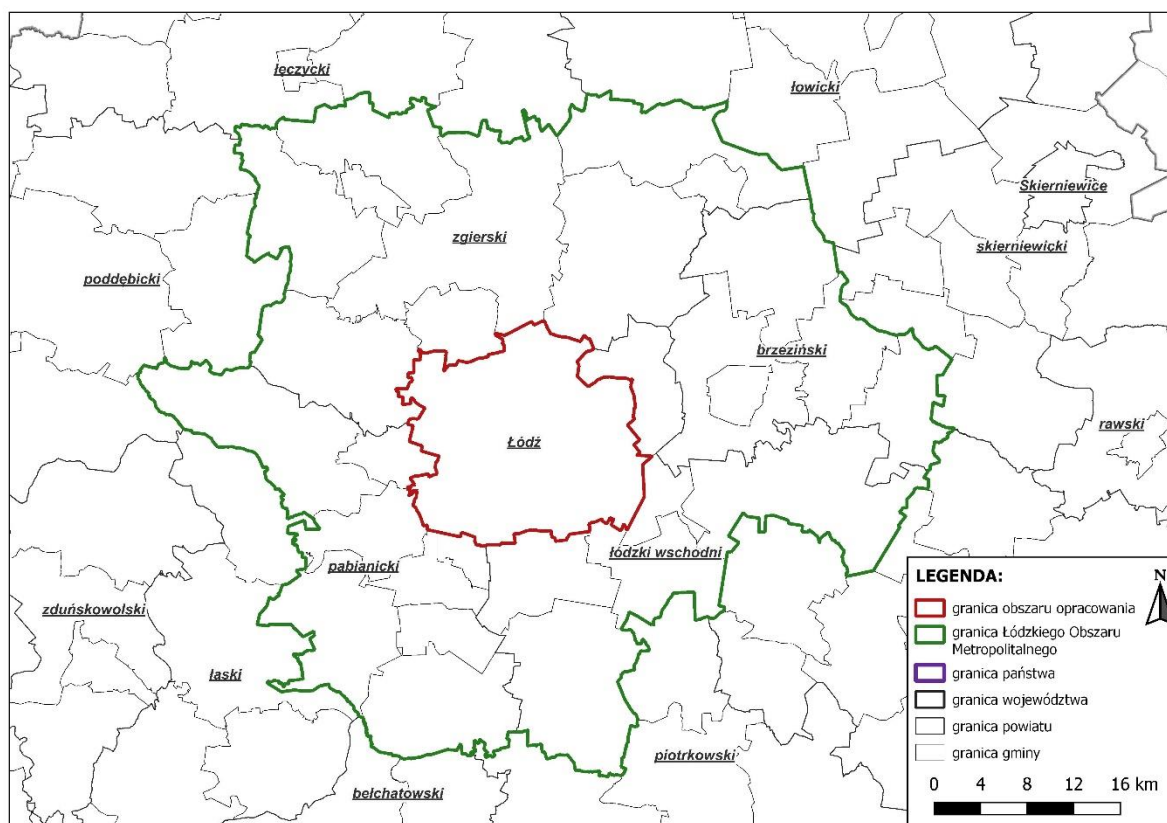
Łódź znajduje się na przecięciu szlaków drogowych stanowiących odcinki paneuropejskich korytarzy transportowych: drogi E75 w osi północ-południe oraz E30 w osi wschód-zachód, a także drogi E67. Lokalizacja ta naturalnie predestynuje obszar do rozwoju branży logistycznej i magazynowej, co przekłada się na wysoki poziom ruchu towarowego. Jest to zarówno ruch tranzytowy, jak i źródłowo-docelowy, wynikający z poziomu rozwoju gospodarczego regionu oraz międzyregionalnej i międzynarodowej współpracy i wymiany handlowej. Znaczne oddziaływanie na wielkość ruchu towarowego w regionie mają również ośrodki miejskie zlokalizowane w sąsiednich województwach – Warszawa, Radom, Kielce, Częstochowa, Kalisz i Włocławek.

Lokalizację miasta na tle kraju i powiatu przedstawiono odpowiednio na poniższych rysunkach.



**Rysunek 2.1** Lokalizacja Łodzi na tle kraju

Źródło: opracowanie własne



**Rysunek 2.2 Lokalizacja Łodzi na tle Łódzkiego Obszaru Metropolitalnego**

Źródło: opracowanie własne

Według bilansu ludności GUS, na koniec grudnia 2023 r. liczba mieszkańców Łodzi wyniosła niewiele ponad 652 tys. osób i stanowiła 27,60% populacji województwa łódzkiego.

Zagospodarowanie przestrzenne Łodzi jest skoncentrowane na kilku kluczowych obszarach miasta, z uwzględnieniem typów zabudowy charakterystycznych dla poszczególnych dzielnic i osiedli.

Strefa Wielkomiejska, obejmująca centralne dzielnice takie jak Śródmieście i część Widzewa, jest głównym obszarem mieszkaniowo-usługowym miasta. W tej strefie dominuje zabudowa wielkomiejska, z kamienicami, blokami mieszkalnymi oraz budynkami usługowymi. Główne cele zagospodarowania obejmują rewitalizację śródmieścia, rozbudowę przestrzeni publicznych oraz rozwój Nowego Centrum Łodzi (NCŁ), które obejmuje tereny wokół dworca Łódź Fabryczna.

W obszarach takich jak Retkinia, Teofilów czy Chojny, przeważa zabudowa osiedli blokowych z lat 70. i 80. XX wieku. Są to dobrze zagospodarowane osiedla,

jednak istnieją również tereny przemysłowe, pokolejowe i powojkowe, które stanowią rezerwy inwestycyjne. W tych rejonach trwa proces suburbanizacji, zwłaszcza w obszarach podmiejskich, co wymaga działań ograniczających rozpraszanie zabudowy. Cele zagospodarowania w tych obszarach obejmują zakończenie urbanizacji terenów już częściowo zabudowanych oraz dostosowanie działań publicznych do potrzeb mieszkańców.

Polityka planistyczna Łodzi charakteryzuje się niskim stopniem pokrycia miejscowymi planami zagospodarowania przestrzennego, co prowadzi do chaosu przestrzennego i rozpraszania zabudowy. Wyzwaniem jest brak zagospodarowania terenów zgodnie z ustalonym przeznaczeniem oraz duża liczba wydawanych decyzji o warunkach zabudowy. Cele polityki planistycznej obejmują prowadzenie spójnej polityki, zgodnie z dokumentami strategicznymi, studium oraz miejscowymi planami zagospodarowania przestrzennego.

Znaczna część terenów przemysłowych, zwłaszcza w rejonie dawnej Widzewskiej Manufaktury, jest obecnie nieużytkowana i stanowi rezerwy inwestycyjne. Główne cele obejmują rewitalizację tych zdegradowanych obszarów, rozwój Nowego Centrum Łodzi oraz minimalizację konfliktów funkcjonalno-przestrzennych między przemysłem a zabudową mieszkaniową.

Obszary podmiejskie, takie jak Nowosolna i Łagiewniki, charakteryzują się zabudową jednorodzinną i terenami przyrodniczo cennymi. Proces suburbanizacji w tych rejonach prowadzi do zwiększonych potrzeb transportowych oraz utraty terenów zielonych. Polityka przestrzenna miasta ma na celu ograniczenie zabudowy na terenach nieurbanizowanych oraz zakończenie urbanizacji terenów już częściowo zabudowanych.

Główne cele polityki przestrzennej Łodzi obejmują przekształcanie historycznej struktury przestrzennej, kształtowanie współczesnego krajobrazu kulturowego, podnoszenie atrakcyjności inwestycyjnej miasta, przekształcanie obszarów przemysłowych oraz usprawnianie obsługi komunikacyjnej międzyregionalnej i lokalnej. Zagospodarowanie przestrzenne koncentruje się na rewitalizacji i rozwoju centralnych dzielnic, wspieraniu inwestycji, minimalizacji konfliktów przestrzennych, ograniczeniu suburbanizacji oraz zwiększeniu atrakcyjności przestrzeni publicznych i zabytków. Polityka planistyczna dąży do spójności i racjonalnego wykorzystania rezerw terenowych, podnosząc jakość życia mieszkańców poprzez zrównoważony rozwój infrastruktury i usług.

## 2.2. ANALIZA OTOCZENIA SPOŁECZNO-GOSPODARCZEGO WZGLĘDEM KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ W ŁODZI

Obserwowany wg GUS ubytek liczby ludności to rezultat tendencji w zakresie ujemnego przyrostu naturalnego oraz w mniejszym stopniu migracji mieszkańców Łodzi w obrębie Łódzkiego Obszaru Metropolitalnego. W Łodzi, podobnie jak w większości polskich miast, obserwowany jest ubytek ludności, jednak – czego dowiodły opublikowane w 2022 roku wyniki NSP 2021 – nie jest tak duży, jak wskazywały prognozy GUS. Na poniższym rysunku oraz w tabeli przedstawiono zmiany liczby ludności gmin aglomeracji łódzkiej w latach 2019-2023.

**Tabela 2.1 Liczba ludności gmin aglomeracji łódzkiej w latach 2019-2023**

Rok	2019	2020	2021	2022	2023
Aleksandrów Łódzki	32 303	34 126	34 527	34 820	35 110
Brzeziny	12 300	12 320	12 340	12 360	12 380
Głowno	14 119	13 573	13 342	13 216	13 116
Koluszki	23 368	23 081	23 048	22 903	22 799
Konstantynów Łódzki	18 206	18 921	19 117	19 161	19 231
Lutomiersk	8 639	9 179	9 292	9 386	9 482
Łódź	679 941	673 003	664 860	658 444	652 015
Ozorków	19 311	18 766	18 488	18 259	18 064
Pabianice	64 757	63 163	62 163	61 353	60 598
Rzgów	10 459	10 991	11 086	11 236	11 347
Stryków	12 711	12 989	12 985	12 994	13 011
Tuszyn	12 391	12 683	12 637	12 742	12 813
Zgierz	56 190	55 251	54 550	54 012	53 543

Źródło: opracowanie własne na podstawie BDL GUS (stan na dzień 31.12.2023 r.)

Szacowany według GUS spadek liczby mieszkańców Łodzi to nadal przede wszystkim (w 80%) efekt wysokiej liczby zgonów i mniejszej liczby urodzeń, a w dużo mniejszym stopniu migracji ludności (20%). Ogólne saldo migracji w Łodzi kształtuje się na stosunkowo niskim poziomie i wiąże się głównie z migracjami w granicach Łódzkiego Obszaru Metropolitalnego, co jest w znacznej mierze konsekwencją wyprowadzek łodzian na przedmieścia. Dlatego fałszywym przekonaniem jest, że Łódź wyludnia się głównie z powodu znaczącego odpływu ludności do Warszawy czy innych miast Polski. Roczne saldo ujemne z tego powodu według GUS utrzymuje się od kilku lat na niskim poziomie (ok. 150 osób rocznie) i jest prawie dwukrotnie mniejsze niż jeszcze 5 lat temu.

Rzeczywista liczba mieszkańców Łodzi jest jednak o wiele wyższa niż prezentowana przez Główny Urząd Statystyczny. Nocne logowania na telefony komórkowe wskazują, że od kilku lat liczba faktycznych mieszkańców Łodzi sięga około 760 000. A ludność dzienna, po uwzględnieniu mieszkańców dojeżdżających do pracy oraz osób korzystających z usług metropolitalnych, to wciąż około 840 tys. osób<sup>1</sup>.

W roku 2023 miasto przechodziło okres stabilizacji i umiarkowanego wzrostu gospodarczego, wynikający z sytuacji makroekonomicznej oraz będący pozytywnym efektem realizacji miejskiej strategii rozwoju, w tym przede wszystkim obszarowej rewitalizacji oraz otwarcia na inwestorów.

Podkreśla to istotną rolę komunikacji miejskiej jako jednego z kluczowych rozwiązań dla skutecznego wdrożenia narzędzi z zakresu zrównoważonej mobilności i poprawiających warunki ruchu, skracającego czas podróży i zachęcającego do zmiany przyzwyczajeń i podróży środkami publicznego transportu zbiorowego. Niezbędne jest podniesienie atrakcyjności komunikacji miejskiej poprzez podwyższenie jakości oferty. Zwiększenie liczby podróży realizowanych transportem zbiorowym wpłynie na poprawę warunków ruchu, jakości życia w mieście, co w naturalny sposób zwiększy liczbę mieszkańców, zachęcając do osiedlania się na obszarze miasta.

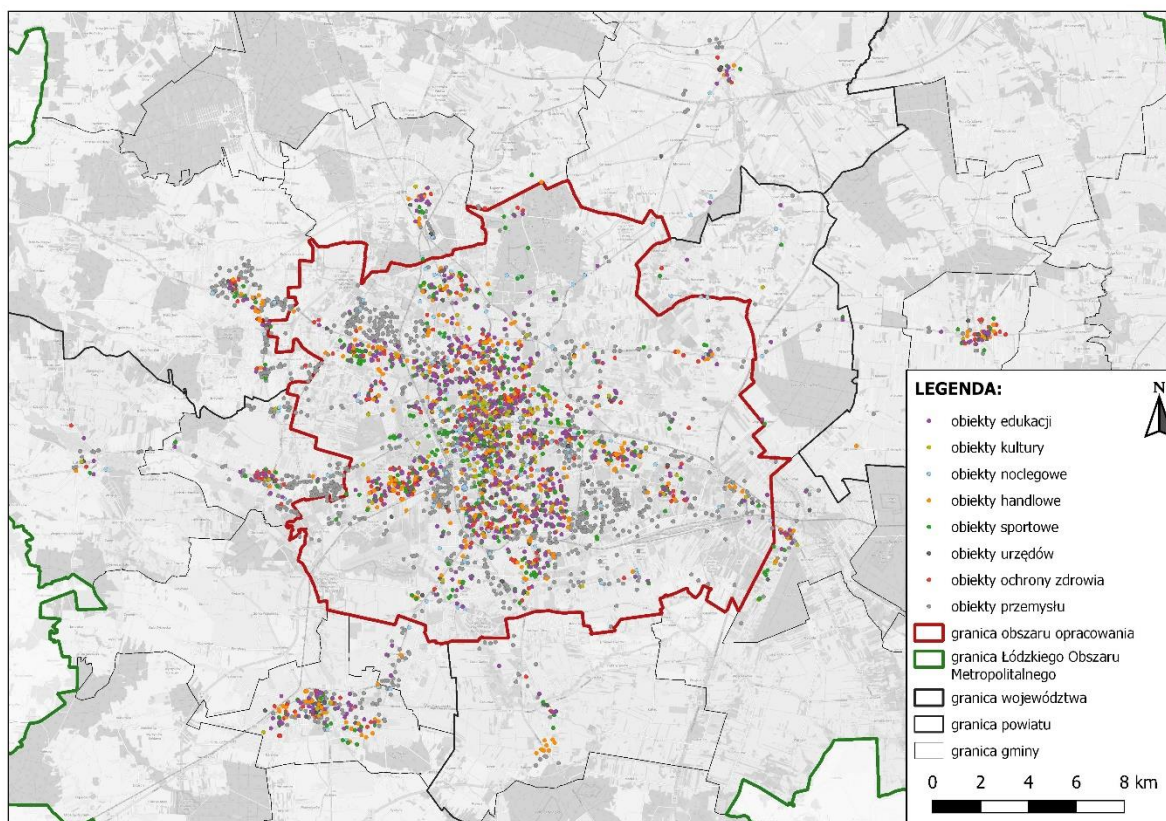
Generatory ruchu to wszelkie źródła i cele podróży związane z aktywnościami społeczno-gospodarczymi. Rozproszenie i nierównomierność przestrzenna generatorów ruchu determinują zapotrzebowanie na realizację podróży. Występuje pewna koncentracja generatorów ruchu w centralnych obszarach gmin i proporcjonalność koncentracji względem koncentracji struktury osadniczej. W niniejszym opracowaniu rozpatrywano takie obiekty jak urzędy, szkoły, szpitale, obiekty użyteczności publicznej, obiekty kultury, obiekty sportowe, pozwalające również na obsługę imprez masowych.

Generatory ruchu stanowią istotny element analizy, ponieważ ich obsługa jest statutowym zadaniem komunikacji miejskiej. Ich rozmieszczenie stanowi podstawę identyfikacji linii komunikacyjnych, które w pierwszej kolejności zostaną zelektryfikowane.

---

<sup>1</sup> Łódź 2023. Raport o stanie miasta.

Rozmieszczenie przestrzenne generatorów ruchu na analizowanym obszarze przedstawiono na poniższym rysunku.



**Rysunek 2.3 Generatory ruchu na obszarze funkcjonowania MPK-Łódź Sp. z o.o.**

Źródło: opracowanie własne na podstawie Bazy Danych Ogólnogeograficznych oraz Openstreetmap na dzień 05.07.2024 r.

W wyniku przeprowadzonej analizy potwierdzono występowanie nierównomierności w przestrzennym rozmieszczeniu generatorów ruchu. Dominacja obiektów tego typu występuje w centrach rozważanych gmin. Jednak zdecydowana dominacja w liczbie i koncentracji generatorów ruchu występuje w Łodzi, zwłaszcza w centralnej części. Mnogość kolorów widocznych na mapie i duże zróżnicowanie generatorów ruchu różnych typów na niewielkiej powierzchni potwierdza występowanie korzystnej struktury przestrzennej obszaru.

Łódź jest szóstym co do powierzchni i czwartym do liczby ludności miastem Polski. Jest to istotny ośrodek akademicki (19 uczelni<sup>2</sup>), kulturalny i przemysłowy. W mieście istnieje wiele obiektów uznanych za zabytkowe – w rejestrze zabytków znajduje się ich ponad 350, a w gminnej ewidencji zabytków prawie 2 tysiące. Liczne w tym zakresie atrakcje turystyczne obejmują kilkanaście obiektów sakralnych, willi, zabytków architektury przemysłowej oraz kilkadziesiąt kamienic. W mieście zlokalizowanych jest wiele budynków użyteczności publicznej, liczne parki i skwery, kompleksy muzealne, hotele, szpitale publiczne o zróżnicowanej strukturze i roli oraz wiele wielkopowierzchniowych obiektów handlowych, w tym centra handlowe, hipermarkety i supermarkety. Wszystko to wpływa na strukturę czasowo-przestrzenną podróży realizowanych na obszarze miasta.

### 2.3. SYSTEM TRANSPORTOWY NA OBSZARZE ANALIZY

Na sieć transportową miasta Łodzi składają się drogi (w tym infrastruktura piesza i rowerowa), transport kolejowy, szynowy i autobusowy, port lotniczy oraz węzły transportowe pasażerskie i towarowe. Przez Łódź przebiega również trasa kolejowa zapewniająca połączenie Warszawy i Wrocławia. Dogodne połączenie drogowe z najważniejszymi miastami w Polsce, w tym z Warszawą i Poznaniem, a także połączenia zagraniczne m. in. z Berlinem, zapewnia biegnąca około 10 kilometrów na północ od Łodzi autostrada A2. Nieco dalej, bo około 60 kilometrów na północ od Łodzi, zlokalizowana jest stacja kolejowa w Kutnie, skąd odjeżdżają pociągi m.in. do Berlina. Wschodnim skrajem miasta przebiega oddana do użytku w 2016 r. autostrada A1 łącząca Gdańsk z konurbacją górnośląską i Czechami.

**Transport drogowy.** Sieć drogową Łodzi stanowią drogi publiczne o łącznej długości około 1 030 km. Łódź ma dobrze rozwinięty układ dróg, powiązany z drogami krajowymi, a także zapewniający połączenia zewnętrzne z sąsiednimi gminami oraz wewnętrzne połączenia międzydzielnicowe. Podstawową wadą powiązań drogowych miasta Łodzi jest brak zewnętrznych tras obwodnicowych, umożliwiających ominięcie przez ruch tranzytowy centrum miasta. W związku z tym ruch tranzytowy współdzieli najważniejsze ciągi drogowe z ruchem aglomeracyjnym oraz ruchem miejskim.

---

<sup>2</sup> Urząd statystyczny w Łodzi. Łódź w liczbach. 2023.



Przez Łódź przebiega autostrada A1: Trójmiasto – Grudziądz – Toruń – Łódź – Gliwice – Gorzyczki. Autostrada A1 jest jednocześnie drogą o randze europejskiej E75. Na obszarze miasta zapewniony jest dostęp do dróg krajowych:

- DK nr 14: Pabianice – Łódź – Stryków – Łowicz;
- DK nr 71: Łódź (wzdłuż granicy) – Zgierz – Aleksandrów Łódzki – Konstantynów Łódzki – Pabianice – Rzgów;
- DK nr 72: Konin – Turek – Uniejów – Aleksandrów Łódzki – Łódź – Brzeziny – Rawa Mazowiecka;
- DK nr 91: Gdańsk – Toruń – Łódź – Piotrków Trybunalski – Radomsko – Częstochowa.

Przez Łódź przebiegają również dwie drogi wojewódzkie:

- DW nr 710: Łódź – Szadek – Błaszki;
- DW nr 713: Łódź – Tomaszów Mazowiecki – Opoczno.

Wyżej wymienione ciągi drogowe dzięki promienistemu układowi zapewniają połączenie centrum miasta z miejscowościami położonymi w aglomeracji łódzkiej oraz krajową siecią drogową. Ponadto Łódź posiada tzw. ring, czyli pełną obwodnicę wyznaczoną przez bezkolizyjny układ dróg ekspresowych oraz autostrad (A1, A2, S8, S14).

Drogi niższych kategorii w zasadniczej części tworzą układ prostokątny, rozciągnięty pomiędzy drogami krajowymi i wojewódzkimi. Ulice te zapewniają obsługę komunikacyjną Śródmieścia oraz osiedli położonych na obrzeżach miasta. Umożliwiają również przejazd tranzytowy dla ruchu międzypodzielnicowego. Do najważniejszych ciągów ulicznych, prowadzących z północy na południe należą:

- ciąg ulic: Zgierskiej, Zachodniej i al. Kościuszki, położony na zachód od ulicy Piotrkowskiej, będący główną osią komunikacyjną centrum miasta, w tym głównym ciągiem tramwajowym (prowadzi tędy trasa Łódzkiego Tramwaju Regionalnego);
- ciąg ulic Franciszkańskiej i Kilińskiego, położony na wschód od ul. Piotrkowskiej, również będący ciągiem tramwajowym, przebiegający tuż obok dworca kolejowego Łódź Fabryczna;

- ciąg al. Włókniarzy, Jana Pawła II, Bartoszewskiego, stanowiący zachodnią, śródmiejską obwodnicę centrum Łodzi, posiadający częściowo infrastrukturę tramwajową,
- ciąg ul. Strykowskiej, Palki, Kopcińskiego i Śmigłego-Rydza, stanowiący wschodnią, śródmiejską obwodnicę centrum Łodzi, posiadający częściowo infrastrukturę tramwajową.

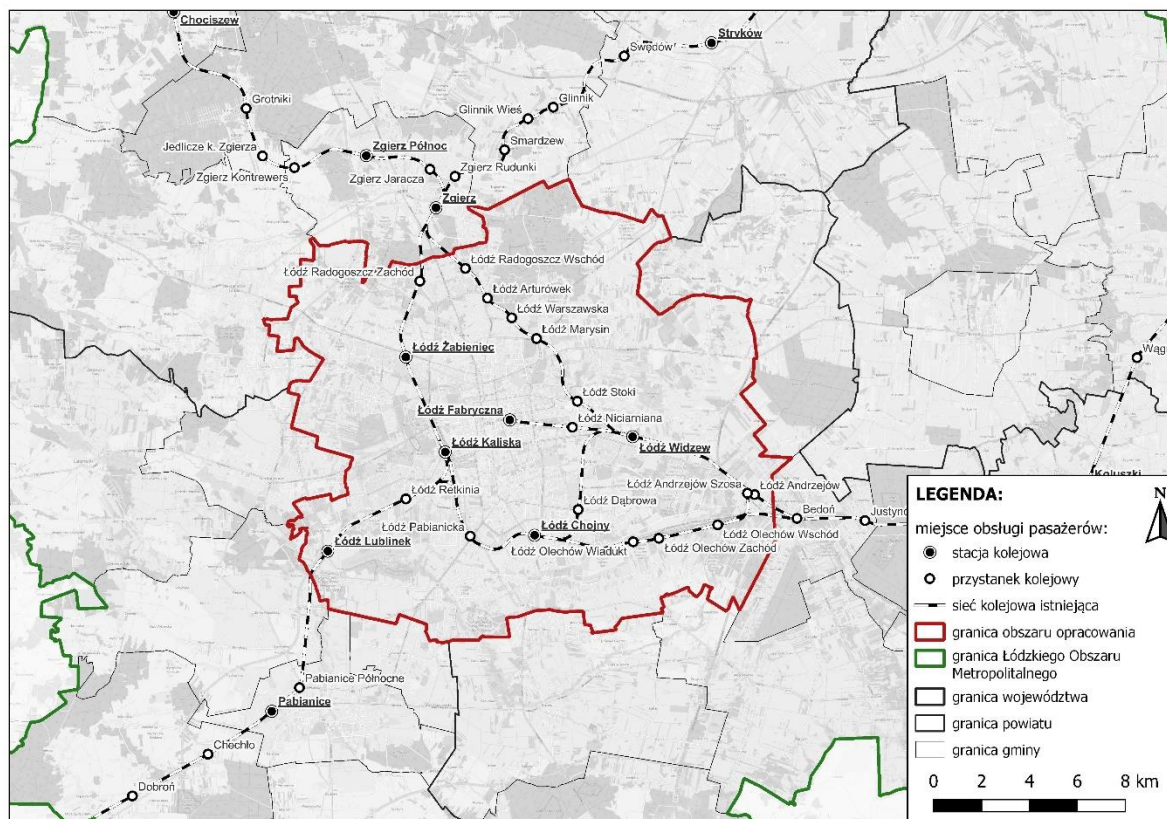
**Transport autobusowy.** Na obszarze Łodzi zlokalizowane są 3 dworce autobusowe obsługujące regularne przewozy autobusowe, zapewniające połączenia:

- międzynarodowe z miastami w takich krajach jak: Austria, Belgia, Białoruś, Szwajcaria, Niemcy, Dania, Hiszpania, Francja, Wielka Brytania, Włochy, Holandia, Norwegia, Szwecja i Ukraina;
- krajowe m.in. do Szczecina, Gdańska, Poznania, Olsztyna, Wrocławia, Kielc;
- wojewódzkie m.in. do Bełchatowa i Piotrkowa Trybunalskiego;
- regionalne m.in. do Zgierza i Pabianic.

Oferta przewozowa zapewniana jest przez niezależnych przewoźników prywatnych (szczególną rolę odgrywają przewoźnicy Sindbad i Flixbus). Obejmuje ona połączenia pospieszne, przyspieszone i ekspresowe, w tym międzynarodowe.

**Transport kolejowy.** Łódź dysponuje jedną z lepiej rozwiniętych sieci kolejowych, jeżeli chodzi o miasta wojewódzkie w Polsce. Infrastruktura ta nie jest jednak w pełni wykorzystywana, na co składa się kilka przyczyn. Główną z przyczyn jest niedostosowanie układu linii kolejowych do dominujących kierunków przewozów wewnątrzmijskich. Zasadniczo do miasta prowadzą cztery trasy kolejowe, które zapewniają powiązanie z resztą krajowej sieci kolejowej. Przez miasto Łódź nie przebiega żadna linia magistralna. Wszystkie linie są kategorii pierwszorzędnej:

- Linia kolejowa nr 14 Łódź Kaliska – Tuplice;
- Linia Kolejowa nr 15 Łódź Kaliska – Bednary;
- Linia kolejowa nr 16 Łódź Widzew – Kutno;
- Linia kolejowa nr 17 Łódź Fabryczna – Koruszki;
- Linia kolejowa nr 25 Łódź Kaliska – Dębica.



**Rysunek 2.4 Układ tras kolejowych na obszarze aglomeracji łódzkiej**

Źródło: opracowanie własne na podstawie Bazy Danych Ogólnogeograficznych oraz Openstreetmap na dzień 05.07.2024 r.

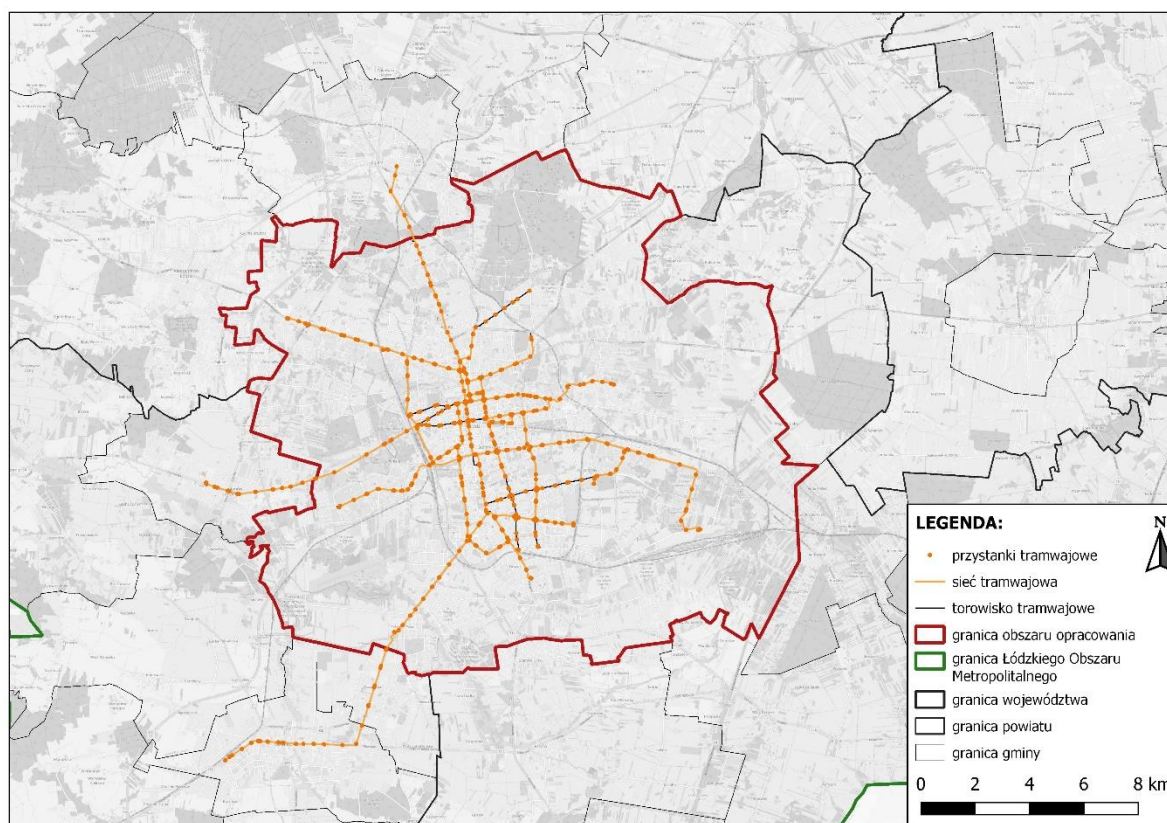
Na terenie Łodzi znajdują się obecnie:

- 5 czynnych stacji kolejowych, obsługujących ruch pasażerski: Łódź Fabryczna, Łódź Kaliska, Łódź Widzew, Łódź Chojny, Łódź Żabieniec
- 1 towarowa stacja kolejowa z lokomotywnią;
- 16 czynnych przystanków kolejowych, obsługujących ruch pasażerski: Łódź Arturówek, Łódź Dąbrowa, Łódź Lublinek, Łódź Marysin, Łódź Niciarniana, Łódź Olechów Wschód, Łódź Pabianicka, Łódź Radogoszcz Zachód, Łódź Stoki, Łódź Andrzejów, Łódź Andrzejów Szosa, Łódź Olechów Wiadukt, Łódź Olechów Zachód, Łódź Radogoszcz Zachód, Łódź Retkinia, Łódź Warszawska

Pasażerowie kolei w Łodzi korzystać mogą z usług czterech przewoźników kolejowych: Łódzka Kolej Aglomeracyjna (przewozy aglomeracyjne i regionalne), POLREGIO (przewozy regionalne), Koleje Wielkopolskie (połączenia przyśpieszone pomiędzy Łodzią a Poznaniem) oraz PKP Intercity (przewozy dalekobieżne).

### **Transport tramwajowy.**

Łódzka sieć tramwajowa charakteryzuje się bardzo dużą gęstością tras w Śródmieściu. W roku 2023 trwały intensywne prace w ramach projektu „Kompleksowy program integracji sieci niskoemisyjnego transportu publicznego w metropolii łódzkiej wraz z zakupem taboru do obsługi trasy W-Z oraz innych linii komunikacyjnych i modernizacją zajezdni tramwajowych w Łodzi – Faza I”. W ramach projektu dostarczono tabor autobusowy i tramwajowy (30 tramwajów Moderus Gamma i 8 autobusów elektrycznych Solaris Urbino 18). Dla obsługi trasy W-Z zakupiono tramwaje typu Pesa Swing w roku 2015 oraz 2018. W ostatnich latach trwały intensywne prace w ramach rozbudowy, modernizacji linii tramwajowych. Inwestycje obejmują przebudowę i wydzielenie torowiska, budowę infrastruktury przystanków, modernizację jezdni, budowę sygnalizacji, dróg rowerowych, chodników i bezpiecznych przejść dla pieszych oraz parkingi Park&Ride. Sieć tramwajową przedstawiono na poniższym rysunku.

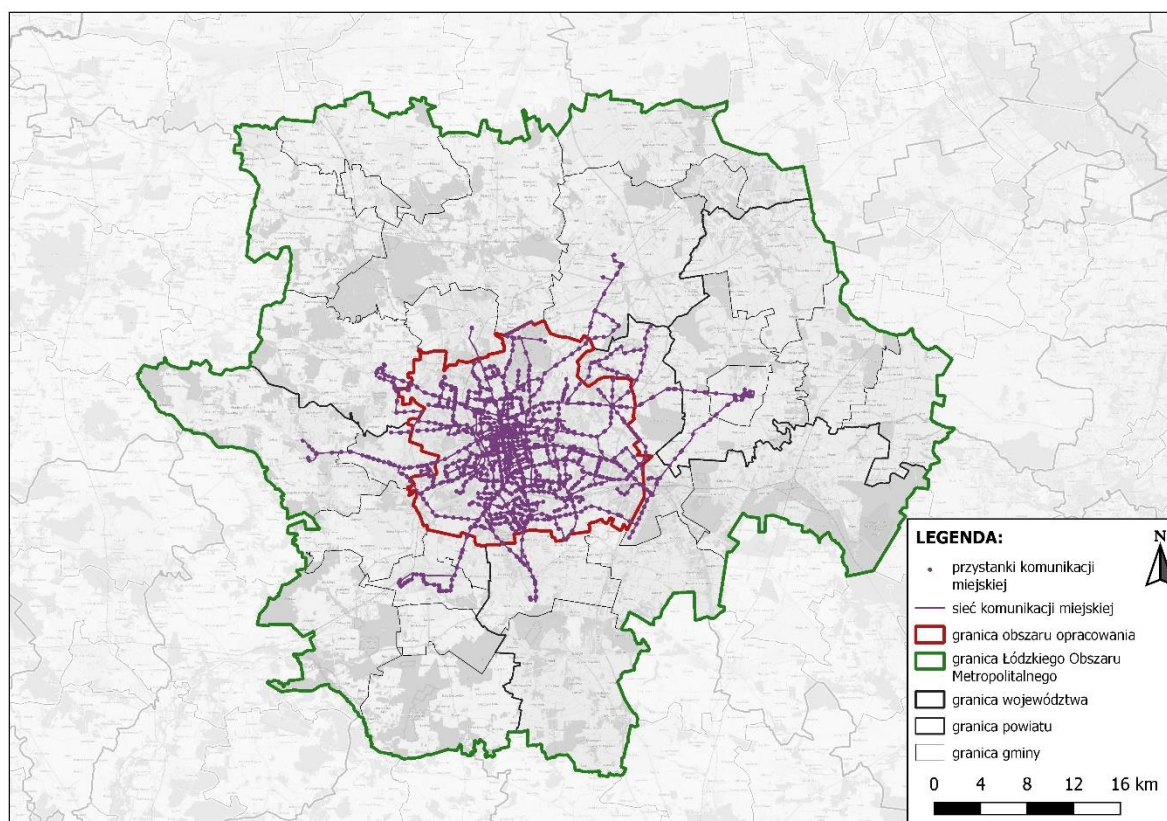


## Rysunek 2.5 Sieć tramwajowa na obszarze aglomeracji łódzkiej

Źródło: opracowanie własne na podstawie Bazy Danych Ogólnogeograficznych oraz Openstreetmap na dzień 05.07.2024 r. oraz danych ZDiT Łódź

**Autobusowa komunikacja miejska.** System autobusowy funkcjonujący w ramach Lokalnego Transportu Zbiorowego Miasta Łodzi obejmuje sieć linii miejskich i podmiejskich, organizowanych przez Zarząd Dróg i Transportu, w skład której wchodzi 89 linii dziennych i 14 linii nocnych (miejskich i podmiejskich)<sup>3</sup>. Operatorem połączeń autobusowych organizowanych przez miasto Łódź jest MPK Łódź Sp. z o.o. Ponadto usługi na kilku liniach organizowanych przez JST inne niż Łódź (np. linie nr 6, 61, 201 i 202) w ramach m.in. porozumień międzygminnych świadczą operatorzy: Markab Zgierz, FKF Transport oraz UHT Anna Chmiel. Miasto Łódź jako Organizator systemu transportu zbiorowego nie ogłaszało dotychczas otwartych przetargów na obsługę linii, opierając się wyłącznie na umowie powierzenia świadczenia usług własnemu przewoźnikowi oraz na porozumieniach międzygminnych. Sieć łódzkiej, autobusowej komunikacji miejskiej na tle łódzkiego obszaru funkcjonalnego przedstawiono na poniższym rysunku.

<sup>3</sup> Na podstawie <https://www.mpk.lodz.pl/rozklady/linie.jsp>, dostęp dnia 13.08.2024 r



**Rysunek 2.6 Sieci połączeń obsługiwanych przez MPK-Łódź Sp. z o.o.**

Źródło: opracowanie własne na podstawie Bazy Danych Ogólnogeograficznych oraz Openstreetmap na dzień 05.07.2024 r. oraz danych ZDiT Łódź

MPK-Łódź Sp. z o.o. jest głównym Operatorem autobusowej komunikacji miejskiej na obszarze ŁOM. Układ sieci został scharakteryzowany w podrozdziale 2.5.

**Transport rowerowy.** Miejski system roweru publicznego w Łodzi działa z przerwami od 2016 r. W latach 2016-2019 za obsługę Łódzkiego Roweru Publicznego odpowiedzialna była firma Nextbike Polska. Natomiast od 2021 r. do 2023 r. operatorem Łódzkiego Roweru Publicznego 2.0, obsługującego 1500 rowerów i 150 stacji, firma Homeport Polska (BikeU). Od 2024 r. system roweru miejskiego ponownie obsługuje firma Nextbike Polska, obsługując 1200 rowerów i 120 stacji.

Łączna długość dróg rowerowych oraz ciągów pieszo-rowerowych na obszarze Łodzi wynosi ponad 255 km<sup>4</sup>. Jednym z najistotniejszych

<sup>4</sup> tamże.

mankamentów łódzkich dróg rowerowych jest brak spójnej sieci połączeń pomiędzy poszczególnymi osiedlami i centrum miasta oraz innymi, ważnymi celami podróży. Wiele odcinków dróg rowerowych nie jest powiązanych ze sobą, nie tworząc w ten sposób całych ciągów, umożliwiających szybki i bezpieczny przejazd rowerem po mieście.

## 2.4. CHARAKTERYSTYKA FLOTY AUTOBUSOWEJ MPK-ŁÓDŹ Sp. z o.o.

MPK-Łódź Sp. z o.o. dysponuje taborom tramwajowym i autobusowym, który stosowany jest do realizacji przewozów. Według stanu na dzień 31.12.2023 r. tabor obejmował 425 autobusów różnych marek i z różnych lat:

- 75 z lat 2007-2010,
- 222 z lat 2011-2020,
- 68 z lat 2021- 2022,
- 60 z roku 2023.

Łódzki przewoźnik miejski (MPK-Łódź Sp. z o.o.) dysponuje flotą 425 autobusów zgromadzonych w dwóch zajezdniach: EA-1 przy ul. Limanowskiego oraz EA-2 przy ul. Nowe Sady. Ponad 50% pojazdów to autobusy przegubowe – klasy MEGA (18 metrów długości). W wyniku inwestycji w tabor autobusowy prowadzonych w latach 2021-2023 obecnie we flocie MPK-Łódź Sp. z o.o. ponad 50% autobusów spełnia obowiązującą normę emisji Euro 6. Ponadto 25 autobusów to pojazdy zeroemisyjne o napędzie elektrycznym, a 29 – hybrydowe (mild hybrid).

Szczegółowe zestawienie liczby autobusów MPK-Łódź Sp. z o.o. na dzień 31.12.2023 r. wraz z charakterystyką wybranych cech eksploatacyjnych w podziale na typy pojazdów przedstawiono w poniższej tabeli.

**Tabela 2.2 Zestawienie wybranych charakterystyk taboru eksploatowanego przez MPK-Łódź Sp. z o.o.**

Lp.	Autobusy	Norma Euro	Rok produkcji	Stan taboru [szt.]	Rodzaj napędu	Zużyte paliwo [litr]	Średnie zużycie [l/100 km]	Liczba miejsc
1.	Mercedes-Benz 628 Conecto G	EEV	2010	10	Diesel	293 812	54,7	170
2.	Mercedes-Benz 628 B02 Conecto G	EEV	2013	20	Diesel	686 076	57,7	144
3.	Solaris Urbino 18	Euro 5	2008	51	Diesel	1 665 050	55,0	167

**Aktualizacja analizy korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych**

Lp.	Autobusy	Norma Euro	Rok produkcji	Stan taboru [szt.]	Rodzaj napędu	Zużyte paliwo [litr]	Średnie zużycie [l/100 km]	Liczba miejsc
4.	Solaris Urbino 18	EEV	2011	14	Diesel	785 248	56,9	165
5.	Solaris Urbino 18	Euro 6	2015	20	Diesel	785 248	56,8	135
6.	Solaris Urbino nU18	Euro 6	2019	20	Diesel	379 729	55,5	136
7.	Solaris Urbino nU18	Euro 6	2021	22	Diesel	930 017	54,9	136
8.	Mercedes-Benz 628 B02 Conecto G E6	Euro 6	2023	52	Diesel	1 518 435	52,8	141
9.	Isuzu Novociti Life	Euro 6	2018/ 2020	42	Diesel	718 765	27,9	64
10.	Mercedes-Benz 628 Conecto LF	EEV	2010	14	Diesel	410 801	39,3	101
11.	Mercedes-Benz 628 B01 Conecto	EEV	2013	28	Diesel	768 307	39,2	95
12.	Mercedes-Benz 628 B01 Conecto	Euro 6	2014	1	Diesel	56 325	38,4	91
13.	Volvo 7900 Electric	EV	2022	17	Elektryczny	-	-	76
14.	Solaris Urbino 12	EEV	2011	31	Diesel	684 305	41,5	95
15.	Solaris Urbino 12	Euro 6	2015	20	Diesel	659 743	40,9	85
16.	Solaris Urbino nU12	Euro 6	2019	26	Diesel	849 419	39,2	86
17.	Solaris Urbino nU12 Mild Hybrid	Euro 6	2021/2022	29	Mild Hybrid	815 051	34,3	86
18.	Solaris Urbino 18 electric	EV	2023	8	Elektryczny	-	-	110

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MPK-Łódź Sp. z o.o.

MPK-Łódź Sp. z o.o. eksploatuje tylko jeden typ autobusów klasy MINI, tj. 42 (10%) pojazdy spalinowe wyprodukowane w latach 2018-2020. Pojemność danego typu autobusów wynosi 64 osoby, a średnie spalanie 27,9 l/km. Autobusy o długości 12 m stanowią 39% floty, charakteryzują się średnią pojemnością 91 pasażerów i średnim spalaniem 38,9 l/km. Największe we flocie autobusy 18 m stanowią 51% parku taborowego, są w stanie przewozić średnio do 149 pasażerów. Ich średnie spalanie wynosi 55 l/km. Oznacza to, że wraz ze zwiększaniem pojemności taboru gwałtownie rośnie wartość średniego spalania. W przeliczeniu na jedno miejsce w autobusie największe średnie spalanie występuje dla autobusów 18 m, a najmniejsze dla autobusów klasy MINI.

## **2.5. SIĘĆ KOMUNIKACYJNA MIEJSKIEGO PRZEDSIĘBIORSTWA KOMUNIKACYJNEGO W ŁODZI Sp. z o.o.**

Miejski i częściowo podmiejski transport zbiorowy w mieście Łodzi organizowany jest przez Zarząd Dróg i Transportu, natomiast obsługiwany przez



Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne - Łódź Spółka z o.o. Łódzka aglomeracja obsługiwana jest również przez podmiejskie linie tramwajowe. MPK-Łódź Sp. z o.o. obecnie jest jedynym przewoźnikiem tramwajowym.

MPK-Łódź Sp. z o.o. świadczy usługi na podstawie podpisanej z Gminą Łódź umowy o świadczenie usług publicznych w ramach organizacji lokalnego transportu zbiorowego. Umowę zawarto w celu wykonania uchwały Nr C/1834/10 Rady Miejskiej w Łodzi z dnia 3 listopada 2010 r. w sprawie powierzenia Miejskiemu Przedsiębiorstwu Komunikacyjnemu Łódź Spółka z o.o. wykonywania zadania własnego Miasta Łodzi z zakresu lokalnego transportu zbiorowego z uwzględnieniem przepisów rozporządzenia (WE) nr 1370/2007 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. w sprawie usług publicznych w zakresie kolejowego i drogowego transportu pasażerskiego oraz uchylającego rozporządzenie Rady (EWG) nr 1131/69 i (EWG) nr 1107/70. Zakres powierzonego zadania obejmuje:

- świadczenie usług przewozowych: tramwajowych, autobusowych, na które składają się:
  - komunikacja dzienna i nocna;
  - przewozy rekreacyjne i okazjonalne;
  - przewozy wykonywane komunikacją zastępczą;
- świadczenie przewozów osób niepełnosprawnych w systemie drzwi - drzwi;
- publikowanie rozkładów jazdy, całodobową organizację i nadzór ruchu;
- sporządzanie rozkładów jazdy (do 30 czerwca 2015 r.);
- utrzymanie, konserwację i remonty bieżące infrastruktury torowiskowej na obszarze Łodzi;
- dystrybucję i kontrolę biletów wraz ze świadczeniem usług w zakresie obsługi pasażera.

Sposób i zakres usług przewozowych, świadczonych przez MPK-Łódź Sp. z o.o. na liniach tramwajowych i autobusowych reguluje umowa zawarta pomiędzy przewoźnikiem, a Gminą Łódź, która określa szczegółowo:

- numer, opis trasy linii komunikacyjnej oraz jej długość;
- liczbę i rodzaj taboru do obsługi danej linii;

- liczbę kursów na każdej z linii.

W roku 2023 funkcjonowało 7 porozumień w sprawie stosowania wspólnych rozwiązań taryfowych. Od kilku lat obowiązuje jedyne w kraju wzajemne honorowanie wszystkich biletów Lokalnego Transportu Zbiorowego w Łodzi (LTZ) i regionalnych przewoźników kolejowych. Pasażer posiadający ważny bilet na przejazd LTZŁ może bez jakichkolwiek dodatkowych opłat podróżować w obrębie miasta pociągami Łódzkiej Kolei Aglomeracyjnej oraz Polregio. Dla pasażerów przekraczających granice miasta funkcjonowały m.in. oferty Wspólny Bilet Łódzko- Pabianicki, Wspólny Bilet Łódzko-Zgierski i Wspólny Bilet Aglomeracyjny. W zakresie komunikacji międzygminnej obowiązywało 18 porozumień z 12 gminami obejmujących kursowanie 34 linii autobusowych dziennych i nocnych oraz tramwajowych.

W poniższej tabeli przedstawiono trasy wszystkich linii komunikacji miejskiej obsługiwanych przez MPK-Łódź Sp. z o.o.

**Tabela 2.3 Wykaz linii autobusowych obsługiwanych przez MPK-Łódź Sp. z o.o. wraz z punktami krańcowymi według stanu na dzień 01.08.2024 r.**

Nr linii	Punkty krańcowe w podstawowym wariacie trasy
Z2	BAŁUCKI RYNEK – KOCHANÓWKA
Z3	MARYSIN WARSZAWSKA – RONDO POWSTAŃCÓW 1863 r.
Z7	PL. NIEPODLEGŁOŚCI – WIDZEW AUGUSTÓW
Z8	DW. ŁÓDŹ KALISKA – TEOFILÓW ROJNA
Z13	DĄBROWA NIŻSZA – LEGIONÓW WŁÓKNIARZY/ZOO ORIENTARIUM
Z54	PL. MIKULSKIEGO – STOKI SKALNA
50A	RZGÓW (Tuszyńska) – PL. NIEPODLEGŁOŚCI
50B	RZGÓW (C. T. Ptak Mandoria) – PL. NIEPODLEGŁOŚCI
51A	DW. ŁÓDŹ FABRYCZNA – ŁAGIEWNIKI
51B	DW. ŁÓDŹ FABRYCZNA – SKOTNIKI
52	KOMORNIKI – DW. ŁÓDŹ KALISKA
53A	DW. ŁÓDŹ FABRYCZNA – NOWOSOLNA
53B	DW. ŁÓDŹ FABRYCZNA – BRZEZINY
54A	JANÓW – NOWOSOLNA
54B	JANÓW – ROD „Polanka”
55A	RETKINIA KUSOCIŃSKIEGO – DW. ŁÓDŹ DĄBROWA
55B	RETKINIA KUSOCIŃSKIEGO – MŁYNEK (tylko w wakacje)
56	PIASTÓW KURAK – RZGÓW TUSZYŃSKA
57	INSTYTUT CZMP – MARYSIN STADION
58A	DW. ŁÓDŹ FABRYCZNA – STOKI SKALNA p. Małachowskiego – CKD szpital
58B	DW. ŁÓDŹ FABRYCZNA – STOKI SKALNA p. Czechostowacka - Edwarda
59	DW. ŁÓDŹ CHOJNY – RADOGOSZCZ WSCHÓD
60A	CH TULIPAN – IMIELNIK NOWY
60B	CH TULIPAN – MICHAŁÓWEK DOBRA
60C	CH TULIPAN – STRYKÓW DWORZEC PKP
60D	CH TULIPAN – MARYSIN TĘCZOWA
62	BIONANOPARK – DW. ŁÓDŹ CHOJNY
63	RONDO LOTNIKÓW LWOWSKICH – DW. ŁÓDŹ CHOJNY
64A	CM. ZARZEW – ZACHODNIA LIMANOWSKIEGO
64B	WIDZEW CZAJKOWSKIEGO – ZACHODNIA LIMANOWSKIEGO
65A	RADOGOSZCZ WSCHÓD – LOTNISKO p. Żeromskiego - Struga
65B	RADOGOSZCZ WSCHÓD – LOTNISKO p. Łąkowa - Karolewska
66	RONDO POWSTAŃCÓW 1863 r. – MODRZEW
67	DW. ŁÓDŹ FABRYCZNA – ZOO ORIENTARIUM
68	RETKINIA - PL. NIEPODLEGŁOŚCI
69A	DW. ŁÓDŹ WIDZEW – RETKINIA KUSOCIŃSKIEGO p. Lodowa - Ordonówny
69B	DW. ŁÓDŹ WIDZEW – RETKINIA KUSOCIŃSKIEGO p. Dąbrowskiego - Lodowa
70	RONDO POWSTAŃCÓW 1863 r. – INSTYTUT CZMP
71A	DW. ŁÓDŹ CHOJNY – PARK PODOLSKI p. Bronisin - Brójecka
71B	DW. ŁÓDŹ CHOJNY – PARK PODOLSKI p. Józefów – Nowe Górk
72A	JANÓW – HUTA JAGODNICA p. Olechowska – Olechowska 56
72B	JANÓW – HUTA JAGODNICA p. Ofiar Terroryzmu 11 września - Dell

**Aktualizacja analizy korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych**

<b>Nr linii</b>	<b>Punkty krańcowe w podstawowym wariantcie trasy</b>
73	KOZINY – RADOGOSZCZ ZACHÓD
75A	CHOCIANOWICE IKEA – DW. ŁÓDŹ WIDZEW p. Starorudzka - Demokratyczna
75B	CHOCIANOWICE IKEA – DW. ŁÓDŹ WIDZEW p. Przestrzenna - Rudzka
76	RETKINIA KUSOCIŃSKIEGO – CM. SZCZECIŃSKA
77	STARE ROKICIE – DW. ŁÓDŹ FABRYCZNA
78	DWORZEC ŁÓDŹ ŻABIENIEC – ALEKSANDRÓW Ł. (Targowy Rynek)
80A	RETKINIA – JANÓW p. Konstantynowska ZOO Orientarium
80B	RETKINIA – JANÓW p. Bandurskiego Atlas Arena
81	SIKAWA CENTRUM HANDLOWE – CM. SZCZECIŃSKA
82A	SĄSIECZNO – DW. ŁÓDŹ WIDZEW
82B	STRÓŻA-LUDWIKÓW – DW. ŁÓDŹ WIDZEW
83	PL. MIKULSKIEGO – CM. SZCZECIŃSKA
84A	ZIELONY ROMANÓW – TEOFILÓW ROJNA
84B	ALEKSANDRÓW ŁÓDZKI (POSELSKA) – TEOFILÓW ROJNA
85	DW. ŁÓDŹ FABRYCZNA – ARTURÓWEK
86	RETKINIA KUSOCIŃSKIEGO – SZPITAL CKD
87A	DOŁY SMUTNA – ŻUBARDŹ
87B	TELEFONICZNA ZAJEZDZIA – ŻUBARDŹ
88A	DW. ŁÓDŹ FABRYCZNA – ŁUKASZEW ZJAZDOWA
88B	DW. ŁÓDŹ FABRYCZNA – SKOSZEWY p. Grabina – Grabina 50
88C	DW. ŁÓDŹ FABRYCZNA – SKOSZEWY p. Kopanka - Niecki
88D	DW. ŁÓDŹ FABRYCZNA – KALONKA / CENTRUM OJCA PIO
89	CM. SZCZECIŃSKA – PL. SŁONECZNY
90A	JANÓW – DWORZEC ŁÓDŹ – OLECHÓW WSCHÓD
90B	JANÓW – BRZEZINY (GŁOWACKIEGO)
91A	JANÓW – NOWOSOLNA
91B	JANÓW – KALONKA (CENTRUM OJCA PIO)
91C	JANÓW – SKOSZEWY
92A	STRÓŻA KOLUMNY – PL. NIEPODLEGŁOŚCI p. Tomaszowska Ofiar Terroryzmu 11 Września
92B	STRÓŻA KOLUMNY – PL. NIEPODLEGŁOŚCI p. Jędrzejowska BSH Fabryka
93	DWORZEC PKS ŁÓDŹ KALISKA – MATEK POLSKICH
94	LUTOMIERSK (PL. JANA PAWŁA II) – RETKINIA
96	TEOFILÓW ROJNA – JANÓW
97A	DWORZEC PKS ŁÓDŹ KALISKA – ALEKSANDRÓW ŁÓDZKI (TARGOWY RYNEK)
97B	DWORZEC PKS ŁÓDŹ KALISKA – NIESIĘCIN
99	RETKINIA – RADOGOSZCZ ZACHÓD
100	ŁÓDZKA INFORMACJA TURYSTYCZNA – ZOO ORIENTARIUM (linia turystyczna)
101	ŁÓDZKA INFORMACJA TURYSTYCZNA – MUZEUM KINEMATOGRAFII (linia turystyczna)
F1	DW. ŁÓDŹ DĄBROWA – JĘDRZEJÓW PRZEMYSŁOWY ZACHÓD
G1	RETKINIA – ŁSSE NOWY JÓZEFÓW
G2	RETKINIA – ŁSSE JANIKA
H	DW. ŁÓDŹ CHOJNY – CHOJNY HYDRO
W	RONDO INWALIDÓW – DĄBROWSKIEGO PODHALAŃSKA

**Aktualizacja analizy korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych**

<b>Nr linii</b>	<b>Punkty krańcowe w podstawowym wariantcie trasy</b>
N1A	JANÓW – ALEKSADRÓW ŁÓDZKI (TARGOWY RYNEK)
N1B	JANÓW - ROJNA
N2	RETKINA – RADOGOSZCZ WSCHÓD
N3A	INSTYTUT CZMP – ROJNA p. Św. Wojciecha Rzgowska
N3B	INSTYTUT CZMP – ROJNA p. Trybunalska – Kosynierów Gdyńskich
N4A	CHOCIANOWICE IKEA – STOKI SKALNA p.
N4B	PABIANICE (DWORZEC PKP) – STOKI SKALNA
N5A	JANÓW – RADOGOSZCZ ZACHÓD
N5B	ANDRESPOL – RADOGOSZCZ ZACHÓD
N6	DW, ŁÓDŹ DĄBROWA – R. POWSTAŃCÓW 1863 R.
N7A	RETKINIA - NOWOSOLNA
N7B	RETKINIA – TELEFONICZNA ZAJEZDNIA
N8	JĘDRZEJÓW PRZEM. ZACHÓD/DW. ŁÓDŹ DĄBROWA – 6 SIERPNIA
N9	KONSTANTYNÓW (PL. WOLNOŚCI) – 6 SIERPNIA

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MPK-Łódź Sp. z o.o.

### 3. METODYKA ANALIZY

---

#### 3.1. DANE

Dane wejściowe do analizy stanowiły między innymi dane otrzymane od MPK-Łódź Sp. z o.o. oraz dane własne Spółki LPW dotyczące m.in.:

- bieżących kosztów funkcjonowania transportu publicznego opartego na konwencjonalnych paliwach;
- potencjalnych – przewidywanych kosztów funkcjonowania transportu zeroemisyjnego, w tym bieżącego serwisu i utrzymania autobusów zeroemisyjnych;
- informacji dotyczących odtworzenia, np. baterii (np. pojemność, cena jednostkowa, czas życia, pozostałe odtworzenie);
- 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);
- szczegółowego wykazu taboru: rok produkcji, rodzaj napędu, norma emisji spalin, liczba miejsc, długość autobusu, dodatkowe wyposażenie, zużycie paliwa [l/100km];
- zasad organizacji rynku przewozów (obowiązujące porozumienia międzygminne) oraz zasad rozliczania się z gminami (umowa zawarta z Operatorem), informacji o realizowanych i planowanych inwestycjach zakupów taborowych oraz modernizacji infrastruktury technicznej zbiorowej komunikacji publicznej;
- struktury popytu (przychody całkowite z biletów z podziałem na poszczególne linie, rodzaje biletów, cennik biletowy, istniejące rozwiązanie integracji biletów).

#### 3.2. ZASTOSOWANE METODY

W ramach analizy kosztów i korzyści projekt inwestycji w tabor zeroemisyjny zostanie zweryfikowany pod względem:

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

### **3.3. KONCEPCJA OBSŁUGI SIECI KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ AUTOBUSAMI ZEROEMISYJNYMI**

Wybór linii komunikacyjnych, na które jako pierwsze powinny być dysponowane pojazdy zeroemisyjne w realizacji długotrwałego, etapowego procesu elektryfikacji floty autobusów komunikacji miejskiej powinien być dokonywany na podstawie analizy aspektów:

- społecznych;
- środowiskowych;
- ekonomicznych;
- organizacyjnych.

Wynika to przede wszystkim z cech zeroemisyjnego taboru i uwarunkowań technicznych danego rodzaju napędu. Wskazać tutaj należy brak lokalnej emisji hałasu, zanieczyszczeń zwiększających zarówno komfort podróży pojazdami danego typu dla pasażerów. Wymiana taboru zwiększa prestiż miasta, podkreślając dbałość władz o środowisko i podnosi atrakcyjność obszaru miejskiego. Wymiana taboru poprawia również warunki życia, funkcjonowania, zwłaszcza na obszarach śródmiejskich oraz w pobliżu ciągów komunikacyjnych, na których dotychczasowe pojazdy zostały zastąpione taborem zeroemisyjnym.

Punktem wyjścia dla wyznaczenia linii komunikacyjnych przeznaczonych do obsługi przez pojazdy zeroemisyjne są rekomendacje w zakresie wyboru linii komunikacyjnych w zależności od charakteru tras<sup>5</sup>. Pojazdy takie mogą być przeznaczane do obsługi danej linii zwłaszcza w sytuacji, gdy:

- obsługuje ona obszary miejskie o intensywnej zabudowie wielorodzinnej – ze względu na brak emisji hałasu i zanieczyszczeń, szczególnie dotkliwych wśród wysokich i gęsto rozlokowanych budynków oraz zapewnienie tym samym wysokiej jakości i atrakcyjności komunikacji miejskiej w obszarach

---

<sup>5</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

śródmiejskich – poprzez zmniejszenie obciążenia środowiska miejskiego i jakości życia przez komunikację miejską;

- występuje duża intensywność dobowego i rocznego wykorzystania taboru – środki transportu o wysokich kosztach stałych powinny być eksploatowane w sposób maksymalnie intensywny;
- ma miejsce wysoka dostępność przestrzenna przystanków – cechy techniczno-eksploatacyjne autobusów zeroemisyjnych predestynują je do obsługi linii o dużej gęstości przystanków;
- trasa ma płaski profil pionowy – przy obecnym zaawansowaniu i sprawności procesu rekuperacji powinno się preferować linie bez znacznych deniwelacji w przebiegu trasy;
- linia stanowi element systemu skoordynowanej obsługi obszaru zurbanizowanego wieloma liniami – wymagane synchronizacją rozkładów jazdy dłuższe postoje wyrównawcze na pętlach mogą być dzięki temu efektywnie wykorzystane na doładowanie zasobników energii;
- linia komunikacyjna jest podatna na kongestię drogową – trasa linii charakteryzuje się dużą liczbą zatrzymań autobusów pomiędzy przystankami i niewielką prędkością jazdy pomiędzy tymi zatrzymaniami;
- niska prędkość techniczna i komunikacyjna zdeterminowana jest także przyczynami innymi niż kongestia (np. przebieg trasy przez strefy ograniczonego ruchu – z pierwszeństwem pieszych i rowerzystów, obszary uspokozonego ruchu „Tempo 30” i inne) – wykorzystanie przerw międzykursowych do ładowania oraz wykorzystanie przewagi silnika elektrycznego w obsłudze ruchu w trybie start-stop;
- przebieg trasy obejmuje planowane przyszłe strefy ekologiczne dla pojazdów mechanicznych (w szczególności okolice obiektów zabytkowych).

Aby linia autobusowa spełniała powyższe przesłanki należy przyjąć, iż:

- linia powinna obsługiwać najbardziej zaludniony obszar miasta, aby obsłużono maksymalnie duże potoki pasażerskie;
- linia powinna łączyć centrum miasta z dużymi osiedlami mieszkalnymi, aby zapewniać ofertę przewozową na najbardziej obleganych liniach;



- linia powinna przebiegać wyłącznie przez tereny gęstej zabudowy mieszkaniowej – aby zapewnić dostęp do maksymalnie dużej liczby potencjalnych klientów zapewniając wysoki komfort i atrakcyjność podróży dzięki zero emisyjności (drgań i hałasu);
- linia powinna charakteryzować się stosunkowo dużą częstotliwością kursowania – aby skierować do potencjalnego użytkownika możliwie korzystną ofertę komunikacyjną;
- linia powinna przebiegać wzdłuż najbardziej zatłoczonych tras – aby maksymalnie pozytywnie wpływać na zjawisko kongestii w ruchu drogowym;
- wzdłuż trasy linii, zwłaszcza na pętlach powinno być zapewnione miejsce na budowę stacji ładującej z jak najmniejszą ingerencją w infrastrukturę drogową i negatywne oddziaływanie na pobliskie zabudowania lub powinno być już wyposażone w stację szybkiego ładowania obsługującą inne, funkcjonujące już zelektryfikowane linie autobusowe.

Nadrzędnym celem działań jest maksymalizacja korzyści społeczno-gospodarczych, zwiększenie efektywności pozytywnych skutków wdrożenia taboru zeroemisyjnego i maksymalizacja korzyści dla mieszkańców, użytkowników i miasta. W przypadku szczególnych uwarunkowań lokalnych wskazane jest odstępstwo od ogólnych reguł postępowania.

### **3.4. ANALIZA FINANSOWA**

Celem analizy finansowej jest dokonanie oceny ekonomicznej efektywności inwestycji. Zostanie wykonany rachunek opłacalności inwestycji. W analizie uwzględnione zostaną planowane wpływy i wydatki wynikające bezpośrednio z realizacji inwestycji. W związku z powyższym, zgodnie z wytycznymi przedmiotowymi nie zostanie uwzględniony wpływ inwestycji na wynik finansowy przedsiębiorstwa inwestującego i pozostałe uwarunkowania jego działalności. Dzięki inwestycjom i wydatkom z nią związanych (nakłady inwestycyjne, koszty eksploatacji i odtworzenia) osiągnięte zostaną wpływy, do których będą odnosiły się obliczenia. Natomiast negatywne skutki, jakie mogą wystąpić w związku z inwestycją w dotychczasowej działalności przedsiębiorstwa, nie zostaną uwzględnione w analizie. W tym zakresie wskazać należy takie elementy, jak podwyższenie poziomu ryzyka, negatywne zmiany w strukturze kosztów itp. Do oceny opłacalności inwestycji zastosowano:

- metodę wartości bieżącej netto (NPV) oraz
- metodę wewnętrznej stopy zwrotu (IRR).

Podstawą analizy wartości bieżącej netto (zaktualizowanej wartości netto) NPV (ang. net present value) są zdyskontowane przepływy gotówkowe netto (ang. Net cash flow) w latach prognozy. Miernik NPV bazuje na różnicach między przewidywanymi pieniężnymi: wpływami i wydatkami poniesionymi w rezultacie realizacji przedmiotowej inwestycji. W tym zakresie uwzględniono również nakłady inwestycyjne. Różnica przepływów pieniężnych dodatnich i ujemnych stanowi podstawę obliczenia w kolejnych okresach strumieni pieniężnych netto. Zysk netto, amortyzacja i nakłady na kapitał obrotowy należą do dodatnich przepływów. Natomiast nakłady inwestycyjne finansowane własnym kapitałem, nakłady na kapitał obrotowy finansowane kapitałami własnymi podczas realizacji inwestycji oraz koszty z eksploatacji inwestycji i inne o podobnym charakterze zaliczone zostały do ujemnych przepływów pieniężnych.

Po przyjęciu przedstawionych założeń miernik NPV przedstawia się za pomocą następującego wzoru:

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

gdzie:

$NPV$  – wartość bieżąca netto;

$FCF_t$  – przepływy gotówkowe w okresie  $t$ ;

$r$  – stopa dyskonta;

$I_0$  – nakłady początkowe;

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

Składniki NPV – FCF (free cash flow)

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

gdzie:

$FCF$  – wolne przepływy pieniężne;

$EBIT$  – zysk operacyjny;

$T$  – stopa opodatkowania;

A – amortyzacja;

CAPEX – nakłady odtworzeniowe;

$\Delta NWC$  – wydatki na sfinansowanie wzrostu zapotrzebowania na kapitał obrotowy netto (KON);

Biorąc pod uwagę kryterium opłacalności inwestycji, NPV może – z punktu widzenia wartości firmy – przybierać następujące wartości:

NPV < 0 – inwestycja jest nieopłacalna;

NPV = 0 – inwestycja znajduje się na granicy opłacalności;

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

W przypadku, gdy inwestycja jest opłacalna, stopa rentowności inwestycji jest wyższa od stopy granicznej, charakteryzowanej przez stopę dyskontową przyjętą do rachunku. Każda inwestycja, dla której wartość bieżąca netto jest dodatnia, może być zrealizowana, ponieważ zapewni wyższe korzyści finansowe dla przedsiębiorstwa niż wymagane przez inwestora, a tym samym podniesie wartość firmy. Z drugiej strony wartość ujemna wyznaczonego wskaźnika świadczy o niższej od granicznej stopie rentowności przedsięwzięcia. Dane przedsięwzięcie będzie nieopłacalne z punktu widzenia wartości firmy.

Wartość bieżąca netto NPV zależy zarówno od wartości i rozłożenia w czasie przepływów pieniężnych netto, jak i od przyjętej do obliczeń stopy dyskontowej. Obniżenie zdyskontowanej wartości przepływów pieniężnych netto w kolejnych latach okresu obliczeniowego jest rezultatem podniesienia poziomu stopy dyskontowej.

Drugą z zastosowanych metod jest wewnętrzna stopa zwrotu opisująca rzeczywistą efektywność przedsięwzięcia inwestycyjnego na podstawie szacowania rentowności dla danego przedsięwzięcia. Analiza IRR polega na wskazaniu takiej wartości wskaźnika stopy dyskontowej, dla której zaktualizowana wartość wydatków pieniężnych równa się wartości zaktualizowanej wpływów pieniężnych. Jeśli wewnętrzna stopa zwrotu jest nie mniejsza niż przyjęta do obliczania NPV projektu inwestycyjnego stopa dyskontowa, to przedmiotowy projekt będzie opłacalny. Za najlepszy z kilku projektów alternatywnych uważa się ten, dla którego IRR ma wartość najwyższą.

Poziom wewnętrzną stopę zwrotu badanej inwestycji wykorzystuje formułę liniowej interpolacji w postaci:

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

gdzie:

$NPV$  – wartość bieżąca netto;

$FCF_t$  – przepływy gotówkowe w okresie  $t$ ;

$r$  – stopa dyskonta;

$I_0$  – nakłady początkowe;

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

Cały okres funkcjonowania inwestycji obejmuje okres jej realizacji oraz pełny przewidywany okres eksploatacji inwestycji. Jest to jednocześnie czas ekonomicznej użyteczności taboru w całości uwzględniany w analizie finansowej.

### 3.5. ANALIZA SPOŁECZNO-EKONOMICZNA

Punktem wyjścia w oszacowaniu efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla środowiska i zdrowia ludzi były współczynniki emisji poszczególnych substancji przez rozważane kategorie autobusów. Współczynniki emisji szkodliwych substancji przypisano na podstawie rozporządzeń określających wartości emisji poszczególnych substancji w zależności od normy Euro, którą dany tabor spełnia. W kolejnym kroku poszczególne współczynniki emisji przemnożono przez prognozowaną pracę przewozową danego typu taboru.

- analiza wykonana metodą przepływów pieniężnych (tzn. z wyłączeniem takich kategorii księgowych, jak amortyzacja, rezerwy na zobowiązania i rezerwy na nieprzewidziane wydatki);
- analiza przeprowadzona w cenach netto;
- analiza przeprowadzona w cenach stałych;
- zastosowano społeczną stopę dyskontową na poziomie 3,5% (stopa zalecana w Niebieskiej Księdze);
- jako rok bazowy analizy przyjęto rok 2024;

- analiza dokonana metodą przyrostową;
- dokonano korekty przepływów finansowych;
- jednostkowe koszty ekonomiczne pochodzą z zaktualizowanych tablic kosztów jednostkowych (załącznik do Vademecum Beneficjenta CUPT, data aktualizacji maj 2023 r.).

Na etapie przekształcenia cen rynkowych na ceny ukryte dla nakładów inwestycyjnych i odtworzeniowych w zakresie infrastruktury zastosowano przelicznik  $CF = 0,83$ , natomiast dla nakładów w zakresie taboru zastosowano przelicznik  $0,87$ . Dla kosztów eksploatacyjnych zastosowano przelicznik  $CF = 0,78$ . Oszacowanie efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla środowiska i zdrowia ludzi.

Wśród przepływów ekonomicznych określono następujące pozycje:

- koszty czasu;
- koszty eksploatacji pojazdów;
- koszty wypadków;
- koszty zanieczyszczenia powietrza;
- koszty zmian klimatycznych;
- koszty hałasu;
- ekonomiczna wartość rezydualna.

#### Koszty eksploatacji pojazdów

Koszty eksploatacji pojazdów są to koszty związane z użytkowaniem pojazdu, do których zalicza się koszty paliwa oraz inne koszty związane z jakością drogi (koszty oleju, opon, utrzymania pojazdu) oraz koszty amortyzacji. W wyniku realizacji inwestycji nastąpi przeniesienie ruchu pasażerskiego wykorzystującego transport indywidualny do systemu transportu publicznego, co niewątpliwie wpłynie na obniżenie wydatków właścicieli pojazdów.

Koszty eksploatacji pojazdu oszacowano na podstawie tablic jednostkowych kosztów eksploatacji dla danego typu drogi oraz pracy przewozowej wynikającej z modelu. Koszty oszacowano z osobna dla pojazdów kategorii LV.

Całkowite koszty eksploatacji oszacowano zgodnie ze wzorem zamieszczonym w Niebieskiej Księdze:

$$K_E = \sum_{j=1}^2 k_{ej}(V_{pdrj}, T, S) \cdot W_{Vpdrj}$$

gdzie:

$K^e$  – roczne koszty eksploatacji pojazdów samochodowych, w PLN;

$j$  – liczba kategorii pojazdów;

$k_{ej}(V_{pdrj}, T, S)$  – jednostkowe koszty eksploatacji pojazdów samochodowych kategorii „j” w funkcji prędkości podróży „Vpdr”, ukształtowania terenu „T” i stanu technicznego nawierzchni „S”, w PLN/poj-km;

$W_{Vpdrj}$  – praca przewozowa dla pojazdów samochodowych w klasie prędkości Vpdr, w pojazdokilometrach/rok.

#### Koszty czasu

Koszty czasu oszacowano zarówno dla wariantu bezinwestycyjnego, jak i wariantu inwestycyjnego, dla każdego roku analizy, dla podróży realizowanych samochodem oraz transportem publicznym. Łączne koszty czasu oszacowano sumując koszty czasu dla trzech motywacji podróży: podróżujących w celach służbowych, podróżujących codziennie w relacjach dom-praca-dom oraz podróżujących w innych motywacjach (turystyka, zakupy itp.).

Roczne koszty czasu użytkowników dla poszczególnych motywacji oszacowano zgodnie z wzorem:

$$K^C = \sum_{i=1}^4 k_{ci} \cdot W_i^h$$

gdzie:

$K^C$  – roczne koszty czasu użytkowników w PLN;

$i$  – liczba kategorii użytkowników o różnej jednostkowej wartości czasu (podróże służbowe, dojazdy do pracy, inne);

$k_{ci}$  – jednostkowe koszty czasu dla kategorii „i” w PLN/godz.;

$W_i^h$  – praca przewozowa poszczególnych kategorii pojazdów i użytkowników, w pasażerogodzinach/rok.

#### Koszty wypadków drogowych i ofiar śmiertelnych

Koszty wypadków drogowych i ofiar śmiertelnych są odzwierciedleniem oddziaływania projektu na wzrost bezpieczeństwa podróży. Koszty wypadków drogowych obejmują koszty zabitych w wypadkach drogowych, koszty rannych i ciężko rannych w wypadkach drogowych oraz koszty strat materialnych. Wykorzystano metodę uproszczoną obliczania kosztów wypadków zaprezentowaną w Niebieskiej Księdze Transportu Publicznego opartą o wyznaczanie prawdopodobieństwa wystąpienia wypadku w odniesieniu do danych historycznych.

Na podstawie liczby osób poszkodowanych w wypadku obliczono koszty poszkodowanych wypadków stanowiące iloczyn liczby poszkodowanych i kosztów jednostkowych (pochodzących z tablic kosztów jednostkowych CUPT). Całkowite koszty wypadków obliczono według wzoru:

$$K_W = \sum_{t=1}^n [(k_{zt} \cdot a_{zt}) + (k_{rt} \cdot a_{rt}) + (k_{mt} \cdot a_{mt})]$$

gdzie:

$K_W$  - koszty wypadków i ofiar śmiertelnych poniesione w ciągu roku, w PLN;

$k_{zt}$  - jednostkowe koszty zabitych w danym roku, w PLN;

$k_{rt}$  - jednostkowe koszty rannych w danym roku, w PLN;

$k_{mt}$  - jednostkowe koszty strat materialnych w danym roku, w PLN;

$a_{zt}$  - liczba zabitych w danym roku;

$a_{rt}$  - liczba rannych w danym roku;

$a_{mt}$  - liczba zabitych w danym roku;

#### Koszty zanieczyszczeń powietrza

Koszty zanieczyszczeń powietrza związane są z oddziaływaniem transportu na środowisko naturalne. Koszty te związane są głównie z ujemnym wpływem na zdrowie ludzkie, stratami materialnymi oraz szkodami środowiskowymi.

Koszty zanieczyszczeń oszacowano zgodnie z zaleceniami Niebieskiej Księgi według następującego wzoru:

$$K_z = \sum_{j=1}^2 k_{s,j}(V_{pdr\ t,j}, T, S) \cdot W_j^{km}$$

gdzie:

$K_z$  – roczne koszty zanieczyszczeń powietrza przez pojazdy samochodowe, w PLN;

$j$  – kategoria pojazdów;

$k_{sj}(V_{pdr\ t,j}, T, S)$  - jednostkowe koszty zanieczyszczeń powietrza pojazdów kategorii „j” w funkcji prędkości podróży „Vpdr”, ukształtowania terenu „T” i stanu technicznego nawierzchni „S”, w PLN/poj-km;

$W_j^{km}$  - praca przewozowa dla pojazdów kategorii „j” w zależności od długości odcinka drogi oraz przedziału prędkości odpowiadającemu Vpdr, w pojazdokilometrach/rok.

#### Koszty zmian klimatu

Ocena kosztów zmian klimatu pozwala na ocenę oddziaływań gazów cieplarnianych na zmiany klimatyczne, generowanych przez pojazdy. Koszty zmian klimatu (emisji gazów cieplarnianych) wyrażone są w ekwiwalencie CO<sub>2</sub>. Całkowite koszty zmian klimatu obliczono według następującego wzoru:

$$K_{ZK} = \sum_{j=1}^2 k_{zk,j}(V_{pdr\ t,j}, T, S) \cdot W_j^{km}$$

gdzie:

$K_{ZK}$  – roczne koszty zmian klimatycznych, w PLN;

$j$  – kategoria pojazdów;

$k_{zk,j}(V_{pdr\ t,j}, T, S)$  – jednostkowe koszty zmian klimatycznych pojazdów kategorii „j” w funkcji prędkości podróży „Vpdr t,j”, ukształtowania terenu „T” i stanu technicznego nawierzchni „S”, w PLN/poj-km;

$W_j^{km}$  – praca przewozowa dla pojazdów kategorii „j” w zależności od długości odcinka drogi oraz przedziału prędkości Vpdr, j, w pojazdokilometrach/rok.

#### Koszty hałasu

Koszty hałasu oszacowano za pomocą metody pierwszej, opartej o krańcowe koszty oddziaływania hałasu, zaproponowanej w Niebieskiej Księdze. Koszty hałasu obliczono poprzez przemnożenie pracy przewozowej danego typu pojazdów przez jednostkowe koszty hałasu. Obliczeń dokonano zgodnie z następującym wzorem:



$$K_H = \sum_{j=1}^2 k_{h,j}(Z) \cdot W_j^{km}$$

gdzie:

$K_H$  – roczne koszty hałasu, w PLN;

$j$  – kategoria pojazdów;

$k_{h,j}(Z)$  – jednostkowe koszty hałasu pojazdów kategorii „j” miejscowych Z, (miejski/zamiejski), w PLN/poj-km;

$W_j^{km}$  – praca przewozowa dla pojazdów kategorii „j” w zależności od długości odcinka drogi, w pojazdokilometrach/rok.

Rezultatami analizy ekonomiczno-społecznej są miary:

– ENPV – (economic net present value) ekonomiczna wartość bieżąca netto

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

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;

$t$  – okres analizy.

– ERR – (economic rate of return) ekonomiczna stopa zwrotu:

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

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;

$t$  – okres analizy.

Miary ENPV oraz ERR stanowią łącznie o efektywności inwestycji w projekt w sensie finansowym i środowiskowym.

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

### 3.6. ANALIZA WRAŻLIWOŚCI

Analiza wrażliwości polegać będzie na badaniu wpływu przyszłych zmian w kształtowaniu się podstawowych zmiennych inwestycji na poziom jej opłacalności, tj. mierniki 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 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 ENPV i ERR.

W ramach AKK zostanie dokonana symulacja parametrów analizy wrażliwości związanych bezpośrednio z projektem (zmiennie kluczowe), w tym:

- nakładów inwestycyjnych;
- kosztów operacyjnych;
- pracy przewozowej oraz wynikających z niej wartości jednostkowych monetyzowanych efektów.

Rezultaty analizy wrażliwości:

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

### 3.7. ANALIZA RYZYKA

Analizy ryzyka polegać będzie na opisanu rodzajów ryzyka związanych z realizacją projektu i jego późniejszym funkcjonowaniem w podziale na grupy ryzyka oraz ocenie prawdopodobieństwa wystąpienia poszczególnych rodzajów ryzyka i ich wpływu na projekt. Jakościowa analiza ryzyka przeprowadzana jest w kilku etapach. Etap I polega na identyfikacji ryzyka, na jakie można napotkać podczas realizacji projektu. Kolejny etap polega na zestawieniu prawdopodobieństwa ryzyka oraz skali oddziaływania na projekt. W ostatnim etapie na podstawie matrycy ryzyka przyporządkowana jest klasyfikacja poziomu ryzyka dla każdego ryzyka ze zidentyfikowanego zbioru.

## 4. Plan wymiany i rozwoju taboru

---

### 4.1. TRANSPORT ZEROEMISYJNY W DOKUMENTACH STRATEGICZNYCH

Współcześnie cele polityki transportowej obejmują zwiększanie atrakcyjności transportu zbiorowego poprzez podnoszenie jakości, poprawę oferty, zapewniając sprawne i bezpieczne przemieszczanie się po ośrodkach miejskich i ich obszarach funkcjonalnych, zmniejszając obciążenie środowiska. Wprost wpisuje się w to postulat konwersji floty, wymiany starego wyeksploatowanego taboru na pojazdy nowoczesne, zeroemisyjne, niskopodłogowe. Pozwoli to odnieść korzyści przedstawione we wcześniejszych rozdziałach.

Konieczna jest analiza dokumentów strategicznych różnego szczebla, aby określić wizję i kierunki rozwoju, zasad i działań istotnych w związku z wdrażaniem przez MPK-Łódź Sp. z o.o. w zakresie strategii wymiany taboru, wynikające z przynależności miasta do poszczególnych obszarów funkcjonalnych i jednostek administracyjnych.

Dokumenty strategiczne uogólniają problemy występujące na obszarach objętych przedmiotem opracowania, wskazując, ujednocicone zalecenia, kierunki działań i konieczne do realizacji zadania w zdefiniowanym horyzoncie czasowym. W związku z powyższym dokumenty strategiczne różnego szczebla na różnym poziomie ogólności kreują rozwój miasta i jego obszaru funkcjonalnego. Dokumenty przeanalizowane dla potrzeb analizy kosztów i korzyści wraz ze wskazaniem celów potwierdzających zgodność przedmiotu opracowania z dokumentami wyższego rzędu to:

- **Biała Księga „Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu”** – wzrost sektora transportu i wspieranie mobilności przy jednoczesnym osiągnięciu celu obniżenia emisji o 60%; ekologiczny transport miejski i dojazdy do pracy; rozwój i wprowadzenia nowych paliw i systemów napędowych zgodnych z zasadą zrównoważonego rozwoju;
- **Europejska strategia na rzecz mobilności niskoemisyjnej** – zwiększenie wykorzystania niskoemisyjnych alternatywnych źródeł energii na potrzeby transportu, obejmujące: skuteczne ramy w zakresie niskoemisyjnych źródeł energii, tworzenie infrastruktury na potrzeby paliw alternatywnych,

interoperacyjność i normalizacja na potrzeby elektromobilności; wspieranie efektywności i innowacyjności pojazdów oraz popyt na takie produkty, obejmujące: poprawę w zakresie badań pojazdów w celu odzyskania zaufania konsumentów, strategię na okres po 2020 r. w odniesieniu do samochodów osobowych i dostawczych oraz samochodów ciężarowych, autobusów i autokarów;

- **Europa w ruchu. Program działań na rzecz sprawiedliwego społecznie przejścia do czystej, konkurencyjnej i opartej na sieci mobilności dla wszystkich** – podejmowanie działań pozwalających na przejście do czystej, konkurencyjnej i opartej na sieci mobilności;
- **Wspólne dążenie do osiągnięcia konkurencyjnej i zasobooszczędnej mobilności w miastach** – zintensyfikowanie wsparcia dla miast europejskich w zakresie podejmowania wyzwań związanych z mobilnością w miastach – wsparcie zrównoważonej mobilności, ale bez wskazania na zeroemisyjność komunikacji miejskiej;
- **Rozporządzenie ustanawiające instrument „Łącząc Europę”** – głównymi celami dokumentu są: budowa, rozwój, modernizacja i ukończenie transeuropejskich sieci w sektorach transportu, energii i technologii cyfrowych z uwzględnieniem długoterminowych zobowiązań do obniżenia emisyjności;
- **Strategia na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności – europejski transport na drodze ku przyszłości** – Inicjatywa przewodnia 1 – Upowszechnienie pojazdów bezemisyjnych, paliw odnawialnych i niskoemisyjnych oraz związanej z nimi infrastruktury;
- **Utrzymać Europę w ruchu. Zrównoważona mobilność dla naszego kontynentu** – wspieranie badań, demonstracja i wprowadzanie na rynek nowych technologii, takich jak optymalizacja silników, inteligentne systemy zarządzania energią pojazdów lub alternatywne paliwa oraz prowadzenie działań związanych z uświadamianiem użytkowników na temat bardziej inteligentnych i czystszych pojazdów;
- **Strategia Europa 2020** – należy osiągnąć cele „20/20/20” w zakresie klimatu i energii; Strategia ma na celu wsparcie budowy gospodarki opartej na wiedzy, gospodarowaniu zasobami oraz promowaniu technologii przyjaznych dla środowiska;

- **Europejski Zielony Ład** – przekształcenie UE w sprawiedliwe i prosperujące społeczeństwo żyjące w nowoczesnej, zasobooszczędnej i konkurencyjnej gospodarce, która w 2050 r. osiągnie zerowy poziom emisji gazów cieplarnianych netto i w ramach której wzrost gospodarczy będzie oddzielony od wykorzystania zasobów naturalnych;
- **Zielona Księga. W kierunku nowej kultury mobilności w mieście** – rozwój systemu transportowego, który przyczyni się do rozwoju społeczno-gospodarczego przy równoczesnym ograniczeniu negatywnego oddziaływania transportu na środowisko;
- **Plan Działania na rzecz Mobilności w Miastach** – transport sprzyjający zdrowemu środowisku miejskiemu; poprawa dostępności transportu dla osób z ograniczeniami ruchowymi; dostęp do zielonych stref;
- **Zrównoważona przyszłość transportu: w kierunku zintegrowanego, zaawansowanego technologicznie i przyjaznego użytkownikowi systemu** – bardziej zrównoważony i ekologiczny system transportowy; planowanie z myślą o transporcie; poprawa dostępności;
- **Strategia Zrównoważonego Rozwoju Transportu do roku 2030** – obszar interwencji 5 ograniczanie negatywnego wpływu transportu na środowisko; obszar interwencji 6 poprawa efektywności, wykorzystanie publicznych środków na przedsięwzięcia transportowe;
- **Krajowa Strategia Rozwoju Regionalnego 2030** – brak bezpośredniego zdefiniowania celów wskazujących na konieczność wdrażania taboru zeroemisyjnego w komunikacji miejskiej przy wspieraniu działań na rzecz zrównoważonej mobilności;
- **Krajowa Polityka Miejska 2030** – Wyzwanie IV: Niwelowanie negatywnych skutków zmian klimatu w miastach; Wyzwanie V: Poprawa jakości środowiska przyrodniczego w miastach;
- **Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do 2020 r. z perspektywą do 2030 r.** – poprawa stanu taboru pasażerskiego transportu drogowego i kolejowego wykorzystywanego do usług przewozowych użyteczności publicznej (do 2020 r.);
- **Umowa Partnerstwa na lata 2021-2027** – Cel 2: Bardziej przyjazna dla środowiska niskoemisyjna Europa, Cel 6: Umożliwienie regionom

i obywatelom łagodzenia społecznych, gospodarczych i środowiskowych skutków transformacji w kierunku gospodarki neutralnej dla klimatu;

- **Polityka Transportowa Państwa na lata 2006 - 2025** – Cel 6: Ograniczenie negatywnego wpływu transportu na środowisko;
- **Narodowy program bezpieczeństwa ruchu drogowego 2021-2030** – brak bezpośredniego związku z problematyką transportu zeroemisyjnego;
- **Długookresowa Strategia Rozwoju Kraju. Polska 2030. Trzecia Fala Nowoczesności** – podjęcie działań na rzecz upłynnienia ruchu transportu miejskiego, zapewnienie dogodnych przesiadek, lepsza koordynacja środków transport zbiorowego, podniesienie jakości oferty transportu publicznego;
- **Aktualizacja Planu Zrównoważonego Rozwoju Publicznego Transportu Zbiorowego dla Województwa Łódzkiego do roku 2020 z perspektywą do roku 2030** – Zasadniczym kierunkiem rozwoju transportu publicznego w województwie łódzkim jest poprawa konkurencyjności komunikacji kolejowej względem komunikacji drogowej w perspektywie 2030 roku. Kierunki rozwoju publicznego transportu zbiorowego obejmują określenie ram dla dokumentów niższego szczebla w zakresie rozwoju infrastruktury PTZ i kwestii organizacyjnych – brak jest bezpośredniego odniesienia do modernizacji taboru;
- **Plan Zagospodarowania Przestrzennego Województwa Łódzkiego oraz Plan Zagospodarowania Przestrzennego Miejskiego Obszaru Funkcjonalnego Łodzi. Łódzkie 2030+** – w zakresie zagadnień związanych z transportem w dokumencie wyznaczony został cel szczegółowy II. Region o wysokiej jakości i dostępności infrastruktury transportowej. Przyjęte kierunki rozwoju przestrzennego wskazują na potrzebę rozwoju systemu powiązań w systemie transportowym i multimodalnego transportu. Zalecane są działania związane m.in. z modernizacją infrastruktury i taboru transportu publicznego z uwzględnieniem potrzeb osób starszych i ze szczególnymi potrzebami;
- **Program ochrony środowiska województwa łódzkiego na lata 2021-2024 z perspektywą do 2028** – nadrzędnym celem Programu jest zmniejszenie emisji zanieczyszczeń do środowiska, poprawa stanu ekologicznego oraz racjonalne wykorzystanie zasobów naturalnych

poprzez m.in. poprawę jakości powietrza przy zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego w kontekście zmian klimatu i klimatu akustycznego w województwie łódzkim; rozwój komunikacji publicznej ma obejmować m.in. wymianę taboru na pojazdy nisko- lub bezemisyjne;

- **Regionalny Plan Transportowy Województwa Łódzkiego** – wśród wyznaczonych celów strategicznych wyróżniono zrównoważenie systemu transportowego dla osiągnięcia neutralności klimatycznej: w tym kierunku działania 1.2: Ekologizacja transportu; w dokumencie rekomenduje się zakup ekologicznego taboru autobusowego;
- **Strategia Rozwoju Województwa Łódzkiego 2030** – Cel strategiczny 3: Atrakcyjna i dostępna przestrzeń. Cele operacyjne 3.1: Adaptacja do zmian klimatu i poprawa jakości zasobów środowiska; 3.3: Zwiększenie dostępności transportowej; wyszczególnione zostały zadania, które obejmują: stworzenie atrakcyjnej i konkurencyjnej oferty przewozowej publicznym transportem zbiorowym; w dokumencie rekomenduje się zakup zero- lub niskoemisyjnego taboru autobusowego;
- **Plan Zrównoważonej Mobilności Miejskiej dla Łódzkiego Obszaru Metropolitalnego 2030 (z perspektywą do 2040)** – Cel strategiczny IV – zmniejszenie emisji z transportu. Wyróżniono ponadto w obszarze strategicznym „Transport publiczny i niezmotoryzowany” zadanie 2.8. „Wymiana taboru autobusowego”. Dla linii miejskich tabor autobusowy będzie wymieniany na pojazdy fabrycznie nowe, nisko- i zeroemisyjne. Dla pozostałych linii kupowane będą autobusy fabrycznie nowe bądź używane, spełniające normę emisji spalin min. Euro 5. Proponowane działania wpisano równocześnie w pakiet nr 2 Nowoczesna i energooszczędna infrastruktura zrównoważonej mobilności;
- **Program ochrony środowiska dla miasta Łodzi na lata 2024-2027 z perspektywą do roku 2031** – przedmiot niniejszego opracowania musi być zgodny z następującymi celami z wyróżnieniem obszarów interwencji: Ochrona klimatu i jakości powietrza: poprawa jakości powietrza przy zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego w kontekście zmian klimatu; Zagrożenia hałasem: redukcja hałasu do poziomów dopuszczalnych. Cel "Łódź zachwycająca - Miasto zeroemisyjne i czyste";
- **Program ochrony środowiska przed hałasem dla miasta Łodzi** – Celem strategicznym jest docelowe obniżenie poziomu hałasu w środowisku



do wartości dopuszczalnych m.in. poprzez zmniejszenie emisji hałasu. W zakresie polityki transportowej musi następować wspieranie wymiany taboru autobusowego na pojazdy ekologiczne. Wśród zalecanych w dokumencie działań programowych wymienia się prowadzenie świadomej polityki transportowej na terenie miasta;

- **Strategia rozwoju miasta Łodzi 2030+** – cel strategiczny I – Łódź silna i odporna – dbałość o utrzymanie w jak najlepszym stanie środowiska. Obszar tematyczny "Miasto odporne na zmiany klimatu", cel operacyjny Rozwój i modernizacja transportu zbiorowego pod kątem efektywności na poziomie infrastruktury, taboru, prędkości, jakości i sieci połączeń. Cel strategiczny IV – Łódź zachwycająca. Obszar tematyczny Miasto zeroemisyjne i czyste. Cele operacyjne "Dekarbonizacja transportu publicznego i gospodarki komunalnej", "Ograniczenie pozostałych czynników generujących smog" oraz "Ograniczenie emisji i oddziaływania hałasu w mieście". Strategiczne przedsięwzięcie „Program rozbudowy i integracji systemu niskoemisyjnego transportu zbiorowego w mieście” obejmuje swoim zakresem wszystkie działania na rzecz rozwoju mobilności o niskiej lub zerowej emisyjności;
- **Plan adaptacji do zmian klimatu miasta Łodzi do roku 2030** – cel nadrzędny: "Skuteczna adaptacja miasta do zmian klimatu w celu utrzymania zrównoważonego rozwoju oraz zapewnienia bezpieczeństwa jego mieszkańców". Działanie nr 9 transport niskoemisyjny polega na zwiększeniu liczby niskoemisyjnego taboru w komunikacji publicznej;
- **Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla miasta Łodzi do roku 2025** – jednym z celów dokumentu jest kształtowanie rozwoju publicznego transportu zbiorowego według zasady zrównoważonego rozwoju, prowadząc do zmniejszenia negatywnych skutków oddziaływania transportu na środowisko naturalne oraz zapewnienie wysokiej jakości usług transportowych. Rozwój publicznego transportu zbiorowego w Łodzi w perspektywie do roku 2025 będzie opierał się m.in. na zakupie nowych środków transportu. Pożądane jest, aby pojazdy obsługujące linie transportu zbiorowego w Łodzi spełniały normę emisji spalin co najmniej Euro 5, a miasto będzie dążyło do spełnienia wymagań stawianych przez przepisy wspólnotowe i prawa krajowego w zakresie elektromobilności. Przy planowaniu inwestycji

taborowych w kierunku docelowego standardu pojazdów nie wskazano postulatu modernizacji floty, tym bardziej nie określono preferencji co do rodzaju napędu.

W rozdziale przedstawiono wyniki analizy dokumentów strategicznych na poziomie europejskim, krajowym, wojewódzkim, regionalnym i lokalnym. Przegląd dokumentów zorientowany był na aspekty związane z problematyką konwersji floty komunikacji miejskiej. Wśród najistotniejszych kierunków działań opisanych w dokumentach wskazuje się:

- pielęgnację i zapobieganie degradacji środowiska naturalnego, w tym ograniczenie emisji i hałasu, zwłaszcza hałasu komunikacyjnego;
- wymianę taboru transportu zbiorowego na zero- i niskoemisyjny oraz budowę infrastruktury do ładowania lub tankowania pojazdów zero- i niskoemisyjnych.

Podsumowując, zapisy w dokumentach strategicznych wyznaczają główne kierunki działań, które należy podjąć, aby doprowadzić do zrównoważonego rozwoju mobilności w gminach objętych opracowaniem. W dokumentach regionalnych i lokalnych nie stwierdzono występowania zapisów sprzecznych z planowanymi kierunkami modernizacji taboru autobusowego MPK-Łódź Sp. z o.o. w kierunku transportu z napędem alternatywnym i zeroemisyjnym, rozważanymi w niniejszym opracowaniu, dlatego można stwierdzić, że aktualny stan prawny umożliwia wdrożenie proponowanych wariantów inwestycyjnych.

## **4.2. WYNIKI DOTYCHCZASOWYCH ANALIZ ZASADNOŚCI WDRAŻANIA TABORU ZEROEMISYJNEGO W SYSTEMIE AUTOBUSOWEJ KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ W ŁODZI**

Dotychczas dla miasta Łódź przeprowadzone zostały dwie analizy kosztów i korzyści dla oceny zasadności konwersji części floty na tabor z napędem alternatywnym, tj. w roku 2018 i 2021. W ramach niniejszej analizy przeprowadzono analizę aktualności i zasadności przyjętych uprzednio założeń odwzorowanych w zbiorze współczynników i wartości wskaźników. Od ostatniej analizy znacznym zmianom uległa zarówno sytuacja społeczno-gospodarcza, jak i rynek autobusów zeroemisyjnych w zakresie specyfikacji technicznej i cen.

We wcześniejszym opracowaniu rozważano trzy alternatywne warianty inwestycyjne modernizacji parku taborowego MPK-Łódź Sp. z o.o. oraz zerowy

wariant bazowy, stanowiący poziom odniesienia względem działań mających zapewnić zgodność struktury taboru z wymaganiami ustawowymi:

- wariant bazowy – służy oszacowaniu kosztów świadczenia usług komunikacyjnych z wykorzystaniem zmodernizowanego taboru o napędzie konwencjonalnym, spełniającym wymogi normy Euro 6. Wariant bazowy stanowi punkt odniesienia dla analiz pozostałych wariantów w zakresie porównania efektywności kosztowej, społecznej i środowiskowej;
- wariant I – tabor zasilany energią elektryczną – wariant realizacji wymogów Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych z wykorzystaniem autobusów z napędem elektrycznym, dla których zasilanie zapewniają pokładowe magazyny bateryjne;
- wariant II – tabor zasilony sprężonym gazem ziemnym (CNG) – wariant modernizacji floty autobusowej z wykorzystaniem autobusów zasilanych sprężonym gazem ziemnym;
- wariant III – tabor zasilanych paliwem wodorowym – wariant realizacji wymogów Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych z wykorzystaniem autobusów z napędem wodorowym.

W każdym z analizowanych wariantów aktualna flota przewozowa została by uzupełniona o autobusy w zakresie pozwalającym spełnić minimalne wymogi ustawowe, a więc zgodnie z poniższą tabelą.

**Tabela 4.1 Planowany udział wymienionych pojazdów w całkowitym taborze miejskim w wyniku realizacji wariantów inwestycyjnych**

Termin	Wymagany udział pojazdów zeroemisyjnych we flocie	Liczba pojazdów we flocie	Liczba pojazdów zeroemisyjnych	Faktyczny udział pojazdów zeroemisyjnych we flocie
1 stycznia 2018	0%	425	0	0 %
1 stycznia 2021	5%	425	21	5,07%
1 stycznia 2023	10%	425	42	10,14%
1 stycznia 2025	20%	425	136	32,00%
1 stycznia 2028	30%	425	196	46,11%

Źródło: opracowanie własne na podstawie AKK 2021 dla MPK-Łódź Sp. z o.o.

W ramach poprzedniej analizy problematykę możliwych scenariuszy inwestycyjnych rozpatrywano w sposób wielowymiarowy, rozważając kwestie techniczne, finansowe oraz społeczno-ekonomiczne. Ponadto oszacowano efekty środowiskowe porównywanych rozwiązań oraz oceniono wrażliwość rezultatów i trwałość projektu na wystąpienie zmian, zakłóceń w otoczeniu społeczno-gospodarczym na podstawie zbioru potencjalnych, zidentyfikowanych ryzyk zagrażających osiągnięciu założonych celów projektu.

Wyniki analizy społeczno-ekonomicznej wskazały, że najmniej szkodliwe dla środowiska są warianty gazowy i wodorowy. Ten wydawałoby się nieoczywisty wynik był pochodną tzw. polskiego miks energetycznego, a więc paliw, z których wytwarzana jest energia elektryczna. Pochodzi ona w głównej mierze ze źródeł kopalnych – węgla kamiennego i brunatnego, a tylko w kilkunastu procentach ze źródeł odnawialnych. Tym samym autobus elektryczny, chociaż w miejscu eksploatacji jest w zasadzie bezemisyjny (poza hałasem czy emisjami pozaspalinowymi), wpływa na zanieczyszczenie środowiska – w miejscu wytworzenia energii. Ujmując w łącznej kalkulacji wpływ tej emisji na środowisko, autobus elektryczny generuje większe emisje niż pojazd z napędem gazowym.

Wyniki końcowe analizy AKK z roku 2021 wskazują, że koszt inwestycji w tabor zeroemisyjny jest praktycznie dwukrotnie wyższy, niż w tabor konwencjonalny i chociaż koszt energii (paliwa) w autobusie elektrycznym wynosi zaledwie 1/3 kosztów zużycia paliwa w pojeździe spalinowym, to jednak z uwagi na gwałtowny wzrost cen energii elektrycznej (w latach 2020-2021) oraz gazu (w I półroczu 2021 r.), różnica ta zmniejsza się na niekorzyść wariantów alternatywnych. Podkreślono, że przyszłość elektromobilności uwarunkowana jest stabilnym zachowaniem cen energii. Zakup pojazdów elektrycznych wiąże się również z okresową koniecznością wymiany baterii pokładowych pojazdów. Żywotność baterii szacowano na ok. 8-10 lat, choć w zależności od rodzaju baterii oraz sposobu ich eksploatacji może być krótsza, skutkiem czego bez dofinansowania zewnętrznego, bilansując koszty i korzyści wykorzystania taboru zeroemisyjnego, określono brak korzyści z wykorzystywania autobusów zeroemisyjnych, a zatem miasto Łódź nie musiało realizować obowiązku osiągnięcia poziomu udziałów autobusów zeroemisyjnych, o których mowa w art. 36 oraz art. 68 ust. 4 Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych.

### 4.3. PRZEGLĄD POTENCJALNYCH OPCJI WYBORU RODZAJU NAPĘDU

Wybór rodzaju napędu uzależniony jest od licznych uwarunkowań techniczno-finansowych. Każdy rodzaj napędu ma określone zalety i wady. Wybór najlepszej opcji zawsze jest wyborem wielokryterialnym, pozwalającym dostosować flotę do lokalnych uwarunkowań i potrzeb.

Wśród efektów stosowania zróżnicowanych źródeł zasilania wskazać należy m.in.:

- zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego poprzez dywersyfikację źródeł zasilania pozwalającą zmniejszyć podatność na wahania cen;
- poprawę niezawodności dostaw nośników energii i stabilizację cen;
- zwiększenie niezawodności obsługi połączeń i efektywności wykorzystania taboru dzięki większemu resursowi między remontami autobusów z silnikiem elektrycznym (poza bateriami);
- zmniejszenie negatywnego oddziaływania na środowisko i jakość życia w mieście dzięki zmniejszeniu emisji transportu poprzez zwiększenie udziału taboru nisko- i zeroemisyjnego w przewozach;
- realizacja wytycznych zawartych w „Krajowych Ramach Polityki Rozwoju Infrastruktury Paliw Alternatywnych”.

Jednocześnie osiągnięcie celów środowiskowych poprzez zwiększenie udziału nowego taboru we flocie pojazdów możliwe jest do zrealizowania szybciej i w większym zakresie poprzez dostępne dofinansowania do zakupu autobusów zero- i niskoemisyjnych. Dotacje zwiększają możliwości finansowe nabycia nowych pojazdów wraz z niezbędnym wyposażeniem obsługowym i eksploatowanych przez Operatora.

Jednak autobusy z napędem elektrycznym wymagają budowy dodatkowej, kosztownej infrastruktury ładowania w zajezdni i rozproszonej na obszarze miasta. W zależności od uwarunkowań lokalnych w przypadku różnych organizatorów transportu może się to wiązać z koniecznością zmian w zadaniach transportowych. Bardzo ograniczona w Polsce dostępność do stacji tankowania wodoru powoduje znaczne trudności w eksploatacji pojazdów z danym typem napędu. Może się to wiązać z uzależnieniem wdrożenia danego typu napędu od budowy stacji na obszarze obsługiwanym przez komunikację miejską.

Wprowadzone ustawą o elektromobilności tempo wzrostu udziału autobusów zeroemisyjnych we flocie pojazdów jest wysokie, podczas gdy aktualny udział tego typu pojazdów w parku taborowym MPK-Łódź sp. z o.o. dzisiaj nie spełnia jeszcze wymaganego poziomu udziału autobusów zeroemisyjnych, który będzie obowiązywać od przyszłego roku, tj. na poziomie 20%. Wymaga to zintensyfikowania realizacji dotychczasowej strategii nabywania nowych autobusów. Należy dokonywać wyborów na podstawie analizy wielokryterialnej z uwzględnieniem kosztów i korzyści społecznych i środowiskowych wynikających z zakupu autobusów z określonym źródłem zasilania.

Dodatkowo nowelizacja ustawy zwiększa odpowiedzialność i zaangażowanie władz miasta w proces konwersji floty na tabor elektryczny. Ustawa przenosi część kosztów z Operatorów na Organizatora transportu, przez co zwiększenie liczby podmiotów finansujących pozwala łatwiej zwiększyć dotychczas planowane tempo zakupu autobusów zeroemisyjnych.

Zastosowanie ogniw paliwowych (wytwarzających energię elektryczną z wodoru i stosowanych do zasilania silników elektrycznych) jest podstawą funkcjonowania autobusów wodorowych. Produktem ubocznym procesu wytwarzania energii jest para wodna powstająca w rezultacie fuzji wodoru z tlenem pobieranym z powietrza. Jednak aby proces chemiczny przebiegał według opisanego schematu, paliwo to musi być uzyskane w procesie elektrolizy wody z użyciem prądu z OZE, a nie reformingu parowego gazu ziemnego, podczas którego wydziela się tlenek węgla (CO). Istotną wadą tego rozwiązania jest natomiast znaczny koszt zakupu autobusu z ogniwami wodorowymi, wyraźnie przewyższający koszt zakupu autobusów z pozostałymi systemami zasilania oraz wysokie koszty zasilania. Średnia cena zakupu jednego autobusu wodorowego w klasie MAXI (12 m) wynosi 2 860 000,00 zł.

Osiągnięcie wymagań stawianych przez ustawę o elektromobilności w zakresie udziału i terminu posiadania założonego udziału pojazdów zeroemisyjnych w parku taborowym możliwe jest zatem poprzez dokonanie konwersji alternatywnie na tabor elektryczny zasilany z baterii lub tabor wodorowy. W związku z dosyć odległym terminem osiągnięcia w pełni zeroemisyjnego transportu zbiorowego rozwiązaniem przejściowym jest uzupełnienie floty o niskoemisyjne autobusy hybrydowe spalinowo-elektryczne, autobusy zasilane gazem ziemnym CNG lub o normie emisji spalin Euro 6, tak aby spełniając wymagania, ograniczenia ustawy, minimalizować koszty zakupu

i eksploatacji taboru autobusowego. Kluczowym zagadnieniem jest zatem określenie najkorzystniejszego udziału autobusów o poszczególnym typie napędu, który z jednej strony pozwoli spełnić wymagania ustawy w założonym horyzoncie czasowym i z drugiej strony zminimalizuje całkowite koszty posiadania.

W bieżącym roku średnia cena zakupu 1 autobusu elektrycznego klasy MAXI (12 m) wynosi około 2 540 000,00 zł, natomiast autobusu hybrydowego danej klasy 1 400 000,00 zł. W procesie konwersji floty autobusów spalinowych na elektryczne w zależności od uwarunkowań lokalnych lub możliwości i zasadności wprowadzania zmian w zadaniach transportowych może okazać się niemożliwe zastąpienie pojazdów w ilości 1:1. Wynika to z ograniczonego zasięgu i czasu ładowania.

Autobusy zasilane biometanem w postaci gazowej (autobusy CNG) zaliczane są w wyniku nowelizacji ustawy w 2021 r. do grupy pojazdów zeroemisyjnych, które bazują na konstrukcji autobusów zasilanych gazem ziemnym i mogą być eksploatowane bez zmian konstrukcyjnych, ponieważ zarówno zbiorniki, jak i silniki pojazdów na gaz ciekły są dostosowane do zasilania biometanem. Podstawowym problemem pozwalającym w praktyce wdrożyć dane rozwiązanie jest bardzo ograniczona dostępność do biometanowni. Zastosowanie klasycznego gazu CNG nie zapewnia warunku zeroemisyjności, ale powoduje, że dany autobus jest niskoemisyjny, a napęd jest alternatywny względem napędu spalinowego i spełnia wymagania ustawy w zakresie pożądanej konwersji floty. Może to stanowić jeden ze składników budowy miksu energetycznego we flocie komunikacji miejskiej równoległe z autobusami zeroemisyjnymi. Autobusy CNG są droższe od autobusów z napędem konwencjonalnym, ale znacznie tańsze od autobusów elektrycznych. Średnia cena jednego autobusu kształtuje się na poziomie około 1 500 000,00 zł dla pojazdu klasy MAXI (12 m) i około 2 100 000,00 zł za pojazd klasy MEGA (18 m).

Zaletą autobusów zasilanych olejem napędowym jest ich powszechność w eksploatacji, a także brak konieczności ponoszenia dodatkowych nakładów finansowych na infrastrukturę ładowania energii elektrycznej czy tankowania wodoru oraz dostosowania zaplecza technicznego. Zakupione pojazdy powinny posiadać najbardziej ekologiczną normę emisji spalin Euro 6, a po 2027 r. – Euro 7.

#### 4.4. PRZEGLĄD ROZWIĄZAŃ ŁADOWANIA AUTOBUSÓW ZEROEMISYJNYCH

Napęd elektryczny stosowany jest w pojazdach od samego początku rozwoju motoryzacji. Podstawowym problemem, który spowodował ograniczenie rozwoju tego typu pojazdów na rzecz oparcia systemu transportowego na silniku spalinowym był brak odpowiedniego zasobnika energii. Niewystarczająca pojemność i długi czas ładowania powodowały znaczne ograniczenie zasięgu, a przez to użyteczności pojazdów zasilanych energią elektryczną.

Pojazdy z napędem elektrycznym wydają się być najlepszym rozwiązaniem dla średnich i dużych miast – z uwagi na niemal zerową emisję zanieczyszczeń, mniejszą emisję hałasu oraz korzystniejsze parametry pracy silnika elektrycznego, pretendujące go do wykonywania trudnej pracy eksploatacyjnej autobusu w mieście.

Jednak szczególna analiza musi dotyczyć autobusów elektrycznych o zasilaniu bateryjnym, ponieważ to właśnie baterie determinują w największym stopniu cechy danego rozwiązania. Wszystkie rodzaje baterii charakteryzuje:

- ograniczona pojemność z jednostki ich objętości lub masy (gęstość energii);
- ograniczony prąd rozładowania i ładowania;
- ograniczona liczba cykli;
- brak odporności na całkowite rozładowanie, skutkujące zmniejszeniem pojemności;
- podatność na przeładowanie skutkujące zniszczeniem.

Producenci baterii zalecają, aby nie wyczerpywać baterii poniżej poziomu 20%-30% pojemności. Dzielne użytkowanie powinno charakteryzować zużycie około 50% zmagazynowanej energii. Wraz z czasem eksploatacji, mierzonym liczbą zrealizowanych cykli ładowania, spada rzeczywista pojemność baterii oraz wartość oddawanego prądu.

Eksploatacja baterii według zaleceń producenta pozwala uzyskać żywotność do maksymalnie 10 lat. Dlatego po upływie około 8 lat wskazuje się na potrzebę wymiany baterii w użytkowanych autobusach, co wiąże się ze znacznymi kosztami. W zależności od zastosowanego typu baterii, różne są także dopuszczalne parametry ładowania – te zależą od stosowanej specyfiki ładowania i typu



ładowarki. Im dłuższy jest dopuszczalny czas ładowania, tym mniejsza wartość mocy jest potrzebna. Konieczność uzupełnienia poziomu naładowania baterii na trasie (na pętli lub na przystanku) wymaga ładowarek większej mocy, tak aby w jak najkrótszym, dostępnym czasie doładować baterię o jak największą wartość energii potrzebnej do kontynuowania realizacji zadań transportowych.

Wyróżnia się zatem ze względu na moc ładowania dwa typy ładowarek dostępnych na rynku:

- ładowarki do codziennego ładowania postojowego (nocnego) – ładowarki małej mocy od 40 kW do 60 kW;
- ładowarki szybkiego ładowania, dużej mocy zwykle do 500 kW.

Ze względu na typ ładowarki wyróżnia się cztery typy ładowarek:

- ładowarka typu plug-in – bezpośrednie połączenie poprzez wtyczkę. Jest to rozwiązanie stosowane zwłaszcza do ładowania nocnego w zajezdni. Wynika stąd ograniczenie w mocy ładowania do 120 kW. Długi czas ładowania skutkuje tym, że każdy autobus powinien posiadać własną stację ładowania. Koszt brutto jednej ładowarki wynosi około 65 000,00 zł, natomiast ładowarka wolnego ładowania kosztuje około 150 000,00 zł;
- pantograf – wyposażenie autobusu w pantograf, który służy do połączenia ze stacją ładującą na pętli. Wadą rozwiązania jest zwiększenie masy autobusu. Koszt stacji ładowana wynosi około 1 500 000,00 zł z trafostacją i przyłączem, a pantografu na jednym samochodzie 70 000,00 zł;
- odwrócony pantograf – wyposażenie stacji ładowania w pantograf do połączenia z przewodzącymi ślizgami umieszczonymi na dachu autobusu. Koszt stacji ładowania wynosi około 650 000,00 zł, a instalacja ładowania na dachu autobusu około 8 000,00 zł;
- ładowarka indukcyjna – umieszczona na powierzchni jezdni w obrębie przystanku płyta, w której wytworzone pole elektromagnetyczne ładuje baterię w autobusie poprzez odpowiednie wyposażenie taboru. Wadą danego rozwiązania, poza wysoką ceną, jest trudność zapewnienia bezpieczeństwa, wymagająca zagwarantowania automatycznego załączania i wyłączania ładowania w zależności od wykrycia obecności autobusu nad pętlą. Ze względu na duży koszt instalacji warianty uwzględniające ładowanie indukcyjne nie będą dalej rozpatrywane

w niniejszym opracowaniu. Koszt jednej ładowarki wynosi około 8 000 000,00 zł, a wyposażenie pojazdu około 600 000,00 zł.

Wybór systemu zasilania zależy od specyfiki funkcjonowania poszczególnych Operatorów, charakterystyki, zwłaszcza wielkości systemu komunikacji miejskiej w obszarze funkcjonalnym. W praktyce często stosowany jest mieszany system zasilania, który umożliwia ładowanie autobusów na kilka alternatywnych sposobów. Poza zapewnieniem infrastruktury ładowania konieczne jest opracowanie właściwego harmonogramu ładowania. Jest to rozwiązanie niestosowane w przypadku konwencjonalnej floty. Celem harmonogramowania jest maksymalizacja wykorzystania infrastruktury ładowania, zapewnienie, aby jak najwięcej pojazdów mogło kolejno ładować baterie, korzystając z jednej stacji ładowania. Jednocześnie harmonogramowanie pozwala zagwarantować, aby liczba stacji była wystarczająca do zapewnienia ciągłości realizacji zadań transportowych i nie wystąpił nieplanowany brak naładowania akumulatorów uniemożliwiający obsługę kursu.

Dobór pojemności baterii i sposobu ładowania zależy od charakterystyki zadań transportowych, które mają być realizowane autobusami elektrycznymi. Najprostszym rozwiązaniem byłoby zapewnienie odpowiedniej pojemności baterii, które pozwolą na całonocną realizację zadań i ładowanie wyłącznie w zajezdni. Specyfika baterii powoduje jednak, że obecnie producenci taboru elektrycznego w większości nie zapewniają rozwiązań pozwalających na osiągnięcie potrzebnego dystansu 250-300 km w dowolnych warunkach klimatycznych występujących w Polsce. Pojemność baterii determinuje cenę i masę. Zbyt duża waga ogranicza dopuszczalną ładowność autobusu i przestrzeń dla pasażerów wewnątrz pojazdu.

Współcześnie w warunkach polskiego rynku autobusów elektrycznych najczęściej stosowanym rozwiązaniem jest ładowanie nocne w zajezdni, uzupełnione doładowywaniem na trasie, co 2 lub 3 kursy. Zwykle wymagana jest wtedy pojemność nominalna baterii 150 kWh przy użytecznej wartości 120 kWh. Zapewnienie niezawodności w warunkach ekstremalnych może wymagać pojemności 240 kWh. Wartość 240 kWh pozwala obecnie na pokonanie dystansu 200 km przy ogrzewaniu nieelektrycznym, a przy ogrzewaniu elektrycznym 150 km.

Warto wskazać, że średnie zużycie energii na cele trakcyjne dla pojazdów kategorii MAXI wynosi 1,5 kWh/km, natomiast kategorii MEGA 2,0 kWh/km.

W przypadku ładowarki pantografowej o mocy nominalnej 400 kWh i sprawności 90% czas ładowania wynosi od kilku do kilkunastu minut w przypadku zużycia energii na realizację realizacji dwóch kursów o średniej długości trasy. Bateria powinna posiadać 30% rezerwę pojemności w celu uniknięcia całkowitego jej rozładowywania oraz zachowania zapasu energii na sytuacje awaryjne. Do ładowania wolnego w praktyce stosuje się zwykle ładowarki jednostanowiskowe o mocy min. 50 kW lub dwustanowiskowe o mocy min. 100 kW przy sprawności energetycznej na poziomie 90%.

Drugą ze stosowanych strategii jest zakup baterii o pojemności powyżej 300 kWh, który zasadniczo pozwala na realizację całodniowych zadań transportowych kosztem jednak wielu wad wynikających z dużej pojemności baterii. Montaż dwustanowiskowej stacji wolnego ładowania nocnego typu plug-in wraz z infrastrukturą towarzyszącą wynosi około 100 000,000 zł, natomiast adaptacja infrastruktury energetycznej zajezdni wynosi 200 000,00 zł.

W najbliższej przyszłości będzie wzrastać liczba dostępnych rozwiązań baterii umożliwiających pokonywanie dobowego dystansu ponad 300 km z baterii o coraz mniejszej pojemności. Dlatego zasadne wydaje się bieżące dokonywanie zakupu autobusów niskoemisyjnych, których zakładana trwałość jest mniejsza niż planowany czas wejścia w życie wymogu floty zeroemisyjnej. Pozwoli to na zastępowanie wtedy taboru z napędem alternatywnym taboru elektrycznym zgodnie z zasadą wymiany autobusów 1 za 1, co dzisiaj nie w każdych lokalnych uwarunkowaniach jest możliwe.

W przypadku eksploatacji floty autobusów wyposażonych w pantograf, ładowanie odbywa się w czasie od kilku do kilkunastu minut wielokrotnie w ciągu dnia. Mimo że instalacja ładowarki pantografowej wiąże się ze znacznymi kosztami jej budowy, w tym zapewnienia zasilania energetycznego o dużej mocy w licznych lokalizacjach na obszarze miasta, jedna ładowarka może być wykorzystywana naprzemiennie przez autobusy obsługujące kilka różnych linii. Przykładem takiego rozwiązania jest pętla Szczecińska, gdzie z jednej ładowarki korzystają autobusy linii 76, 81, 89, 53, 85, a w przyszłości także 86 oraz pętla Kusocińskiego, gdzie z ładowania korzystają linie 55, 76 i docelowo 86.

Koszty zakupu i instalacji pojedynczej stacji ładowania dla różnych rozwiązań technicznych przedstawiono w poniższej tabeli.

**Tabela 4.2. Zestawienie wybranych kosztów związanych z instalacją stacji ładowania wg. stanu na dzień 01.07.2024 r.**

<b>Wyszczególnienie</b>	<b>Cena jednostkowa brutto [zł]</b>
Dostawa, montaż oraz roboty budowlane w formule „Zaprojektuj i wybuduj” dotyczące dwustanowiskowej stacji ładowania pojazdów o mocy w przedziale 2x70/150 kW z uwzgl. instalacji OZE	2 460 000,00
Dostawa, montaż infrastruktury ładowania pojazdów (stacje ładowania oraz pantograf) i instalacji fotowoltaicznej wraz z wykonaniem niezbędnych prac projektowych i robót budowlanych w formule „Zaprojektuj i wybuduj”	4 797 000,00
Dostawa, montaż oraz roboty projektowo-budowlano-montażowe infrastruktury ładowania autobusów elektrycznych	1 230 000,00
Cztery pojedyncze ładowarki DC o mocy nie mniejszej niż 4x50 kW, z czego przynajmniej jedna powinna umożliwiać ładowanie zwiększoną mocą na poziomie co najmniej 120 kW (komplet)	1 722 000,00
Roboty budowlane niezbędne do montażu stacji	738 000,00

Źródło: Opracowanie własne wg. stanu na dzień 01.07.2024 r.

W opozycji do przedstawionej powyżej problematyki kształtowania zasięgu bateryjnych autobusów elektrycznych w celu zapewnienia niezawodności, wykonalności obsługi zadań przewozowych, kształtuje się kwestia zasięgu i ładowania autobusów wodorowych. Średni czas tankowania zbiorników umieszczonych na dachu pojazdu wynosi od 10 do 15 min. Pozwala to na pokonanie dystansu nawet do 400 km, przy czym dokładne wartości zasięgu zależą od parametrów autobusu i wielkości zastosowanego ogniwa wodorowego. Dokładniejszą charakterystykę w podziale na modele taboru przedstawiono w poniższej tabeli.

**Tabela 4.3. Przykładowe zestawienie oferowanych obecnie modeli autobusów wodorowych**

Producent i model	Klasa	Deklarowany zasięg [km]	Ogniwo wodorowe [kW]
Pilea 10 H2	MIDI	300	30
Arthur H2 Zero 12	MAXI	do 500	60-125
NesoBus 12	MAXI	ok. 450	70
Mercedes-Benz eCitaro fuel cell	MAXI	do 400	60
Solaris Urbino 12 hydrogen	MAXI	do 350	70
Mercedes-Benz eCitaro G fuel cell	MEGA	ok. 350	60
Solaris Urbino 18 hydrogen	MEGA	ok. 350	100

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych producentów

Powyższe analizy wskazują na występowanie pewnych trudności związanych z pełnoskalowym wdrożeniem bateryjnych autobusów elektrycznych. Współcześnie dostępnych jest wiele alternatywnych rozwiązań, które w różnym stopniu zakładają rozwój taboru elektrycznego, w tym zasilanego z baterii. Wdrażanie autobusów elektrycznych można realizować etapami, dokonując konwersji w pierwszej kolejności taboru obsługującego linie miejskie, dla których ograniczony zasięg taboru ze względu na krótkie trasy i bliskość stacji ładowania nie stanowi bariery, a następnie sukcesywnie rozbudowywać zbiór stacji ładowania rozmieszczonych w kluczowych lokalizacjach na pętlach. Pozwoli to w dłuższym horyzoncie czasowym zniwelować podstawową wadę zasilania bateryjnego. W miarę czasu można oczekiwać poprawy parametrów baterii.

Alternatywnym rozwiązaniem jest dążenie do osiągnięcia w 100% floty złożonej z autobusów wodorowych. Wdrażanie kolejnych autobusów danego typu może być realizowane od razu według zasady 1:1 i nie następuje współcześnie trudności. Bariery jest jedynie wysoka cena zakupu, eksploatacji taboru oraz budowy stacji zasilania w przypadku braku dostępu do stacji tankowania na obszarze funkcjonowania Operatora.

Ostatnim rozwiązaniem alternatywnym względem powyższych jest wprowadzanie taboru zeroemisyjnego w minimalnym zakresie, jaki konieczny jest dla spełnienia wymagań ustawy. Równocześnie trzon floty powinny stanowić autobusy niskoemisyjne: hybrydowe, Euro 6 i zasilane gazem CNG. Celem działania jest minimalizacja kosztów funkcjonowania przedsiębiorstwa

przy jednoczesnym wolnym, ale sukcesywnym przygotowywaniu się do pełnej konwersji floty na tabor zeroemisyjny.

#### 4.5. WARIANTY WYMIANY I ROZWOJU TABORU

W wyniku diagnozy aktualnego stanu rozwoju komunikacji miejskiej w Łodzi, uwarunkowań prawnych funkcjonowania systemu PTZ i wymagań formułowanych wobec analizy AKK do dalszej analizy wyznaczono 4 alternatywne warianty wymiany najstarszych autobusów MPK-Łódź Sp. z o.o.: wariant bazowy, zakładający brak spełnienia wymagań opisanych w art. 36 Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych, stanowiący punkt odniesienia dla wariantów inwestycyjnych oraz trzy alternatywne warianty, zakładające spełnienie wymogów ustawowych.

Dla wszystkich wariantów przyjęto jednakowy harmonogram wymiany najstarszego taboru na nowe pojazdy w rozważanym horyzoncie czasowym.

W wariantcie bezinwestycyjnym W0 przyjęto, że nabywany będzie tabor spalinowy o normie emisji spalin Euro 6. Jest to wariant, który nie spełnia wymagań ustawy, natomiast trzy alternatywne warianty inwestycyjne obejmują sukcesywną wymianę taboru na pojazdy o zróżnicowanym napędzie alternatywnym, spełniające wymagania ustawy, budując miks energetyczny zasilania pojazdów, w którym trzon będzie stanowić jeden rodzaj napędu. Przyjęto, że za nabywanie pojazdów będzie odpowiedzialny operator zewnętrzny.

Warto też zaznaczyć, że w art. 68a ust. 3 Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych zobowiązano zamawiających, organizatorów transportu, takich jak Łódź do zapewnienia udziału autobusów (kategorii M3, klas A i I) wykorzystujących do napędu paliwa alternatywne, w całkowitej liczbie autobusów objętych zleceniami realizacji przewozów o charakterze użyteczności publicznej w komunikacji miejskiej, w wysokości 32% w okresie od 24 grudnia 2021 r. do 31 grudnia 2025 r. oraz 46% w okresie od 1 stycznia 2026 r. do 31 grudnia 2030 r. z zastrzeżeniem, że połowa tego udziału ma być osiągnięta przez autobusy zeroemisyjne. Do zamówień zalicza się zlecenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego oraz zakup, a także dzierżawę, wynajem lub leasing z opcją zakupu pojazdów.

Ze względu na ograniczone możliwości finansowe MPK-Łódź Sp. z o.o. wdrożenie harmonogramu wymiany taboru rozważanego w wariantach

inwestycyjnych będzie wymagało pozyskania zewnętrznego dofinansowania. Operator podejmował już działania, przystępując do „Programu niskoemisyjnego transportu miejskiego – zakup 25 autobusów elektrycznych wraz z wybudowaniem infrastruktury niezbędnej do ich obsługi”. W najbliższym czasie planowany jest dalszy zakup kilkunastu autobusów elektrycznych i ta inwestycja została uwzględniona w planie wymiany taboru we wszystkich porównywanych wariantach.

Wycofywany będzie najstarszy tabor. Wymieniane będą pojazdy różnych typów z kolejnych najstarszych roczników, tak aby w jednej zakupowej partii zastąpić cały model i klasę pojazdów pojazdami w takiej samej liczbie i klasie pojemności, lecz z napędem alternatywnym. Pozwoli to uprościć późniejsze utrzymanie parku taborowego poprzez dążenie do minimalizacji liczby różnych modeli eksploatowanych przez MPK-Łódź Sp. z o.o. Wymiana będzie realizowana w taki sposób i w takim zakresie, aby zapewnić jak najszybciej zgodność struktury taboru z wymaganiami ustawowymi. Ze względu na niewielki współcześnie udział pojazdów zeroemisyjnych we flocie MPK-Łódź Sp. z o.o. we wszystkich wariantach inwestycyjnych przyjęto, że docelowa struktura floty autobusów osiągnięta zostanie na koniec roku 2027, czyli w momencie zakończenia obowiązywania bieżącej umowy przewozowej.

#### Wariant „0”

W wariantcie „0” założono sukcesywną wymianę najstarszych pojazdów na spalinowe pojazdy o normie emisji EURO 6. Wariant ten jest wariantem wyjściowym, tzn. do niego będą porównywane dwa warianty inwestycyjne. W poniższej tabeli przedstawiono strukturę taboru w kolejnych latach analizy.

**Tabela 4.4 Tabor autobusowy - wariant wyjściowy**

Zakres wymiany	Rodzaj napędu	Klasa pojazdu	Rok analizy						
			2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Wycofanie	Euro 5/EEV	MEGA	95	14	0	0	0	0	0
		MAXI	73	43	0	0	0	0	0
	Euro 6	MEGA	114	114	112	112	112	112	112
		MAXI	76	76	75	75	75	75	75
Zakup nowych pojazdów	Euro 6	MEGA	0	81	97	97	97	97	97
		MAXI	0	30	74	74	74	74	74
	CNG	MEGA	0	0	0	0	0	0	0

**Aktualizacja analizy korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych**

Zakres wymiany	Rodzaj napędu	Klasa pojazdu	Rok analizy						
			2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	EV	MAXI	0	0	0	0	0	0	0
		MEGA	8	8	8	8	8	8	8
		MAXI	17	17	17	17	17	17	17
	Wodór	MEGA	0	0	0	0	0	0	0
		MAXI	0	0	0	0	0	0	0

Źródło: opracowanie własne

### Wariant „1”

W wariantcie 1 założono, że spełnienie wymogów ustawowych w zakresie sukcesywnego zwiększania udziału pojazdów z napędem alternatywnym we flocie MPK-Łódź Sp. z o.o. zostanie osiągnięte poprzez zakup autobusów elektrycznych. Do realizacji zadań przewozowych pozyskanych zostanie łącznie 97 pojazdów klasy MEGA i 74 pojazdów klasy MAXI. Strukturę taboru w kolejnych latach analizy w rezultacie realizacji wariantu nr 1 przedstawiono w poniższej tabeli.

**Tabela 4.5 Tabor autobusowy - wariant inwestycyjny 1**

Zakres wymiany	Rodzaj napędu	Klasa pojazdu	Rok analizy						
			2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Wycofanie	Euro 5/EEV	MEGA	95	14	0	0	0	0	0
		MAXI	73	43	0	0	0	0	0
	Euro 6	MEGA	114	114	112	112	112	112	112
		MAXI	76	75	75	75	75	75	75
Zakup nowych pojazdów	Euro 6	MEGA	0	0	0	0	0	0	0
		MAXI	0	0	0	0	0	0	0
	CNG	MEGA	0	0	0	0	0	0	0
		MAXI	0	0	0	0	0	0	0
	EV	MEGA	8	89	105	105	105	105	105
		MAXI	17	47	91	91	91	91	91
	Wodór	MEGA	0	0	0	0	0	0	0
		MAXI	0	0	0	0	0	0	0

Źródło: opracowanie własne

### Wariant „2”

W wariantcie 2 założono, że podstawę docelowej struktury parku taborowego będą stanowiły pojazdy wodorowe. Oznacza to, że zastępowanie najstarszego taboru będzie obejmowało w pierwszej kolejności zakup przede wszystkim autobusów elektrycznych, co wynika z poczynionych już planów zakupu



kilkudziesięciu autobusów elektrycznych. Równocześnie zastępowanie pojazdów spalinowych będzie odbywało się sukcesywnie poprzez wycofywanie kolejnych modeli i klas pojazdów oraz zastępowanie ich pojazdami z napędem wodorowym. W pierwszym roku analizy planowana jest wymiana 81 pojazdów klasy MEGA i 30 pojazdów klasy MAXI. Następnie 16 pojazdów klasy MEGA i 44 klasy MAXI. Strukturę taboru w kolejnych latach analizy w rezultacie realizacji wariantu nr 2 przedstawiono w poniższej tabeli.

**Tabela 4.6 Tabor autobusowy - wariant inwestycyjny 2**

Zakres wymiany	Rodzaj napędu	Klasa pojazdu	Rok analizy						
			2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Wycofanie	Euro 5/EEV	MEGA	95	14	0	0	0	0	0
		MAXI	73	43	0	0	0	0	0
	Euro 6	MEGA	114	114	112	112	112	112	112
		MAXI	76	75	75	75	75	75	75
Zakup nowych pojazdów	Euro 6	MEGA	0	0	0	0	0	0	0
		MAXI	0	0	0	0	0	0	0
	CNG	MEGA	0	0	0	0	0	0	0
		MAXI	0	0	0	0	0	0	0
	EV	MEGA	8	41	41	41	41	41	41
		MAXI	17	47	47	47	47	47	47
	Wodór	MEGA	0	48	64	64	64	64	64
		MAXI	0	0	44	44	44	44	44

Źródło: opracowanie własne

### Wariant „3”

W wariantcie 3 założono, że w docelowej strukturze parku taborowego wprowadzonych do eksploatacji zostanie tylko tyle pojazdów poszczególnych typów, ile wymagane jest zapisami ustawy. Oznacza to, że zastępowanie najstarszego taboru będzie obejmowało równoczesny zakup autobusów elektrycznych, jak i tańszych autobusów z napędem gazowym CNG. Zastępowanie pojazdów spalinowych będzie odbywało się sukcesywnie poprzez wycofywanie kolejnych modeli i klas pojazdów pojazdami z napędem innym niż spalinowy w takich proporcjach, aby w całkowitej strukturze floty w kolejnych latach zapewnić porównywalny, podobny udział autobusów z napędem zeroemisyjnym (elektrycznym) i innym alternatywnym (CNG). Aby spełnić wymagania ustawy, w pierwszym roku analizy założono zakup 62 autobusów elektrycznych i tylko 49 autobusów zasilanych gazem CNG. W kolejnych latach natomiast w większej ilości

będą kupowane autobusy z napędem alternatywnym w porównaniu z zakupami autobusów elektrycznych. Kluczową zaletę danego wariantu stanowi ogólnodostępna stacja tankowania gazu CNG zlokalizowana na obszarze Łodzi i zarządzana przez odrębny podmiot. Strukturę taboru w kolejnych latach analizy w rezultacie realizacji wariantu nr 3 przedstawiono w poniższej tabeli.

**Tabela 4.7 Tabor autobusowy - wariant inwestycyjny 3**

Zakres wymiany	Rodzaj napędu	Klasa pojazdu	Rok analizy						
			2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Wycofanie	Euro 5/EEV	MEGA	95	14	0	0	0	0	0
		MAXI	73	43	0	0	0	0	0
	Euro 6	MEGA	114	114	112	112	112	112	112
		MAXI	76	76	75	75	75	75	75
Zakup nowych pojazdów	Euro 6	MEGA	0	0	0	0	0	0	0
		MAXI	0	0	0	0	0	0	0
	CNG	MEGA	0	49	65	65	65	65	65
		MAXI	0	0	32	32	32	32	32
	EV	MEGA	8	40	0	0	0	0	0
		MAXI	17	47	0	0	0	0	0
	Wodór	MEGA	0	0	0	0	0	0	0
		MAXI	0	0	0	0	0	0	0

Źródło: opracowanie własne

#### 4.6. WYBÓR LINII DO OBSŁUGI TABOREM ZEROEMISYJNYM

##### Charakterystyka dziennych, autobusowych linii komunikacyjnych

Wyboru linii zalecanych do obsługi autobusami zeroemisyjnymi, zwłaszcza elektrycznymi dokonano z uwzględnieniem uwarunkowań opisanych w punkcie 3.3. Rozpoczęto od wyznaczenia dla poszczególnych linii komunikacyjnych wybranych wartości charakterystyk w celu uporządkowania autobusowych linii komunikacyjnych w kolejności malejącej preferencji, zasadności obsługi nowym zeroemisyjnym taborom. Podstawę klasyfikacji stanowiło kryterium atrakcyjności społecznej i dostępności dla jak największej liczby mieszkańców miasta. Wyniki przeprowadzonej charakterystyki zestawiono w tabelach zamieszczonych w załączniku A.

W niniejszym opracowaniu obszar obsługiwany przez linię komunikacyjną rozumiany jest jako łączny obszar, powierzchnia w promieniu 250 m od wszystkich przystanków obsługiwanych przez tę linię komunikacyjną.

Podstawą analizy był zbiór przystanków komunikacyjnych obsługiwanych przez poszczególne linie komunikacyjne. Dla każdego przystanku wyznaczona została w promieniu 250 m od przystanku:

- liczba generatorów ruchu poszczególnych typów;
- powierzchnia zagospodarowana przez tereny o zróżnicowanym przeznaczeniu, tereny różnych rodzajów (w analizie dokonano agregacji do 7 głównych typów terenu, rodzajów zagospodarowania przestrzennego).

Następnie na podstawie obsługi zbiorów przystanków przez linie komunikacyjne zsumowano wartości powyższych charakterystyk, wyznaczając wynikowe, zagregowane wartości charakterystyk, opisujących odrębnie każdą z rozważanych dziennych autobusowych linii komunikacyjnych.

Widoczne jest wyraźne zróżnicowanie wartości charakterystyk opisujących poszczególne linie komunikacyjne. Występują linie komunikacyjne zarówno o charakterystykach bardzo korzystnych dla obsługi przez tabor zeroemisyjny, jak i linie niezalecane do obsługi tabor zeroemisyjnym w aspekcie dostępności transportowej.

W analizie założono, że pojazdy obsługiwać będą już istniejącą sieć linii. Wskazane jest jednak, aby kształt tej sieci w dłuższym horyzoncie czasowym ewoluował, np. pod wpływem wyników badań marketingowych, które powinny stanowić jedną z determinant podejmowania decyzji o przydziale pojazdów elektrycznych do realizacji poszczególnych zadań przewozowych.

Przed podjęciem ostatecznej decyzji należy określić dopuszczalny zakres modyfikacji rozkładu jazdy. Celem jest ocena możliwości i potencjału do zwiększenia efektywności rozwiązania dzięki podjęciu działań systemowych i kompleksowemu rozważeniu kwestii elektryfikacji poszczególnych linii. Wskazane jest również zapewnienie udziału społeczności lokalnej, w tym poprzez konsultacje społeczne proponowanego wdrożenia.

Istotną cechą autobusowej komunikacji miejskiej w Łodzi jest występowanie wielowariantowych tras. Powoduje to, że w niektórych przypadkach dla linii komunikacyjnych poszczególne kursy realizowane są różnymi trasami, co może nieco komplikować ewentualną realizację procesu elektryfikacji linii w bieżącym kształcie sieci PTZ i organizacji systemu, jednak dotychczasowa praktyka pokazała,

że nie jest to czynnik wykluczający obsługę danej linii taborem elektrycznym (np. linie 53, 55, 80 i 87).

## **PODSUMOWANIE ANALIZY**

Na podstawie analizy danych charakteryzujących obszar obsługiwany przez poszczególne linie komunikacyjne m.in. z zastosowaniem analizy diagramów korelacyjnych wskazać należy, że pomiędzy wieloma z rozważanych charakterystyk występuje dodatnia, proporcjonalna zależność. Oznacza to, że uporządkowanie linii w kolejności malejącej wartości jednej cechy powoduje podobne uporządkowanie linii według wartości w innych cechach.

Dodatkowo należy podkreślić, że wybrane linie komunikacyjne są obecnie obsługiwane przez pojazdy elektryczne. Pojazdy 12-metrowe Volvo 7900 Electric obsługują zwłaszcza linie 80AB, 83 oraz 86, natomiast autobusy przegubowe linie 83. Ponadto pojazdy elektryczne można także spotkać na liniach 53, 76, 87, a także tymczasowo na liniach 85 oraz 55B, do czasu powrotu linii 86 na stałą trasę. Uwzględnione to zostało w przeprowadzonej eksperckiej analizie przedstawionych charakterystyk. Podczas analizy danych opisujących obsługę transportową przez autobusowe linie komunikacyjne w Łodzi dostrzeżono, że im więcej unikalnych użytkowników zidentyfikowanych zostało w poszczególnych obszarach SIM obsługiwanych przez rozważaną linię podczas ostatniego badania popytu, tym więcej uczniów uczęszcza do szkół w obszarze obsługiwany przez tę linię i większy udział trasy linii wytyczony został w obszarze wysokiej zabudowy. Ponadto na podstawie wskazanej zależności dużą dostępnością charakteryzują się linie komunikacyjne obecnie obsługiwane przez tabor elektryczny. Znajduje to również odzwierciedlenie w wartościach wybranych parametrów eksploatacyjnych. Im większa wskazana dostępność linii, tym więcej wozokilometrów jest realizowanych w ramach danej linii, większa jest liczba wozogodzin i wozopasażerów. W związku z powyższym w niniejszym opracowaniu przyjęto liczbę uczniów uczęszczających do szkół zlokalizowanych w obszarze obsługiwany przez poszczególne linie komunikacyjne jako podstawę uporządkowania dziennych autobusowych linii komunikacyjnych w kolejności malejących wartości charakterystyk. W zestawieniu rozpatrywano jedynie linie komunikacyjne funkcjonujące w całości w granicach administracyjnych miasta Łodzi. Dane zestawienie przedstawiono w poniższej tabeli.

**Tabela 4.8 Zestawienie dziennych miejskich autobusowych linii komunikacyjnych MPK-Łódź Sp. z o.o. uporządkowanych według malejącej dostępności przestrzennej dla uczniów**

L.p.	Nr linii	Liczba uczniów w szkołach
1	80B	26423
2	80A	25822
3	86	22735
4	83	21413
5	96	21160
6	72A	16471
7	72B	15458
8	55A	14709
9	75A	13937
10	57	13784
11	75B	13453
12	65B	13159
13	65A	13008
14	70	12785
15	59	11618
16	99	11191
17	69A	10229
18	69B	10229
19	54A	9909
20	73	9350
21	54B	9126
22	85	9109
23	87A	6781
24	87B	6781
25	77	6733
26	58A	6483
27	63	6425
28	58B	6253
29	82A	5804
30	64B	5587

L.p.	Nr linii	Liczba uczniów w szkołach
31	81	5404
32	64A	5362
33	60D	5218
34	52	4868
35	71B	4558
36	89	4248
37	76	4237
38	60A	4134
39	W	2739
40	67	2179
41	53A	1822
42	84A	1799
43	90A	1578
44	51A	1577
45	62	1325
46	88A	1142
47	68	943
48	66	625
49	Z3	534
50	93	494
51	H	429
52	F1	364
53	G1	0

Źródło: opracowanie własne na podstawie analizy geoprzestrzennej danych UM Łodzi oraz GUS

**Proponuje się w pierwszej kolejności przydzielić autobusy elektryczne do obsługi linii komunikacyjnych nr 55, 57, 76, 80, 83, 85, 86, 96 i 99.** Ważne jest, aby wybierać linie miejskie, funkcjonujące wyłącznie w granicach administracyjnych miasta. Linie łączące centra sąsiednich ośrodków prowadzone są przez obszary słabiej zaludnione (peryferyjne), co osłabia efekty związane z maksymalizacją liczby osób, dla których dostępny będzie tabor zeroemisyjny.

## 5. ANALIZA FINANSOWO-EKONOMICZNA

---

### 5.1. ANALIZA SYTUACJI FINANSOWEJ MIASTA I WPŁYWU PROGRAMU WYMIANY POJAZDÓW NA JEJ STABILNOŚĆ

MPK-Łódź Sp. z o.o. wykonuje zadania na podstawie umowy o świadczenie usług publicznych w ramach organizacji lokalnego transportu zbiorowego. Umowę zawarto w celu wykonania Uchwały Nr C/1834/10 Rady Miejskiej w Łodzi z dnia 3 listopada 2010 r. w sprawie powierzenia Miejskiemu Przedsiębiorstwu Komunikacyjnemu – Łódź Spółka z o.o. wykonywania zadania własnego Miasta Łodzi z zakresu lokalnego transportu zbiorowego z uwzględnieniem przepisów Rozporządzenia Nr 1370/2007 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23. października 2007 r. w sprawie usług publicznych w zakresie kolejowego i drogowego transportu pasażerskiego. Finansowanie przewozów komunikacji miejskiej w Łodzi odbywa się na podstawie rocznego wynagrodzenia spółki zabezpieczonego w budżecie miasta oraz w Wieloletniej Prognozie Finansowej. Wynagrodzenie zapewnia pokrycie kosztów ponoszonych przez Operatora związanych z realizacją przewozów, czyli wykorzystania, utrzymania infrastruktury technicznej, środków trwałych oraz kosztów finansowych z uwzględnieniem podatku dochodowego w wysokości stawki określonej w umowie.

Analizując budżet Gminy Miasta Łodzi na lata 2020-2024, można zauważyć, że wynik budżetu operacyjnego tylko w roku 2023 charakteryzuje się ujemną wartością. Oznacza to, że w dominującej części rozważanego okresu wykonywanie zadań bieżących przez jednostkę odbywa się poniżej poziomu możliwości finansowych JST. Uzyskiwane rezerwy finansowe pomiędzy bieżącymi przychodami i wydatkami przeznaczone są na pokrycie zaciągniętych zobowiązań. W istotny sposób wpływa to na możliwości inwestycyjne w zakresie komunikacji miejskiej.

W ostatnich latach ponoszone były wydatki majątkowe na lokalny transport zbiorowy w związku z realizacją długoterminowych, wieloletnich inwestycji infrastrukturalnych zaplanowanych na lata 2018-2024 i dotyczyły programu niskoemisyjnego transportu miejskiego. Przykładowe inwestycje:

- zakup 17 autobusów elektrycznych wraz z wybudowaniem infrastruktury niezbędnej do ich obsługi oraz przebudowy linii tramwajowej w ul. Przybyszewskiego;

- zakup 8 autobusów elektrycznych przegubowych wraz z wybudowaniem infrastruktury niezbędnej do ich obsługi;
- przebudowa/modernizacja linii tramwajowych w ciągu ul. Legionów, Konstancyńskiej, Rydza-Śmigłego oraz Wojska Polskiego.

Ponadto w zakresie wydatków majątkowych dotyczących pozostałej działalności w zakresie transportu realizowany jest od 2016 roku kompleksowy program integracji sieci niskoemisyjnego transportu publicznego w metropolii łódzkiej wraz z zakupem taboru oraz integracja różnych systemów transportu zbiorowego poprzez rozbudowę węzłów przesiadkowych w województwie łódzkim, a także ponoszone są koszty na funkcjonowanie łódzkiego roweru miejskiego.

Należy podkreślić, że dochody majątkowe miasta pozwalają w dużym stopniu na pokrycie wydatków majątkowych. Pomimo tego w skali całego budżetu odnotowywany jest w ostatnich latach deficyt budżetowy. Oznacza to, że zapewnienie środków na inwestycje w zakresie konwersji floty w kierunku taboru zeroemisyjnego i spełnienia zapisów ustawowych wymaga zmiany priorytetów inwestycyjnych, zaciągnięcia kredytu lub skorzystania z dofinansowania zewnętrznego, które pozwoli w nakładach inwestycyjnych zmniejszyć niezbędny wkład własny konieczny do zabezpieczenia w budżecie. Dokładną charakterystykę omówionych zagadnień budżetowych przedstawiono w poniższej tabeli.

**Tabela 5.1 Budżet Gminy Miasta Łódź w latach 2020-2024 [mln zł]**

Pozycja	2020	2021	2022	2023	Plan na rok 2024
Dochody budżetu miasta	4 925	5 354	5 413	6 041	5 834
Dochody bieżące	4 469	4 978	4 978	5 140	5 336
Lokalny transport zbiorowy	201	207	243	251	257
Dochody majątkowe	456	376	435	900	302
Wydatki budżetu miasta	5 150	5 228	5 967	7 291	6 170
Wydatki bieżące	4 330	4 442	4 812	5 234	4 119
Lokalny transport zbiorowy	451	505	501	579	697
Wydatki majątkowe na lokalny transport zbiorowy	b.d.	b.d.	50	29	29
Nadwyżka/deficyt budżetu miasta	-225	126	-554	-1 250	-336
Nadwyżka/deficyt operacyjny	139	536	166	-94	1 217



Pozycja	2020	2021	2022	2023	Plan na rok 2024
Finansowanie	560	452	770	1269	336
Przychody	766	854	1 053	1 536	884
Rozchody	206	402	283	267	548

Źródło: opracowanie własne na podstawie BIP UM Łódź

## 5.2. OCENA SYTUACJI FINANSOWEJ OPERATORA

Na podstawie analizy dokumentacji finansowej MPK-Łódź Sp. z o.o. z ostatnich kilku lat ze szczególnym uwzględnieniem rachunków zysków i strat za okres 2020-2023 należy wskazać, że przedsiębiorstwo pomimo istotnych zawirowań na rynku transportowym w związku z pandemią i gwałtownym wzrostem cen nośników energii utrzymuje swoją pozycję finansową na podobnym poziomie. W latach trudniejszych dla danego sektora zanotowano stratę, natomiast w latach spokojniejszych, w których zakres i koszty realizacji przewozów o charakterze użyteczności publicznej są bardziej przewidywalne, przedsiębiorstwo wykazuje zysk. Proporcje między przychodami i kosztami z działalności operacyjnej oscylują wokół wartości 1. Przedsiębiorstwo wykazuje rosnące przychody w czasie. Zyski przedsiębiorstwa mają również rosnącą tendencję w czasie. W rozważanym okresie pozostałe przychody operacyjne istotnie przewyższają pozostałe koszty operacyjne. W tym okresie spółka odnotowywała dodatni wynik finansowy, który wynosił od ponad 4 mln zł do ponad 13 mln zł w ostatnim roku. Wypracowany poziom zysku nie pozwala jednak na prowadzenie znacznych inwestycji w odnowę posiadanego taboru, zwłaszcza zakup pojazdów z napędem alternatywnym względem silnika diesla.

**Tabela 5.2 Rachunek zysków i strat dla MPK-Łódź Sp. z o.o. w latach 2020-2023 [tys. zł]**

Pozycja	2020	2021	2022	2023
Przychody ze sprzedaży	647 551	746 690	888 601	986 180
Koszty działalności operacyjnej	668 377	722 606	870 907	994 355
Zysk/strata ze sprzedaży	-20 826	24 084	17 694	-8 175
Pozostałe przychody operacyjne	44 462	19 804	28 998	26 791
Pozostałe koszty operacyjne	9 688	11 012	7 686	7 699
Zysk/strata na działalności operacyjnej	13 949	32 877	39 006	10 918

Pozycja	2020	2021	2022	2023
Przychody finansowe	6 892	186	371	24 653
Koszty finansowe	10 653	26 027	22 097	14 007
Podatek dochodowy	1 019	2 881	9 502	8 201
Zysk/strata netto	9 169	4 154	7 778	13 363

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MPK-Łódź Sp. z o.o.

### 5.3. MODEL NABYWANIA POJAZDÓW

Współcześnie dostępnych jest wiele sposobów nabywania autobusów komunikacji miejskiej. Wskazać tutaj należy:

- zakup dokonywany przez Operatora;
- nabywanie pojazdów dokonywane przez Organizatora transportu i przekazanie do eksploatacji Operatorowi w ramach rekompensaty dla potrzeb realizacji zadań o charakterze użyteczności publicznej;
- współfinansowanie zakupu taboru ze środków zarówno Operatora, jak i Organizatora;
- dofinansowanie zakupu taboru ze środków zewnętrznych;
- najem długoterminowy autobusów w drodze umowy z firmą zewnętrzną.

Podstawową i pierwszą ze stosowanych w komunikacji publicznej formą nabywania pojazdów jest zakup dokonywany przez Operatora świadczącego usługi przewozowe z własnych środków pochodzących z wypracowanego zysku wynikającego z prowadzonej działalności. Jednak konieczność zapewnienia określonych w art. 68a i 68b ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych odpowiedniego udziałów autobusów o napędzie alternatywnym w całkowitej liczbie autobusów objętych zamówieniami, z zastrzeżeniem, że połowa tego udziału ma być osiągnięta przez autobusy zeroemisyjne, wiąże się z poniesieniem znacznych nakładów finansowych. Koszty konwersji części floty na tabor zero- i niskoemisyjny realizowanej w drodze zakupu w zakresie wymaganym ustawą znacznie przekraczają możliwości finansowe operatorów. W związku z tym operatorzy korzystają z zewnętrznego finansowania zakupów i zapewnienia obsługi zadań transportowych przez tabor wynajmowany w drodze leasingu lub dzierżawy w zależności od długości czasu trwania zawieranego kontraktu.

Ze względu na charakter i rolę komunikacji miejskiej świadczącej usługi przewozowe na rzecz mieszkańców w formie użyteczności publicznej w proces

zakupu taboru dla publicznego transportu zbiorowego może zaangażować się jednostka samorządu terytorialnego właściwa ze względu na zakres, na którym realizowane są przewozy wykorzystujące nowy tabor. Pojazdy nabyte przez Organizatora transportu nieodpłatnie (użyczenie) lub odpłatnie (np. najem lub dzierżawa) mogą być przekazywane Operatorowi realizującemu przewozy o charakterze użyteczności publicznej na danym obszarze. Wskazane działanie należy jednak uwzględnić w wysokości rekompensaty wypłacanej Operatorowi z tytułu zlecenia przewozów nierentownych. Niezbędnym bowiem jest, aby nie naruszyć reguł swobodnej konkurencji i poprzez przekazanie nie zaburzyć równowagi na rynku i zapewnić równe szanse wszystkim zainteresowanym podmiotom w działalności na rynku usług przewozowych. W związku z powyższym należy zapewnić, że czas trwania umowy przekazania pojazdów do eksploatacji Operatorowi nie będzie przekraczał czasu trwania umowy o świadczenie usług przewozowych o charakterze użyteczności publicznej. Musi wystąpić wyraźne powiązanie, zgodność zapisów we wskazanym zakresie obu wymienionych umów. Podczas gdy podjęcie działań będących wsparciem Operatora jako zewnętrznego, niezależnego podmiotu w postaci przysporzenia korzyści finansowych jest niezgodne z prawem.

Nabycie pojazdów przez Organizatora transportu może być realizowane w drodze zakupu ze środków własnych lub pozyskania zewnętrznego finansowania. Współcześnie bardzo rzadko samorządy pozyskują tabor na drodze wyłącznego, samodzielnego finansowania zarówno zakupu, jak i najmu autobusów. Jest to spowodowane znacznie ograniczonymi, własnymi zasobami finansowymi samorządów przy jednoczesnym, szerokim zakresie zadań i zobowiązań wobec społeczności lokalnej. Poniesienie wydatków związanych z pozyskaniem taboru wiązałoby się z koniecznością ograniczenia nakładów na realizację innych zadań. Ze względu na promowanie koncepcji zrównoważonej, w tym zeroemisyjnej mobilności przez Unię Europejską za wymaganiami prawnymi idą konkretne środki finansowe. W związku z powyższym ze względu na oferowane możliwości, najpopularniejszym dzisiaj rozwiązaniem jest zastosowanie dostępnego współfinansowania ze środków Unii Europejskiej zakupu autobusów z napędem alternatywnym względem silników spalinowych w udziale do 85% kosztów kwalifikowalnych projektów częściowej konwersji floty. Zwykle pozostałą część kosztów zakupu ponosi Organizator PTZ (zwykle gmina). Zakupione pojazdy w ramach rekompensaty Organizator przekazuje Operatorowi

do czasowej eksploatacji na potrzeby realizacji zadań przewozowych o charakterze użyteczności publicznej.

#### **5.4. DZIAŁANIA INWESTYCYJNE ZREALIZOWANE W LATACH 2020-2023**

Dotychczasowe działania podejmowane przez MPK-Łódź Sp. z o.o. w zakresie wdrażania taboru zeroemisyjnego we flocie autobusowej komunikacji miejskiej były ograniczone. Spowodowało to, że dzisiaj udział autobusów z napędem alternatywnym wynosi około 6% i jest znacznie poniżej wymagań stawianych wobec Operatorów i Organizatorów przez ustawę o elektromobilności i paliwach alternatywnych już od przyszłego roku. Z pośród eksploatowanego dzisiaj parku taborowego dopiero pojazdy pozyskane przez Operatora w roku 2021 do realizacji zadań transportowych posiadają napęd inny niż konwencjonalny napęd spalinowy. W wyniku podjętych działań 7% taboru, to tabor z napędem hybrydowym klasy MAXI (12 m), którego eksploatacja pozwoliła choć w części nabyć doświadczenie związane z problematyką eksploatacji autobusów elektrycznych. Jednak pomimo poniesionych wydatków inwestycja nie przybliżyła Operatora do spełnienia wymagań ustawowych. Dotychczas w rezultacie podjętych działań w roku 2022 pozyskano 17 autobusów elektrycznych klasy MAXI (12 m) do realizacji zadań transportowych w komunikacji miejskiej (4% aktualnej floty). Stanowi to jedynie 19% wszystkich autobusów klasy MAXI zakupionych w ostatnich latach oraz 10% całkowitej liczby pojazdów pozyskanych w tym czasie. Realizowane przez Operatora działania inwestycyjne w tabor o napędzie innym niż klasyczny napęd spalinowy dotyczyły zarówno pojazdów 12m jak i 18m przegubowych. Przedstawione kroki podejmowane przez MPK-Łódź Sp. z o.o. dotyczące nabywania autobusów stanowią całość dotychczasowych działań inwestycyjnych związanych ze zwiększeniem udziału pojazdów zeroemisyjnych lub z napędem alternatywnym w parku taborowym. W najbliższej przyszłości Operator planuje zastosowanie autobusów elektrycznych i wodorowych do realizacji obsługi potrzeb transportowych w ramach komunikacji miejskiej. Operator ma już doświadczenie w pozyskiwaniu taboru zarówno na drodze zawierania umów na długoterminowy najem pojazdów, jak i zakupu, w tym współfinansowanego ze środków zewnętrznych.

## 5.5. ZAŁOŻENIA ANALIZY FINANSOWEJ

Niniejsza analiza finansowa została przeprowadzona na potrzeby realizacji projektu transportowego polegającego na zakupie autobusów elektrycznych, wodorowych i zasilanych CNG. Analizę przeprowadzono w oparciu o następujące założenia:

- analizę przeprowadzono w cenach stałych;
- w projekcji założono, że wymiana taboru będzie miała miejsce na koniec roku kalendarzowego, zgodnie z czym okres odniesienia wynoszący 15 lat przyjęto na lata 2025-2039;
- zastosowano stopę dyskontową 4% zalecaną dla analiz przeprowadzanych w cenach stałych;
- dla potrzeb kalkulacji wskaźników NPV i IRR jako rok bazowy przyjęto rok 2025 (okres poniesienia pierwszych wydatków stricte inwestycyjnych – zakup taboru);
- założenia dotyczące kosztów utrzymania i przychodów oszacowano, bazując na kosztach historycznych, kosztach rzeczywiście ponoszonych przez Operatora, kosztach ponoszonych w innych przedsiębiorstwach, założeniach przedstawianych w metodologii Centrum Unijnych Projektów Transportowych;
- analiza dokonana metodą zdyskontowanych przepływów pieniężnych;
- wymiana taboru nie wpływa na poziom przychodów ze sprzedaży biletów;
- wartość rezydualna uwzględniona w projekcie jako wpływ w ostatnim roku odniesienia;
- ze względu na specyfikę projektu luka finansowa dla przedsięwzięcia wynosi 100%.

Analiza finansowo-ekonomiczna, będąca częścią analizy kosztów i korzyści, ma na celu porównanie kosztów zakupu i eksploatacji autobusów elektrycznych w stosunku do kosztów zakupu i eksploatacji tradycyjnych autobusów zasilanych olejem napędowym. W tym celu porównywano 3 warianty, dla których zastosowano następujące nazewnictwo:

- Wariant 0 – wariant bezinwestycyjny – tzw. wariant zerowy, brak realizacji nakładów inwestycyjnych, jednakże z uwagi na przestarzały stan taboru

wariant przewiduje ponoszenie w ramach tzw. nakładu odtworzeniowego – wydatków na zakup nowych autobusów spalinowych spełniających normę Euro 6;

- Wariant 1 – wariant inwestycyjny 1 – wariant przewidujący zakup wyłącznie autobusów elektrycznych oraz towarzyszącej infrastruktury ładowania;
- Wariant 2 – wariant inwestycyjny 2 – wariant przewidujący zakup autobusów wodorowych i elektrycznych oraz towarzyszącej infrastruktury ładowania autobusów elektrycznych oraz stacji tankowania wodoru;
- Wariant 3 – wariant inwestycyjny 3 – wariant przewidujący zakup autobusów elektrycznych i zasilanych gazem CNG oraz towarzyszącej infrastruktury ładowania autobusów elektrycznych. Brak konieczności nabywania infrastruktury do tankowania autobusów CNG.

W poniższej tabeli zaprezentowano aktualny na dzień opracowywania analizy stan taboru. W kolejnych wariantach zmniejszana będzie liczba jednostek taboru wyeksploatowanego na rzecz zwiększenia liczby nowych autobusów wodorowych, elektrycznych, CNG czy też spalinowych (w zależności od wariantu).

**Tabela 5.3 Aktualny stan taboru w MPK Łódź Sp. z o.o. wg. stanu na dzień 01.06.2024 r.**

Model	Norma	Ilość	Rocznik	Napęd	Klasa
Solaris Urbino 18	Euro 5	51	2008	ON	MEGA
Mercedes-Benz 628 Conecto G	Euro 5	10	2010	ON	MEGA
Solaris Urbino 18	EEV .	14	2011	ON	MEGA
Mercedes-Benz 628 B02 Conecto G	EEV .	20	2013	ON	MEGA
Solaris Urbino 18	Euro 6	20	2015	ON	MEGA
Solaris Urbino nU18	Euro 6	42	2019/2021	ON	MEGA
Mercedes-Benz 628 B02 Conecto G E6	Euro 6	52	2023	ON	MEGA
Mercedes-Benz 628 Conecto LF	Euro 5	14	2010	ON	MAXI
Mercedes-Benz 628 B01 Conecto	EEV .	28	2013	ON	MAXI
Mercedes-Benz 628 B01 Conecto	Euro 6	1	2014	ON	MAXI
Solaris Urbino 12	Euro 6	20	2015	ON	MAXI
Solaris Urbino nU12	Euro 6	26	2019	ON	MAXI
Solaris Urbino 12	EEV	31	2011	ON	MAXI
Solaris Urbino nU12 Mild Hybrid	Euro 6	29	2021/2022	Mild Hybrid	MAXI
Volvo 7900 electric	EV	17	2022	elektryczny	MAXI
Solaris Urbino 18 electric	EV	8	2023	elektryczny	MEGA
Isuzu Novocity Life	Euro 6	42	2018/20	ON	MINI

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

Stan taboru, który zostanie wycofany w poszczególnych wariantach został zaprezentowany w poniższych tabelach.

**Tabela 5.4 Stan taboru w wariantcie bezinwestycyjnym**

Rodzaj taboru	jednostka	2024	2025	2026	2027
Solaris Urbino 18 - Euro 5	szt.	51	0	0	0
Mercedes-Benz 628 Conecto G - Euro 5	szt.	10	0	0	0
Solaris Urbino 18 - EEV .	szt.	14	0	0	0
Mercedes-Benz 628 B02 Conecto G - EEV .	szt.	20	14	0	0
Solaris Urbino 18 - Euro 6	szt.	20	20	18	18
Mercedes-Benz 628 Conecto LF - Euro 5	szt.	14	13	0	0
Mercedes-Benz 628 B01 Conecto - EEV .	szt.	28	0	0	0
Mercedes-Benz 628 B01 Conecto - Euro 6	szt.	1	1	0	0
Solaris Urbino 12 - EEV .	szt.	31	30	0	0

Źródło: opracowanie własne

**Tabela 5.5 Stan taboru w wariantcie inwestycyjnym 1**

Rodzaj taboru	jednostka	2024	2025	2026	2027
Solaris Urbino 18 - Euro 5	szt.	51	0	0	0
Mercedes-Benz 628 Conecto G - Euro 5	szt.	10	0	0	0
Solaris Urbino 18 - EEV .	szt.	14	0	0	0
Mercedes-Benz 628 B02 Conecto G - EEV .	szt.	20	14	0	0
Solaris Urbino 18 - Euro 6	szt.	20	20	18	18
Mercedes-Benz 628 Conecto LF - Euro 5	szt.	14	13	0	0
Mercedes-Benz 628 B01 Conecto - EEV .	szt.	28	0	0	0
Mercedes-Benz 628 B01 Conecto - Euro 6	szt.	1	1	0	0
Solaris Urbino 12 - EEV .	szt.	31	30	0	0
Nowy elektryczny MEGA	szt.	0	81	97	97
Nowy elektryczny MAXI	szt.	0	30	74	74
Nowy CNG MEGA	szt.	0	0	0	0
Nowy CNG MAXI	szt.	0	0	0	0
Nowy Wodór MEGA	szt.	0	0	0	0
Nowy Wodór MAXI	szt.	0	0	0	0

Źródło: opracowanie własne

**Tabela 5.6 Stan taboru w wariantcie inwestycyjnym 2**

Rodzaj taboru	jednostka	2024	2025	2026	2027
Solaris Urbino 18 - Euro 5	szt.	51	0	0	0
Mercedes-Benz 628 Conecto G - Euro 5	szt.	10	0	0	0
Solaris Urbino 18 - EEV .	szt.	14	0	0	0
Mercedes-Benz 628 B02 Conecto G - EEV .	szt.	20	14	0	0
Solaris Urbino 18 - Euro 6	szt.	20	20	18	18
Mercedes-Benz 628 Conecto LF - Euro 5	szt.	14	13	0	0
Mercedes-Benz 628 B01 Conecto - EEV .	szt.	28	0	0	0
Mercedes-Benz 628 B01 Conecto - Euro 6	szt.	1	1	0	0
Solaris Urbino 12 - EEV .	szt.	31	30	0	0
Nowy elektryczny MEGA	szt.	0	33	33	33
Nowy elektryczny MAXI	szt.	0	30	30	30

Rodzaj taboru	jednostka	2024	2025	2026	2027
Nowy CNG MEGA	szt.	0	0	0	0
Nowy CNG MAXI	szt.	0	0	0	0
Nowy Wodór MEGA	szt.	0	48	64	64
Nowy Wodór MAXI	szt.	0	0	44	44

Źródło: opracowanie własne

**Tabela 5.7 Stan taboru w wariantcie inwestycyjnym 3**

Rodzaj taboru	jednostka	2024	2025	2026	2027
Solaris Urbino 18 - Euro 5	szt.	51	0	0	0
Mercedes-Benz 628 Conecto G - Euro 5	szt.	10	0	0	0
Solaris Urbino 18 - EEV .	szt.	14	0	0	0
Mercedes-Benz 628 B02 Conecto G - EEV .	szt.	20	14	0	0
Solaris Urbino 18 - Euro 6	szt.	20	20	18	18
Mercedes-Benz 628 Conecto LF - Euro 5	szt.	14	13	0	0
Mercedes-Benz 628 B01 Conecto - EEV .	szt.	28	0	0	0
Mercedes-Benz 628 B01 Conecto - Euro 6	szt.	1	1	0	0
Solaris Urbino 12 - EEV .	szt.	31	30	0	0
Nowy elektryczny MEGA	szt.	0	32	32	32
Nowy elektryczny MAXI	szt.	0	30	42	42
Nowy CNG MEGA	szt.	0	49	65	65
Nowy CNG MAXI	szt.	0	0	32	32
Nowy Wodór MEGA	szt.	0	0	0	0
Nowy Wodór MAXI	szt.	0	0	0	0

Źródło: opracowanie własne

Dla tak przygotowanego planu taboru opracowano plan przeciętnej pracy przewozowej dla dotychczas posiadanych i nowo nabytych pojazdów, bazując na wykonaniu pracy przewozowej w latach poprzednich.

## 5.6. NAKŁADY INWESTYCYJNE

Nakłady inwestycyjne projektu obejmują koszt zakupu autobusów oraz w przypadku wariantu 2, uwzględniającego zakup autobusów CNG, dodatkowo koszt wytworzenia infrastruktury do tankowania CNG. W przypadku autobusów elektrycznych i wodorowych brak jest potrzeby wytworzenia infrastruktury, gdyż taka już funkcjonuje w mieście.

W poniższych tabelach przedstawiono szacunkowe nakłady inwestycyjne dla rozważanych wariantów inwestycyjnych. Podane kwoty są kwotami netto.



**Tabela 5.8 Plan ponoszenia nakładów inwestycyjnych w wariantcie 1**

		Suma [zł]	2025 [zł]	2026 [zł]
<b>CNG</b>	MEGA	0,00	0,00	0,00
	MAXI	0,00	0,00	0,00
	MINI	0,00	0,00	0,00
<b>EE</b>	MEGA	307 975 000,00	257 175 000,00	50 800 000,00
	MAXI	187 960 000,00	76 200 000,00	111 760 000,00
	MINI	0,00	0,00	0,00
<b>Wodór</b>	MEGA	0,00	0,00	0,00
	MAXI	0,00	0,00	0,00
	MINI	0,00	0,00	0,00
<b>Suma tabor</b>		<b>495 935 000,00</b>	<b>333 375 000,00</b>	<b>162 560 000,00</b>
Koszt kupowanych stacji ładowania nocnego (150 000 zł szt.)		12 900 000,00	8 400 000,00	4 500 000,00
Koszt kupowanych stacji ładowania szybkiego (650 000 zł szt.)		44 850 000,00	29 250 000,00	15 600 000,00
<b>Suma infrastruktura ładowania</b>		<b>57 750 000,00</b>	<b>37 650 000,00</b>	<b>20 100 000,00</b>
<b>Ogółem</b>		<b>553 685 000,00</b>	<b>371 025 000,00</b>	<b>182 660 000,00</b>

Źródło: opracowanie własne

**Tabela 5.9 Plan ponoszenia nakładów inwestycyjnych w wariantcie 2**

		Suma [zł]	2025 [zł]	2026 [zł]
<b>CNG</b>	MEGA	0,00	0,00	0,00
	MAXI	0,00	0,00	0,00
	MINI	0,00	0,00	0,00
<b>EE</b>	MEGA	104 775 000,00	104 775 000,00	0,00
	MAXI	76 200 000,00	76 200 000,00	0,00
	MINI	0,00	0,00	0,00
<b>Wodór</b>	MEGA	228 800 000,00	171 600 000,00	57 200 000,00
	MAXI	125 840 000,00	0,00	125 840 000,00
	MINI	0,00	0,00	0,00
<b>Suma tabor</b>		<b>535 615 000,00</b>	<b>352 575 000,00</b>	<b>183 040 000,00</b>
Koszt kupowanych stacji ładowania nocnego (150 000 zł szt.)		4 800 000,00	4 800 000,00	0,00
Koszt kupowanych stacji ładowania szybkiego (650 000 zł szt.)		16 900 000,00	16 900 000,00	0,00
Budowa stacji tankowania wodoru w zajezdni		4 200 000,00	4 200 000,00	0,00
<b>Suma infrastruktura ładowania</b>		<b>25 900 000,00</b>	<b>25 900 000,00</b>	<b>0,00</b>

		Suma [zł]	2025 [zł]	2026 [zł]
<b>Ogółem</b>		<b>561 515 000,00</b>	<b>378 475 000,00</b>	<b>183 040 000,00</b>

Źródło: opracowanie własne

**Tabela 5.10 Plan ponoszenia nakładów inwestycyjnych w wariantcie 3**

		Suma [zł]	2025 [zł]	2026 [zł]
<b>CNG</b>	MEGA	136 500 000,00	102 900 000,00	33 600 000,00
	MAXI	48 000 000,00	0,00	48 000 000,00
	MINI	0,00	0,00	0,00
<b>EE</b>	MEGA	101 600 000,00	101 600 000,00	0,00
	MAXI	106 680 000,00	76 200 000,00	30 480 000,00
	MINI	0,00	0,00	0,00
<b>Wodór</b>	MEGA	0,00	0,00	0,00
	MAXI	0,00	0,00	0,00
	MINI	0,00	0,00	0,00
<b>Suma tabor</b>		<b>392 780 000,00</b>	<b>280 700 000,00</b>	<b>112 080 000,00</b>
Koszt kupowanych stacji ładowania nocnego (150 000 zł szt.)		5 550 000,00	4 650 000,00	900 000,00
Koszt kupowanych stacji ładowania szybkiego (650 000 zł szt.)		19 500 000,00	16 250 000,00	3 250 000,00
<b>Suma infrastruktura ładowania</b>		<b>25 050 000,00</b>	<b>20 900 000,00</b>	<b>4 150 000,00</b>
<b>Ogółem</b>		<b>417 830 000,00</b>	<b>301 600 000,00</b>	<b>116 230 000,00</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników Analizy Kosztów i Korzyści

**Tabela 5.11 Porównanie nakładów inwestycyjnych**

Porównanie nakładów	Wartość nakładów netto [zł]
Wariant 1	553 685 000,00
Wariant 2	561 515 000,00
Wariant 3	417 830 000,00

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników Analizy Kosztów i Korzyści

## 5.7. NAKŁADY ODTWORZENIOWE

Realizacja inwestycji wiąże się z koniecznością ponoszenia nakładów odtworzeniowych.

W przypadku wariantu bezinwestycyjnego konieczne jest pełne odtworzenie autobusów planowanych do wycofania w wariantcie bezinwestycyjnym z uwagi na znaczący poziom wyeksploatowania autobusów. W przypadku tak przestarzałego taboru odtworzenie wiąże się z zakupem nowych autobusów w miejsce tych wycofywanych, zużytych – autobusów zasilanych ON spełniających normę Euro 6.

W wariantcie bezinwestycyjnym przyjęto nakłady odtworzeniowe na poziomie 500 tys. zł na pojazd ponoszone co 6 lat.

Wariant 1, tj. zakup elektrobusów, wiąże się z koniecznością poniesienia znaczących nakładów odtworzeniowych, które wynikają z konieczności odtworzenia taboru i wymiany baterii. W przypadku autobusu elektrycznego co 8 lat konieczne jest poniesienie nakładu na wymianę baterii w wysokości 800 tys. zł na pojazd.

W wariantcie 2 w przypadku autobusu wodorowego po upływie około 12 lat konieczne jest poniesienie kosztu wymiany ogniwa paliwowego, co wiąże się z wydatkiem około 400 tys. zł.

W wariantcie 3 szacunkowy koszt odtworzenia autobusu CNG to wysokość około 500 tys. zł ponoszona z częstotliwością około 8 lat.

Dodatkowo, infrastruktura przeznaczona do tankowania pojazdów po około 10 latach od budowy wymaga poniesienia nakładu odtworzeniowego w wysokości około 10% nakładów inwestycyjnych.

Koszty odtworzeniowe dla infrastruktury ładowania przyjęto na poziomie 2% rocznie.

**Tabela 5.12 Założenia dot. nakładów odtworzeniowych w wariantach inwestycyjnych**

<b>Nakłady odtworzeniowe</b>	
<b>Autobus elektryczny nakłady co 8 lat</b>	800 000,00
<b>Autobus wodorowy nakłady co 12 lat</b>	400 000,00
<b>Autobus zasilany CNG nakłady co 8 lat</b>	500 000,00
<b>Autobus Euro 6 nakłady co 6 lat</b>	500 000,00
<b>Stacja tankowania wodoru nakłady co 10 lat</b>	420 000,00
<b>Koszty odtworzenia pozostałej infrastruktury (stacji ładowania) - rocznie</b>	2%

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT

W poniższej tabeli zaprezentowano harmonogram ponoszenia nakładów odtworzeniowych w wariantie bezinwestycyjnym oraz w wariantach inwestycyjnych.

**Tabela 5.13 Harmonogram ponoszenia nakładów odtworzeniowych w poszczególnych wariantach**

Rok	W0	W1	W2	W3
2025	190 920 000	0	0	0
2026	92 920 000	0	0	0
2027	0	0	0	0
2028	0	753 000	434 000	418 000
2029	0	1 155 000	434 000	501 000
2030	0	1 155 000	434 000	501 000
2031	55 500 000	1 155 000	434 000	501 000
2032	30 000 000	1 155 000	434 000	501 000
2033	0	89 955 000	50 834 000	74 601 000
2034	0	49 155 000	434 000	34 101 000
2035	0	1 155 000	854 000	501 000
2036	0	1 155 000	434 000	501 000
2037	0	1 155 000	19 634 000	501 000
2038	55 500 000	1 155 000	24 434 000	501 000
2039	30 000 000	1 155 000	434 000	501 000

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników Analizy Kosztów i Korzyści

**Tabela 5.14 Porównanie nakładów odtworzeniowych w rozważanych wariantach**

Porównanie nakładów odtworzeniowych	Wartość [zł]
Wariant 0	454 840 000
Wariant 1	150 258 000
Wariant 2	99 228 000
Wariant 3	113 629 000

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników Analizy Kosztów i Korzyści

## 5.8. KOSZTY OPERACYJNE I WARTOŚĆ REZYDUALNA

W kolejnym kroku oszacowano koszty operacyjne dla rozpatrywanych wariantów. Wymiana taboru wpływać będzie na koszty zużycia paliwa i energii (koszty oleju napędowego, koszty energii elektrycznej, koszty CNG, koszty wodoru) oraz na inne koszty utrzymania bieżącego pojazdów (materiały – oleje, smary,

ogumienie itp. oraz koszty serwisu – robocizna). Dodatkowo zakup nowych autobusów wpłynąć będzie na koszty ubezpieczenia OC-AC, zwłaszcza AC, które jest naliczane od wartości pojazdu.

W poniższej tabeli przedstawiono przyjęte założenia w zakresie cen nośnika paliw:

**Tabela 5.15 Założenia dot. kosztów operacyjnych - ceny paliw/energii**

Koszt paliwa CNG	6,24	zł/l
Koszt wodoru	65,00	zł/kg
Całkowity koszt energii elektrycznej (sprzedaż+dystrybucja)	1090,00	zł/MWh

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych rynkowych dostawców paliw

Zużycie nośnika paliwa przez poszczególne typy taboru oszacowano na bazie danych historycznych MPK-Łódź Sp. z o.o. oraz przeciętnych poziomów zużycia obserwowanych w innych przedsiębiorstwach z uwzględnieniem danych zawartych w tabelach kosztów jednostkowych CUPT.

Aktualizacja analizy korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych

Tabela 5.16 Różnica w kosztach operacyjnych w wariantcie 1 (elektryczne) (W1-W0)

Rok	Koszt paliwa - ON (zł/rok)	Koszt energii elektrycznej	Koszt utrzymania pojazdów - zużycie materiałów (oleje, smary itp.) (zł/rok)	Koszty utrzymania pojazdów - usługi obce i robocizna własne (naprawy, naprawy, konserwacje) (zł/rok)	Koszty ubezpieczenia OC (zł/rok)	Opłaty za korzystanie ze środowiska (zł/rok)	Koszty serwisowania i eksploatacji ładowarek	Ogółem
2025	-18 671 569	11 995 226	-40 410	-296 355	589 108	-31 861	2 020 000	-4 435 860
2026	-28 045 272	18 185 355	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	3 100 000	-6 384 630
2027	-28 045 272	18 185 355	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	3 100 000	-6 384 630
2028	-28 045 272	18 185 355	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	3 100 000	-6 384 630
2029	-28 045 272	18 185 355	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	3 100 000	-6 384 630
2030	-28 045 272	18 185 355	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	3 100 000	-6 384 630
2031	-28 045 272	18 185 355	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	3 100 000	-6 384 630
2032	-28 045 272	18 185 355	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	3 100 000	-6 384 630
2033	-28 045 272	18 185 355	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	3 100 000	-6 384 630
2034	-28 045 272	18 185 355	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	3 100 000	-6 384 630
2035	-28 045 272	18 185 355	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	3 100 000	-6 384 630
2036	-28 045 272	18 185 355	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	3 100 000	-6 384 630
2037	-28 045 272	18 185 355	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	3 100 000	-6 384 630
2038	-28 045 272	18 185 355	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	3 100 000	-6 384 630
2039	-28 045 272	18 185 355	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	3 100 000	-6 384 630

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT oraz wyników Analizy Kosztów i Korzyści

Aktualizacja analizy korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych

Tabela 5.17 Różnica w kosztach operacyjnych w wariantcie 2 (wodorowy) (W2-W0)

Rok	Koszt paliwa - ON (zł/rok)	Koszt energii elektrycznej	Koszt wodoru	Koszt utrzymania pojazdów - zużycie materiałów (oleje, smary itp.) (zł/rok)	Koszty utrzymania pojazdów - usługi obce i robocizna (naprawy własne) (serwis, naprawy, konserwacje) (zł/rok)	Koszty ubezpieczenia OC (zł/rok)	Opłaty za korzystanie ze środowiska (zł/rok)	Koszty serwisowania i eksploatacji ładowarek	Koszty serwisowania stacji tankowania	Ogółem
2025	-18 671 569	6 899 209	16 440 718	-40 410	-296 355	589 108	-31 861	1 160 000	250 000	6 298 841
2026	-28 045 272	6 687 036	37 095 758	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 160 000	250 000	17 522 809
2027	-28 045 272	6 687 036	37 095 758	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 160 000	250 000	17 522 809
2028	-28 045 272	6 687 036	37 095 758	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 160 000	250 000	17 522 809
2029	-28 045 272	6 687 036	37 095 758	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 160 000	250 000	17 522 809
2030	-28 045 272	6 687 036	37 095 758	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 160 000	250 000	17 522 809
2031	-28 045 272	6 687 036	37 095 758	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 160 000	250 000	17 522 809
2032	-28 045 272	6 687 036	37 095 758	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 160 000	250 000	17 522 809
2033	-28 045 272	6 687 036	37 095 758	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 160 000	250 000	17 522 809
2034	-28 045 272	6 687 036	37 095 758	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 160 000	250 000	17 522 809
2035	-28 045 272	6 687 036	37 095 758	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 160 000	250 000	17 522 809
2036	-28 045 272	6 687 036	37 095 758	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 160 000	250 000	17 522 809
2037	-28 045 272	6 687 036	37 095 758	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 160 000	250 000	17 522 809
2038	-28 045 272	6 687 036	37 095 758	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 160 000	250 000	17 522 809
2039	-28 045 272	6 687 036	37 095 758	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 160 000	250 000	17 522 809

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT oraz wyników Analizy Kosztów i Korzyści

Aktualizacja analizy korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych

Tabela 5.18 Różnica w kosztach operacyjnych w wariantcie 3 (CNG) (W3-W0)

Rok	Koszt paliwa - ON (zł/rok)	Koszt energii elektrycznej	Koszt CNG	Koszt utrzymania pojazdów - zużycie materiałów (oleje, smary itp.) (zł/rok)	Koszty utrzymania pojazdów - usługi obce i robocizna (naprawy własne) (serwis, naprawy, konserwacje) (zł/rok)	Koszty ubezpieczenia OC (zł/rok)	Opłaty za korzystanie ze środowiska (zł/rok)	Koszty serwisowania i eksploatacji ładowarek	Ogółem
2025	-18 671 569	6 793 042	12 083 928	-40 410	-296 355	589 108	-31 861	1 120 000	1 545 883
2026	-28 045 272	7 822 910	24 070 473	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 340 000	5 563 398
2027	-28 045 272	7 822 910	24 070 473	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 340 000	5 563 398
2028	-28 045 272	7 822 910	24 070 473	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 340 000	5 563 398
2029	-28 045 272	7 822 910	24 070 473	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 340 000	5 563 398
2030	-28 045 272	7 822 910	24 070 473	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 340 000	5 563 398
2031	-28 045 272	7 822 910	24 070 473	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 340 000	5 563 398
2032	-28 045 272	7 822 910	24 070 473	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 340 000	5 563 398
2033	-28 045 272	7 822 910	24 070 473	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 340 000	5 563 398
2034	-28 045 272	7 822 910	24 070 473	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 340 000	5 563 398
2035	-28 045 272	7 822 910	24 070 473	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 340 000	5 563 398
2036	-28 045 272	7 822 910	24 070 473	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 340 000	5 563 398
2037	-28 045 272	7 822 910	24 070 473	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 340 000	5 563 398
2038	-28 045 272	7 822 910	24 070 473	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 340 000	5 563 398
2039	-28 045 272	7 822 910	24 070 473	-71 487	-425 240	921 858	-49 845	1 340 000	5 563 398

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników Analizy Kosztów i Korzyści



Wartość rezydualną dla każdego z wariantów oszacowano jako wartość księgową w ostatnim roku projekcji, przyjmując do amortyzowania środków trwałych w projekcie następujące stawki:

- tabor – 20%;
- Infrastruktura ładowania – 10%;
- stacja tankowania – 18%.

**Tabela 5.19 Wartość rezydualna**

Wartość rezydualna	Wartość
W1	1 155 000
W2	31 271 600
W3	501 000

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników Analizy Kosztów i Korzyści

## 5.9. EFEKTYWNOŚĆ FINANSOWA

Dla rozważanych wariantów oszacowano wskaźniki wartości bieżącej netto inwestycji (FNPV) przy zastosowaniu stopy dyskontowej 4%. Pod względem wskaźnika NPV najlepiej wypada wariant 3, który uwzględnia mniejszą liczbę pojazdów elektrycznych na rzecz zakupu autobusów CNG. Powyższe wynika z faktu, iż wariant 3 cechuje się znacznie niższymi nakładami inwestycyjnymi oraz niższymi nakładami odtworzeniowymi.

W tabeli przedstawiono szczegółowe obliczenia.

**Tabela 5.20 Porównanie rozpatrywanych wariantów - wskaźnik NPV oraz IRR**

Wyszczególnienie	W1	W2	W3
<b>Wpływy ogółem</b>	1 155 000	31 271 600	501 000
Przychody ze sprzedaży	0	0	0
Wartość rezydualna	1 155 000	31 271 600	501 000
<b>Wypływy ogółem</b>	155 282 314	457 521 163	156 052 450
Pieniężne koszty operacyjne	-93 820 686	251 618 163	79 433 450
Nakłady odtworzeniowe	-304 582 000	-355 612 000	-341 211 000
Nakłady inwestycyjne ogółem	553 685 000	561 515 000	417 830 000
<b>Przepływy pieniężne netto</b>	<b>-184 806 922</b>	<b>-397 510 990</b>	<b>-157 825 241</b>
<b>stopa dyskontowa</b>	4,00%	4,00%	4,00%
<b>Finansowa zaktualizowana wartość netto inwestycji (FNPV/C)</b>	<b>-184 806 922</b>	<b>-397 510 990</b>	<b>-157 825 241</b>
<b>Finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji (FRR/C)</b>	-7,73%	nie określono	-13,03%

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT oraz wyników Analizy Kosztów i Korzyści

## 6. Oszacowanie efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla środowiska i zdrowia ludzi

Punktem wyjścia w oszacowaniu efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla środowiska i zdrowia ludzi były współczynniki emisji poszczególnych substancji przez rozważane kategorie autobusów. Współczynniki emisji szkodliwych substancji przypisano na podstawie wytycznych CUPT zawartych w tabeli kosztów jednostkowych CUPT. W kolejnym kroku poszczególne współczynniki emisji przemnożono przez prognozowaną pracę przewozową danego typu taboru.

### 6.1. EMISJA CO<sub>2</sub>

Wariant 2 zapewnia oszczędność w zakresie emisji CO<sub>2</sub> w liczbie 89,2 tys. ton w skali piętnastu lat. Po wymianie wszystkich środków transportu zgodnie z planem w wariantcie 2 roczna oszczędność na emisji CO<sub>2</sub> wyniesie 6,2 tys. ton. Jest to efekt zastosowania autobusów o napędzie wodorowym.

W wariantcie 1 i 3 emisja CO<sub>2</sub> wzrośnie kolejno: o 6,1 tys. ton w wariantcie 1 w 15-letnim okresie analizy i o 22,8 tys. ton w wariantcie 3.

**Tabela 6.1 Emisja CO<sub>2</sub> w kg w wybranych wariantach realizacji projektu.**

Rok	W1	W2	W3
2025	145 939	-2 465 475	520 948
2026	191 014	-6 192 166	988 238
2027	191 014	-6 192 166	988 238
2028	191 014	-6 192 166	988 238
2029	191 014	-6 192 166	988 238
2030	191 014	-6 192 166	988 238
2031	191 014	-6 192 166	988 238
2032	191 014	-6 192 166	988 238
2033	191 014	-6 192 166	988 238
2034	191 014	-6 192 166	988 238
2035	191 014	-6 192 166	988 238
2036	191 014	-6 192 166	988 238
2037	191 014	-6 192 166	988 238
2038	191 014	-6 192 166	988 238
2039	191 014	-6 192 166	988 238
<b>Ogółem</b>	<b>2 820 141</b>	<b>-89 155 802</b>	<b>14 356 284</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników Analizy Kosztów i Korzyści

## 6.2. EMISJA NMHC/NMVOG

W wariantach 1 oraz 2 redukcja NMHC/NMVOG **zmniejszy się o 146-147 tony** w całym okresie analizy w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego. Słabiej sytuacja kształtuje się w przypadku wariantu 3, gdzie emisja NMHC/NMVOG **zmniejszy się o około 88 ton** w porównaniu do wariantu bezinwestycyjnego.

**Tabela 6.2 Emisja NMHC/NMVOG w kg w wybranych wariantach realizacji projektu.**

Rok	W1	W2	W3
2025	-7 222	-7 240	-5 333
2026	-9 951	-9 996	-5 937
2027	-9 951	-9 996	-5 937
2028	-9 951	-9 996	-5 937
2029	-9 951	-9 996	-5 937
2030	-9 951	-9 996	-5 937
2031	-9 951	-9 996	-5 937
2032	-9 951	-9 996	-5 937
2033	-9 951	-9 996	-5 937
2034	-9 951	-9 996	-5 937
2035	-9 951	-9 996	-5 937
2036	-9 951	-9 996	-5 937
2037	-9 951	-9 996	-5 937
2038	-9 951	-9 996	-5 937
2039	-9 951	-9 996	-5 937
<b>Ogółem</b>	<b>-146 540</b>	<b>-147 185</b>	<b>-88 446</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników Analizy Kosztów i Korzyści

## 6.3. EMISJA NO<sub>x</sub>

W wariantach 1 emisja No<sub>x</sub> **zmniejszy się o 458 ton** w całym okresie analizy w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego.

Przy wariantach 2 emisja No<sub>x</sub> **zmniejszy się o 531 tony** w całym okresie analizy w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego.

Przy wariantach 3 emisja No<sub>x</sub> **zmniejszy się o 343 tony** w całym okresie analizy w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego.

**Tabela 6.3 Emisja No<sub>x</sub> w kg w wybranych wariantach realizacji projektu.**

Rok	W1	W2	W3
2025	-24 581	-26 673	-20 848
2026	-30 930	-36 043	-22 994
2027	-30 930	-36 043	-22 994

**Aktualizacja analizy korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych**

Rok	W1	W2	W3
2028	-30 930	-36 043	-22 994
2029	-30 930	-36 043	-22 994
2030	-30 930	-36 043	-22 994
2031	-30 930	-36 043	-22 994
2032	-30 930	-36 043	-22 994
2033	-30 930	-36 043	-22 994
2034	-30 930	-36 043	-22 994
2035	-30 930	-36 043	-22 994
2036	-30 930	-36 043	-22 994
2037	-30 930	-36 043	-22 994
2038	-30 930	-36 043	-22 994
2039	-30 930	-36 043	-22 994
<b>Ogółem</b>	<b>-457 595</b>	<b>-531 278</b>	<b>-342 771</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników Analizy Kosztów i Korzyści

#### 6.4. EMISJA PM

W W1 emisja PM **zmniejszy się o 1,7 tony** w całym okresie analizy w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego. W W2 emisja PM **zmniejszy się o 5,4 tony** w całym okresie analizy w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego. W wariantcie W3 emisja PM **zmniejszy się o 0,5 tony** w całym okresie analizy w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego.

**Tabela 6.4 Emisja PM w kg w wybranych wariantach realizacji projektu.**

Rok	W1	W2	W3
2025	-100	-205	-61
2026	-116	-373	-33
2027	-116	-373	-33
2028	-116	-373	-33
2029	-116	-373	-33
2030	-116	-373	-33
2031	-116	-373	-33
2032	-116	-373	-33
2033	-116	-373	-33
2034	-116	-373	-33
2035	-116	-373	-33
2036	-116	-373	-33
2037	-116	-373	-33
2038	-116	-373	-33
2039	-116	-373	-33
<b>Ogółem</b>	<b>-1 724</b>	<b>-5 434</b>	<b>-518</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników Analizy Kosztów i Korzyści

## 6.5. EMISJA SO<sub>2</sub>

W wyniku realizacji wariantu 1 emisja SO<sub>2</sub> **wzrośnie o 105,6 tony** w całym okresie analizy w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego. W wyniku realizacji wariantu 2 wzrost emisji SO<sub>2</sub> wyniesie 40,2 tony, a w wariantcie 3 emisja SO<sub>2</sub> wzrośnie o 47,3 tony.

**Tabela 6.5 Emisja SO<sub>2</sub> w kg w wybranych wariantach realizacji projektu.**

Rok	W1	W2	W3
2025	4 628	2 772	2 734
2026	7 210	2 673	3 182
2027	7 210	2 673	3 182
2028	7 210	2 673	3 182
2029	7 210	2 673	3 182
2030	7 210	2 673	3 182
2031	7 210	2 673	3 182
2032	7 210	2 673	3 182
2033	7 210	2 673	3 182
2034	7 210	2 673	3 182
2035	7 210	2 673	3 182
2036	7 210	2 673	3 182
2037	7 210	2 673	3 182
2038	7 210	2 673	3 182
2039	7 210	2 673	3 182
<b>Ogółem</b>	<b>105 567</b>	<b>40 199</b>	<b>47 284</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników Analizy Kosztów i Korzyści

## 7. Analiza społeczno-ekonomiczna

Analiza społeczno-ekonomiczna została przygotowana w oparciu o następujące dokumenty:

- Niebieska Księga. Transport publiczny. JASPERS 2015;
- Analiza kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej. Vademecum Beneficjenta. CUPT 2016.

Do wyceny efektów projektu wykorzystano tabele kosztów jednostkowych CUPT (data aktualizacji: czerwiec 2024). Pozostałe założenia przedstawiono w poniższej tabeli.

**Tabela 7.1 Podstawowe założenia do analizy społeczno-ekonomicznej**

<b>Podatek VAT</b>	23%
<b>Korekta fiskalna nakładów inwestycyjnych - tabor</b>	0,87
<b>Korekta fiskalna nakładów inwestycyjnych - infrastruktura</b>	0,83
<b>Korekta fiskalna kosztów eksploatacyjnych</b>	0,78
<b>Stopa dyskontowa ekonomiczna</b>	3,0%

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych CUPT

Z uwagi na przestarzały tabor (autobusy, które będą wycofywane w wyniku niniejszego projektu), w wariantcie bezinwestycyjnym założono konieczność odtworzenia starego taboru, co w praktyce sprowadza się do poniesienia nakładów równych kosztom nabycia nowych autobusów ON spełniających normę Euro 6.

### 7.1. WYCENA KOSZTÓW ZMIAN KLIMATU (KOSZTÓW CO<sub>2</sub>)

Koszty zmian klimatu wyznaczono, mnożąc oszacowaną w poprzednim rozdziale emisję CO<sub>2</sub> przez zindeksowany dla danego roku koszt jednostkowy. W wyniku realizacji projektu zostaną ograniczone koszty emisji dwutlenku węgla. Koszty zmian klimatu przedstawiono w poniższych tabelach.

**Tabela 7.2 Koszty emisji CO<sub>2</sub> w wyniku realizacji W1**

<b>Rok</b>	<b>W0</b>	<b>W1</b>	<b>W1-W0</b>
2025	14 955 153	15 093 523	138 370
2026	16 672 975	16 874 885	201 911
2027	18 390 796	18 613 510	222 714
2028	20 108 618	20 352 134	243 516
2029	21 826 440	22 090 759	264 319
2030	23 544 261	23 829 384	285 122

**Aktualizacja analizy korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych**

Rok	W0	W1	W1-W0
2031	25 262 083	25 568 008	305 925
2032	28 091 436	28 431 625	340 189
2033	30 920 789	31 295 242	374 452
2034	33 750 143	34 158 859	408 716
2035	36 579 496	37 022 476	442 980
2036	39 408 849	39 886 093	477 243
2037	42 137 154	42 647 438	510 283
2038	44 865 459	45 408 782	543 323
2039	47 593 764	48 170 127	576 363
<b>Ogółem</b>			<b>5 335 428</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników Analizy Kosztów i Korzyści

**Tabela 7.3 Koszty emisji CO<sub>2</sub> w wyniku realizacji W2**

Rok	W0	W2	W2-W0
2025	14 955 153	12 617 546	-2 337 607
2026	16 672 975	10 127 583	-6 545 392
2027	18 390 796	11 171 031	-7 219 766
2028	20 108 618	12 214 479	-7 894 139
2029	21 826 440	13 257 927	-8 568 513
2030	23 544 261	14 301 375	-9 242 887
2031	25 262 083	15 344 823	-9 917 260
2032	28 091 436	17 063 443	-11 027 994
2033	30 920 789	18 782 063	-12 138 727
2034	33 750 143	20 500 683	-13 249 460
2035	36 579 496	22 219 303	-14 360 193
2036	39 408 849	23 937 923	-15 470 926
2037	42 137 154	25 595 164	-16 541 990
2038	44 865 459	27 252 405	-17 613 054
2039	47 593 764	28 909 646	-18 684 119
<b>Ogółem</b>			<b>-170 812 026</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników Analizy Kosztów i Korzyści

**Tabela 7.4 Koszty emisji CO<sub>2</sub> w wyniku realizacji W3**

Rok	W0	W3	W3-W0
2025	14 955 153	15 449 082	493 929
2026	16 672 975	17 717 586	1 044 611
2027	18 390 796	19 543 034	1 152 238
2028	20 108 618	21 368 483	1 259 865
2029	21 826 440	23 193 931	1 367 491
2030	23 544 261	25 019 379	1 475 118
2031	25 262 083	26 844 827	1 582 744
2032	28 091 436	29 851 448	1 760 012
2033	30 920 789	32 858 069	1 937 279



**Aktualizacja analizy korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych**

<b>Rok</b>	<b>W0</b>	<b>W3</b>	<b>W3-W0</b>
2034	33 750 143	35 864 689	2 114 547
2035	36 579 496	38 871 310	2 291 814
2036	39 408 849	41 877 931	2 469 081
2037	42 137 154	44 777 172	2 640 018
2038	44 865 459	47 676 413	2 810 954
2039	47 593 764	50 575 655	2 981 891
<b>Ogółem</b>			<b>27 381 592</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników Analizy Kosztów i Korzyści

## **7.2. WYCENA KOSZTÓW EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ W NIŻSZYCH WARSTWACH ATMOSFERY**

Koszty emisji zanieczyszczeń wyznaczono, mnożąc oszacowaną w poprzednich rozdziałach emisję substancji przez odpowiedni koszt jednostkowy.

**Aktualizacja analizy korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych**

**Tabela 7.5 Koszty emisji zanieczyszczeń – W1**

Rok	W0				W1				W1-W0			
	NMHC/ NMVOC	NO <sub>x</sub>	PM	SO <sub>2</sub>	NMHC/ NMVOC	NO <sub>x</sub>	PM	SO <sub>2</sub>	NMHC/ NMVOC	NO <sub>x</sub>	PM	SO <sub>2</sub>
2025	49 612	3 871 307	372 903	0	21 761	1 880 596	322 903	209 092	-27 851	-1 990 711	-50 000	209 092
2026	51 213	3 996 187	384 932	0	11 597	1 410 478	324 896	336 225	-39 616	-2 585 709	-60 036	336 225
2027	52 746	4 115 822	396 456	0	11 944	1 452 704	334 623	346 291	-40 802	-2 663 118	-61 833	346 291
2028	54 052	4 217 699	406 269	0	12 240	1 488 662	342 906	354 862	-41 812	-2 729 037	-63 364	354 862
2029	55 394	4 322 464	416 361	0	12 544	1 525 640	351 423	363 677	-42 850	-2 796 824	-64 938	363 677
2030	56 734	4 427 011	426 431	0	12 847	1 562 540	359 923	372 473	-43 887	-2 864 470	-66 508	372 473
2031	58 068	4 531 124	436 460	0	13 150	1 599 288	368 388	381 233	-44 919	-2 931 837	-68 073	381 233
2032	59 320	4 628 830	445 872	0	13 433	1 633 773	376 331	389 453	-45 887	-2 995 056	-69 540	389 453
2033	60 524	4 722 731	454 917	0	13 706	1 666 917	383 965	397 354	-46 818	-3 055 815	-70 951	397 354
2034	61 769	4 819 877	464 274	0	13 988	1 701 205	391 864	405 527	-47 781	-3 118 672	-72 411	405 527
2035	63 050	4 919 827	473 902	0	14 278	1 736 483	399 990	413 937	-48 772	-3 183 344	-73 912	413 937
2036	64 266	5 014 736	483 044	0	14 553	1 769 981	407 706	421 922	-49 713	-3 244 755	-75 338	421 922
2037	65 463	5 108 151	492 042	0	14 824	1 802 953	415 301	429 782	-50 639	-3 305 198	-76 741	429 782
2038	66 635	5 199 580	500 849	0	15 089	1 835 223	422 734	437 474	-51 545	-3 364 357	-78 115	437 474
2039	67 781	5 289 058	509 468	0	15 349	1 866 805	430 009	445 003	-52 432	-3 422 253	-79 459	445 003
<b>OGÓLEM</b>									<b>-675 323</b>	<b>-44 251 156</b>	<b>-1 031 220</b>	<b>5 704 307</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników Analizy Kosztów i Korzyści

W wyniku realizacji projektu powstaną oszczędności w kosztach emisji NMHC/NMVOC, NO<sub>x</sub> oraz PM.

**Aktualizacja analizy korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych**

**Tabela 7.6 Koszty emisji zanieczyszczeń – W2**

Rok	W0				W2				W2-W0			
	NMHC/ NMVOC	NO <sub>x</sub>	PM	SO <sub>2</sub>	NMHC/ NMVOC	NO <sub>x</sub>	PM	SO <sub>2</sub>	NMHC/ NMVOC	NO <sub>x</sub>	PM	SO <sub>2</sub>
2025	49 612	3 871 307	372 903	0	21 691	1 711 168	270 097	125 247	-27 922	-2 160 139	-102 807	125 247
2026	51 213	3 996 187	384 932	0	11 419	982 979	191 656	124 667	-39 794	-3 013 208	-193 276	124 667
2027	52 746	4 115 822	396 456	0	11 761	1 012 407	197 394	128 399	-40 985	-3 103 415	-199 062	128 399
2028	54 052	4 217 699	406 269	0	12 052	1 037 466	202 280	131 577	-42 000	-3 180 233	-203 990	131 577
2029	55 394	4 322 464	416 361	0	12 351	1 063 236	207 304	134 845	-43 043	-3 259 228	-209 057	134 845
2030	56 734	4 427 011	426 431	0	12 650	1 088 953	212 318	138 107	-44 084	-3 338 058	-214 113	138 107
2031	58 068	4 531 124	436 460	0	12 948	1 114 562	217 312	141 355	-45 121	-3 416 562	-219 148	141 355
2032	59 320	4 628 830	445 872	0	13 227	1 138 596	221 998	144 403	-46 094	-3 490 234	-223 874	144 403
2033	60 524	4 722 731	454 917	0	13 495	1 161 694	226 501	147 332	-47 029	-3 561 038	-228 416	147 332
2034	61 769	4 819 877	464 274	0	13 773	1 185 590	231 160	150 363	-47 996	-3 634 287	-233 114	150 363
2035	63 050	4 919 827	473 902	0	14 058	1 210 175	235 954	153 481	-48 991	-3 709 652	-237 948	153 481
2036	64 266	5 014 736	483 044	0	14 330	1 233 521	240 505	156 442	-49 936	-3 781 215	-242 538	156 442
2037	65 463	5 108 151	492 042	0	14 596	1 256 499	244 986	159 356	-50 867	-3 851 652	-247 056	159 356
2038	66 635	5 199 580	500 849	0	14 858	1 278 988	249 371	162 208	-51 777	-3 920 591	-251 478	162 208
2039	67 781	5 289 058	509 468	0	15 113	1 300 998	253 662	165 000	-52 668	-3 988 060	-255 806	165 000
<b>OGÓŁEM</b>									<b>-678 305</b>	<b>-51 407 573</b>	<b>-3 261 684</b>	<b>2 162 779</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników Analizy Kosztów i Korzyści

W wyniku realizacji projektu powstaną oszczędności w kosztach emisji NMHC/NMVOC, NO<sub>x</sub> oraz PM.

**Aktualizacja analizy korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych**

**Tabela 7.7 Koszty emisji zanieczyszczeń – W3**

Rok	W0				W3				W3-W0			
	NMHC/ NMVOC	NO <sub>x</sub>	PM	SO <sub>2</sub>	NMHC/ NMVOC	NO <sub>x</sub>	PM	SO <sub>2</sub>	NMHC/ NMVOC	NO <sub>x</sub>	PM	SO <sub>2</sub>
2025	49 612	3 871 307	372 903	0	29 044	2 182 893	342 548	123 500	-20 568	-1 688 415	-30 355	123 500
2026	51 213	3 996 187	384 932	0	27 580	2 073 855	368 006	148 396	-23 633	-1 922 332	-16 926	148 396
2027	52 746	4 115 822	396 456	0	28 405	2 135 941	379 023	152 839	-24 341	-1 979 881	-17 433	152 839
2028	54 052	4 217 699	406 269	0	29 108	2 188 811	388 405	156 622	-24 943	-2 028 889	-17 864	156 622
2029	55 394	4 322 464	416 361	0	29 831	2 243 179	398 053	160 512	-25 563	-2 079 285	-18 308	160 512
2030	56 734	4 427 011	426 431	0	30 553	2 297 435	407 680	164 394	-26 181	-2 129 576	-18 751	164 394
2031	58 068	4 531 124	436 460	0	31 271	2 351 465	417 268	168 261	-26 797	-2 179 659	-19 192	168 261
2032	59 320	4 628 830	445 872	0	31 946	2 402 170	426 266	171 889	-27 375	-2 226 659	-19 606	171 889
2033	60 524	4 722 731	454 917	0	32 594	2 450 901	434 913	175 376	-27 930	-2 271 830	-20 003	175 376
2034	61 769	4 819 877	464 274	0	33 264	2 501 316	443 859	178 983	-28 505	-2 318 561	-20 415	178 983
2035	63 050	4 919 827	473 902	0	33 954	2 553 186	453 064	182 695	-29 096	-2 366 641	-20 838	182 695
2036	64 266	5 014 736	483 044	0	34 609	2 602 440	461 804	186 219	-29 657	-2 412 296	-21 240	186 219
2037	65 463	5 108 151	492 042	0	35 254	2 650 918	470 406	189 688	-30 209	-2 457 233	-21 636	189 688
2038	66 635	5 199 580	500 849	0	35 885	2 698 366	478 826	193 083	-30 750	-2 501 214	-22 023	193 083
2039	67 781	5 289 058	509 468	0	36 502	2 744 801	487 066	196 406	-31 279	-2 544 257	-22 402	196 406
<b>OGÓŁEM</b>									<b>-406 827</b>	<b>-33 106 728</b>	<b>-306 994</b>	<b>2 548 862</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników Analizy Kosztów i Korzyści

W wyniku realizacji projektu powstaną oszczędności w kosztach emisji NMHC/NMVOC, NO<sub>x</sub> oraz PM.

### 7.3. WYCENA KOSZTÓW HAŁASU

Autobusy elektryczne i wodorowe charakteryzują się niezwykle niskim poziomem wytwarzanego hałasu, znacznie mniejszym niż autobusy tradycyjne. W związku z czym w wyniku realizacji projektu powstaną oszczędności w kosztach hałasu.

Poziom hałasu w autobusach zasilanych gazem CNG jest zbliżony do poziomu hałasu generowanego przez tradycyjne autobusy ON spełniające normę spalin Euro 6.

Na potrzeby analiz ekonomicznych przyjmuje się uproszczenie (zgodnie z Niebieską Księgą i CUPT), że autobusy elektryczne i wodorowe nie generują w ogóle hałasu.

**Tabela 7.8 Koszty hałasu – W1**

Rok	W0	W1	W1-W0
2025	699 229	418 384	-280 845
2026	721 785	270 180	-451 605
2027	743 393	278 269	-465 125
2028	761 794	285 156	-476 638
2029	780 717	292 239	-488 477
2030	799 600	299 308	-500 292
2031	818 405	306 347	-512 058
2032	836 052	312 953	-523 099
2033	853 012	319 301	-533 711
2034	870 559	325 869	-544 689
2035	888 612	332 627	-555 985
2036	905 754	339 044	-566 710
2037	922 626	345 359	-577 267
2038	939 140	351 541	-587 599
2039	955 301	357 590	-597 711

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników Analizy Kosztów i Korzyści

**Tabela 7.9 Koszty hałasu – W2**

Rok	W0	W2	W2-W0
2025	699 229	418 384	-280 845
2026	721 785	270 180	-451 605
2027	743 393	278 269	-465 125
2028	761 794	285 156	-476 638
2029	780 717	292 239	-488 477

**Aktualizacja korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych**

<b>Rok</b>	<b>W0</b>	<b>W2</b>	<b>W2-W0</b>
2030	799 600	299 308	-500 292
2031	818 405	306 347	-512 058
2032	836 052	312 953	-523 099
2033	853 012	319 301	-533 711
2034	870 559	325 869	-544 689
2035	888 612	332 627	-555 985
2036	905 754	339 044	-566 710
2037	922 626	345 359	-577 267
2038	939 140	351 541	-587 599
2039	955 301	357 590	-597 711

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników Analizy Kosztów i Korzyści

**Tabela 7.10 Koszty hałasu - W3**

<b>Rok</b>	<b>W0</b>	<b>W3</b>	<b>W3-W0</b>
2025	699 229	533 349	-165 880
2026	721 785	522 465	-199 320
2027	743 393	538 106	-205 287
2028	761 794	551 426	-210 368
2029	780 717	565 123	-215 594
2030	799 600	578 791	-220 808
2031	818 405	592 403	-226 001
2032	836 052	605 177	-230 875
2033	853 012	617 454	-235 558
2034	870 559	630 155	-240 404
2035	888 612	643 223	-245 389
2036	905 754	655 631	-250 123
2037	922 626	667 844	-254 782
2038	939 140	679 798	-259 342
2039	955 301	691 496	-263 805

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników Analizy Kosztów i Korzyści

Wartość rezydualną oszacowano metodą dochodową.

## 7.4. KALKULACJA WSKAŹNIKA ENPV

Na podstawie zaprezentowanych w poprzednich rozdziałach nakładów inwestycyjnych, nakładów odtworzeniowych, kosztów operacyjnych oraz wycenionych odpowiednio efektów społecznych/środowiskowych zestawiono wszystkie kategorie i oszacowano przepływy pieniężne dla poszczególnych wariantów projektu. Na podstawie przepływów pieniężnych oszacowano wartości wskaźników efektywności ekonomicznej – ENPV i ERR oraz B/C.

**Wskaźnik ENPV przyjmuje wartość ujemną** zarówno dla wariantu W1 (elektrobusy), jak i W2 (elektrobusy, wodorowe) oraz wariantu W3 (elektrobusy oraz CNG), co oznacza, że efekty społeczne realizacji projektu nie rekompensują w pełni poniesionych kosztów, a zatem projekt nie jest opłacalny ze społecznego punktu widzenia. Również dla obu wariantów wskaźnik **EIRR jest niższy od zastosowanej stopy dyskontowej (3%)**. Wskaźnik Benefits/Cost dla wariantu 1 wynosi ok. **1x** i jest najwyższy z trzech analizowanych wariantów. Pozostałe posiadają wartość poniżej **1x**, co oznacza, że korzyści projektu nie przekraczają jego kosztów. Wskaźnik Benefits/Cost dla wariantu 2 wynosi **0,93x**, a dla wariantu 3 – **0,85x**, co oznacza, że korzyści projektu nie przewyższają jego kosztów.

Z ekonomiczno-społecznego punktu widzenia wymiana taboru na zeroemisyjny i niskoemisyjny nie jest opłacalna we wszystkich trzech wariantach, jednakże zdecydowanie najkorzystniejszy jest wariant W1. Niska opłacalność społeczna wariantów wynika przede wszystkim z faktu wysokiego poziomu nakładów inwestycyjnych koniecznych do zakupu autobusów oraz wysokich kosztów odtworzeniowych.

**Tabela 7.11 Porównanie wyników analizy społeczno-ekonomicznej**

	W1	W2	W3
<b>Przepływy pieniężne netto bez korekt fiskalnych</b>			
Nakłady inwestycyjne tabor	495 935 000,00	535 615 000,00	392 780 000,00
Nakłady inwestycyjne infrastruktura	57 750 000,00	25 900 000,00	25 050 000,00
Nakłady odtworzeniowe	-304 582 000,00	-355 612 000,00	-341 211 000,00
Koszty operacyjne	-93 820 685,62	251 618 162,71	79 433 450,41
<b>Razem przepływy pieniężne</b>	155 282 314,38	457 521 162,71	156 052 450,41
<b>Przepływy pieniężne po korektach fiskalnych</b>	0,00	0,00	0,00
Nakłady inwestycyjne tabor	431 463 450,00	465 985 050,00	341 718 600,00
Nakłady inwestycyjne infrastruktura	47 932 500,00	22 533 000,00	21 793 500,00
Nakłady odtworzeniowe	-264 986 340,00	-309 382 440,00	-296 853 570,00
Koszty operacyjne	-73 180 134,78	218 907 801,55	69 107 101,86

**Aktualizacja korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych**

	W1	W2	W3
<b>Razem przepływy pieniężne</b>	141 229 475,22	398 043 411,55	135 765 631,86
Nakłady inwestycyjne tabor (zdyskontowane)	427 344 211,17	461 346 851,94	338 878 514,56
Nakłady inwestycyjne infrastruktura (zdyskontowane)	47 446 587,38	22 533 000,00	21 688 339,81
Nakłady odtworzeniowe (zdyskontowane)	-254 280 541,23	-292 018 046,28	-279 062 499,19
Koszty operacyjne (zdyskontowane)	-59 714 547,39	177 686 859,48	56 019 674,15
<b>Koszty pieniężne (zdyskontowane)</b>	160 795 709,93	369 548 665,14	137 524 029,33
<b>Koszty pieniężne (niedyskontowane)</b>	141 229 475,22	398 043 411,55	135 765 631,86
<b>Efekty społeczne</b>	0,00	0,00	0,00
Efekty z tyt. kosztów zmian klimatu (CO <sub>2</sub> )	-5 335 427,76	170 812 026,45	-27 381 592,31
Efekty z tyt. kosztów emisji zanieczyszczeń	40 253 392,28	53 184 782,65	31 271 686,36
Efekty z tyt. Kosztów hałasu	7 661 811,65	7 661 811,65	3 423 536,66
Wartość rezydualna	188 936 898,37	214 861 021,31	105 923 197,90
<b>Razem efekty ekonomiczne</b>	231 516 674,54	446 519 642,05	113 236 828,60
Efekty z tyt. kosztów zmian klimatu (CO <sub>2</sub> ) (zdyskontowane)	-4 172 941,73	133 127 403,86	-21 367 317,68
Efekty z tyt. kosztów emisji zanieczyszczeń (zdyskontowane)	32 522 981,55	42 912 347,52	25 300 640,07
Efekty z tyt. Kosztów hałasu (zdyskontowane)	6 175 693,54	6 175 693,54	2 767 625,02
Wartość rezydualna	124 909 547,69	142 048 446,96	70 027 712,18
<b>Razem efekty ekonomiczne (zdyskontowane)</b>	159 435 281,05	324 263 891,88	76 728 659,59
<b>Przepływy ekonomiczne razem</b>	90 287 199,32	48 476 230,50	-22 528 803,26
<b>ENPV</b>	-1 360 428,88	-45 284 773,26	-60 795 369,74
<b>EIRR</b>	2,94%	1,39%	-0,01
<b>B/C</b>	0,997	0,932	0,854
<b>Zdyskontowane korzyści</b>	413 715 822,28	616 281 938,16	355 791 158,78
<b>Zdyskontowane koszty</b>	415 076 251,16	661 566 711,42	416 586 528,52

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników Analizy Kosztów i Korzyści

## 7.5. PODSUMOWANIE

W celu zwiększania popytu na ekologiczne formy przemieszczania należy sprostać oczekiwaniom potencjalnych użytkowników poprzez spełnianie postulatów przewozowych oraz zapewnienie odpowiedniej infrastruktury. Użytkownik wybierając środek transportu rozważa różnorodne aspekty, które wpływają na podjęcie decyzji, np.: ekonomiczne, związane z dostępnością lub bezpieczeństwem. Wymaga to nieustannych zabiegów polegających na wykonywaniu analiz, poprawie jakości oraz zwiększaniu efektywności publicznego transportu zbiorowego.

W dokumencie zakłada się sukcesywną wymianę taboru autobusowego w celu polepszenia jakości obsługi pasażerów oraz poprawy jakości środowiska



naturalnego, tj. zmniejszenie zanieczyszczeń dostających się do atmosfery oraz hałasu. Emisja substancji szkodliwych generowanych z transportu spalinowego wpływa bezpośrednio na stan zdrowia mieszkańców obszarów przyległych do źródeł emisji liniowych. Wprowadzenie zeroemisyjnego taboru wpływa korzystnie na zwiększenie lokalnych warunków środowiskowych oraz poprawę warunków życia mieszkańców.

Przyjmuje się, że tabor będzie wymieniany na pojazdy fabrycznie nowe, zeroemisyjne, w całości niskopodłogowe, z klimatyzacją przestrzeni pasażerskiej, dostosowane do potrzeb osób ze specjalnymi potrzebami.

Wprowadzenie nowych zeroemisyjnych autobusów do funkcjonowania w systemie transportowym wpływa bezpośrednio na zwiększenie prestiżu miasta oraz wzrost jakości usług transportu miejskiego. Działanie polegające na zakupie nowego taboru może pośrednio wpłynąć na mieszkańców oraz gości jako zachęta do stosowania w podróżach transportu zbiorowego, spełniającego postulaty przewozowe. W rezultacie transport zbiorowy staje się bardziej konkurencyjny w stosunku do transportu indywidualnego samochodowego. Może to natomiast oddziaływać na zmniejszenie kongestii, skrócenie czasów przejazdu oraz poprawę warunków środowiskowych. Kompleksowe i zauważalne przez mieszkańców wprowadzanie nowoczesnego taboru wpływa również na zwiększenie akceptacji społecznej na wprowadzanie ewentualnych restrykcji wobec transportu indywidualnego – samochodowego.

## 8. Analiza wrażliwości i ryzyka

### 8.1. OKREŚLENIE I BADANIE ZMIENNYCH KRYTYCZNYCH

Pierwszym etapem analizy wrażliwości było badanie zmiennych krytycznych, czyli takich, których zmiana o 1% powoduje zmianę wskaźnika o 1% lub więcej. Analizę przeprowadzono dla zmian pojedynczych parametrów, przy pozostałych parametrach niezmiennych.

Dla miary ENPV zidentyfikowano cztery zmienne:

- nakłady inwestycyjne;
- nakłady odtworzeniowe (w tym alternatywne koszty odtworzeniowe dla wariantu bezinwestycyjnego);
- koszty operacyjne;
- suma kosztów i korzyści ekonomicznych (społecznych).

**Tabela 8.1 Badanie zmiennych krytycznych dla miary ENPV**

<b>WARIANT 1</b>	<b>-1%</b>	<b>0</b>	<b>1%</b>
Zmiana nakładów inwestycyjnych	2 913 013	-1 360 429	-5 633 871
Zmiana kosztów operacyjnych	-1 957 574	-1 360 429	-763 283
Zmiana kosztów i korzyści ekonomicznych	-1 705 686	-1 360 429	-1 015 172
Zmiana nakładów odtworzeniowych	-3 903 234	-1 360 429	1 182 377
<b>WARIANT 2</b>	<b>-1%</b>	<b>0</b>	<b>1%</b>
Zmiana nakładów inwestycyjnych	-40 671 305	-45 284 773	-49 898 242
Zmiana kosztów operacyjnych	-43 507 905	-45 284 773	-47 061 642
Zmiana kosztów i korzyści ekonomicznych	-47 106 928	-45 284 773	-43 462 619
Zmiana nakładów odtworzeniowych	-48 204 954	-45 284 773	-42 364 593
<b>WARIANT 3</b>	<b>-1%</b>	<b>0</b>	<b>1%</b>
Zmiana nakładów inwestycyjnych	-57 406 585	-60 795 370	-64 184 155
Zmiana kosztów operacyjnych	-60 235 173	-60 795 370	-61 355 566
Zmiana kosztów i korzyści ekonomicznych	-60 862 379	-60 795 370	-60 728 360
Zmiana nakładów odtworzeniowych	-63 585 995	-60 795 370	-58 004 745

<b>WARIANT 1</b>	<b>%</b>	<b>0,0%</b>	<b>%</b>
Zmiana nakładów inwestycyjnych	-314,1%	0,0%	314,1%
Zmiana kosztów operacyjnych	43,9%	0,0%	-43,9%
Zmiana kosztów i korzyści ekonomicznych	25,4%	0,0%	-25,4%
Zmiana nakładów odtworzeniowych	186,9%	0,0%	-186,9%
<b>WARIANT 2</b>			
Zmiana nakładów inwestycyjnych	-10,2%	0,0%	10,2%

Zmiana kosztów operacyjnych	-3,9%	0,0%	3,9%
Zmiana kosztów i korzyści ekonomicznych	4,0%	0,0%	-4,0%
Zmiana nakładów odtworzeniowych	6,4%	0,0%	-6,4%
<b>WARIANT 3</b>			
Zmiana nakładów inwestycyjnych	-5,6%	0,0%	5,6%
Zmiana kosztów operacyjnych	-0,9%	0,0%	0,9%
Zmiana kosztów i korzyści ekonomicznych	0,1%	0,0%	-0,1%
Zmiana nakładów odtworzeniowych	4,6%	0,0%	-4,6%

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników Analizy Kosztów i Korzyści

Analiza wyników wskazuje, że zmiana kosztów i korzyści w wariantcie 3 nie stanowi zmiennej krytycznej (zmiana ENPV o 1% spowoduje zmianę mniejszą niż 1%). Wszystkie pozostałe zmienne w trzech wariantach przyjmują wartość krytyczną.

## 8.2. OKREŚLENIE I ANALIZA WARTOŚCI PROGOWYCH

Określenie wartości progowych polega na obliczeniu procentowej zmiany badanej zmiennej, która powoduje, że NPV inwestycji jest równe zero.

**Tabela 8.2 Analiza wartości progowych W1**

Zmienna	%
Zmiana nakładów inwestycyjnych	-0,318%
Zmiana kosztów operacyjnych	2,278%
Zmiana kosztów i korzyści ekonomicznych	3,940%
Zmiana nakładów odtworzeniowych	0,535%

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników Analizy Kosztów i Korzyści

**Tabela 8.3 Analiza wartości progowych W2**

Zmienna	%
Zmiana nakładów inwestycyjnych	-9,816%
Zmiana kosztów operacyjnych	-25,486%
Zmiana kosztów i korzyści ekonomicznych	24,852%
Zmiana nakładów odtworzeniowych	15,507%

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników Analizy Kosztów i Korzyści

**Tabela 8.4 Analiza wartości progowych W3**

Zmienna	%
Zmiana nakładów inwestycyjnych	-17,940%
Zmiana kosztów operacyjnych	-108,525%
Zmiana kosztów i korzyści ekonomicznych	907,265%
Zmiana nakładów odtworzeniowych	21,786%

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników Analizy Kosztów i Korzyści

Zmiany poszczególnych zmiennych są implikowane zarówno wartością ENPV (ujemną dla wszystkich wariantów) jak i wpływem danej zmiennej na wzrost/spadek ekonomicznych przepływów dla poszczególnych wariantów.

### 8.3. IDENTYFIKACJA RYZYKA

Analiza ryzyka została przeprowadzona w celu zidentyfikowania i skwantyfikowania czynników aktywnych, istotnie oddziałujących na projekt. Opracowanie hierarchii czynników dla wykrycia najpoważniejszych, najbardziej krytycznych zagrożeń zapewni wskazanie najskuteczniejszych, najbardziej efektywnych działań dla niwelowania wpływu czynników na powodzenie realizacji projektu, osiągnięcie założonych celów i późniejsze poprawne, prawidłowe funkcjonowanie zgodnie z założeniami. Przeprowadzając analizę ryzyka, w pierwszej kolejności dokonano identyfikacji ryzyka, na jakie można napotkać podczas realizacji projektu na podstawie listy ryzyka zamieszczonej w załączniku III rozporządzenia wykonawczego Komisji Europejskiej 2015/207.

**Tabela 8.5. Identyfikacja ryzyka**

Kategoria	Nazwa ryzyka	Status ryzyka (aktywne/ nieaktywne)	Etap <sup>6</sup>	Jeśli nieaktywne, (dlaczego?)
Popytowe	prognozy ruchu inne niż przewidywano	nieaktywne		Zakłada się, że nowe autobusy przejmą pracę przewozową wykonywaną przez pojazdy z silnikami Diesla.
Projektowe	niewłaściwe oszacowanie kosztów projektu	aktywne	2	
	błędy w projektowaniu	nieaktywne		Projekt realizacyjny będzie sporządzony przez projektantów ze stosownymi uprawnieniami oraz będzie podlegał wieloetapowej procedurze sprawdzającej.

<sup>6</sup> Wskazanie etapu projektu, na którym rozpatrywane ryzyko jest istotne, przydzielany dla ryzyk aktywnych: 1- etap przygotowania; 2 – etap wdrożenia; 3 – faza operacyjna

**Aktualizacja korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych**

<b>Kategoria</b>	<b>Nazwa ryzyka</b>	<b>Status ryzyka (aktywne/ nieaktywne)</b>	<b>Etap<sup>6</sup></b>	<b>Jeśli nieaktywne, (dlaczego?)</b>
Administracyjne	opóźnienia w uzyskiwaniu decyzji środowiskowych	nieaktywne		Brak konieczności posiadania decyzji środowiskowych.
	opóźnienia w usuwaniu kolizji z sieciami dystrybucyjnymi	aktywne	2	
	pozwolenia na budowę	aktywne	2	
	pozwolenia na użytkowanie	nieaktywne		Inwestycja publiczna będzie realizowana przy założeniu permanentnej kontroli.
	opóźnienia w realizacji procedur zamówień	aktywne	2	
	niewystarczająca kadra do obsługi inwestycji	nieaktywne		Beneficjent dysponuje odpowiednimi służbami z wieloletnim doświadczeniem i stosownymi uprawnieniami do obsługi inwestycji.
Związane z nabyciem gruntów	koszty gruntów wyższe niż przewidywano	nieaktywne		Inwestycja związana z budową stacji ładowania będzie na terenie należącym do miasta.
	opóźnienia proceduralne	nieaktywne		
Związane z budową	przekroczenie budżetu nakładów inwestycyjnych	aktywne	2	
	ryzyka geologiczne (powódź, osuwiska itd.)	aktywne	3	
	znaleziska archeologiczne	nieaktywne		Brak konieczności wykonywania robót ziemnych.

**Aktualizacja korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych**

Kategoria	Nazwa ryzyka	Status ryzyka (aktywne/nieaktywne)	Etap <sup>6</sup>	Jeśli nieaktywne, (dlaczego?)
	ryzyka klimatyczne (opady, mrozy, zmiany temperatury)	nieaktywne		Technologia minimalizuje wpływ klimatu na realizację inwestycji.
	związane z przedsiębiorcą budowlanym (bankructwo, brak wystarczających zasobów)	aktywne	2	
Operacyjne	koszty operacyjne i koszty utrzymania wyższe niż przewidywano	aktywne	3	
	ryzyka klimatyczne (gwałtowne powodzie, nadzwyczajne upały, ulewy, opady śniegu)	aktywne	3	
Finansowe	dostępność środków krajowych na finansowanie nakładów inwestycyjnych	aktywne	2	
	dostępność środków krajowych na finansowanie kosztów operacyjnych	nieaktywne		Beneficjent na mocy ustawy jest zobowiązany do utrzymywania infrastruktury drogowej w należytym stanie i musi na to zapewnić w budżecie stosowne środki.
	wzrost kosztów finansowania (odsetki)	aktywne	2,3	
	opóźnienia wypłat środków na	aktywne	2,3	

**Aktualizacja korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych**

Kategoria	Nazwa ryzyka	Status ryzyka (aktywne/ nieaktywne)	Etap <sup>6</sup>	Jeśli nieaktywne, (dlaczego?)
	podstawie składanych wniosków o płatność			
Regulacyjne	zmiany w wymogach środowiskowych	aktywne	1,2,3	
Zarządcze	małe możliwości zarządzania przez Beneficjenta	nieaktywne		Beneficjent jest zarządcą większości dróg na obszarze miasta.
Techniczne	jakość wykonanych prac nie spełnia wymagań określonych w SIWZ	nieaktywne		Inwestycja podlega procedurze odbioru technicznego.
Inne	sprzeciw społeczny	aktywne	3	
Specyficzne	Ryzyko niezawodności technicznej	aktywne	3	
	Wzrost taryf za prąd	aktywne	3	
	Nadmierne obciążenie sieci energetycznej	nieaktywne		Zapewnienie odpowiedniej mocy przyłączeniowej dla stacji ładowania autobusów elektrycznych.
	Uszkodzenia sieci zasilającej stacje ładowana	aktywne	3	
	Awarie stacji ładowania	aktywne	3	
	Wyższa awaryjność taboru związana z zastosowaniem nowej technologii	aktywne	3	
	Opóźnienia w dostawie autobusów	aktywne	2	
	Nadmierne skrócenie	aktywne	3	



Kategoria	Nazwa ryzyka	Status ryzyka (aktywne/ nieaktywne)	Etap <sup>6</sup>	Jeśli nieaktywne, (dlaczego?)
	żywootności baterii i konieczność częstszej wymiany			

Źródło: opracowanie własne na podstawie Niebiskiej Księgi Transportu

#### 8.4. ANALIZA JAKOŚCIOWA RYZYKA

W dalszej kolejności dokonano analizy jakościowej ryzyka. Prawdopodobieństwo dla każdego typu ryzyka przypisano zgodnie z zaleceniami z Niebieskiej Księgi.

**Tabela 8.6. Oznaczenia prawdopodobieństwa wystąpienia ryzyka**

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

Źródło: Niebieska Księga Transportu

Siła oddziaływania na projekt została oszacowana zgodnie z poniższą tabelą:

**Tabela 8.7. Analiza jakościowa ryzyka - skala oddziaływania na projekt**

Opis	Wartość punktowa
Brak oddziaływania na dobrobyt społeczny, nawet pomimo braku działań zaradczych.	I
Nieznaczny ubytek dobrobytu społecznego generowanego przez projekt, o minimalnym oddziaływaniu na jego długofalowe efekty. Niemniej jednak skutki wymagają działań zaradczych.	II
Umiarkowane. Projekt powoduje ubytek dobrobytu społecznego, głównie straty finansowe, nawet w średnim i dłuższym okresie. Zmaterializowanym skutkom można skutecznie zaradzić.	III
Krytyczne. Projekt powoduje znaczny ubytek dobrobytu społecznego. Realizacja ryzyka niweczy podstawowe funkcje	IV

Opis	Wartość punktowa
projektu. Działania zaradcze, nawet bardzo rozbudowane, nie są w stanie zniwelować skutków.	
Katastrofalne. Wadliwość projektu, która może skutkować poważną lub nawet całkowitą utratą zakładanych funkcji. Główne średnio- i długookresowe cele nie zostają osiągnięte.	V

Źródło: Niebieska Księga Transportu

## 8.5. MATRYCA POZIOMU RYZYKA

W kolejnym kroku zestawiono prawdopodobieństwo wystąpienia ryzyka oraz skalę oddziaływania na projekt i zgodnie z poniższą tabelą oszacowano poziom ryzyka.

**Tabela 8.8. Matryca poziomu ryzyka**

		Siła oddziaływania				
		I	II	III	IV	V
Prawdopodobieństwo	A	Niskie	Niskie	Niskie	Niskie	Umiarkowane
	B	Niskie	Niskie	Umiarkowane	Umiarkowane	Wysokie
	C	Niskie	Umiarkowane	Umiarkowane	Wysokie	Wysokie
	D	Niskie	Umiarkowane	Wysokie	Bardzo wysokie	Bardzo wysokie
	E	Umiarkowane	Wysokie	Bardzo wysokie	Bardzo wysokie	Bardzo wysokie

Źródło: Niebieska Księga Transportu

Matryca ryzyka prezentuje związki między prawdopodobieństwem wystąpienia oddziaływania czynnika i wpływem wystąpienia na poziom ryzyka planowanej realizacji inwestycji. W przyjętej czterostopniowej skali oznaczonej kodem barwnym, kolor zielony oznacza taką kombinację wartości, dla której scharakteryzowane ryzyko jest nieistotne, nie ma znaczenia kluczowego dla osiągnięcia celów projektu. Wraz z płynną zmianą barwy aż do czerwieni wzrasta poziom zagrożenia realizacji projektu i funkcjonowania rezultatów zgodnie z planem.

W zależności od poziomu ryzyka i kombinacji wartości prawdopodobieństwa i wielkości wpływu, dokumenty strategiczne i wytyczne przeprowadzania analizy AKK nakazują podejmowanie różnych środków zaradczych:

- zapobieganie – obejmuje wczesne wykrycie, że potencjalnie może wystąpić określone zagrożenie i podjęcie działań, które spowodują, że w przyszłości dane zagrożenie nie wystąpi;
- ograniczanie – zakłada identyfikację potencjalnych zagrożeń i przygotowanie, wdrożenie działań zapobiegawczych, które być może nie pozwolą na pełne zniwelowanie, powstrzymanie wystąpienia niekorzystnych skutków oddziaływania, ale na pewno w sposób istotny zmniejszą, osłabią zakres czasowy i przestrzenny skutków niekorzystnego oddziaływania;
- przeniesienie ryzyka – przeniesienie pewnego zakresu odpowiedzialności za prawidłową, planową realizację, wdrożenie projektu i dalszą eksploatację na podmioty trzecie, w tym dostawców, wykonawców, aby z jednej strony zobowiązać do rzetelnego wykonywania powierzonych zadań, co pozwoli zapobiec wystąpieniu zdarzeń, a z drugiej strony odpowiednio wcześniej pozwoli określić procedury reagowania na wystąpienie zdarzeń i wdrożenia działań korygujących. Dane narzędzie w sposób istotny zapewnia zaangażowanie, dostarcza narzędzi i środków do utrzymania sprawnej realizacji projektu i utrzymania funkcjonalności na etapie wdrożenia;
- tolerowanie ryzyka - jest strategią przyjmowaną w sytuacjach, w których nie można uniknąć ryzyka, ograniczyć go lub (ekonomicznie) przenieść. Dlatego takie ryzyko musi być po prostu tolerowane. Jednakże to podejście wymaga opracowania planu awaryjnego w przypadku wystąpienia negatywnego zdarzenia, lecz nie są konieczne wcześniejsze działania.

Zależnie od poziomu oddziaływania czynnika wytyczne przedmiotowe wskazują na zakres i charakter działań koniecznych do podjęcia. Zostało to przedstawione w poniższej tabeli.

**Tabela 8.9. Matryca poziomu ryzyka**

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

Źródło: Niebieska Księga Transportu

Im bardziej groźne jest ryzyko, im bardziej niekorzystne skutki może determinować, tym więcej działań (wysiłków) należy wdrożyć, aby zabezpieczyć prawidłową realizację projektu i zniwelować wskazane niekorzystne oddziaływanie.

W poniższej tabeli przedstawiono wyniki analizy czynników, ryzyk mogących potencjalnie zaburzać prawidłową realizację projektu i efektywność skutków, rezultatów projektu.

Tabela 8.10. Charakterystyka ryzyk

Ryzyko	Przyczyny	Skutki	Prawdopodobieństwo	Dotkliwość	Poziom ryzyka	Środki zapobiegawcze i/lub ograniczające
Prognozy ruchu inne niż przewidywano	Trudności w dokonywaniu prognoz z powodu zmieniającej się mobilności ludzi i dynamicznych zjawisk demograficznych.	Zwiększenie zjawisk kongestii ruchu.	A	I	Niski	Okresowe badania preferencji pasażerów dla dopasowania oferty do oczekiwań. Plan wdrożenia poprzedzony wiarygodną analizą ograniczając skalę niezgodności zmniejszających pozytywne rezultaty.
Niewłaściwe oszacowanie kosztów projektu	Brak pełnej informacji o kształtowaniu się kosztów inwestycyjnych projektu w przyszłości. Projekt jest w fazie koncepcji, w związku z czym analizę kosztową należy traktować szacunkowo.	Konieczność poniesienia wyższych nakładów niż zakładano.	B	3	Średni	Monitorowanie kosztorysu inwestycji na etapie sporządzania dokumentacji projektowej, wybór rzetelnego biura projektowego z doświadczeniem na etapie przetargu, ostrożne szacowanie.

**Aktualizacja korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych**

Ryzyko	Przyczyny	Skutki	Prawdopodobieństw	Dotkliwość	Poziom ryzyka	Środki zapobiegawcze i/lub ograniczające
Pozwolenia na budowę	Przedłużająca się procedura administracyjna.	Opóźnienie rozpoczęcia fazy inwestycyjnej.	B	II	Niski	Bieżący monitoring postępu prac. Wybór rzetelnego wykonawcy w przetargu, doświadczonego w przygotowywaniu dokumentacji i realizacji postępowania.
Opóźnienia w usuwaniu kolizji z sieciami dystrybucyjnymi	Wadliwa warstwa dot. sieci dystrybucyjnej w podkładach geodezyjnych.	Przedłużenie cyklu inwestycyjnego. Podniesienie kosztów.	B	II	Niski	Bieżący monitoring. Konsultacja działań planistycznych, zapobiegająca niezgodnościom. Zaplanowanie rezerwy czasowej na ewentualne usuwanie kolizji.

**Aktualizacja korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych**

Ryzyko	Przyczyny	Skutki	Prawdopodobieństw	Dotkliwość	Poziom ryzyka	Środki zapobiegawcze i/lub ograniczające
Opóźnienia w realizacji procedur zamówień	Odwołania do Krajowej Izby Odwoławczej na rozstrzygnięcie postępowania. Duża liczba zapytań składana w trakcie trwania procedury przetargowej.	Opóźnienie terminu rozpoczęcia fazy inwestycyjnej i eksploatacyjnej.	B	III	Średni	Ogłoszenie postępowania przetargowego odpowiednio wcześniej, uwzględniając czas na ewentualne odwołania. Weryfikacja SIWZ przed ogłoszeniem postępowania przez Inżyniera Kontraktu. Doświadczenie inwestora i wykonawców w kontaktach z administracją oraz znajomość wymogów proceduralnych. Rzetelne przygotowanie wniosków z rezerwą czasową.
Przekroczenie budżetu nakładów inwestycyjnych	W fazie koncepcji trudno jest oszacować rzeczywisty koszt inwestycji.	Wzrost wysokości nakładów inwestycyjnych.	B	II	Niski	Bieżący monitoring, przeprowadzenie odpowiednich analiz rynkowych, ostrożne planowanie.
Ryzyka geologiczne (powódź, osuwiska)	Nieprzewidywalne zjawiska atmosferyczne.	Wyższe nakłady inwestycyjne.	A	III	Niski	Dokładne badania terenu.

**Aktualizacja korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych**

Ryzyko	Przyczyny	Skutki	Prawdopodobieństw	Dotkliwość	Poziom ryzyka	Środki zapobiegawcze i/lub ograniczające
Związane z przedsiębiorcą budowlanym (bankructwo, brak wystarczających zasobów)	Zła sytuacja finansowa wykonawcy.	Opóźnienie procesu inwestycyjnego a w konsekwencji opóźnienia oddania inwestycji do użytku.	B	II	Niski	Uwzględnienie w przetargu wymogów dot. ujawnienia kondycji finansowej wykonawcy. Kryterium wyboru wykonawcy będzie uwzględniać dotychczasową realizację projektów, doświadczenie, terminowość, czas działania w branży.
Koszty operacyjne i koszty utrzymania wyższe niż przewidywano	Inflacja, wzrost kosztów utrzymania.	Konieczność zapewnienia w budżecie większych środków finansowych.	C	III	Średni	Stały monitoring wyników finansowych. Odpowiednie planowanie budżetu, szacowanie w sposób ostrożny.
Ryzyka klimatyczne (gwałtowne powodzie, nadzwyczajne upały, ulewy, opady śniegu)	Nieprzewidywalność zjawisk atmosferycznych.	Okresowe ograniczenie funkcjonalności infrastruktury.	B	II	Niski	Dostosowanie środków trwałych do zmian klimatycznych.
Dostępność środków krajowych na finansowanie nakładów inwestycyjnych	Wiele inwestycji wymaga finansowania. Nie jest możliwe sfinansowanie wszystkich inwestycji w całości.	Brak środków na realizację inwestycji.	C	I	Niski	Poszukiwanie alternatywnych źródeł finansowania.



**Aktualizacja korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych**

<b>Ryzyko</b>	<b>Przyczyny</b>	<b>Skutki</b>	<b>Prawdopodobieństw</b>	<b>Dotkliwość</b>	<b>Poziom ryzyka</b>	<b>Środki zapobiegawcze i/lub ograniczające</b>
Opóźnienia wypłat środków na podstawie składanych wniosków o płatność	Brak środków pieniężnych posiadanych przez instytucję zarządzającą.	Opóźnienia w zapłacie Wykonawcy.	C	III	Średni	Finansowanie inwestycji z wkładu własnego. Konieczność zapewnienia środków zastępczych, kredytów i pożyczek.
Zmiany w wymogach środowiskowych	Niestabilność przepisów prawnych.	Opóźnienia w realizacji projektu.	B	II	Niski	Ciągłe monitorowanie projektów przepisów prawa, prowadzenie negocjacji z administracją centralną.
Sprzeciw społeczny	Negatywne reakcje mieszkańców na inwestycje realizowane przez miasto.	Opóźnienia realizacji projektu.	A	II	Niski	Kampania informacyjna i uświadamiająca.
Ryzyko niezawodności technicznej	Usterki techniczne zakupionego taboru.	Możliwe zakłócenie kursowania autobusów elektrycznych.	B	II	Niski	Zapewnione zostanie wsparcie techniczne producenta autobusów elektrycznych w okresie eksploatacji. Określenie minimalnych wymagań trwałości, niezawodności w wymaganiach przetargowych.

**Aktualizacja korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych**

Ryzyko	Przyczyny	Skutki	Prawdopodobieństw	Dotkliwość	Poziom ryzyka	Środki zapobiegawcze i/lub ograniczające
Wzrost cen nośników energii	Zmiany stawek u Operatora.	Wzrost kosztów utrzymanie infrastruktury.	C	III	Średni	Stąły monitoring zmian cen nośników energii. Zawarcie wieloletnich umów na dostawę nośników energii. Uwzględnienie wysokich kosztów zakupu energii na etapie planowanie. Szacowanie kosztów w sposób ostrożny. Dywersyfikacja napędu we flocie na etapie wdrażania.
Uszkodzenia sieci zasilającej stacje ładowana	Zdarzenia losowe, uszkodzenia mechaniczne sieci zasilającej.	Możliwe zakłócenie kursowania autobusów elektrycznych.	B	II	Niski	Zobowiązanie Operatora do możliwie szybkiego usuwania usterek technicznych. Dywersyfikacja napędu pojazdów.
Awarie stacji ładowania	Usterki techniczne.	Możliwe zakłócenie kursowania autobusów elektrycznych.	B	II	Niski	Zapewnienie gwarancji oraz wsparcia technicznego od podmiotu dostarczającego stacje ładowania. Wymagania zapewnienia minimalnej trwałości dostarczanych urządzeń.

**Aktualizacja korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych**

<b>Ryzyko</b>	<b>Przyczyny</b>	<b>Skutki</b>	<b>Prawdopodobieństw</b>	<b>Dotkliwość</b>	<b>Poziom ryzyka</b>	<b>Środki zapobiegawcze i/lub ograniczające</b>
Wyższa awaryjność taboru związane z zastosowaniem nowej technologii	Usterki techniczne zakupionego taboru.	Możliwe zakłócenie kursowania autobusów elektrycznych.	B	II	Niski	Zapewnienie wsparcia technicznego producenta autobusów elektrycznych w okresie eksploatacji.
Wzrost kosztów realizacji po rozstrzygnięciu zamówienia	Inflacja, wzrost kosztów utrzymania.	Wzrost kosztów projektu.	C	II	Średni	Stały monitoring wyników finansowych. Pozyskiwanie finansowania ze stałym oprocentowaniem, prowadzenie negocjacji z administracją centralną.
Opóźnienia w dostawie autobusów	Niewywiązywanie się dostawcy autobusów elektrycznych z terminów dostaw przewidzianych umową.	Opóźnienia w realizacji projektu.	B	III	Średni	Stały monitoring postępu prac nad konstrukcją nowych autobusów.
Nadmierne skrócenie żywotności baterii i konieczność częstszej wymiany	Błędnie opracowanie specyfikacji technicznej dla kupowanych autobusów, wadliwość, zawodność elementu.	Wzrost kosztów utrzymania zakupionego w ramach projektu taboru.	B	III	Średni	Prawidłowe opracowanie SIWZ, zapewnienie w wymaganiach przetargu gwarancji na zestawy bateryjne.

Źródło: opracowanie własne na podstawie Niebieskiej Księgi Transportu

## Podsumowanie analizy ryzyka

Dla przedmiotowego projektu przeprowadzono jakościową analizę ryzyka. W pierwszej kolejności dokonano identyfikacji ryzyka dla zbioru czynników zdefiniowanych w wytycznych przedmiotowych, które należy poddawać ocenie istotności w ocenie rozważanego projektu. Przyjęcie znormalizowanej listy czynników wypracowanej na bazie doświadczenia eksperckiego, zalecanej do stosowania w badaniach lokalnych, zapewnia szeroką perspektywę analizy. Pozwala to zminimalizować ryzyko pominięcia pewnych czynników i tym samym gwarantuje, że analiza ma charakter kompleksowy i rozważa zagadnienie w ujęciu systemowym. Na podstawie identyfikacji wybrano do dalszej analizy czynniki, dla których określono występowanie aktywnego ryzyka w projekcie, czyli realnego oddziaływania na powodzenie projektu, osiągnięcie celów i prawidłową, właściwą, pełną realizację zamierzeń, a mogących zakłócać zgodność realizacji, wdrażania przedsięwzięcia względem opracowanych planów. Dokonano podziału na ryzyka aktywne i nieaktywne. Dla ryzyka aktywnego określono przyczyny, potencjalne skutki, podmiot zarządzający danym ryzykiem, fazę projektu, której dane ryzyko dotyczy, następnie zdiagnozowano prawdopodobieństwo wystąpienia, dotkliwość oraz poziom ryzyka. Na podstawie poziomu ryzyka zaproponowano środki zapobiegawcze albo ograniczające.

W projekcie nie zidentyfikowano ryzyka na poziomie wysokim bądź bardzo wysokim. Większość ryzyk utrzymuje się na niskim lub średnim poziomie, natomiast prawdopodobieństwo ich wystąpienia, jak i dotkliwość danego ryzyka jest zazwyczaj niska.

Ryzykami na średnim poziomie są:

- niewłaściwe oszacowanie kosztów projektu;
- opóźnienia w realizacji procedur zamówień;
- koszty operacyjne i koszty utrzymania wyższe niż przewidywano;
- opóźnienia wypłat środków na podstawie składanych wniosków o płatność;
- wzrost cen nośników energii;
- wzrost kosztów realizacji po rozstrzygnięciu zamówienia;
- opóźnienia w dostawie autobusów;

- nadmierne skrócenie żywotności baterii i konieczności częstszej wymiany.

Z przeprowadzonej analizy ryzyka wynika, że Organizator transportu publicznego jest zarządzającym poszczególnymi kategoriami ryzyka. Oczywiście istnieje ryzyko negatywnych zjawisk atmosferycznych (powodzie), jednakże Organizator transportu publicznego może się w odpowiedni sposób zabezpieczyć poprzez m.in. wykup ubezpieczenia oraz zastosowanie odpowiednich działań adaptacyjnych, a władze miejskie powinny podejmować ponadto pewne działania zaradcze, stwarzać warunki poprzez kształtowanie infrastruktury i przestrzeni miejskiej, zapobiegających krytycznemu, negatywnemu oddziaływaniu powodzi na system transportowy. Większość powyższych ryzyk może zostać skutecznie ograniczona lub wyeliminowana poprzez podjęcie odpowiednich działań prewencyjnych. Kluczowym czynnikiem, główną przyczyną niepewności w projekcie jest trudna bieżąca sytuacja społeczno-gospodarcza. Wysoka inflacja, wzrost cen energii pociągają za sobą zmiany i zagrożenia dla całej gospodarki. Wyjątkowość aktualnej sytuacji wynika z jej nieprzewidywalności i trudności określenia przyszłego rozwoju wydarzeń dalszych zmian wahań wartości nośników energii, stabilności gospodarki. Bardzo trudne jest obecnie prognozowanie przyszłości na bazie dotychczasowych doświadczeń i danych historycznych, gdyż w znacznym stopniu zmieniły się uwarunkowania. Wszystko to powoduje, że rośnie prawdopodobieństwo zaburzeń, zakłóceń w przepływach finansowych i ciągłości finansowej ze względu na możliwe trudności w zapewnieniu finansowania, w tym zewnętrznego oraz potencjalnie możliwe znaczne zmiany wysokości kosztów poszczególnych działań.

## 9. Konsultacje społeczne

---

Charakterystyka zakresu i rezultatów konsultacji społecznych projektu zostanie uzupełniona po zakończeniu konsultacji.

## 10. Rekomendacje

---

Na podstawie Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych miasto Łódź jest zobligowane do opracowania aktualizacji korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem pojazdów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. W ramach niniejszego opracowania wykonano:

- analizę finansowo-ekonomiczną uwzględniającą ponoszenie nakładów inwestycyjnych na zakup taboru z napędem alternatywnym, nakłady odtworzeniowe zakładające wymianę pozostałych autobusów, koszty eksploatacji pojazdów oraz wartość rezydualną inwestycji;
- analizę wrażliwości rezultatów projektu na zmiany cen rozważanych czynników wpływających na projekt;
- analizę ryzyka identyfikującą kluczowe, niepożądane sytuacje, spłyty wydarzeń, które mogą prowadzić do nieosiągnięcia założonych celów projektu, pociągać za sobą straty i nakłady finansowe niezbędne na zapobieganie ich wystąpieniu lub przeciwdziałanie skutkom;
- oszacowanie efektów środowiskowych na podstawie metodyki zaproponowanej przez Centrum Unijnych Projektów Transportowych;
- analizę społeczno-ekonomiczną uwzględniającą wyniki analizy finansowo-ekonomicznej oraz wycenę kosztów emisji szkodliwych substancji oraz hałasu.

Analizie poddano cztery alternatywne warianty postępowania w zakresie zapewnienia realizacji świadczenia usług przewozowych przez MPK-Łódź Sp. z o.o. Przyjęto, że w kolejnych latach wycofywane będą wszystkie pojazdy poszczególnych klas i modeli autobusów w określonym wieku. W ramach wariantów inwestycyjnych nr 1, 2 i 3 założono wymianę najstarszych pojazdów w takim zakresie, aby spełnić wymagania ustawowe udziału pojazdów z napędem alternatywnym w strukturze taboru MPK-Łódź Sp. z o.o. Nabywany w zamian nowy tabor pozwoli spełnić wymagania docelowego udziału liczby pojazdów z napędem alternatywnym w czasie możliwie najbardziej zbliżonym z terminami przewidzianymi prawem. Dzięki zastępowaniu w całości określonych modeli zmniejszona zostanie różnorodność w parku taborowym, co uprości działania i zmniejszy koszty związane z utrzymaniem taboru. Kupowane będą pojazdy tej samej klasy i w tej samej liczbie, co wycofywany tabor. Zapobiegnie to dodatkowym trudnościom w konwersji taboru i zniweluje problem zmian

przydziału autobusów do realizacji poszczególnych, innych niż dotychczas zadań transportowych.

Warianty przyjęte w analizie obejmują:

- wariant 0 – wariant bazowy, w którym założono utrzymanie dotychczasowej struktury floty poprzez zastępowanie najstarszych pojazdów nowymi pojazdami o napędzie spalinowym spełniającym wymagania normy emisji spalin Euro 6 przy jednoczesnym braku działań związanych z zakupem pojazdów z napędem alternatywnym i wycofywania najstarszych pojazdów;
- wariant 1 inwestycyjny – w zdecydowanej większości nowy tabor będzie zeroemisyjny – elektryczny (w związku z dotychczasowym doświadczeniem Operatora). Pozyskanych do realizacji zadań przewozowych zostanie łącznie 97 pojazdów klasy MEGA i 74 pojazdów klasy MEGA;
- wariant 2 inwestycyjny – W wariantcie 2 założono, że podstawę docelowej struktury parku taborowego będą stanowiły pojazdy wodorowe. Oznacza to, że zastępowanie najstarszego taboru będzie obejmowało w pierwszej kolejności zakup przede wszystkim autobusów elektrycznych, co wynika z poczynionych już planów zakupu kilkudziesięciu autobusów elektrycznych. Równocześnie zastępowanie pojazdów spalinowych będzie odbywało się sukcesywnie poprzez wycofywanie kolejnych modeli i klas pojazdów oraz zastępowanie ich pojazdami z napędem wodorowym. W pierwszym roku analizy planowana jest wymiana 81 pojazdów klasy MEGA i 30 pojazdów klasy MAXI. Następnie 16 pojazdów klasy MEGA i 44 klasy MAXI
- wariant 3 inwestycyjny – W wariantcie 3 założono, że w docelowej strukturze parku taborowego wprowadzonych do eksploatacji zostanie tylko tyle pojazdów poszczególnych typów, ile wymagane jest zapisami ustawy. Oznacza to, że zastępowanie najstarszego taboru będzie obejmowało równoczesny zakup autobusów elektrycznych, jak i tańszych autobusów z napędem gazowym CNG. Zastępowanie pojazdów spalinowych będzie odbywało się sukcesywnie poprzez wycofywanie kolejnych modeli i klas pojazdów pojazdami z napędem innym niż spalinowy w takich proporcjach, aby w całkowitej strukturze floty w kolejnych latach zapewnić porównywalny, podobny udział autobusów



z napędem zeroemisyjnym (elektrycznym) i innym alternatywnym (CNG). Aby spełnić wymagania ustawy, w pierwszym roku analizy założono zakup 62 autobusów elektrycznych i tylko 49 autobusów zasilanych gazem CNG. W kolejnych latach natomiast w większej ilości będą kupowane autobusy z napędem alternatywnym w porównaniu z zakupami autobusów elektrycznych. Kluczową zaletę danego wariantu stanowi ogólnodostępna stacja tankowania gazu CNG zlokalizowana na obszarze Łodzi i zarządzana przez odrębny podmiot.

Jako okres analizy przyjęto lata 2024-2033, zgodnie z wytycznymi Ministerstwa Klimatu i Środowiska. Rozważany w niniejszej analizie harmonogram konwersji floty zapewnia spełnienie zdefiniowanych w art. 36 Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych, co sprawia, że spełnione zostaną w założonym terminie wymagania minimalnej liczby autobusów zeroemisyjnych oraz o napędzie alternatywnym przy świadczeniu komunikacji miejskiej w Łodzi.

Przeprowadzona analiza finansowo-ekonomiczna wykazała ujemną wartość wskaźnika efektywności finansowej w wariantach 1, 2 i 3. Oznacza to, że inwestycja w autobusy wodorowe, elektryczne, jak i zasilane gazem CNG jest nieopłacalna pod względem finansowym.

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

**Negatywny wynik analizy wskazuje, iż nie musi zostać spełniony ustawowy obowiązek dotyczący udziałów autobusów zeroemisyjnych we flocie MPK-Łódź Sp. z o.o. przez najbliższe 36 miesięcy, tj. do sporządzenia następnego analizy.**

Pomimo tego miasto Łódź, na mocy art. 68a, powinno podjąć się zakupu takich pojazdów przy uzyskaniu wsparcia zewnętrznego (środków unijnych, krajowych lub poprzez leasing, dzierżawę pojazdów) lub uwzględnić wymóg pojazdów zeroemisyjnych przy przetargu na świadczenie usług publicznego transportu zbiorowego. Przy uzyskaniu wsparcia zewnętrznego powinna zostać przeprowadzona odrębna analiza kosztów i korzyści dla danego projektu inwestycyjnego, przykładowo wymiany starszych pojazdów na nowe, która

otrzyma pozytywne wyniki wskaźników efektywności ekonomicznej wymaganych do uzyskania funduszy unijnych.

Wnioski z analizy są tożsame z wnioskami analogicznej analizy dla Miasta Łodzi z 2021 roku, gdzie wykazano brak zasadności zakupu pojazdów elektrycznych ze względów ekonomicznych. Wskazano równocześnie, że nie należy ograniczać zakupu taboru elektrycznego, którego dostępność finansowa może być wyższa ze względu na możliwości pozyskania dofinansowania, które od wysokości 35 % determinuje większą opłacalność zakupu autobusu elektrycznego od spalinowego. Zasygnalizowano, że poprawa technologii związanej z magazynowaniem energii przewidywana na przestrzeni kolejnych lat wpłynie pozytywnie na opłacalność zakupu taboru o napędzie elektrycznym.

Planowane są zmiany ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych. Na podstawie informacji dostępnych na początku sierpnia 2024 r. zmiany obejmą wprowadzenie obowiązku nabywania wyłącznie pojazdów zeroemisyjnych w miastach liczących powyżej 100 tys. mieszkańców w celu świadczenia usługi komunikacji miejskiej oraz do zawierania umów przewozu wyłącznie z podmiotami posiadającymi takie pojazdy. Jednocześnie zmiany zakładają zniesienie obowiązku wykonywania, zlecenia lub powierzania wykonania zadań publicznych z zapewnieniem odpowiedniego udziału pojazdów elektrycznych lub napędzanych gazem ziemnym oraz zniesienie obowiązku świadczenia i zlecenia świadczenia usługi komunikacji miejskiej z zapewnieniem określonego udziału autobusów zeroemisyjnych lub autobusów napędzanych biometanem we flocie użytkowanych pojazdów na określonym ustawowo poziomie. W związku z powyższym wycofaniu ulegnie także określony w art. 37 obowiązek sporządzania analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej, autobusów zeroemisyjnych.

## SPIS TABEL

TABELA 2.1 LICZBA LUDNOŚCI GMIN AGLOMERACJI ŁÓDZKIEJ W LATACH 2019-2023 .....	13
TABELA 2.2 ZESTAWIENIE WYBRANYCH CHARAKTERYSTYK TABORU EKSPLOATOWANEGO PRZEZ MPK-ŁÓDŹ SP. Z O.O. ....	23
TABELA 2.3 WYKAZ LINII AUTOBUSOWYCH OBSŁUGIWANYCH PRZEZ MPK-ŁÓDŹ SP. Z O.O. WRAZ Z PUNKTAMI KRAŃCOWYMI WEDŁUG STANU NA DZIEŃ 01.08.2024 R. ....	27
TABELA 4.1 PLANOWANY UDZIAŁ WYMIENIONYCH POJAZDÓW W CAŁKOWITYM TABORZE MIEJSKIM W WYNIKU REALIZACJI WARIANTÓW INWESTYCYJNYCH .....	51
TABELA 4.2. ZESTAWIENIE WYBRANYCH KOSZTÓW ZWIĄZANYCH Z INSTALACJĄ STACJI ŁADOWANIA .....	60
TABELA 4.3. PRZYKŁADOWE ZESTAWIENIE OFEROWANYCH OBECNIE MODELI AUTOBUSÓW WODOROWYCH .	61
TABELA 4.4 TABOR AUTOBUSOWY - WARIANT WYJŚCIOWY .....	63
TABELA 4.5 TABOR AUTOBUSOWY - WARIANT INWESTYCYJNY 1 .....	64
TABELA 4.6 TABOR AUTOBUSOWY - WARIANT INWESTYCYJNY 2 .....	65
TABELA 4.7 TABOR AUTOBUSOWY - WARIANT INWESTYCYJNY 3 .....	66
TABELA 4.8 ZESTAWIENIE DZIENNYCH MIEJSKICH AUTOBUSOWYCH LINII KOMUNIKACYJNYCH MPK-ŁÓDŹ SP. Z O.O. UPORZĄDKOWANYCH WEDŁUG MALEJĄCEJ DOSTĘPNOŚCI PRZESTRZENNEJ DLA UCZNIÓW .....	69
TABELA 5.1 BUDŻET GMINY MIASTA ŁÓDŹ W LATACH 2020-2024 [MLN ZŁ] .....	72
TABELA 5.2 RACHUNEK ZYSKÓW I STRAT DLA MPK-ŁÓDŹ SP. Z O.O. W LATACH 2020-2023 [TYS. ZŁ].....	73
TABELA 5.3 AKTUALNY STAN TABORU W MPK ŁÓDŹ SP. Z O.O. WG. STANU NA DZIEŃ 01.06.2024 R. ....	78
TABELA 5.4 STAN TABORU W WARIANCIE BEZINWESTYCYJNYM .....	79
TABELA 5.5 STAN TABORU W WARIANCIE INWESTYCYJNYM 1 .....	79
TABELA 5.6 STAN TABORU W WARIANCIE INWESTYCYJNYM 2 .....	79
TABELA 5.7 STAN TABORU W WARIANCIE INWESTYCYJNYM 3 .....	80
TABELA 5.8 PLAN PONOSZENIA NAKŁADÓW INWESTYCYJNYCH W WARIANCIE 1 .....	81
TABELA 5.9 PLAN PONOSZENIA NAKŁADÓW INWESTYCYJNYCH W WARIANCIE 2 .....	81
TABELA 5.10 PLAN PONOSZENIA NAKŁADÓW INWESTYCYJNYCH W WARIANCIE 3 .....	82
TABELA 5.11 PORÓWNANIE NAKŁADÓW INWESTYCYJNYCH .....	82
TABELA 5.12 ZAŁOŻENIA DOT. NAKŁADÓW ODTWORZENIOWYCH W WARIANTACH INWESTYCYJNYCH.....	83
TABELA 5.13 HARMONOGRAM PONOSZENIA NAKŁADÓW ODTWORZENIOWYCH W POSZCZEGÓLNYCH WARIANTACH .....	84
TABELA 5.14 PORÓWNANIE NAKŁADÓW ODTWORZENIOWYCH W ROZWAŻANYCH WARIANTACH .....	84
TABELA 5.15 ZAŁOŻENIA DOT. KOSZTÓW OPERACYJNYCH - CENY PALIW/ENERGII .....	85
TABELA 5.16 RÓŻNICA W KOSZTACH OPERACYJNYCH W WARIANCIE 1 (ELEKTRYCZNE) (W1-W0).....	86
TABELA 5.17 RÓŻNICA W KOSZTACH OPERACYJNYCH W WARIANCIE 2 (WODOROWY) (W2-W0) .....	87
TABELA 5.18 RÓŻNICA W KOSZTACH OPERACYJNYCH W WARIANCIE 3 (CNG) (W3-W0).....	88
TABELA 5.19 WARTOŚĆ REZYDUALNA .....	89
TABELA 5.20 PORÓWNANIE ROZPATRYWANYCH WARIANTÓW - WSKAŹNIK NPV ORAZ IRR .....	90
TABELA 6.1 EMISJA CO <sub>2</sub> W KG W WYBRANYCH WARIANTACH REALIZACJI PROJEKTU. ....	91
TABELA 6.2 EMISJA NMHC/NMVOC W KG W WYBRANYCH WARIANTACH REALIZACJI PROJEKTU. ....	92
TABELA 6.3 EMISJA NO <sub>x</sub> W KG W WYBRANYCH WARIANTACH REALIZACJI PROJEKTU. ....	92
TABELA 6.4 EMISJA PM W KG W WYBRANYCH WARIANTACH REALIZACJI PROJEKTU. ....	93
TABELA 6.5 EMISJA SO <sub>2</sub> W KG W WYBRANYCH WARIANTACH REALIZACJI PROJEKTU. ....	94
TABELA 7.1 PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA DO ANALIZY SPOŁECZNO-EKONOMICZNEJ.....	95
TABELA 7.2 KOSZTY EMISJI CO <sub>2</sub> W WYNIKU REALIZACJI W1 .....	95
TABELA 7.3 KOSZTY EMISJI CO <sub>2</sub> W WYNIKU REALIZACJI W2 .....	96
TABELA 7.4 KOSZTY EMISJI CO <sub>2</sub> W WYNIKU REALIZACJI W3 .....	96
TABELA 7.5 KOSZTY EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ – W1 .....	98
TABELA 7.6 KOSZTY EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ – W2 .....	99
TABELA 7.7 KOSZTY EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ – W3 .....	100
TABELA 7.8 KOSZTY HAŁASU – W1.....	101

**Aktualizacja korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych**

TABELA 7.9 KOSZTY HAŁASU – W2.....	101
TABELA 7.10 KOSZTY HAŁASU – W3.....	102
TABELA 7.11 PORÓWNANIE WYNIKÓW ANALIZY SPOŁECZNO-EKONOMICZNEJ .....	103
TABELA 8.1 BADANIE ZMIENNYCH KRYTYCZNYCH DLA MIARY ENPV .....	106
TABELA 8.2 ANALIZA WARTOŚCI PROGOWYCH W1.....	107
TABELA 8.3 ANALIZA WARTOŚCI PROGOWYCH W2.....	107
TABELA 8.4 ANALIZA WARTOŚCI PROGOWYCH W3.....	107
TABELA 8.5. IDENTYFIKACJA RYZYKA.....	109
TABELA 8.6. OZNACZENIA PRAWDOPODOBIENSTWA WYSTĄPIENIA RYZYKA .....	113
TABELA 8.7. ANALIZA JAKOŚCIOWA RYZYKA - SKALA ODDZIAŁYWANIA NA PROJEKT .....	113
TABELA 8.8. MATRYCA POZIOMU RYZYKA .....	114
TABELA 8.9. MATRYCA POZIOMU RYZYKA .....	116
TABELA 8.10. CHARAKTERYSTYKA RYZYK .....	117
TABELA 0.1 ZESTAWIENIE WARTOŚCI WYBRANYCH CHARAKTERYSTYK EKSPLOATACYJNYCH LINII KOMUNIKACYJNYCH MPK-ŁÓDŹ SP. Z O.O.....	133
TABELA 0.2 ZESTAWIENIE LICZBY GENERATORÓW RUCHU W OBSZARZE OBSŁUGIWANYM PRZEZ POSZCZEGÓLNE LINIE KOMUNIKACYJNE MPK-ŁÓDŹ SP. Z O.O. W PODZIALE NA TYPY GENERATORÓW RUCHU .....	135
TABELA 0.3 ZESTAWIENIE UDZIAŁÓW TYPÓW ZAGOSPODAROWANIA PRZESTRZENNEGO W OBSZARZE OBSŁUGIWANYM PRZEZ LINIE KOMUNIKACYJNE MPK-ŁÓDŹ SP. Z O.O.....	137

## **SPIS RYSUNKÓW**

RYSUNEK 2.1 LOKALIZACJA ŁODZI NA TLE KRAJU .....	10
RYSUNEK 2.2 LOKALIZACJA ŁODZI NA TLE ŁÓDZKIEGO OBSZARU METROPOLITALNEGO .....	11
RYSUNEK 2.4 GENERATORY RUCHU NA OBSZARZE FUNKCJONOWANIA MPK-ŁÓDŹ SP. Z O.O.....	15
RYSUNEK 2.5 UKŁAD TRAS KOLEJOWYCH NA OBSZARZE AGLOMERACJI ŁÓDZKIEJ .....	19
RYSUNEK 2.6 SIEĆ TRAMWAJOWA NA OBSZARZE AGLOMERACJI ŁÓDZKIEJ .....	21
RYSUNEK 2.7 SIECI POŁĄCZEŃ OBSŁUGIWANYCH PRZEZ MPK-ŁÓDŹ SP. Z O.O.....	22

## ZAŁĄCZNIK A

**Tabela 0.1 Zestawienie wartości wybranych charakterystyk eksploatacyjnych linii komunikacyjnych MPK-Łódź Sp. z o.o.**

Nr linii	Praca przewozowa [wozokm]	Czas realizacji zadań transportowych [wozoh]	Efektywna praca przewozowa [Ph]	Liczba kursów [szt./dość]	Średnia długość trasy w wariantach [km]
80B	1586	3,99	3,99	31	10,4
80A	1465	4,11	4,11	30	21,1
86	2078	7,26	7,26	70	6,2
83	2093	6,55	6,55	60	6,5
96	5115	14,79	14,79	105	9,7
72A	2897	7,56	7,56	52	10,7
72B	797	1,74	1,74	12	11,8
55A	1947	6,08	6,08	54	7,2
75A	1198	2,95	2,95	23	8,9
57	1623	5,99	5,99	56	5,8
75B	1231	3,10	3,10	24	8,7
65B	1319	4,12	4,12	28	9,8
65A	1021	2,95	2,95	22	10,4
70	2821	8,65	8,65	83	8,3
59	2313	7,69	7,69	67	7,1
99	1936	5,87	5,87	56	6,6
69A	2554	6,39	6,39	61	7,4
69B	1370	3,52	3,52	35	8,6
54A	296	0,86	0,86	20	11,0
73	1100	3,72	3,72	55	6,5
54B	286	0,74	0,74	18	7,9
85	771	2,28	2,28	38	5,4
92A	1129	2,89	2,89	36	8,5
92B	217	0,44	0,44	7	11,7
82B	981	2,29	2,29	28	11,9
87B	652	2,19	2,19	27	5,5
87A	627	2,19	2,19	27	5,3
77	856	2,83	2,83	36	5,7
58A	317	1,08	1,08	19	8,6
63	824	2,33	2,33	31	5,8
78	1432	3,59	3,59	66	6,9
58B	385	1,20	1,20	21	6,1
82A	655	1,73	1,73	30	10,5
64B	1733	4,82	4,82	48	10,3
81	2311	6,70	6,70	75	6,0
64A	417	1,31	1,31	14	12,2
60D	371	0,81	0,81	17	7,8

**Aktualizacja korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych**

Nr linii	Praca przewozowa [wozokm]	Czas realizacji zadań transportowych h [wozoh]	Efektywna praca przewozowa [Ph]	Liczba kursów [szt./doba]	Średnia długość trasy w wariantach [km]
60C	646	1,19	1,19	6	17,2
52	1267	3,96	3,96	61	4,1
53B	950	1,70	1,70	18	14,4
71B	892	2,12	2,12	29	6,9
71A	397	0,77	0,77	11	12,8
90B	325	0,67	0,67	6	17,5
97A	897	1,88	1,88	23	9,1
89	1111	2,79	2,79	41	5,7
76	1970	4,80	4,80	65	5,9
60B	225	0,42	0,42	6	14,1
60A	889	1,93	1,93	32	7,8
91C	494	0,94	0,94	11	16,5
91B	233	0,53	0,53	6	14,8
56	596	1,48	1,48	19	9,6
91A	595	1,34	1,34	24	13,4
W	1285	2,73	2,73	54	9,6
97B	562	1,31	1,31	22	6,3
94	241	0,64	0,64	13	4,4
88B	394	0,76	0,76	9	13,2
88C	387	0,75	0,75	10	14,6
50A	541	1,39	1,39	20	6,7
50B	121	0,25	0,25	4	7,2
84B	305	0,80	0,80	21	4,3
53A	1241	3,07	3,07	54	8,2
84A	259	0,80	0,80	21	4,6
88D	242	0,58	0,58	8	8,8
90A	503	1,26	1,26	28	10,6
51A	523	1,42	1,42	23	7,5
51B	280	0,59	0,59	10	10,9
62	1105	2,92	2,92	56	5,5
88A	598	1,57	1,57	33	6,8
68	1088	2,49	2,49	29	6,4
66	535	1,16	1,16	31	6,3
Z3	353	1,00	1,00	66	3,2
93	673	1,84	1,84	29	4,9
H	170	0,38	0,38	12	5,7
F1	204	0,60	0,60	12	7,0
G1	463	1,25	1,25	59	2,7
G2	290	0,67	0,67	24	4,3

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MPK-Łódź Sp. z o.o.

**Tabela 0.2 Zestawienie liczby generatorów ruchu w obszarze obsługiwanym przez poszczególne linie komunikacyjne MPK-Łódź Sp. z o.o. w podziale na typy generatorów ruchu**

Nr linii	Typ generatorów w ruchu								Łączna liczba generatorów ruchu
	Obiekty kultury	Obiekty bazy noclegowej	Zakłady pracy w sektorze przemysłu	Obiekty handlowo usługowe	Obiekty sportowe	Obiekty edukacyjne	Urzędy	Ośrodki opieki medycznej	
50A	6	7	50	13	16	22	9	11	134
50B	6	7	54	27	16	22	9	11	152
51A	12	5	30	0	9	12	14	12	94
51B	12	5	30	1	12	12	14	12	98
52	6	16	81	23	17	22	10	34	209
53A	12	6	45	6	11	10	16	15	121
53B	18	8	90	23	21	26	33	39	258
54A	6	11	69	15	25	41	21	21	209
54B	6	10	68	12	25	39	20	21	201
55A	40	33	120	51	59	85	17	106	511
56	6	1	43	25	13	18	14	22	142
57	74	51	128	33	56	67	45	138	592
58A	34	4	47	7	17	38	4	32	183
58B	34	4	42	7	17	37	4	22	167
59	81	40	129	37	51	71	61	97	567
60A	13	5	35	5	13	19	13	15	118
60B	13	11	35	5	13	21	13	15	126
60C	13	11	38	10	17	30	17	19	155
60D	13	2	41	9	18	22	13	15	133
62	5	3	46	18	16	14	16	12	130
63	4	11	87	20	20	28	8	28	206
64A	14	5	68	18	21	40	18	30	214
64B	14	5	67	25	26	43	18	30	228
65A	46	50	179	50	50	88	47	91	601
65B	25	40	155	44	46	81	24	67	482
66	0	2	8	4	9	7	1	3	34
68	8	10	58	18	17	19	7	10	147
69A	18	5	221	58	42	61	20	70	495
69B	18	5	159	58	42	61	20	70	433
70	35	13	70	40	29	84	32	70	373
71A	10	3	62	29	9	31	11	12	167
71B	13	5	74	27	9	31	11	14	184
72A	51	24	195	39	49	95	55	95	603

**Aktualizacja korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych**

Nr linii	Typ generatorów w ruchu								Łączna liczba generatorów ruchu
	Obiekty kultury	Obiekty bazy noclegowej	Zakłady pracy w sektorze przemysłu	Obiekty handlowo usługowe	Obiekty sportowe	Obiekty edukacyjne	Urzędy	Ośrodki opieki medycznej	
72B	49	24	183	37	49	93	53	103	591
73	46	32	55	16	18	49	33	49	298
75A	22	12	149	46	57	69	23	37	415
75B	22	12	137	44	60	65	23	37	400
76	12	9	117	37	13	34	2	75	299
77	32	29	103	19	26	50	21	37	317
78	10	4	89	25	29	36	10	37	240
80A	54	40	144	61	66	109	61	79	614
80B	56	39	142	59	65	112	59	79	611
81	14	11	152	24	8	29	13	29	280
82A	10	2	33	23	23	29	4	12	136
82B	24	6	56	31	38	40	14	18	227
83	52	30	159	27	67	87	50	69	541
84A	2	0	18	11	10	13	4	8	66
84B	2	2	41	17	9	13	4	12	100
85	20	5	35	28	29	50	17	59	243
86	114	75	196	54	67	117	49	158	830
87A	56	46	72	20	33	36	13	51	327
87B	56	46	66	20	35	36	13	51	323
88A	15	6	33	2	6	10	15	17	104
88B	17	8	42	2	8	12	15	19	123
88C	15	8	40	2	8	12	15	19	119
88D	15	8	44	4	10	15	15	21	132
89	6	14	146	22	17	20	10	14	249
90A	2	0	26	5	4	8	2	3	50
90B	16	2	69	24	9	26	17	30	193
91A	0	3	11	9	4	11	3	3	44
91B	0	5	14	10	4	13	4	3	53
91C	2	6	14	10	4	14	4	3	57
92A	11	2	89	32	20	45	8	11	218
92B	11	2	90	32	20	45	8	11	219
93	8	11	58	8	8	6	5	7	111
94	12	5	105	9	11	33	10	32	217
96	82	43	155	65	57	136	41	121	700
97A	4	6	136	32	16	17	11	22	244
97B	6	7	40	10	7	9	5	9	93
99	19	33	92	45	34	79	15	86	403



Aktualizacja korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych

Nr linii	Typ generatorów w ruchu								Łączna liczba generatorów ruchu
	Obiekty kultury	Obiekty bazy noclegowej	Zakłady pracy w sektorze przemysłu	Obiekty handlowo usługowe	Obiekty sportowe	Obiekty edukacyjne	Urzędy	Ośrodki opieki medycznej	
F1	0	0	51	3	6	4	0	0	64
G1	2	0	29	6	5	0	0	2	44
G2	2	0	72	6	5	0	0	2	87
H	3	1	42	12	5	6	7	11	87
W	11	0	145	27	24	15	3	6	231
Z3	0	0	16	9	2	8	1	3	39

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MPK-Łódź Sp. z o.o.

**Tabela 0.3 Zestawienie udziałów typów zagospodarowania przestrzennego w obszarze obsługiwanym przez linie komunikacyjne MPK-Łódź Sp. z o.o.**

Nr linii	Zzabudowa wielorodzinna	Zzabudowa jednorodzinna	Tereny przemysłowe	Obszary leśne	Tereny zielone	Obszary rolnicze	Obszary wodne
50A	13%	55%	8%	12%	10%	2%	0%
50B	11%	51%	12%	11%	13%	2%	0%
51A	27%	23%	9%	22%	11%	4%	0%
51B	21%	24%	7%	27%	13%	5%	0%
52	46%	30%	8%	0%	7%	10%	0%
53A	27%	29%	13%	1%	24%	2%	0%
53B	22%	36%	7%	3%	20%	10%	0%
54A	19%	37%	19%	5%	8%	13%	0%
54B	17%	32%	17%	7%	14%	14%	0%
55A	59%	9%	18%	1%	9%	4%	0%
56	8%	52%	7%	4%	26%	3%	0%
57	67%	10%	12%	0%	9%	2%	0%
58A	25%	34%	18%	6%	13%	2%	0%
58B	28%	43%	16%	6%	5%	2%	0%
59	65%	13%	13%	0%	6%	3%	0%
60A	17%	26%	17%	7%	23%	5%	0%
60B	12%	25%	12%	9%	24%	14%	0%
60C	9%	31%	11%	7%	27%	13%	0%
60D	17%	42%	16%	3%	14%	4%	0%

**Aktualizacja korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych**

Nr linii	Zabudowa wielorodzinna	Zabudowa jednorodzinna	Tereny przemysłowe	Obszary leśne	Tereny zielone	Obszary rolnicze	Obszary wodne
62	4%	56%	10%	1%	17%	13%	0%
63	21%	56%	15%	1%	2%	5%	0%
64A	26%	36%	12%	3%	17%	3%	0%
64B	27%	33%	11%	7%	14%	5%	0%
65A	53%	20%	11%	4%	8%	4%	0%
65B	49%	19%	10%	5%	10%	6%	0%
66	0%	44%	0%	47%	3%	6%	0%
68	12%	45%	6%	3%	28%	6%	0%
69A	35%	12%	24%	0%	20%	6%	0%
69B	37%	12%	20%	0%	20%	7%	0%
70	42%	28%	4%	0%	17%	5%	0%
71A	20%	37%	4%	0%	24%	15%	0%
71B	20%	49%	4%	0%	23%	4%	0%
72A	45%	20%	13%	6%	11%	4%	0%
72B	44%	17%	15%	5%	15%	4%	0%
73	61%	11%	16%	0%	11%	0%	0%
75A	31%	41%	12%	0%	11%	5%	0%
75B	33%	38%	11%	0%	12%	5%	0%
76	33%	18%	19%	9%	13%	7%	0%
77	46%	30%	18%	3%	2%	2%	0%
78	38%	40%	14%	0%	8%	0%	0%
80A	54%	4%	10%	9%	12%	11%	0%
80B	56%	4%	11%	8%	12%	9%	0%
81	18%	26%	41%	0%	11%	4%	0%
82A	37%	30%	11%	11%	9%	2%	0%
82B	29%	39%	9%	9%	11%	3%	0%
83	50%	15%	14%	5%	5%	11%	0%
84A	20%	45%	13%	1%	20%	0%	0%
84B	20%	59%	12%	1%	7%	0%	0%
85	51%	18%	10%	13%	7%	1%	0%
86	65%	4%	9%	0%	13%	8%	0%
87A	61%	6%	14%	0%	8%	7%	0%
87B	59%	3%	13%	0%	18%	6%	0%
88A	30%	21%	23%	0%	15%	6%	0%
88B	16%	26%	7%	17%	11%	19%	0%
88C	16%	24%	7%	19%	14%	17%	0%
88D	22%	34%	10%	7%	11%	12%	0%
89	22%	19%	39%	1%	15%	4%	0%
90A	3%	43%	3%	11%	38%	2%	0%
90B	7%	51%	1%	4%	22%	15%	0%

**Aktualizacja korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej w Łodzi z przeprowadzeniem konsultacji społecznych**

Nr linii	Zabudowa wielorodzinna	Zabudowa jednorodzinna	Tereny przemysłowe	Obszary leśne	Tereny zielone	Obszary rolnicze	Obszary wodne
91A	2%	36%	2%	3%	29%	28%	0%
91B	2%	38%	1%	12%	24%	23%	0%
91C	1%	34%	1%	12%	22%	29%	0%
92A	22%	34%	15%	1%	28%	0%	0%
92B	20%	31%	15%	1%	32%	0%	0%
93	14%	19%	19%	0%	33%	14%	0%
94	4%	45%	0%	3%	21%	27%	0%
96	66%	8%	7%	5%	9%	3%	0%
97A	4%	68%	5%	12%	6%	6%	0%
97B	2%	48%	9%	20%	8%	14%	0%
99	52%	13%	9%	3%	14%	9%	0%
F1	5%	5%	24%	0%	67%	0%	0%
G1	13%	14%	20%	0%	37%	16%	0%
G2	11%	12%	30%	0%	34%	13%	0%
H	7%	40%	26%	3%	18%	7%	0%
W	40%	3%	32%	0%	22%	2%	0%
Z3	0%	98%	0%	2%	0%	0%	0%

Źródło: opracowanie własne na podstawie MPK-Łódź Sp. z o.o.