

**Analiza kosztów i korzyści związanych
z wykorzystaniem przy świadczeniu usług
komunikacji miejskiej autobusów
zeroemisyjnych**



Koszalin, listopad 2024



Spis treści

Spis treści.....	2
1. Wprowadzenie.....	4
1.1 Uwarunkowania prawne	4
1.2 Zawartość i cel opracowania	5
2. Metodyka analizy.....	7
2.1 Dane	7
2.2 Koncepcja obsługi sieci komunikacji miejskiej autobusami zeroemisyjnymi	7
2.3 Analiza finansowo-ekonomiczna	10
2.4 Analiza społeczno-ekonomiczna	13
3. Identyfikacja stanu aktualnego.....	18
3.1 Opis obszaru terytorialnego objętego analizą	18
3.2 Analiza otoczenia społeczno-gospodarczego na obszarze objętym AKK.....	19
3.3 Opis systemu komunikacyjnego na obszarze objętym analizą	23
3.4 Opis stanu taboru autobusowego MZK Koszalin	29
3.5 Sieć komunikacyjna autobusowa MZK Koszalin	31
4. Plan wymiany i rozwoju taboru	33
4.1 Transport zeroemisyjny w dokumentach strategicznych.....	33
4.2 Analiza wykonalności technicznej	38
Przegląd potencjalnych opcji wyboru rodzaju napędu	38
Przegląd rozwiązań ładowania autobusów elektrycznych	39
4.3 Warianty wymiany i rozwoju taboru.....	40
5. Analiza finansowo-ekonomiczna	42
5.1 Analiza sytuacji finansowej miasta i wpływu programu wymiany pojazdów na jej stabilność.....	42
5.2 Ocena sytuacji finansowej Operatora	45
5.3 Model nabywania pojazdów	46
5.4 Wymiana pojazdów na zeroemisyjne zrealizowana w latach 2021-2023	46
5.5 Efektywność finansowa	46



6. Oszacowanie efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla środowiska i zdrowia ludzi.....	56
7. Analiza społeczno-ekonomiczna	60
7.1 Wpływ na poziom i jakość życia, mobilność społeczną, ograniczenie wykluczenia komunikacyjnego na poziom i jakość życia, mobilność społeczną, ograniczenie wykluczenia komunikacyjnego, dostępność usług komunikacyjnych, innych usług społecznych i zamożność społeczności	60
7.2 Wycena kosztów zmian klimatu, emisji zanieczyszczeń i hałasu	62
7.3 Ocena korzyści wdrożenia pojazdów zeroemisyjnych - wskaźniki ENPV i ERR63	
7.4 Kluczowe wyzwania społeczno-ekonomiczne stojące przed systemem zbiorowej komunikacji miejskiej	65
8. Podsumowanie (wnioski i rekomendacje)	67
Spis rysunków	70
Spis tabel	71



1. Wprowadzenie

1.1 Uwarunkowania prawne

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 Zawartość i cel opracowania

Celem opracowania jest aktualizacja sporządzanej w 2021 r. analizy kosztów i korzyści związanej z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK) dla Miasta Koszalin, zorientowanej na działalność Miejskiego Zakładu Komunikacji w Koszalinie.

Niniejszy dokument powstał w związku z realizacją przez Miasto Koszalin założeń ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz.U z 2024 r. poz. 1289), 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;
- 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 i 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. W opracowaniu wykorzystywano pomocniczo zarówno w/w zasady i metody, jak też dane publikowane przez Centrum Unijnych Projektów Transportowych (CUPT).

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 Koszalinie.



2. Metodyka analizy

2.1 Dane

Dane wejściowe do analizy stanowiły między innymi dane otrzymane od Miasta Koszalin i MZK Sp. z o.o. w Koszalinie 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).

2.2 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 taborom zeroemisyjnym.

Punktem wyjścia dla wyznaczenia linii komunikacyjnych przeznaczonych do obsługi przez pojazdy zeroemisyjne są rekomendacje w zakresie wyboru linii komunikacyjnych w zależności od charakteru tras¹. 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 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;

¹ 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



- 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 uspokojonego 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.

2.3 Analiza finansowo-ekonomiczna

Analiza finansowo-ekonomiczna obejmowała:

- ocenę sytuacji finansowej miasta i wpływu programu wymiany pojazdów na jej stabilność;
- ocenę sytuacji finansowej podmiotu odpowiedzialnego za realizację usług transportowych;
- dostępne i preferowane modele nabycia pojazdów elektrycznych;
- dotychczasowy przebieg procesu wymiany pojazdów zeroemisyjnych w ostatnich 3 latach.

Celem analizy finansowej jest ponadto dokonanie oceny ekonomicznej efektywności inwestycji. Wykonany został rachunek opłacalności inwestycji. W analizie uwzględnia się planowane wpływy oraz wydatki wynikające bezpośrednio z realizacji inwestycji. Zgodnie z wytycznymi nie uwzględnia się wpływu inwestycji na wynik finansowy podmiotu inwestującego i pozostałe uwarunkowania jego działalności. Dzięki inwestycjom i wydatkom z nią związanym (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 też 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;

ΔNWC – 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.

Poziomą 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.

2.4 Analiza społeczno-ekonomiczna

Analiza finansowo-ekonomiczna odejmowała:

- wpływ na poziom i jakość życia, mobilność społeczną, ograniczenie wykluczenia komunikacyjnego, dostępność usług komunikacyjnych oraz innych usług społecznych;
- wycenę kosztów związanych z emisją szkodliwych substancji ;
- ocenę korzyści wdrożenia pojazdów zeroemisyjnych;
- kluczowe wyzwania społeczno-ekonomiczne stojące przed systemem zbiorowej komunikacji miejskiej.

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 społeczno-ekonomiczną przeprowadzona jest z przyjęciem następujących założeń:

- 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% (stopa zalecana w Niebieskiej Księdze);
- jako rok bazowy analizy przyjęto rok 2024; szczegółowe projekcje sporządzano dla okresu 2024-2033, natomiast wartość rezydualną wyznaczono poprzez kalkulację wartości bieżącej korzyści ekonomicznych, po potrąceniu kosztów ekonomicznych w pozostałych latach życia projektu;
- analiza dokonana metodą przyrostową;
- dokonano korekty przepływów finansowych;
- jednostkowe koszty ekonomiczne przyjęto z zaktualizowanych tablic kosztów jednostkowych (załącznik do Vademecum Beneficjenta CUPT, data aktualizacji czerwiec 2024 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 zmian klimatycznych;
- koszty zanieczyszczenia powietrza;
- koszty hałasu;
- ekonomiczna wartość rezydualna.

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 CO₂. 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 „ $V_{pdr\ t,j}$ ”, 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 $V_{pdr, j}$, w pojazdokilometrach/rok.

Koszty zanieczyszczeń powietrza

Koszty zanieczyszczeń powietrza związane są z oddziaływaniem transportu na środowisko naturalne. Koszty te związane są przede wszystkim 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;

$k_{s,j}(V_{pdr\ t,j}, T, S)$ - jednostkowe koszty zanieczyszczeń powietrza pojazdów kategorii „j” w funkcji prędkości podróży „ V_{pdr} ”, 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 V_{pdr} , 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. Identyfikacja stanu aktualnego

3.1 Opis obszaru terytorialnego objętego analizą

Miasto Koszalin jest miastem na prawach powiatu, największy ośrodek na obszarze regionu środkowopomorskiego. Miasto na prawach powiatu jest gminą o statusie miasta, wykonującą także zadania powiatu.² Obecny kształt i sposób funkcjonowania miast na prawach powiatu został określony przepisami ustawy z dnia 13 października 1998 roku: Przepisy wprowadzające do ustawy reformujące administrację publiczną. Podstawowe regulacje prawne dotyczące miast na prawach powiatu znajdują się w ustawie z dnia 5 czerwca 1998 r. o samorządzie powiatowym (tj. Dz.U. z 2016 r. poz. 814), w rozdziale 9. Mocą art. 92, ust. 2 ustawy o samorządzie powiatowym miasto na prawach powiatu jest gminą wykonującą zadania powiatu na zasadach określonych w tej ustawie. W art. 92. ust. 1 komentowanego przepisu ustawa wymienia radę miasta i Prezydenta miasta jako organy w mieście na prawach powiatu. Pozycja prawna rady miejskiej w powiecie grodzkim (a więc w mieście na prawach powiatu), której ustrój i działanie, w tym nazwę, skład, liczebność, powoływanie i odwoływanie, a także zasady sprawowania nadzoru, poddano w myśl art. 92 ust. 3 ustawy o samorządzie powiatowym, zasadom wynikającym z ustawy o samorządzie gminnym, jest w znacznej mierze analogiczna do pozycji rady gminy. Niemniej jednak jest to pozycja szczególna. Odmiennosc organu stanowiącego w mieście na prawach powiatu wynika przede wszystkim z szerszego katalogu zadań publicznych, które mu ustawowo powierzono. Skoro bowiem miasto na prawach powiatu jest gminą, której ustawodawca dodatkowo przypisał wykonywanie zadań powiatu, to tym samym przyjąć należy, iż katalog zadań składających się na kompetencje jego organów, jest szerszy niż w przypadku organów gminy nieposiadającej statusu powiatu czy organów powiatu. Katalog zadań należących do wyłącznej właściwości rady w mieście na prawach powiatu stanowi kompilację ustawowych zadań rady gminy (opisanych w art. 18 ust. 2 ustawy o samorządzie gminnym) oraz rady powiatu (opisanych w art. 12 ustawy o samorządzie powiatowym). Do właściwości rady miejskiej należą wszystkie sprawy pozostające w zakresie działania miasta, o ile ustawy nie stanowią inaczej. Oznacza to, że Prezydent Miasta, jako organ wykonawczy jest uprawniony do reprezentacji miasta na prawach powiatu. Prezydent Miasta na prawach powiatu jest organem osoby prawnej, jaką jest Beneficjent na prawach powiatu. Stosownie do art. 92 ust. 1 pkt 2 i ust. 2 ustawy z dnia 5 czerwca 1998 r. o samorządzie powiatowym Prezydent Miasta na prawach powiatu posiada

²



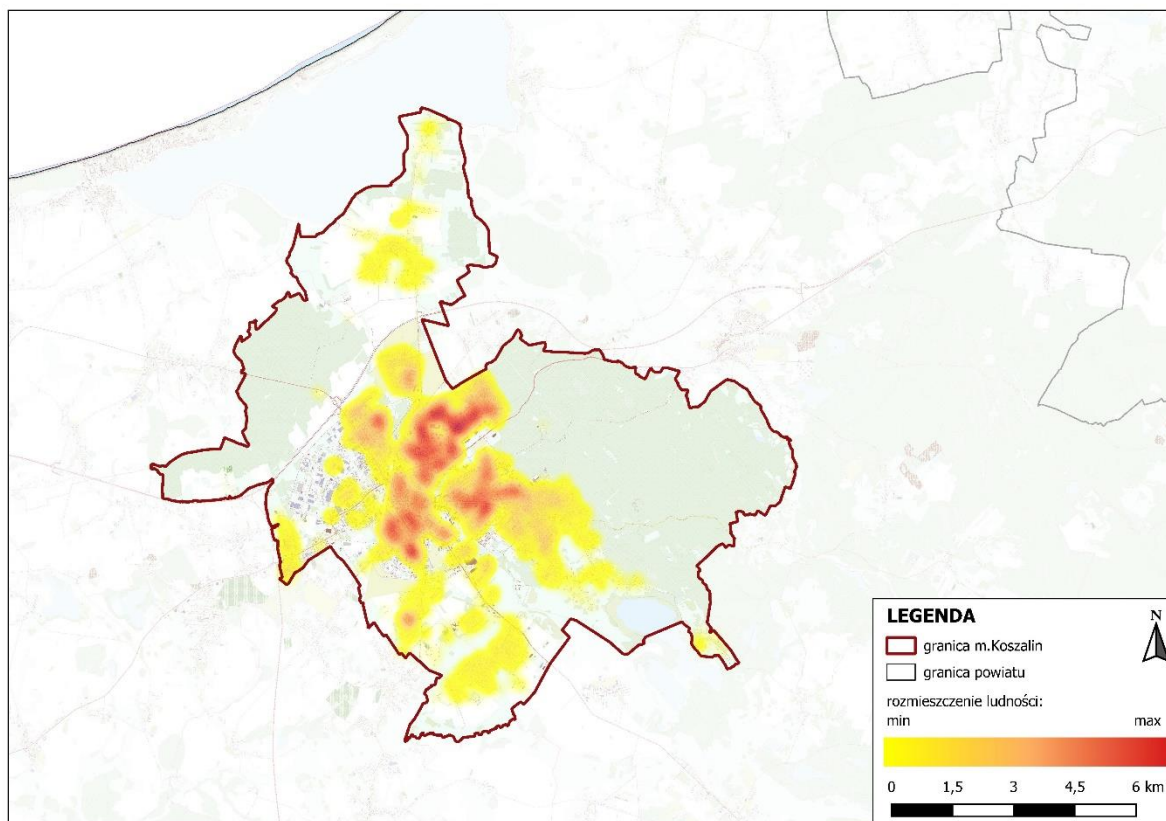
uprawnienia do działania jako organ powiatu, tj. starosta, zaś na podstawie art. 26 ust. 1 i 4 ustawy z dnia 8 marca 1990 r. jest organem wykonawczym gminy. W konsekwencji tych rozwiązań prawnych Prezydent miasta łączy w sobie uprawnienia do realizacji zadań z zakresu samorządu gminnego jak i samorządu powiatowego. Zgodnie z art. 7 ustawy o samorządzie gminnym „Zaspokajanie zbiorowych potrzeb wspólnoty należy do zadań własnych gminy”. Wyróżnione zostały 22 najistotniejsze sprawy, które należą do zadań własnych gminy, m. in. lokalnego transportu zbiorowego. Aktem prawnym regulującym strukturę organizacyjną i sposób działania gminy jest Statut Miasta Koszalina. Organizację i zasady funkcjonowania Urzędu Miejskiego w Koszalinie określa Regulamin Organizacyjny wprowadzony zarządzeniem nr 387/1325/21 Prezydenta Miasta Koszalina z dnia 24 lutego 2021 r.

Usługi koszalińskiej komunikacji miejskiej obsługiwanej przez Miejski Zakład Komunikacji sp. z o.o. w Koszalinie (zwanym dalej MZK w Koszalinie) oprócz obszaru miasta Koszalina są świadczone na terenie sąsiednich gmin, z którymi podpisane zostało Porozumienie Komunalne. Całoroczne, regularne przewozy komunikacją miejską zapewniają obsługę komunikacyjną w gminach wiejskich Manowo, i Świeszyno, zapewniając tym samym połączenia z miastem Koszalinem. Ponadto w sezonie letnim organizowane są również połączenia do gmin, położonych w pasie wybrzeża Morza Bałtyckiego, Będzino, Mielno³. Ze względu na jedynie częściową obsługę terenu gmin ościennych przez MZK szczegółowej i kluczowej rolę w regionie miasta na prawach powiatu analizie otoczenia społeczno-gospodarczego zostało poddane miasto Koszalin.

3.2 Analiza otoczenia społeczno-gospodarczego na obszarze objętym AKK

Według danych Głównego Urzędu Statystycznego w 2023 r. liczba osób mieszkających na terenie Koszalina wynosiła 105 540 osób, a gęstość zaludnienia 999,7 osób na km². Rozmieszczenie ludności na terenie miasta przedstawia rysunek 3.1.

³ Plan Zrównoważonej Mobilności Miejskiej dla Koszalińsko-KołobrzESCO-Białogardzkiego Obszaru Funkcjonalnego na lata 2021-2030. Wrocław 2023.



Rysunek 3.1 Rozmieszczenie ludności na obszarze Koszalina

źródło: opracowanie własne na podstawie BIP Urzędu Miejskiego w Koszalinie. Stan ludności na dzień 31.12.2023 r.

Największą grupę ludności w Koszalinie stanowią osoby w wieku produkcyjnym. W ostatnich latach w mieście zauważalny był jednak spadek ogólnej liczby mieszkańców. Ta sama tendencja występowała w grupie osób w wieku przedprodukcyjnym.⁴ Dopiero w roku 2023 nastąpiły zmiany, które pozostają odmienne względem dotychczasowych tendencji, czyli wzrost liczby mieszkańców we wskazanych grupach wiekowych.

Tabela 3.1 Liczba ludności w Koszalinie w latach 2018-2023

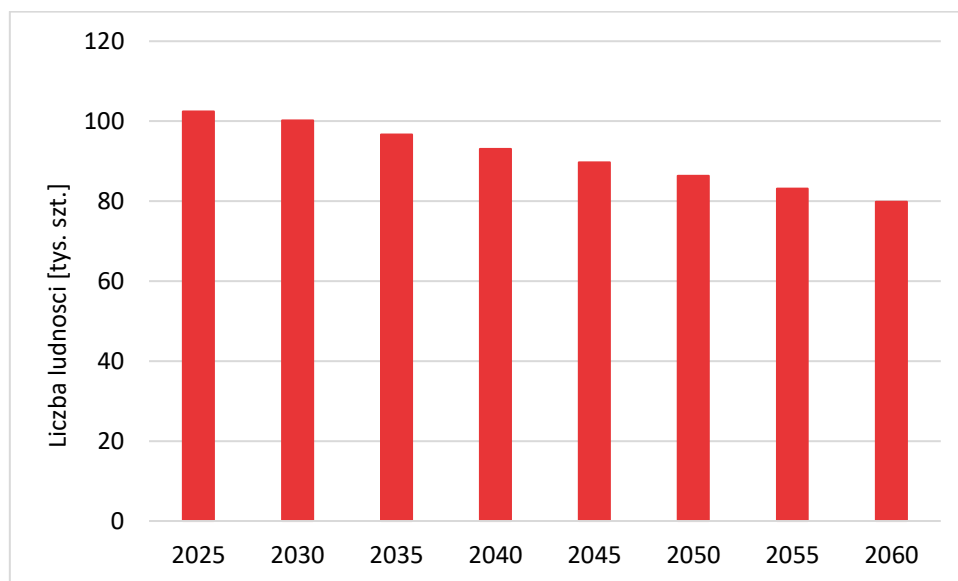
Ludność	Rok					
	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ogółem [os.]	107 321	107 048	106 152	104 891	104 239	105 540
w wieku przedprodukcyjnym [os.]	17 294	17 617	17 117	16 870	16 724	16 875
w wieku produkcyjnym [os.]	62 239	61 004	60 754	59 631	58 893	59 328
w wieku poprodukcyjnym [os.]	27 788	28 427	28 281	28 390	28 622	29 337
gęstość [os./km ²]	1 091,3	1 088,5	1 079,4	1 066,6	1 060,0	999,7

⁴ Raport o stanie miasta Koszalina 2023



źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS BDL

Trend rosnący można zauważyć wśród osób w wieku poprodukcyjnym, co z kolei wskazuje na postępujący proces starzenia się społeczeństwa miasta.⁵ Prognoza ludności opracowana przez GUS przewiduje w przeciągu kolejnych 30 lat dalszy spadek ludności (zob. rys. 3.2).

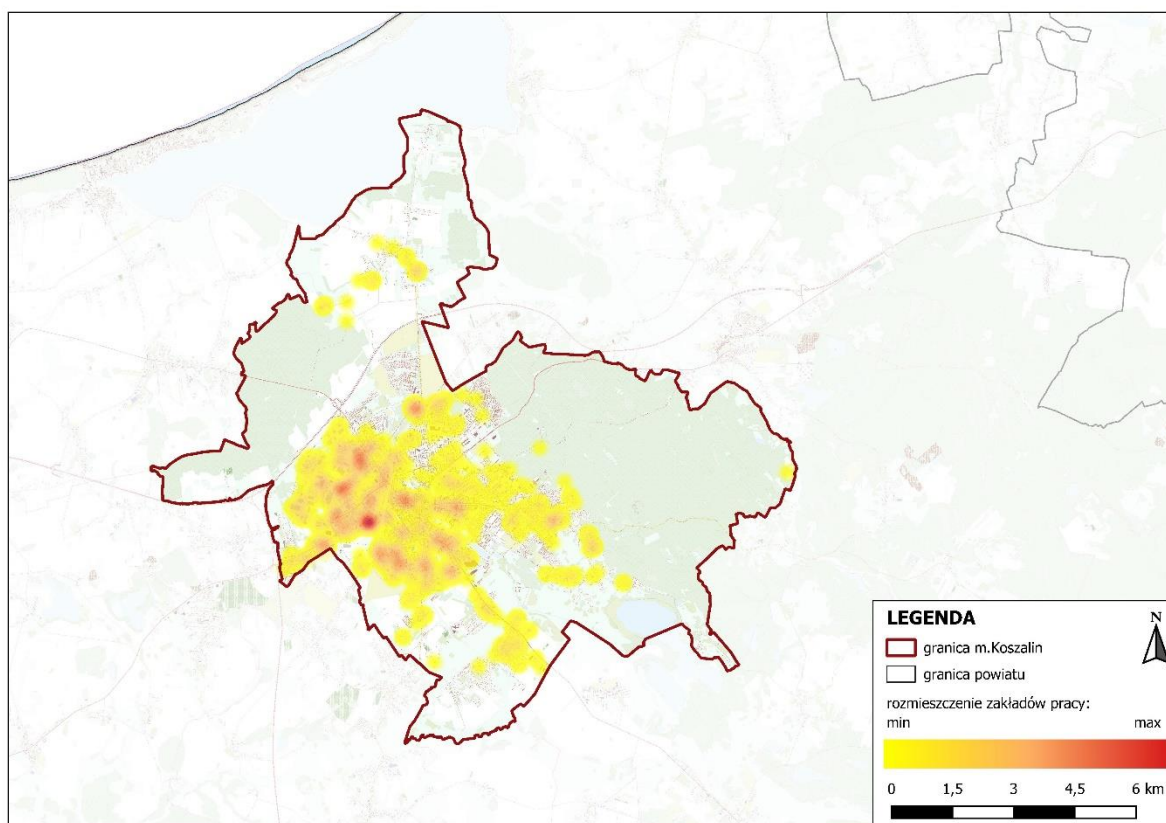


Rysunek 3.2 Prognoza liczby ludności w Koszalinie

źródło: opracowanie własne na podstawie GUS. Prognoza ludności na lata 2025–2060.

Główne skupisko miejsc pracy w zlokalizowane jest w centrum miasta, ponadto miejsca pracy dominują również w zachodniej oraz południowej części miasta (zob. rys. 3.3).

⁵ Raport o stanie miasta Koszalina 2023.



Rysunek 3.3 Rozmieszczenie miejsc pracy w Koszalinie

źródło: opracowanie własne

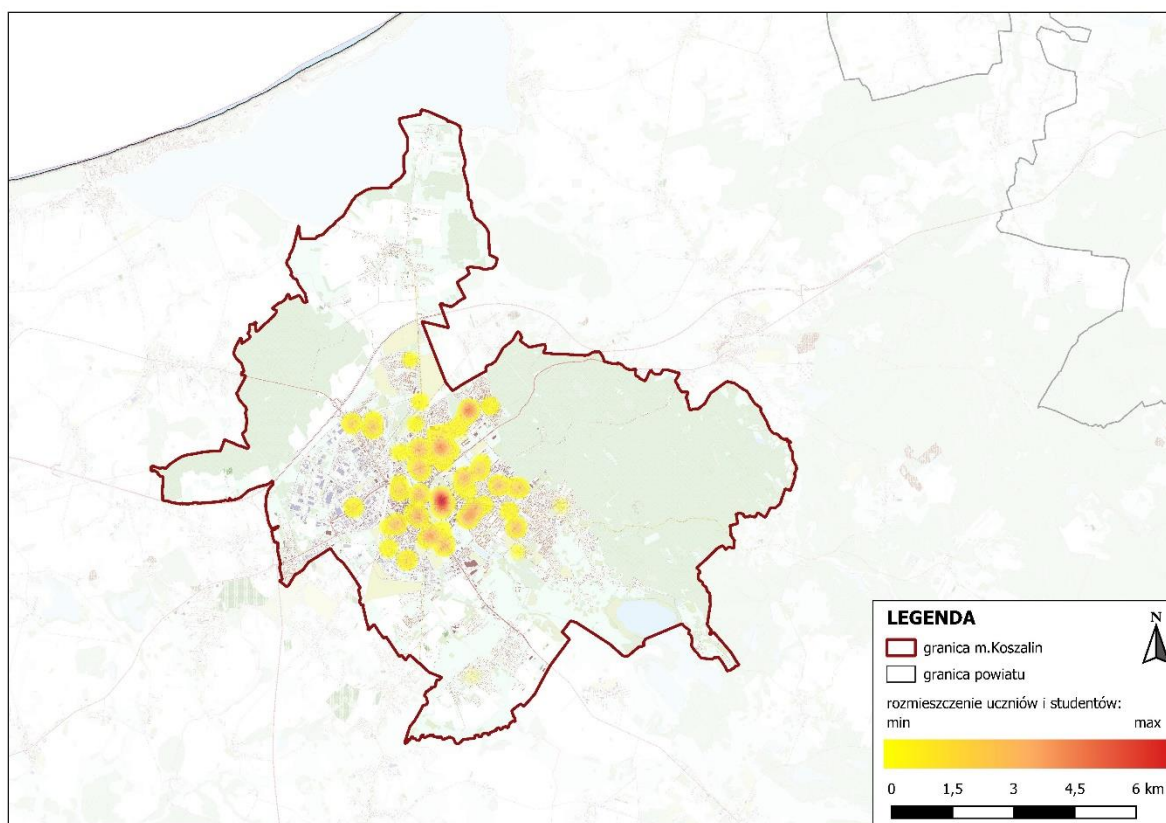
W mieście występują wszystkie rodzaje szkół – podstawowe, ponadpodstawowe i wyższe. Liczbę uczniów/studentów kształcących się na obszarze Koszalina zebrano w tabeli 3.2.

Tabela 3.2 Liczba uczniów/studentów

Typ szkoły	Liczba uczniów/studentów
szkoły podstawowe	8 856
szkoły ponadpodstawowe	9 895
szkoły wyższe	3 984

źródło: opracowanie własne na podstawie danych Rejestru Szkół i Placówek Oświatowych (dostęp: 06.11.2024)

Największą grupę uczniów w Koszalinie stanowią uczniowie szkół ponadpodstawowych. Przestrzenne rozmieszczenie uczniów/studentów w szkołach prezentuje rysunek 3.4.



Rysunek 3.4 Rozmieszczenie uczniów i studentów w szkołach

źródło: opracowanie własne

3.3 Opis systemu komunikacyjnego na obszarze objętym analizą

Transport drogowy

Podstawową sieć drogową tworzą:

- drogi krajowe,
- drogi wojewódzkie,
- drogi powiatowe,
- drogi gminne.

Łącznie na układ drogowy Koszalina składa się ok. 67,8 km dróg powiatowych oraz 116,6 km dróg gminnych.⁶ Długość dróg publicznych w Koszalinie wynosi około 273 km⁷

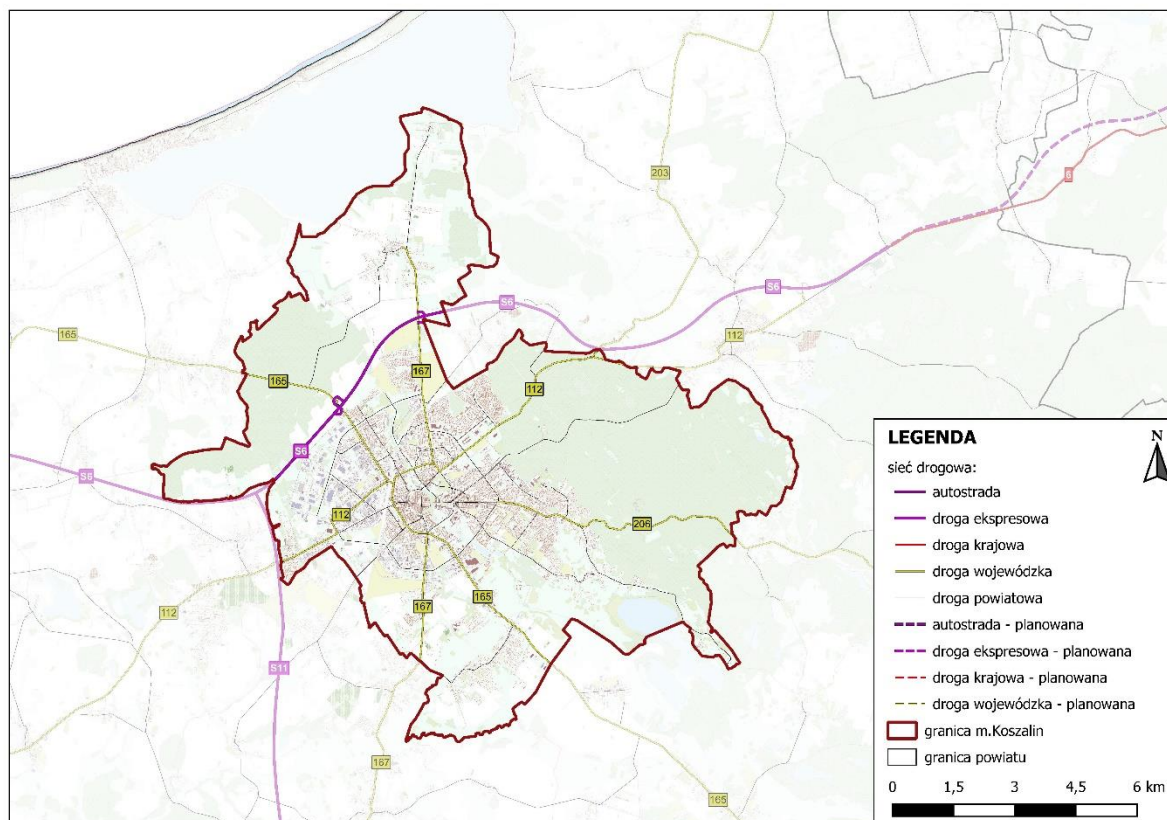
⁶ <https://www.koszalin.pl/pl/page/koszalin-w-liczbach> dostęp w dniu 06.11.2024 r.

⁷ <https://zdit-koszalin.pl/> dostęp w dniu 6.11.2024 r.



Przez obszar administracyjny miasta wytyczono jedną drogę ekspresową (zaliczona jednocześnie do kategorii dróg krajowych) S6 oraz 4 drogi wojewódzkie (zob. rys. 3.5):⁸

- S6 – Szczecin – Police – Goleniów – Kołobrzeg – Koszalin – Sławno – Słupsk – Lębork – Rusocin
- DW112 – Droga 6 (Węzeł Wicimice) – Resznikowo – droga 11 (Węzeł Koszalin Zachód) – droga 6 (Węzeł Sianów Zachód) – DK6 (Węzeł Sianów Wschód),
- DW165 – droga 6 (Węzeł Koszalin Północ) – Koszalin – Kłanino – droga 25 (Bobolice),
- DW167 – Koszalin – Tychowo – Ogartowo,
- DW203 – Koszalin – Darłowo – Postomino - Ustka
- DW206 – Koszalin – Polanów – Miastko.



Rysunek 3.5 Sieć drogowa w Koszalinie

źródło: opracowanie własne

⁸ Zarządzenie nr 7 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 10 kwietnia 2024 r. w sprawie nadania numerów drogom wojewódzkim



Poza wymienionymi drogami krajowymi i wojewódzkimi, główny układ uliczny miasta tworzą ciągi⁹:

- ul. Słowiańska – ul. 4 Marca – ul. Traugutta – ul. Orłąt Lwowskich – ul. Jana Pawła II;
- ul. Stawisińskiego – ul. Pileckiego – al. Monte Cassino, które wraz z al. Armii Krajowej i ul. Krakusa i Wandy tworzą wewnętrzną obwodnicę Koszalina;
- ul. Słupska;
- ul. Władysława IV;
- ul. Syrenki – ul. Bohaterów Warszawy.

Główne ciągi komunikacyjne w Koszalinie tworzą system koncentryczno-promienisty. W obszarze zwartej zabudowy miejskiej można wyróżnić dwie pełne obwodnice – wewnętrzną i zewnętrzną.

W 2023 r. w Koszalinie zarejestrowanych było 65 359 samochodów osobowych, a wskaźnik motoryzacji wynosił 619,3 samochodów osobowych na 1 000 mieszkańców (por. tab. 3.3).

Tabela 3.3 Samochody osobowe w Koszalinie.

Wyszczególnienie	Rok					
	2018	2019	2020	2021	2022	2023
samochody osobowe [szt.]	56 219	58 494	60 448	62 136	63 253	65 359
wskaźnik motoryzacji [szt./1 tys. os.]	523,8	546,4	569,4	592,4	606,8	619,3

źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS BDL (dostęp: 06.11.2024)

Transport kolejowy

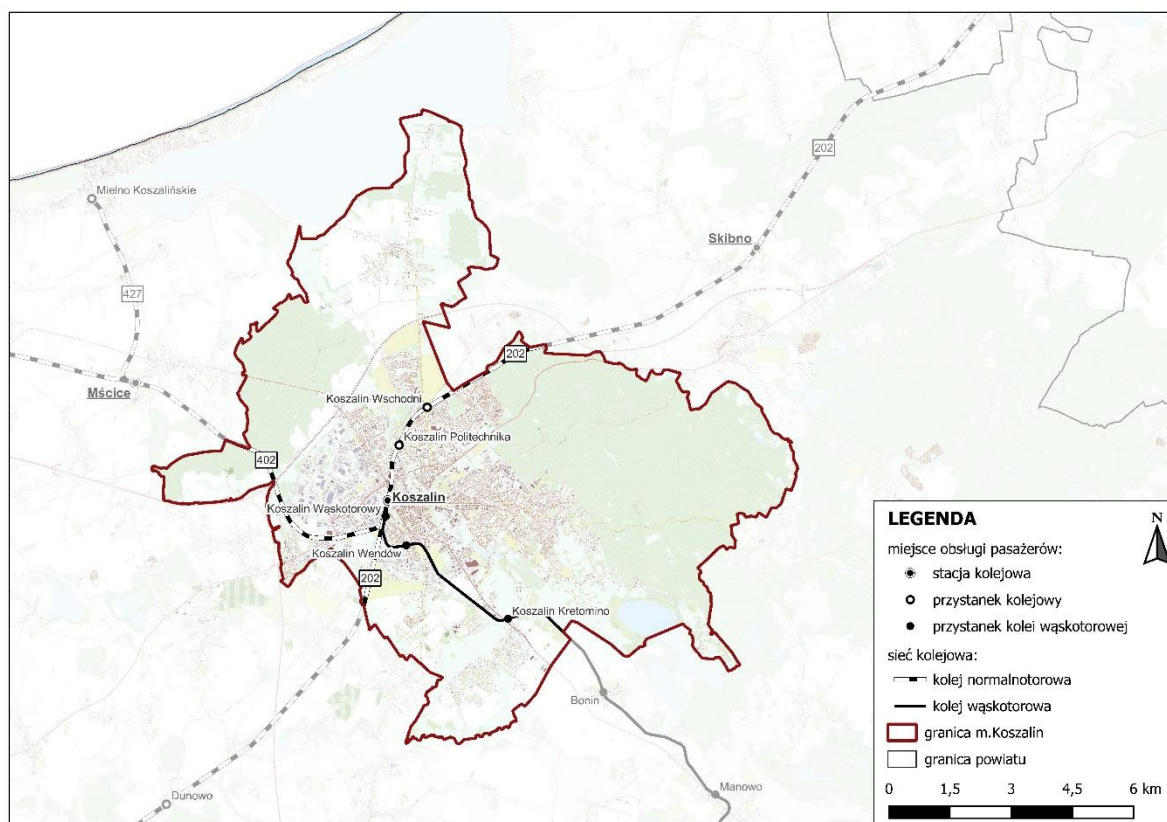
Przez obszar Koszalina wytyczono fragmenty 2 linii kolejowych:

- linia kolejowa nr 202 Gdańsk Główny - Stargard (linia pierwszorzędna, jednotorowa, zelektryfikowana),
- linia kolejowa nr 402 Koszalin - Goleniów (linia pierwszorzędna, jednotorowa, zelektryfikowana),

Na terenie miasta zlokalizowana jest 1 stacja kolejowa Koszalin i 2 przystanki kolejowe Koszalin Politechnika i Koszalin Wschodni – zob. rys. 3.6. Ze stacji Koszalin istnieje możliwość bezpośredniego dojazdu do m.in.: Ustki, Słupska, Sopotu, Gdańska,

⁹ Aktualizacja planu zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego na lata 2015-2025 dla miasta Koszalina i gmin ościennych, które zawarły z gminą miasto Koszalin porozumienia w zakresie organizacji transportu publicznego. Koszalin 2022. str.84.

Gdyni, Olsztyna, Białogardu, Szczecina, Warszawy, Łodzi, Kołobrzegu, Poznania, Wrocławia, Opola, Bielska-Białej¹⁰.



Rysunek 3.6 Sieć kolejowa w Koszalinie

źródło: opracowanie własne

Komunikacja miejska

Organizatorem transportu publicznego na terenie miasta Koszalin i gmin ościennych, z którymi miasto Koszalin zawarło Porozumienie Komunalne w zakresie świadczenia usług publicznego transportu zbiorowego, jest Prezydent Miasta Koszalin, w którego imieniu zadania organizatorskie wykonuje jednostka organizacyjna gminy tj. Zarząd dróg i transportu w Koszalinie. Przewozy na obszarze Koszalin oraz na terenie okolicznych gmin wykonuje Miejski Zakład Komunikacji w Koszalinie Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością pełniący rolę operatora publicznego transportu zbiorowego.

Komunikację miejską tworzą 18 linii autobusowych, które funkcjonują według czterech różnych rozkładów jazdy obowiązujących odpowiednio w dni szkolne, soboty,

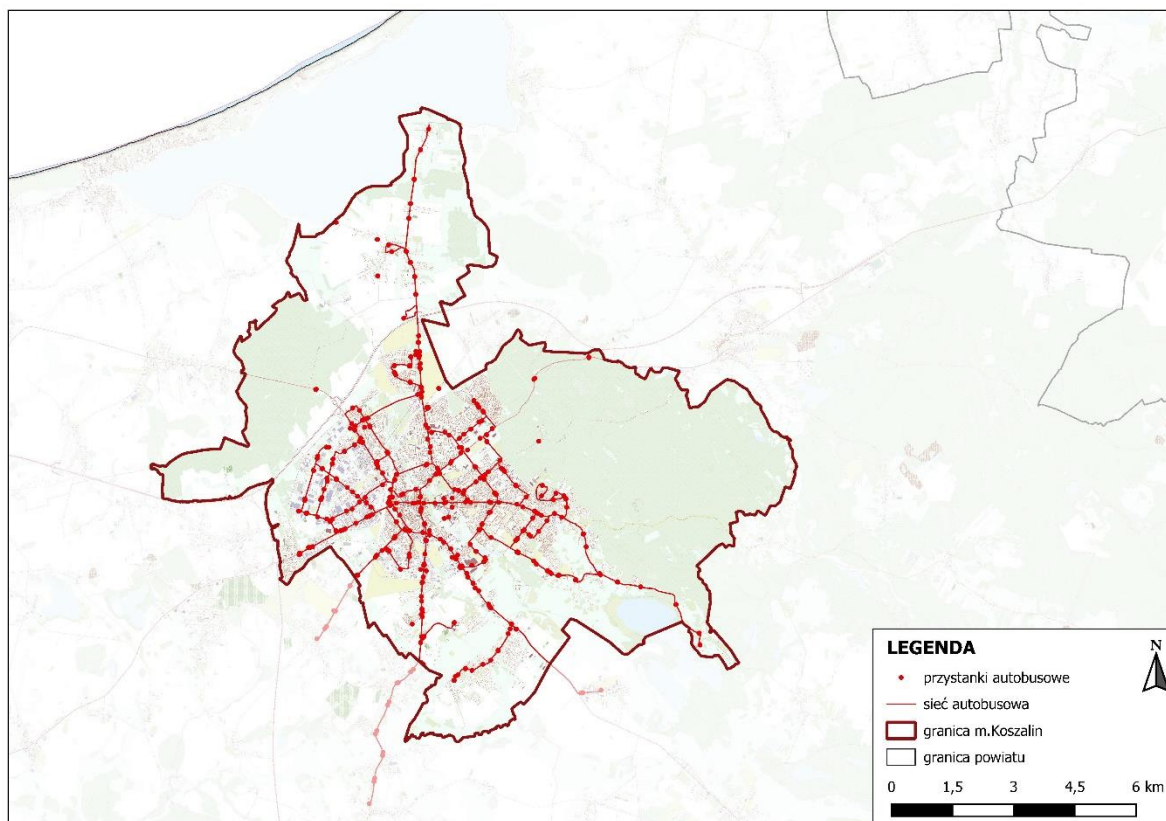
¹⁰ <https://rozklad-pkp.pl/pl/sq> (dostęp w dniu 6.11.2024 r.)



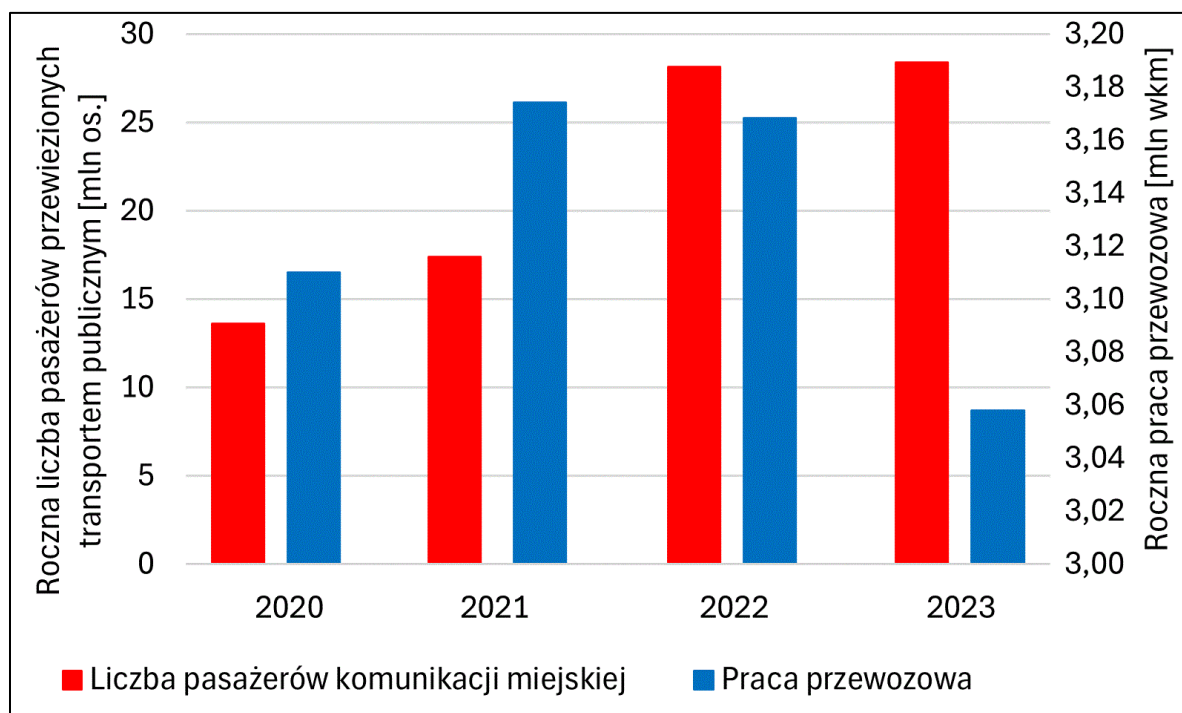
niedziele handlowe oraz w święta i niedziele niehandlowe. Na analizowanym obszarze w dni robocze realizowanych jest w ciągu doby 991 kursów, podczas gdy w pozostałych typach dni ruchowych realizowana jest tylko część kursów, tj. odpowiednio 58% w soboty, 49% w niedziele handlowe oraz 45% w święta i niedziele niehandlowe. Linie komunikacyjne nr 9, 10 i 17 funkcjonują tylko w dni robocze. Natomiast linie komunikacyjne nr 13 i 18 funkcjonują dodatkowo także w soboty. Pozostałe 13 linii komunikacyjnych (tj. nr 1, 2, 3, 4, 6, 7, 11, 12, 14, 15, 16, 19, 20) funkcjonuje we wszystkich wyróżnionych typach dni ruchowych. Spośród linii komunikacyjnych funkcjonujących na rozważanym obszarze najwięcej kursów realizowanych jest w ramach linii komunikacyjnych nr 2, 6, 14, 16.¹¹

Dostępność transportową obszaru poprzez komunikację miejską zapewnia obecnie 181 przystanków komunikacyjnych, obejmujących łącznie 328 stanowisk przystankowych, z których około 38% funkcjonuje jako stanowiska obsługiwane na żądanie. Ze względu na przyjęty, koncentryczny układ tras linii komunikacyjnych na rozważanym obszarze około 43% przystanków obsługiwanych jest przez pojedyncze linie komunikacyjne. Średnia liczba przystanków obsługiwanych przez linie komunikacyjne funkcjonujące na rozważanym obszarze wynosi 25. Schemat tras autobusowych przedstawia rysunek 3.7. Natomiast zmiany liczby przewiezionych pasażerów i wykonanych wozokilometrów w latach 2020-2023 przedstawiono na rysunku nr 3.8.

¹¹ <https://mzk.koszalin.pl/> (dostęp w dniu 08.11.2024 r.)



Rysunek 3.7 Schemat tras autobusowych w Koszalinie
 źródło: opracowanie własne



Rysunek 3.8 Roczna liczba pasażerów i praca przewozowa w komunikacji miejskiej w Koszalinie
 źródło: opracowanie własne na podstawie Raportu o stanie miasta Koszalina 2023.



3.4 Opis stanu taboru autobusowego MZK Koszalin

Miejski Zakład Komunikacji w Koszalinie świadczy usługi publicznego transportu zbiorowego organizowanego przez Miasto Koszalin. W roku 2023 zadania operatora PTZ realizowano z zastosowaniem siedemdziesięciu czterech autobusów komunikacji miejskiej.¹² Wybrane charakterystyki opisujące tabor MZK w Koszalinie przedstawiono w tabeli nr 3.4.

Tabela 3.4 Charakterystyka taboru autobusowego MZK w Koszalinie.

Napęd	Klasa	Liczba pojazdów [szt.]	Średnia liczba miejsc siedzących	Średnia liczba miejsc stojących	Średnia roczna praca przewozowa [wkm]	Średnie zużycie paliwa [l]	Średnie spalanie [l/100 km]
Hybrydowy	MAXI	5	29,0	67,0	25 093	14 228	55,4
	MAXI	48	30,0	65,9	34 939	19 511	56,4
	MEGA	9	52,4	99,1	13 217	9 882	76,3
	MIDI	9	29,0	56,3	44 852	17 850	39,8
	MINI	3	26,7	0,0	8 007	2 784	38,0

źródło: opracowanie własne na podstawie danych MZK w Koszalinie

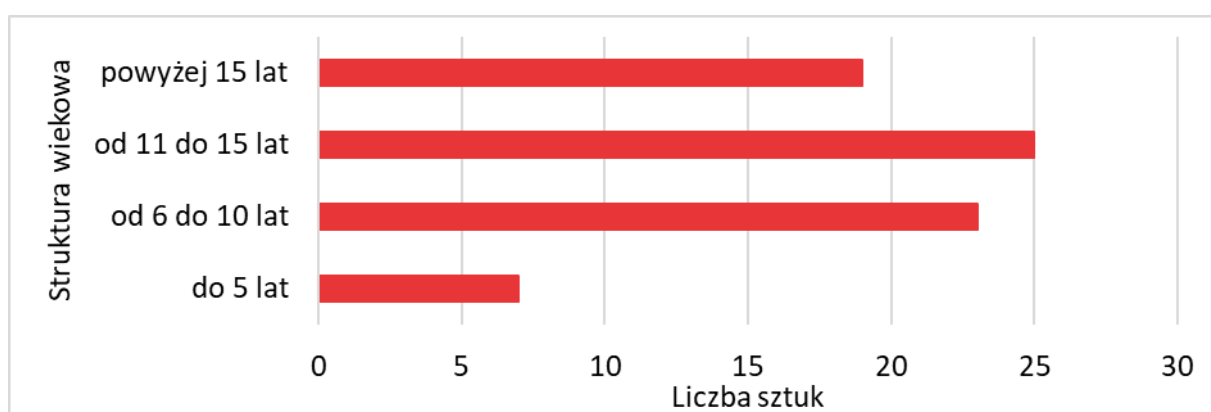
W parku taborowym MZK w Koszalinie autobusy hybrydowe stanowią prawie 7%. Są to pojazdy klasy MAXI, w której stanowią ponad 9% pojazdów. Pojazdy klasy MAXI stanowią trzon floty MZK w Koszalinie, pod względem posiadanej ilości sztuk. Wszystkie klasy pojazdów charakteryzuje zbliżona liczba miejsc siedzących dostępnych w pojazdach. Wyraźnie większe różnicowanie poszczególnych klas pojazdów uwidocznione jest w dostępnej dla pasażerów liczbie miejsc stojących. Łącznie najwięcej pasażerów może podróżować w taborze klasy MEGA. Jest to średnio 152 osób. Podczas gdy pojemność pojazdów klasy MAXI stanowi średnio około 63% wskazanej liczby miejsc dostępnych w pojeździe. Odpowiednio pojazdy klasy MIDI i MINI oferują odpowiednio około 56% i 16% liczby miejsc dostępnej w pojazdach wysokopojemnych. Największą roczną pracę eksploatacyjną realizują pojazdy klasy MIDI. Średnio każdy pojazd pokonuje dystans około 44 852 km. W dalszej kolejności należy wskazać zadania przewozowe realizowane przez pojazdy spalinowe klasy MAXI, stanowiące około 78% wskazanego dystansu. Pojazdy tej klasy z napędem hybrydowym realizują przewozy wykonując rocznie mniejszą pracę przewozową niż autobusy spalinowe tej klasy. Dla autobusów hybrydowych średnia praca przewozowa stanowi niespełna 56% pracy przewozowej średniej dla autobusów klasy MIDI. Obsługę

¹² Dane dostarczone przez MZK w Koszalinie



połączeń obciążonych największymi potokami pasażerów, zwłaszcza w godzinach szczytu komunikacyjnego realizują pojazdy klasy MEGA. Charakterystyka i rola pojazdów wskazanego typu powoduje, że roczna praca przewozowa średnio dla pojazdów danej klasy wynosi około 29%. Najmniejszą pracę przewozową wynoszącą około 18% wartości maksymalnej, charakteryzującej pojazdy klasy MIDI, realizują pojazdy klasy MINI, wynika to łącznie z długości tras i liczby kursów dla linii obsługiwanych przez dany typ taboru. Zużycie paliwa i średnie spalanie są proporcjonalne do gabarytów pojazdów i rodzaju napędu.

Strukturę wiekową taboru MZK w Koszalinie przedstawiono na rysunku nr 3.9.

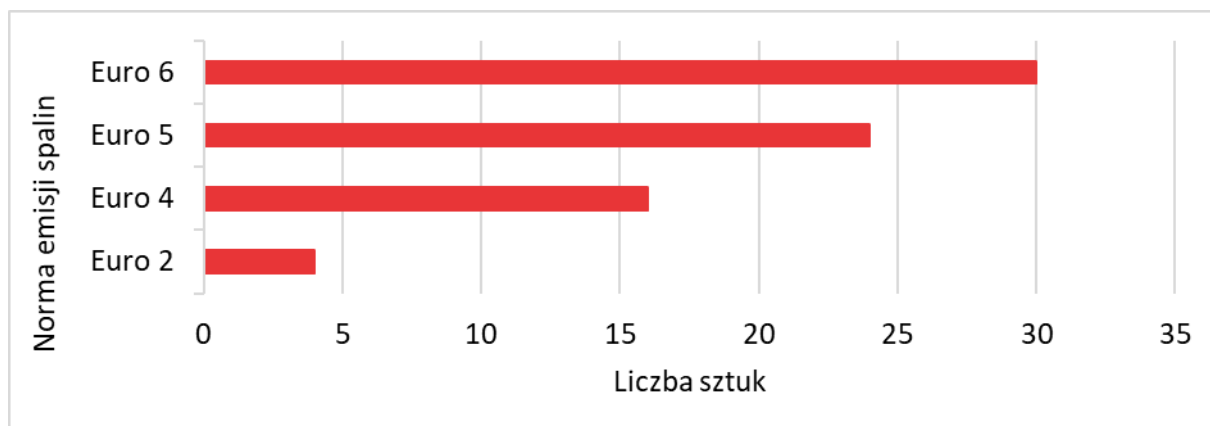


Rysunek 3.9 Struktura wiekowa taboru autobusowego

źródło: opracowanie własne na podstawie danych MZK w Koszalinie

Tabor MZK w Koszalinie charakteryzuje zróżnicowany wiek autobusów komunikacji miejskiej. Zbliżony jest udział pojazdów, których aktualny wiek, w czasie wykonywania analizy wynosił do 10, do 15 i powyżej 15 lat, odpowiednio po około 30%. Blisko 60% autobusów ma więcej niż 10 lat. Podczas gdy wiek ten wskazywany jest często jako planowany, przewidywany okres trwałości, eksploatacji taboru komunikacji miejskiej, po którym zakłada się wycofanie z eksploatacji.

Na rysunku nr 3.10 przedstawiono strukturę taboru MZK w Koszalinie ze względu na normę emisji spalin.



Rysunek 3.10 Struktura taboru autobusowego wg norm emisji spalin

źródło: opracowanie własne

Tabor MZK w Koszalinie charakteryzuje zróżnicowanie struktury wg norm emisji spalin. Ponad 40% eksploatowanych autobusów (30 szt.) posiada normę emisji spalin EURO 6 w tym 5 autobusów posiada napęd hybrydowy (spalinowo-elektryczny). Niewiele ponad 5% parku taborowego stanowią pojazdy nie spełniające normy emisji Euro 4. Udział autobusów charakteryzowanych przez normę spalin EURO 4 oraz EURO 5, wynosi odpowiednio 22% i 32%. Wskazuje to, że sukcesywnie modernizowana jest flota eksploatowana przez MZK w Koszalinie. Dominują autobusy charakteryzowanych przez normy emisji spalin wyższe niż EURO 4.

3.5 Sieć komunikacyjna autobusowa MZK Koszalin

W poniższej tabeli przedstawiono trasy komunikacji autobusowej organizowanej przez Miasto Koszalin., których operatorem jest Miejski Zakład Komunikacji sp. z o.o. w Koszalinie

Numer linii	Przebieg trasy
1	OS. BUKOWE – Bukowa – Śniadeckich – Jana Pawła II – Władysława IV – Aleja Europejska – Koszalińska (wybrane kursy Jamneńska – Posągowa – Sołecka – ZAGRODA JAMNEŃSKA) – Północna – Starowiejska – ŁABUSZ
2	(wybrane kursy RONDO NILA – Grabskiego – Strefowa – Łukasiewicza) BOWID – Bojowników o Wolność i Demokrację – Mieszka I – Szczecińska – Zwycięstwa – CHEŁMONIEWO (wybrane kursy – LUBIATOWSKA / Zdobywców Wału Pomorskiego – Westerplatte – SIANOWSKA / Zdobywców Wału Pomorskiego – Westerplatte – Sanatoryjna – Słoneczna)
3	WĄWOZOWA – Władysława IV – Młyńska – Podgrodzie – Niepodległości – Spółdzielcza – Jana z Kolna, Armii Krajowej – Krakusa i Wandy (powrót: Powstańców Wielkopolskich – Zwycięstwa) – Lechicka – Niekłonicze – (wybrane kursy NIEKŁONICE DZIAŁKI PĘTLA) NIEKŁONICE WIEŚ
4	DWORZEC PKP – Armii Krajowej – Krakusa i Wandy (powrót: Powstańców Wielkopolskich – Zwycięstwa) – Lechicka – Słowiańska – Wenedów – Lutyków – Krakusa i Wandy – Gnieźnieńska – Paderewskiego – Sybiraków – 4 marca – Traugutta – Orłąt Lwowskich – Jana Pawła II – Władysława IV – Wąwozowa – WĄWOZOWA
6	SZCZECIŃSKA – Szczecińska – (wybrane kursy: DWORZEC PKP) – Zwycięstwa – Ludwika Waryńskiego – Tadeusza Kościuszki – Aleja Monte Cassino – Władysława IV – Wąwozowa – Władysława IV – Aleja Europejska



Numer linii	Przebieg trasy
	– Holenderska – Francuska – Grecka - Duńska (wybrane kursy: OS. UNII EUROPEJSKIEJ) – Aleja Europejska – Koszalińska – OTO Park
8	CHAŁUBIŃSKIEGO – Piłsudskiego – Ludwika Waryńskiego – Zwycięstwa – Krakusa i Wandy – Gnieźnińska – Kretomińska – Paproci - ŁUBINÓW (wybrane kursy: Paproci – Kretomińska – Gnieźnińska – BONIN)
9	CHAŁUBIŃSKIEGO – Marszałka Józefa Piłsudskiego – Rekreacyjna – Gdańska – Bukowa – Śniadeckich – Jana Pawła II – Juliana Fałata – Młyńska SEMINARIUM
10	BOWID – Bojowników o Wolność i Demokrację – Przemysłowa – Morska – Aleja Armii Krajowej – Zwycięstwa – Romualda Traugutta – Marszałka Józefa Piłsudskiego – Tytusa Chałubińskiego - CHAŁUBIŃSKIEGO
11	OS. BUKOWE – Bukowa – Śniadeckich – Jana Pawła II – Orłąt Lwowskich – Marszałka Józefa Piłsudskiego – Ludwika Waryńskiego – Zwycięstwa – Krakusa i Wandy – Lechicka – Lutyków – Wenedów – Słowiańska – Lechicka (w przeciwnym kierunku: Powstańców Wielkopolskich) - LECHICKA
12	SZCZECIŃSKA – Szczecińska – Mieszka I – Bojowników o Wolność i Demokrację – Przemysłowa – Morska – Aleja Armii Krajowej – Franciszkańska – Tadeusza Mazowieckiego – Władysława IV – Wąwozowa – Władysława IV – Aleja Monte Cassino – Juliana Fałata – Orłąt Lwowskich – Romualda Traugutta – Zwycięstwa – Świętego Wojciecha – Wojska Polskiego - Dzierżęcińska – Łąkowa – DZIERŻĘCINO (wybrane kursy: Lubiatowska – Zwycięstwa – CHEŁMONIEWO)
13	CMENTARZ – Gnieźnińska – Połczyńska – 1 maja – Zwycięstwa - Aleja Armii Krajowej – Morska – Energetyków (w przeciwnym kierunku: Krańcowa) – Franciszkańska – OS. MORSKIE
14	OS. BUKOWE – Bukowa – Śniadeckich – Jana Pawła II – Orłąt Lwowskich – Romualda Traugutta – Zwycięstwa – Aleja Armii Krajowej – Morska – Energetyków (w przeciwnym kierunku: Kresowian, wybrane kursy: Krańcowa) – Franciszkańska – OS. MORSKIE
15	CHAŁUBIŃSKIEGO – Tytusa Chałubińskiego – Marszałka Józefa Piłsudskiego – Orłąt Lwowskich – Jana Pawła II – Władysława IV – Aleja Monte Cassino – Morska – Przemysłowa – Bojowników o Wolność i Demokrację – Wybrane kursy: Ignacego Łukasiewicza) – Bohaterów Warszawy - SYRENKI
16	CMENTARZ – Gnieźnińska – Krakusa i Wandy – Aleja Armii Krajowej – Aleja Monte Cassino – Władysława IV – Jana Pawła II – Śniadeckich – Bukowa – OS. BUKOWE
17	STREFA EKONOMICZNA – Ignacego Łukasiewicza – Bohaterów Warszawy – (w przeciwnym kierunku: Zwycięstwa – Szczecińska – Mieszka I) – Aleja Armii Krajowej – Aleja Monte Cassino – Władysława IV – Jana Pawła II – Śniadeckich – Bukowa – OS. BUKOWE
18	OS. BUKOWE – Bukowa – Śniadeckich – Jana Pawła II – Władysława IV – Wąwozowa – Władysława IV – Tadeusza Mazowieckiego – Kresowian – Morska – Przemysłowa – Bojowników o Wolność i Demokrację – Mieszka I – Strefowa – Ignacego Łukasiewicza – Bohaterów Warszawy – Syrenki – SZCZECIŃSKA RONDO
19	DWORZEC PKS – Aleja Armii Krajowej – Zwycięstwa – 1 Maja – Połczyńska – (wybrane kursy ZYTANIA) – DK167 - ŚWIESZYNO
20	OS. BUKOWE – Bukowa – Gdańska – Rekreacyjna – Marszałka Józefa Piłsudskiego – Tytusa Chałubińskiego – Słoneczna – Ferdynanda Ruszczyca – Zwycięstwa – Dębowa – Cedrowa – Świętego Wojciecha – Wojska Polskiego – 4 marca – Sybiraków – Ignacego Jana Paderewskiego – Gnieźnińska - CMENTARZ

Źródło: Opracowanie własne



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.

Dokumenty strategiczne uogólniają problemy występujące na obszarach objętych przedmiotem opracowania, wskazując ujednoczone 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:

Zielona Księga – w kierunku nowej kultury mobilności w mieście – wskazuje, że mobilność w mieście powinna umożliwiać rozwój gospodarczy miast, zapewniać odpowiedni poziom życia mieszkańców oraz chronić środowisko naturalne. W szczególności w kontekście dążenia do zielonych miast pożądane jest dalsze promowanie i dofinansowanie rozbudowy, remontu i modernizacji ekologicznego transportu miejskiego, do którego oprócz transportu szynowego zalicza się transport autobusowy, zwłaszcza zeroemisyjny

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;

Strategia Rozwoju Województwa Zachodniopomorskiego 2030 – w zakresie zintegrowanego regionu oraz równości terytorialnej zakłada się podjęcie działań z zakresu zapewnienia zintegrowanej i wydolnej infrastruktury. Cel ten obejmuje zagwarantowanie sprawnej obsługi ruchu pasażerskiego i zapewnienia bezpieczeństwa, zagwarantowanego dzięki rozwojowi harmonijnemu rozwojowi infrastruktury obejmującej wszystkie gałęzie transportu.

Strategia Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych Koszalińsko-KołobrzESCO-Białogardzkiego Obszaru Funkcjonalnego - dla osiągnięcia opisanej w dokumencie wizji rozwoju określono cele strategiczne. Cel 1.- Zintegrowany i zrównoważony transport zakłada stworzenie sprawnej oraz zintegrowanej komunikacji publicznej, bazującej na rozwiązaniach efektywnych środowiskowo. W ramach działań uwzględniono wspieranie zrównoważonego, niskoemisyjnego transportu publicznego, w tym zakup autobusów zasilanych CNG oraz energią elektryczną wraz z dostosowaniem istniejącej infrastruktury do potrzeb eksploatacyjnych nowego taboru. Uwzględniono także możliwość zakupu taboru niskoemisyjnego, o napędzie hybrydowym lub spełniającym normy emisji spalin Euro 6.

Plan Zrównoważonej Mobilności Miejskiej dla Koszalińsko-KołobrzESCO-Białogardzkiego Obszaru Funkcjonalnego na lata 2021-2030– wizja nakreślona w Planie Zrównoważonej Mobilności Miejskiej dla Miejskiego **dla Koszalińsko-KołobrzESCO-Białogardzkiego Obszaru Funkcjonalnego na lata 2021-2030** zdefiniowana została następująco: Koszalińsko-KołobrzESCO-Białogardzki Obszar Funkcjonalny przestrzenią zintegrowanego i zrównoważonego systemu transportowego zapewniającego bezpieczeństwo pieszych, kierowców i rowerzystów, uczestniczącego w kreowaniu lepszej jakości życia mieszkańców i współtworzonego przy ich udziale.

Na podstawie powyższej wizji sformułowane zostało 6 celów:

- Stworzenie warunków do integracji społecznej wszystkich mieszkańców oraz zapewnienie równego traktowania wszystkich użytkowników transportu
- Poprawa komfortu i bezpieczeństwa transportu
- Rozwijanie i promocja oferty alternatywnych dla samochodu sposobów podróżowania w całym obszarze



- Poprawa integracji i dostępności systemów transportowych wewnątrz Koszalina Kołobrzegu i Białogardu raz pomiędzy gminami obszaru funkcjonalnego
- Wzmocnienie znaczenia Koszalina, Kołobrzegu i Białogardu jako ośrodków gospodarczych poprzez stworzenie warunków dla efektywnego transportu ładunków
- Zmniejszenie negatywnego wpływu transportu na mieszkańców, zdrowie i środowisko naturalne w trwały i odczuwalny sposób

Ponadto do monitoringu realizacji planu przyjęto m. in. wskaźnik produktu: „Liczba autobusów zero- i niskoemisyjnych we flotach operatorów łącznie wykorzystywanych do świadczenia usług transportu”, zdefiniowany w następujący sposób: Liczba autobusów zero- i niskoemisyjnych (autobusy z silnikami spełniającymi co najmniej normę emisji spalin EURO 6, autobusy z silnikami elektrycznymi, silnikami napędzanymi wodorem oraz z silnikami spełniającymi normę emisji spalin EURO 6d i wyższą) we flotach wszystkich operatorów obsługujących linie komunikacyjne o charakterze użyteczności publicznej w KKBOF.

Regionalny Plan Transportowy Województwa Zachodniopomorskiego do roku 2030– dokument wskazuje jako główny cel poprawę dostępności transportowej województwa przy jednoczesnej poprawie warunków życia mieszkańców poprzez ograniczenie negatywnego wpływu transportu na środowisko oraz poprawę bezpieczeństwa ruchu. W określonych celach szczegółowych zawarto między innymi ograniczenie wpływu transportu na środowisko realizowane dzięki rozwojowi niskoemisyjnego i zeromisyjnego taboru oraz działania na rzecz skutecznego wdrażania systemów paliw alternatywnych.

Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego na lata 2015-2025 dla Miasta Koszalin i gmin ościennych które zawarły z gminą Miasto Koszalin porozumienia w zakresie organizacji transportu publicznego – wizja transportu publicznego w Koszalinie i gminach ościennych, objętych jego obsługą zakłada dostosowanie ilości i jakości usług świadczonych przez transport publiczny do preferencji i oczekiwań pasażerów, zapewnienie realnej alternatywy dla podróży własnym samochodem osobowym, koordynację planu rozwoju transportu lokalnego z planami rozwoju transportu na wyższym szczeblu, ograniczenie negatywnego oddziaływania transportu na środowisko oraz poprawę efektywności ekonomiczno-finansowej. W inwestycjach taborowych powinien być preferowany tabor niskoemisyjny.

Aktualizacja Planu Gospodarki Niskoemisyjnej dla Gminy Miasta Koszalin z perspektywą do 2024 r.– w dokumencie zwrócono uwagę, że uciążliwa dla jakości



powietrza jest emisja pochodząca z transportu. W dokumencie stwierdzono, że jej główną przyczyną jest deficyt dróg rowerowych na terenie miasta, a także jakość infrastruktury drogowej, która wymaga modernizacji lub przebudowy. Dla poprawy tej sytuacji według zapisów dokumentu należy sukcesywnie poprawiać jakość taboru w komunikacji miejskiej oraz wspierać elektromobilność. Wskazano, że w ostatnich latach poprawie uległa mobilność miejska poprzez rozbudowę i modernizację infrastruktury transportowej oraz wymianę taboru na niskoemisyjny.

4.2 Analiza wykonalności technicznej

Przegląd potencjalnych opcji wyboru rodzaju napędu

Wybór rodzaju napędu dla floty autobusów miejskich jest procesem, który wymaga analizy techniczno-finansowej, uwzględniającej specyficzne lokalne warunki oraz dostępne opcje technologiczne. Każdy typ napędu, od elektrycznego po wodorowy, ma swoje zalety i wady, a także różne koszty zakupu i eksploatacji.

Autobusy elektryczne są popularnym wyborem ze względu na ich niski poziom emisji i cichą pracę. Obecnie średnia cena zakupu autobusu elektrycznego klasy MAXI (12 m) wynosi około 2,50 miliona złotych. Mimo że takie autobusy są droższe w zakupie niż konwencjonalne pojazdy z silnikami spalinowymi, ich zaletą jest dłuższy czas między remontami oraz niższe koszty operacyjne związane z mniejszym zużyciem części mechanicznych. Wprowadzenie autobusów elektrycznych wymaga jednak znacznych inwestycji w infrastrukturę ładowania, zarówno w zajezdniach, jak i na terenie miasta.

Autobusy wodorowe reprezentują innowacyjną technologię, która charakteryzuje się zerową emisją spalin, ponieważ produktem ubocznym wytwarzania energii z wodoru jest tylko para wodna. Koszt zakupu jednego autobusu wodorowego w klasie MAXI wynosi obecnie około 2,86 miliona złotych, więc jest wyraźnie wyższy niż w przypadku innych systemów zasilania. Dodatkowo, ograniczona dostępność stacji tankowania wodoru w Polsce stanowi istotne wyzwanie logistyczne, które wymaga dodatkowych inwestycji w infrastrukturę.

Autobusy hybrydowe, które łączą silnik spalinowy z elektrycznym, stanowią rozwiązanie przejściowe pomiędzy tradycyjnymi pojazdami a w pełni zeroemisyjnymi jednostkami. Cena zakupu takiego autobusu klasy MAXI to na chwilę obecną około 1,4 miliona złotych. Autobusy hybrydowe oferują redukcję emisji spalin i mogą być efektywnym sposobem na spełnienie wymogów środowiskowych w krótszym czasie, bez konieczności natychmiastowej rozbudowy infrastruktury ładowania.



Autobusy zasilane gazem CNG również stanowią alternatywę dla napędów spalinowych. Choć nie są w pełni zeroemisyjne, są klasyfikowane jako niskoemisyjne. Średnia cena zakupu autobusu klasy MAXI wynosi aktualnie około 1,5 miliona złotych, co czyni je tańszą alternatywą dla autobusów elektrycznych. W wyniku nowelizacji ustawy w 2021 r., autobusy zasilane biometanem (odmiana CNG) zostały uznane za pojazdy zeroemisyjne, co zwiększa ich atrakcyjność.

Autobusy zasilane olejem napędowym pozostają najpowszechniejszym typem pojazdu w wielu flotach ze względu na ich niższy koszt zakupu i brak potrzeby rozbudowy specjalistycznej infrastruktury. Koszt jednego autobusu z silnikiem Diesla wynosi obecnie około 1,2 miliona złotych. Pojazdy te spełniają normy emisji Euro 6, a w przyszłości także Euro 7, co czyni je bardziej ekologicznymi w porównaniu do starszych modeli, jednak ich dalsze użytkowanie jest ograniczone przez rosnące wymagania środowiskowe.

Podsumowując, wybór odpowiedniego napędu dla floty autobusowej wymaga dokładnej analizy kosztów i korzyści, uwzględniającej zarówno bezpośrednie koszty zakupu, jak i długoterminowe koszty eksploatacji, a także dostępność infrastruktury i wsparcie finansowe, jakie można uzyskać na zakup pojazdów nisko- i zeroemisyjnych.

Przegląd rozwiązań ładowania autobusów elektrycznych

Aby przedłużyć żywotność baterii, zaleca się, aby nie rozładowywać ich poniżej 20-30% pojemności, a codzienne użytkowanie powinno wykorzystywać około 50% zmagazynowanej energii. Mimo stosowania się do tych zaleceń, z czasem rzeczywista pojemność baterii maleje, co oznacza konieczność ich wymiany po około 8 latach eksploatacji, co wiąże się z wysokimi kosztami.

Baterie wymagają również różnego czasu i mocy ładowania w zależności od ich rodzaju. Standardowe ładowarki do ładowania nocnego mają moc od 40 kW do 60 kW, natomiast ładowarki szybkiego ładowania mogą mieć moc nawet do 500 kW.

W zależności od typu ładowarki, możemy wyróżnić:

- **Ładowarki typu plug-in:** bezpośrednie połączenie przez wtyczkę, najczęściej stosowane do ładowania nocnego. Koszt jednej ładowarki to około 65 000 zł, natomiast ładowarki wolnego ładowania kosztują około 150 000 zł.
- **Pantograf:** stosowany na pętlach, koszt stacji ładowania to około 1 500 000 zł, a pantografu na jednym autobusie – 70 000 zł.



- **Odwrócony pantograf:** ładowarka z pantografem umieszczona na stacji ładowania, koszt to około 650 000 zł, a instalacja na autobusie – 8 000 zł.
- **Ładowarki indukcyjne:** umieszczone w nawierzchni drogi, ich koszt jest jednak bardzo wysoki – około 8 000 000 zł, a koszt wyposażenia pojazdu to 600 000 zł.

Wybór systemu zasilania zależy od specyfiki działania danego operatora transportu i wielkości systemu komunikacji miejskiej. W praktyce stosuje się często mieszane systemy zasilania, które umożliwiają ładowanie autobusów na różne sposoby.

Odpowiedni dobór pojemności baterii oraz strategii ładowania jest kluczowy, aby zapewnić niezawodność i efektywność eksploatacji autobusów elektrycznych. W polskich warunkach najczęściej stosuje się ładowanie nocne uzupełnione doładowywaniem na trasie, co wymaga pojemności baterii rzędu 150-240 kWh. Alternatywnie można stosować autobusy z większymi bateriami o pojemności powyżej 300 kWh, które pozwalają na realizację całonocnych zadań transportowych.

Ostateczny wybór napędu i systemu ładowania zależy od wielu czynników, w tym kosztów, dostępności infrastruktury i specyfiki lokalnych warunków. W przyszłości można spodziewać się dalszego rozwoju technologii baterii, co może ułatwić pełną konwersję floty na tabor elektryczny lub wodorowy. W międzyczasie operatorzy mogą korzystać z pojazdów niskoemisyjnych jako rozwiązania przejściowego, dostosowując swoją flotę do wymogów ustawowych.

4.3 Warianty wymiany i rozwoju taboru

W celu spełnienia zapisów art. 36 Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych, MKK jako operator publicznego transportu zbiorowego realizujący zadania przewozowe w trybie powierzenia zgodnie z Ustawą o publicznym transporcie zbiorowym powinien osiągać wskaźnik udziału liczby pojazdów zeroemisyjnych na poziomie 30% w 2028 roku. Aktualnie operator nie dysponuje pojazdami zeroemisyjnymi, wykorzystując w swojej działalności 69 pojazdów z napędem ON oraz 5 pojazdów hybrydowych. Poniżej scharakteryzowano proponowane warianty osiągnięcia wartości spełniających zapisy Ustawy. Na potrzeby symulacji założono, że nowozakupowany tabor zeroemisyjny będzie wymieniany 1:1 względem wycofywanych jednostek spalinowych.

Wariant 1 (W1) – wariant elektryczny, obejmujący zakup 23 sztuk elektrobusów, w tym 10 sztuk MAXI w 2025 roku oraz 10 sztuk MAXI w 2026 roku i 3 sztuki MEGA w 2027.



Do wycofania przewiduje się najstarsze posiadane pojazdy. W 2025 roku zostanie wycofane 10 najstarszych pojazdów klasy MAXI, tj. pojazdy o nr taborowych: 1180, 1183, 1184 o normie emisji spalin Euro 2 oraz 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2026, 2027 o normie emisji spalin Euro 4. W 2026 roku zostanie wycofane kolejne 10 sztuk najstarszych pojazdów klasy MAXI tj. autobusy o numerach taborowych 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035 o normie emisji spalin Euro 4 oraz 2008, 2009 o normie emisji spalin Euro 5. W 2027 roku przewiduje się wycofanie najstarszych autobusów klasy MEGA, tj. 1181 o normie emisji spalin Euro 2 oraz 2074, 2075 o normie spalin Euro 5.

Wariant 2 (W2) – wariant gazowy obejmujący zakup 23 sztuk autobusów zasilanych CNG, w tym 10 sztuk MAXI w 2025 roku oraz 10 sztuk MAXI w 2026 roku i 3 sztuki MEGA w 2027. Do wycofania przewiduje się najstarsze posiadane pojazdy. W 2025 roku zostanie wycofane 10 najstarszych pojazdów klasy MAXI, tj. pojazdy o nr taborowych: 1180, 1183, 1184 o normie emisji spalin Euro 2 oraz 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2026, 2027 o normie emisji spalin Euro 4. W 2026 roku zostanie wycofane kolejne 10 sztuk najstarszych pojazdów klasy MAXI tj. autobusy o numerach taborowych 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035 o normie emisji spalin Euro 4 oraz 2008, 2009 o normie emisji spalin Euro 5. W 2027 roku przewiduje się wycofanie najstarszych autobusów klasy MEGA, tj. 1181 o normie emisji spalin Euro 2 oraz 2074, 2075 o normie spalin Euro 5.

Wariant 3 (W3) – wariant wodorowy, obejmujący zakup 23 sztuk autobusów elektrycznych zasilanych ogniwami paliwowymi, w tym 10 sztuk MAXI w 2025 roku oraz 10 sztuk MAXI w 2026 roku i 3 sztuki MEGA w 2027. Do wycofania przewiduje się najstarsze posiadane pojazdy. W 2025 roku zostanie wycofane 10 najstarszych pojazdów klasy MAXI, tj. pojazdy o nr taborowych: 1180, 1183, 1184 o normie emisji spalin Euro 2 oraz 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2026, 2027 o normie emisji spalin Euro 4. W 2026 roku zostanie wycofane kolejne 10 sztuk najstarszych pojazdów klasy MAXI tj. autobusy o numerach taborowych 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035 o normie emisji spalin Euro 4 oraz 2008, 2009 o normie emisji spalin Euro 5. W 2027 roku przewiduje się wycofanie najstarszych autobusów klasy MEGA, tj. 1181 o normie emisji spalin Euro 2 oraz 2074, 2075 o normie spalin Euro 5.

Na podstawie wyników wcześniejszych analiz przyjęto cztery scenariusze: bezinwestycyjny zakładający brak spełnienia wymagań opisanych w art. 36 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych oraz trzy scenariusze rozwojowe, z których



2 z nich zakładają spełnienie wymogów ustawy o elektromobilności od roku 2027, natomiast jeden z nich, zakładający zakup pojazdów o napędzie CNG nie zakłada osiągnięcia wskazanego wymogu. Pomimo, że wariant bezinwestycyjny (W0) zakłada zaniechanie projektów inwestycyjnych w nowy tabor zeroemisyjny w latach 2025-2027, to nie przewiduje on zaprzestania świadczenia usług komunikacji miejskiej. Wariant bazowy (bezinwestycyjny) zakłada sytuację, w której praca przewozowa świadczona jest przez Operatora przy użyciu aktualnie posiadanego typu taboru i stanowi odniesienie dla wariantów inwestycyjnych (elektrycznego, gazowego, wodorowego), gdyż różnicowo wyliczane są m.in. osiągnięte efekty ekonomiczne wymiany taboru na zeroemisyjny lub niskoemisyjny.

5. Analiza finansowo-ekonomiczna

5.1 Analiza sytuacji finansowej miasta i wpływu programu wymiany pojazdów na jej stabilność

Organizatorem transportu publicznego na terenie miasta Koszalin i gmin ościennych, z którymi miasto Koszalin zawarło porozumienie komunalne w zakresie



świadczenia usług publicznego transportu zbiorowego jest Prezydent Miasta Koszalin. Prezydent Miasta na prawach powiatu jest organem osoby prawnej, jaką jest Beneficjent na prawach powiatu. Stosownie do art. 92 ust. 1 pkt 2 i ust. 2 ustawy z dnia 5 czerwca 1998 r. o samorządzie powiatowym Prezydent Miasta na prawach powiatu posiada uprawnienia do działania jako organ powiatu, tj. starosta, zaś na podstawie art. 26 ust. 1 i 4 ustawy z dnia 8 marca 1990 r. jest organem wykonawczym gminy. W konsekwencji tych rozwiązań prawnych Prezydent miasta łączy w sobie uprawnienia do realizacji zadań z zakresu samorządu gminnego jak i samorządu powiatowego. Zgodnie z art. 7 ustawy o samorządzie gminnym „Zaspokajanie zbiorowych potrzeb wspólnoty należy do zadań własnych gminy”. Wyróżnione zostały 22 najistotniejsze sprawy, które należą do zadań własnych gminy, m. in. lokalnego transportu zbiorowego. Przewozy na obszarze Koszalina oraz na terenie okolicznych gmin wykonuje Miejski Zakład Komunikacji Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością z siedzibą przy ul. Gnieźnieńskiej 9 w Koszalinie. Finansowanie przewozów komunikacji miejskiej w Koszalinie wykonywanych przez MZK Sp. z o.o. odbywa się na podstawie rocznej rekompensaty dla spółki, zabezpieczanej w budżecie Miasta Koszalin i Wieloletniej Prognozie Finansowej. Wynagrodzenie to jest przeznaczone głównie na pokrycie niezbędnych kosztów realizacji przewozów, wykorzystanie oraz utrzymania infrastruktury technicznej, **koszty** finansowe czy też uwzględnienie podatku dochodowego w wysokości stawki określonej w umowie.

W tabeli 5.1. przedstawiono wykonanie budżetu Miasta Koszalin w latach 2021-2024. Lata 2021-2023 przedstawiono zgodnie z wykonaniem budżetu. Natomiast dane z 2024 roku pochodzą z projektu budżetu na 2024 r.

Tabela 5.1. Budżet miasta Koszalin w latach 2021-2024 [zł]

Lp.	Pozycja	Wykonanie w latach			Plan na 2024 rok
		2021	2022	2023	
1	Dochody budżetu Miasta w tym:	810 751 236	758 439 024	782 361 312	896 862 600
1a	dochody bieżące	761 611 961	721 565 242	735 880 806	773 687 000
1aa	lokalny transport zbiorowy	177 000	177 000	191 000	191 000
1b	dochody majątkowe	49 139 275	36 873 782	52 817 475	123 175 600
2	Wydatki budżetu Miasta w tym:	761 364 892	807 319 121	887 303 795	959 434 873
2a	wydatki bieżące	718 548 489	723 666 972	784 144 465	829 000 873
2aa	lokalny transport zbiorowy	19 457 618	19 299 625	20 064 500	22 127 500
2b	wydatki majątkowe	68 347 745	83 652 149	103 159 330	130 434 000
3	Nadwyżka/deficyt budżetu Miasta	49 386 344	-48 880 097	-104 942 483	62 572 273
4	Deficyt/nadwyżka operacyjna	43 063 472	-2 101 730	-48 263 660	-55 313 873
5	Finansowanie w tym:	-49 386 344	48 880 097	157 557 085	62 572 273



5a	przychody	105 340 396	146 093 513	184 757 085	92 772 273
5b	rozchody	154 726 740	97 213 416	27 200 000	30 200 000

Źródło: Opracowanie własne

Analizując budżety miasta Koszalin w latach 2021-2024, można zauważyć, że miasto w większości analizowanego okresu osiągało deficyt operacyjny (występowała nadwyżka wydatków bieżących nad dochodami bieżącymi). Oznacza to, że w podanym okresie budżet Miasta mógł mieć czasowe problemy z pokryciem wydatków bieżących, w tym związanych z finansowaniem publicznego transportu zbiorowego. W kontekście całego budżetu miasta warto dodać, 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. W konsekwencji odnowa taboru wymaga zmiany priorytetów inwestycyjnych, zaciągnięcia kredytu lub skorzystania z dofinansowania zewnętrznego w celu zmniejszenia wkładu własnego w nakładach inwestycyjnych na autobusy zeroemisyjne.

Lata 2021-2022 to okres wysokiej inflacji, wynoszącej odpowiednio 8,2 i 14,4% średniorocznie. Wysoka inflacja nie znalazła odzwierciedlenia w adekwatnym wzroście dochodów bieżących Miasta. W 2022 roku brak wzrostu, a w wielu miastach nawet spadek dochodów jednostek samorządu terytorialnego, znaczny wpływ miało także wprowadzenie istotnych zmian ustawowych w rozliczaniu podatku dochodowego. Wpłynęło to na notowany od 2022 roku deficyt zarówno w budżecie miasta jak i w ujęciu operacyjnym.

Udział wydatków na transport zbiorowy w analizowanym okresie w niewielkim stopniu zmalał, a następnie wzrósł w roku 2023r.

Plan budżetu na rok 2024 zakłada dodatni wynik finansowy na poziomie 62,57 mln zł, przy deficycie na poziomie operacyjnym w wysokości 55,31 mln zł. Wynik finansowy na poziomie operacyjnym określa swego rodzaju wynik finansowy działalności bieżącej jednostki samorządu terytorialnego. Informuje o tym, ile samorządowi pozostało dochodów o charakterze stabilnym – cyklicznym, po sfinansowaniu wszystkich wydatków o takim charakterze. Pozytywna dla jednostki samorządowej sytuacja występuje wówczas, gdy ma miejsce istotna, stała i coroczna nadwyżka operacyjna, co oznacza, że po sfinansowaniu wszystkich wydatków bieżących, zostaną jeszcze środki finansowe na realizację inwestycji. Natomiast występująca w Koszalinie, w roku 2024, strata stanowi barierę w rozwoju gospodarczym. Pogłębiający się w ostatnich latach deficyt na poziomie operacyjnym świadczy o zwiększonych obciążeniach samorządu oraz w dużej mierze ogranicza



możliwości rozwoju oferty publicznego transportu zbiorowego. Pomimo tego, wydatki na publiczny transport zbiorowy zaplanowano na poziomie 22 127 500,00 zł, czyli o ok. 10,28% więcej niż w 2023r.

5.2 Ocena sytuacji finansowej Operatora

Podmiotem odpowiedzialnym za realizację usług transportowych jest Miejski Zakład Komunikacji Sp. z o.o. w Koszalinie. Operator świadczy usługi publicznego transportu zbiorowego na liniach autobusowych zgodnie z planem pracy przewozowej. W kolejnej tabeli przedstawiono rachunek zysków i strat MZK Koszalin za lata 2021-2023.

Tabela 5.2. Elementy rachunków zysków i strat MZK Sp. z o.o. w wariantcie porównawczym [zł]

Pozycja	2021	2022	2023
Przychody ze sprzedaży	49 600 689,88	57 750 438,56	52 469 925,00
Koszty działalności operacyjnej	54 803 486,82	63 277 953,19	55 723 547,34
Zysk/strata ze sprzedaży	- 5 202 796,94	-5 527 514,63	- 3 253 622,34
Pozostałe przychody operacyjne	2 149 750,86	2 008 596,42	2 036 179,32
Pozostałe koszty operacyjne	145 671,76	141 709,80	172 908,90
Zysk/strata na działalności operacyjnej	-3 198 717,84	-3 660 628,01	-1 390 351,92
Przychody finansowe	96,83	1 577,28	3,69
Koszty finansowe	18 801,24	9 805,92	464 543,24
Zysk/strata brutto	-3 217 422,25	- 4 033 090,02	-1 854 891,47
Podatek dochodowy	-18 792,00	7 596,00	-6 603,00
Zysk/strata netto	-3 198 630,25	- 4 040 686,02	-1 848 288,47

Źródło: Sprawozdanie finansowe Spółki MZK w Koszalinie za rok obrotowy 2021, 2022 i 2023.

Operator w analizowanym okresie ponosi straty finansowe, choć strata za rok 2023 jest istotnie niższa niż w latach poprzednich. Spowodowane jest to przede wszystkim spadkiem kosztów operacyjnych, wynikającym z obniżki średniej ceny paliwa. Podstawowym źródłem ujemnego wyniku finansowego jest strata na działalności podstawowej, częściowo pokryta zyskami z pozostałej działalności operacyjnej. Pokrycie straty operatora następuje w wyniku dopłaty właściciela do kapitału rezerwowego spółki.

Analizując przychody Spółki, należy podkreślić, że podstawowym ich źródłem jest świadczenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego. Przychody z pozostałej działalności obejmują głównie przychody z reklam, stacji kontroli pojazdów, wynajmu pojazdów oraz pozostałych usług. Przychody finansowe obejmują odsetki od należności i środków na rachunku bankowym, w tym głównie odsetki.



Obecna sytuacja finansowa nie pozwala na pełną samodzielną odnowę posiadanego taboru. Wymiana taboru autobusowego MZK powinna zatem być realizowana przy wsparciu finansowania zewnętrznego, w tym środków w ramach programów Unii Europejskiej. W ramach odnowy floty transportu publicznego możliwe jest również zaangażowanie organizatora, który samodzielnie zakupi tabor i przekaze go w użytkowanie operatorowi np. w postaci aportu do majątku spółki lub na zasadach użyczenia.

5.3 Model nabywania pojazdów

Preferowanym modelem nabywania pojazdów zeroemisyjnych jest ich zakup przy wykorzystaniu możliwości pozyskania dofinansowania ze środków unijnych. Tabor w takiej formule może zostać nabyty zarówno przez Operatora, jak i Organizatora. W przypadku nabywania zeroemisyjnego taboru przez jednostkę samorządu terytorialnego może on zostać przekazany operatorowi nieodpłatnie na podstawie umowy o świadczenie usług publicznych albo na podstawie innej umowy nieodpłatnej (np. użyczenia), bądź też w formie odpłatnej (np. najmu lub dzierżawy). Czas obowiązywania przedmiotowej umowy nie może być dłuższy niż czas obowiązywania umowy o świadczenie usług publicznych.

5.4 Wymiana pojazdów na zeroemisyjne zrealizowana w latach 2021-2023

W okresie 2021-2023 nie zostały zakupione żadne autobusy o napędzie zeroemisyjnym oraz niskoemisyjnym.

5.5 Efektywność finansowa

Określenie wariantów inwestycyjnych daje możliwość przeprowadzenia dalszych analiz, w pierwszej kolejności analizy finansowej. Celem analizy finansowej jest określenie poziomu rentowności projektu polegającego na zakupie zeroemisyjnego taboru, z punktu widzenia przepływów pieniężnych. Poniżej przedstawiono główne założenia przyjęte w analizie:

- analiza przeprowadzona została metodą zdyskontowanych przepływów pieniężnych (DCF),
- finansowa stopa dyskontowa: 4%,
- analiza przeprowadzona w cenach stałych, metodą przyrostową,
- analiza przeprowadzona w cenach netto,
- okres odniesienia 10 lat,



- uwzględniono nakłady odtworzeniowe mające na celu utrzymanie potencjału przewozowego w okresie analizy,
- z obliczeń wyłączono przepływy niepieniężne.

Zgodnie z zaleceniami Ministerstwa Klimatu i Środowiska okres analizy objął lata 2025-2034. Ze względu na relatywnie dużą liczebność taboru plan wymiany został dostosowany do okresu użytkowania w taki sposób, że cykl życia zawiera się w okresie analizy, co powoduje brak występowania wartości rezydualnej w przedmiotowej analizie. Na okres analizy założono utrzymanie aktualnego poziomu wielkości pracy eksploatacyjnej taboru (stan na koniec 2023 roku). Założono również brak istotnych zmian w zakresie popytu na usługi publicznego transportu zbiorowego.

W wariantcie W0 założono utrzymanie obecnego potencjału przewozowego operatora poprzez zakup określonej liczby używanych pojazdów spalinowych, z normą Euro 6. W analizie finansowej ujęto te wydatki w ramach kategorii nakłady odtworzeniowe. Założono koszt jednego używanego pojazdu spalinowego na poziomie 0,5 mln zł. Dla zwiększenia porównywalności założono ponoszenie nakładów odtworzeniowych w wariantcie W0 w zbliżonym okresie, co nakłady inwestycyjne oraz odtworzeniowe w wariantcie W1-W3.

W wariantcie W1 planuje się zakup 23 sztuk autobusów z napędem elektrycznym zasilanych bateryjnie (BEV), wraz z niezbędną infrastrukturą ładowania w postaci 11 ładowarek plug-in zlokalizowanych na terenie zajezdni MZK oraz dwóch ładowarek pantografowych zlokalizowanych na sieci transportu publicznego, na tzw. przystankach węzłowych: Władysława IV oraz os. Bukowe. Harmonogram rzeczowo-finansowy przedstawiono w tabeli X. Nakłady na realizację projektu realizowane będą w latach 2025-2027, tak aby docelowo od początku 2028 r. osiągnąć wskaźnik 30% udziału pojazdów zeroemisyjnych. Łączne nakłady przedstawiono w tabeli.

Tabela 5.3. Nakłady inwestycyjne wariant W1

Pozycja	Koszt jednostkowy netto [zł]	Ilość sztuk	Łączny koszt netto [zł]
Autobus BEV 12m	2 500 000,00	20	50 000 000,00
Autobus BEV 18 m	2 800 000,00	3	8 400 000,00
Ładowarka plug-in	150 000,00	10	1 500 000,00
Ładowarka pantografowa	1 500 000,00	2	3 000 000,00
Suma			62 900 000,00

Źródło: opracowanie własne

W wariantcie W2 planuje się zakup autobusów CNG w liczbie 23 sztuk. Pojazdy nie są istotnie droższe od taboru spalinowego ze względu na zbliżoną technologię produkcji. Natomiast istotnym wyzwaniem jest zabezpieczenie infrastruktury



tankowania gazu CNG. Operator może zbudować stację we własnym zakresie co wiąże się, z uzyskaniem stosownych pozwoleń oraz poniesieniem nakładów inwestycyjnych. Alternatywnym rozwiązaniem jest korzystanie z ogólnodostępnych stacji tankowania. W przypadku Koszalina funkcjonując ogólnodostępne stacje tankowania CNG, dlatego podejmowanie inwestycji we własnym zakresie jest bezzasadne. Łączne nakłady przedstawiono w tabeli.

Tabela 5.4 Nakłady inwestycyjne wariant W2

Pozycja	Koszt jednostkowy netto [zł]	Ilość sztuk	Łączy koszt netto [zł]
Autobus CNG 12m	1 500 000,00	20	30 000 000,00
Autobus CNG 18 m	1 800 000,00	3	5 400 000,00
Suma			34 400 000,00

Źródło: opracowanie własne

W wariancie W3 planuje się zakup 23 sztuk autobusów z napędem elektrycznym zasilanych ogniwami paliwowymi (FCEV). Ważnym aspektem jest również budowa odpowiedniej infrastruktury tankowania. Aktualnie na obszarze Koszalina nie funkcjonuje ogólnodostępna stacja tankowania wodoru. Nakłady na realizację projektu realizowane będą w latach 2025-2027, tak aby docelowo od początku 2028 r. osiągnąć wskaźnik 30% udziału pojazdów zeroemisyjnych. Łączne nakłady przedstawiono w tabeli.

Tabela 5.5. Nakłady inwestycyjne wariant W3

Pozycja	Koszt jednostkowy netto [zł]	Ilość sztuk	Łączy koszt netto [zł]
Autobus FCEV 12m	2 860 000,00	20	57 200 000,00
Autobus FCEV 18 m	3 200 000,00	3	9 600 000,00
Stacja tankowania wodoru	20 000 000,00	1	20 000 000,00
Suma			86 800 000,00

Źródło: opracowanie własne

Spośród przedstawionych wariantów zdecydowania najdroższym jest wariant W3. Technologia napędów zasilanych wodorem aktualnie intensywnie się rozwija. Pierwsze pojazdy są już użytkowane przez operatorów w Polsce, jednak odnotowuje się szereg usterek i awarii określanych tzw. chorobą wieku dziecięcego. Wysokim kosztem charakteryzuje się infrastruktura tankowania wodoru.



W analizie finansowej oraz ekonomicznej brane są również pod uwagę koszty operacyjne. W celu wyznaczenia prognozowanych kosztów operacyjnych, jakie będą ponoszone w kolejnych latach okresu operacyjnego, uwzględniono podstawowe koszty związane z eksploatacją taboru oraz infrastrukturą do obsługi w wariantach inwestycyjnych. Koszty prezentowane są w ujęciu różnicowym, gdzie plus oznacza zwiększenie kosztu, zaś minus oznacza oszczędność. W analizie uwzględniono wartości jednostkowe w zakresie zużycia i kosztów operacyjnych:

- zużycie ON wg danych dot. spalania za okres ostatnich 3 lat,
- zużycie energii przez autobus elektryczny MAXI: 1,1 kWh/km,
- zużycie energii przez autobus elektryczny MEGA: 1,6 kWh/km,
- zużycie paliwa przez autobus gazowy MAXI 60 m³ CNG/100 km,
- zużycie paliwa przez autobus gazowy MEGA 90 m³ CNG/100 km,
- zużycie wodoru przez autobus MAXI 7 kg / 100 km,
- zużycie wodoru przez autobus MAXI 10 kg / 100 km,
- cena ON 5,50 zł/l,
- cena CNG: 7,00 zł/m³,
- cena energii elektrycznej 1,40 zł / kWh,
- cena wodoru 40 zł / kg.

W kolejnych tabelach przedstawiono symulacje pracy przewozowej dla wariantów W0, W1 i W2, W3 jak również projekcje kosztów operacyjnych dla wariantów i w ujęciu różnicowym. W projekcjach pominięto przychodu organizatora ponieważ uznaje się, że rodzaj napędu nie będzie wpływał na liczbę pasażerów, dlatego wartość przychodów różnicowo bilansuje się w porównywanych wariantach. Na potrzeby analizy założono roczny wolumen pracy przewozowej na poziomie 3 200 000 wzkm. .



Tabela 5.6 Projektacja pracy przewozowej na lata 2025-2034 dla wariantów W0, W1, W2 i W3 w podziale na rodzaj taboru

Praca przewozowa w wariantcie bezinwestycyjnym W0											
Rodzaj taboru	jednostka	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Autobusy ON MEGA- EURO 2	pojkm	10 000	10 000								
Autobusy ON MINI- EURO 4	pojkm	5 000									
Autobusy ON MAXI- EURO 4	pojkm	600 000	200 000								
Autobusy ON MAXI- EURO 5	pojkm	600 000	300 000								
Autobusy ON MEGA- EURO 5	pojkm	120 000	120 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000
Autobusy ON MINI- EURO 6	pojkm	15 000	15 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000
Autobusy ON MIDI- EURO 6	pojkm	400 000	205 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000
Autobusy ON MAXI - EURO 6	pojkm	1 200 000	2 100 000	1 600 000	1 600 000	1 600 000	1 600 000	1 600 000	1 600 000	1 600 000	1 600 000
Autobusy ON MEGA - EURO 6	pojkm			1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000
Autobusy hybrydowe – EURO 6	pojkm	250 000	250 000	200 000	200 000	200 000	200 000	200 000	200 000	200 000	200 000
RAZEM	pojkm	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000

Praca przewozowa w wariantcie inwestycyjnym W1 - elektrobusy											
Rodzaj taboru	jednostka	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Autobusy ON MEGA- EURO 2	pojkm	10 000	10 000								
Autobusy ON MINI- EURO 4	pojkm	5 000									
Autobusy ON MAXI- EURO 4	pojkm	600 000	200 000								
Autobusy ON MAXI- EURO 5	pojkm	600 000	300 000								
Autobusy ON MEGA- EURO 5	pojkm	120 000	120 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000
Autobusy ON MINI- EURO 6	pojkm	15 000	15 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000
Autobusy ON MIDI- EURO 6	pojkm	400 000	205 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000
Autobusy ON MAXI - EURO 6	pojkm	600 000	900 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000
Autobusy hybrydowe – EURO 6	pojkm	350 000	350 000	280 000	280 000	280 000	280 000	280 000	280 000	280 000	280 000



Autobusy BEV MAXI	pojkm	500 000	1 100 000	1 100 000	1 100 000	1 100 000	1 100 000	1 100 000	1 100 000	1 100 000	1 100 000	1 100 000
Autobusy BEV MEGA	pojkm			120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000
RAZEM	pojkm	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000

Praca przewozowa w wariantcie inwestycyjnym W2 - autobusy CNG												
Rodzaj taboru	jednostka	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	
Autobusy ON MEGA- EURO 2	pojkm	10 000	10 000									
Autobusy ON MINI- EURO 4	pojkm	5 000										
Autobusy ON MAXI- EURO 4	pojkm	600 000	200 000									
Autobusy ON MAXI- EURO 5	pojkm	600 000	300 000									
Autobusy ON MEGA- EURO 5	pojkm	120 000	120 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000
Autobusy ON MINI- EURO 6	pojkm	15 000	15 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000
Autobusy ON MIDI- EURO 6	pojkm	400 000	205 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000
Autobusy ON MAXI - EURO 6	pojkm	600 000	900 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000
Autobusy hybrydowe – EURO 6	pojkm	350 000	350 000	280 000	280 000	280 000	280 000	280 000	280 000	280 000	280 000	280 000
Autobusy CNG MAXI	pojkm	500 000	1 100 000	1 100 000	1 100 000	1 100 000	1 100 000	1 100 000	1 100 000	1 100 000	1 100 000	1 100 000
Autobusy CNG MEGA	pojkm			120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000
RAZEM	pojkm	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000

Praca przewozowa w wariantcie inwestycyjnym W3 - autobusy FCEV												
Rodzaj taboru	jednostka	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	
Autobusy ON MEGA- EURO 2	pojkm	10 000	10 000									
Autobusy ON MINI- EURO 4	pojkm	5 000										
Autobusy ON MAXI- EURO 4	pojkm	600 000	200 000									
Autobusy ON MAXI- EURO 5	pojkm	600 000	300 000									
Autobusy ON MEGA- EURO 5	pojkm	120 000	120 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000
Autobusy ON MINI- EURO 6	pojkm	15 000	15 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000
Autobusy ON MIDI- EURO 6	pojkm	400 000	205 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000



Autobusy ON MAXI - EURO 6	pojkm	1 200 000	2 100 000	1 600 000	1 600 000	1 600 000	1 600 000	1 600 000	1 600 000	1 600 000	1 600 000
Autobusy hybrydowe – EURO 6	pojkm	350 000	350 000	280 000	280 000	280 000	280 000	280 000	280 000	280 000	280 000
Autobusy FCEV MAXI	pojkm	500 000	1 100 000	1 100 000	1 100 000	1 100 000	1 100 000	1 100 000	1 100 000	1 100 000	1 100 000
Autobusy FCEV MEGA	pojkm			120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000
RAZEM	pojkm	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000	3 200 000

Źródło: Opracowanie własne



Tabela 5.7 Projekcja kosztów operacyjnych na lata 2025-2034 dla wariantów oraz w ujęciu różnicowym

Koszty paliw/nośników i inne (W0)	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Koszt paliwa ON	9 520 500,00	9 917 050,00	9 864 800,00	9 864 800,00	9 864 800,00	9 864 800,00	9 864 800,00	9 864 800,00	9 864 800,00	9 864 800,00
Koszt CNG	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Koszt energii elektrycznej	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Koszt wodoru	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Razem	9 520 500,00	9 917 050,00	9 864 800,00	9 864 800,00	9 864 800,00	9 864 800,00	9 864 800,00	9 864 800,00	9 864 800,00	9 864 800,00

Koszty paliw/nośników (W1)	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Koszt paliwa ON	9 999 000,00	10 309 750,00	6 542 800,00	6 542 800,00	6 542 800,00	6 542 800,00	6 542 800,00	6 542 800,00	6 542 800,00	6 542 800,00
Koszt CNG	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Koszt energii elektrycznej	770 000,00	1 694 000,00	1 962 800,00	1 962 800,00	1 962 800,00	1 962 800,00	1 962 800,00	1 962 800,00	1 962 800,00	1 962 800,00
Koszt wodoru	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Razem	10 769 000,00	12 003 750,00	8 505 600,00	8 505 600,00	8 505 600,00	8 505 600,00	8 505 600,00	8 505 600,00	8 505 600,00	8 505 600,00

Koszty paliw/nośników (W2)	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Koszt paliwa ON	7 909 000,00	6 122 050,00	6 157 800,00	6 157 800,00	6 157 800,00	6 157 800,00	6 157 800,00	6 157 800,00	6 157 800,00	6 157 800,00
Koszt CNG	1 500 000,00	3 300 000,00	4 260 000,00	4 260 000,00	4 260 000,00	4 260 000,00	4 260 000,00	4 260 000,00	4 260 000,00	4 260 000,00
Koszt energii elektrycznej	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Koszt wodoru	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Razem	9 409 000,00	9 422 050,00	10 417 800,00	10 417 800,00	10 417 800,00	10 417 800,00	10 417 800,00	10 417 800,00	10 417 800,00	10 417 800,00

Koszty paliw/nośników (W3)	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Koszt paliwa ON	7 909 000,00	6 122 050,00	6 157 800,00	6 157 800,00	6 157 800,00	6 157 800,00	6 157 800,00	6 157 800,00	6 157 800,00	6 157 800,00
Koszt CNG	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Koszt energii elektrycznej	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Koszt wodoru	1 400 000,00	3 080 000,00	3 512 000,00	3 512 000,00	3 512 000,00	3 512 000,00	3 512 000,00	3 512 000,00	3 512 000,00	3 512 000,00
Razem	9 309 000,00	9 471 550,00	9 669 800,00	10 417 800,00	10 417 800,00	10 417 800,00	10 417 800,00	10 417 800,00	10 417 800,00	10 417 800,00

Źródło: Opracowanie własne



Wynikiem analizy finansowej jest oszacowanie efektywności finansowej na podstawie prognozy przepływów finansowych, które generują nakłady inwestycyjne, odtworzeniowe, koszty operacyjne oraz wartość rezydualna. Do oceny wykorzystano wskaźniki FNPV i FRR, które zawarto w kolejnej tabeli.

Tabela 5.8 Efektywność finansowa projektu wymiany taboru na autobusy zeroemisyjne

Wyszczególnienie	W1	W2	W3
Zdyskontowane nakłady na tabor	54 619 936,28	33 092 000,46	62 476 672,74
Zdyskontowane nakłady na infrastrukturę	4 081 560,08	0,00	19 230 769,23
Zdyskontowane koszty operacyjne (paliw/energii)	74 398 617,61	82 607 063,20	77 900 523,66
FNPV	- 42 606 531,01	- 27 717 500,00	-73 083 000,00
FRR	niepoliczalne	niepoliczalne	niepoliczalne

Źródło: Opracowanie własne

Ujemna wartość wskaźnika FNPV we wszystkich wariantach oznacza, że inwestycja zarówno w autobusy elektryczne akumulatorowe, CNG, jak i wodorowe jest nieopłacalna pod kątem finansowym. W przypadku ujemnej wartości FNPV wskaźnik FRR jest niepoliczalny. Wyniki analizy finansowej pokazują, że kluczowym elementem wpływającym na efektywność projektu są nakłady na tabor i infrastrukturę. Koszty paliwa i nośników energii są dość zbliżone do siebie w horyzoncie analizy.



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

Autobusy użytkowane obecnie w komunikacji miejskiej w Koszalinie wykorzystują olej napędowy, co wpływa negatywnie na jakość powietrza. Spalanie tego paliwa powoduje emisję szkodliwych substancji, głównie tlenków azotu (NOx). W mniejszym stopniu również cząstek stałych pyłów zawieszonych, lotnych związków organicznych oraz CO₂. W przypadku autobusów zasilanych sprężonym gazem ziemnym CNG, emisja jest ograniczona o cząstki stałe pyłów zawieszonych. W przypadku autobusów elektrycznych geneza emisji szkodliwych substancji zachodzi w inny sposób. W Polsce związana jest ona z tzw. miksem energetycznym kraju, gdyż wytwarzanie odbywa się głównie w elektrowni produkującej energię elektryczną z węgla.

Na podstawie metodyki zaproponowanej przez CUPT uwzględniającej normy emisji spalin EURO w pojeździe i zużycie paliwa lub energii elektrycznej, obliczono emisję zanieczyszczeń w poszczególnych wariantach. Szczegółowe dane zaprezentowane zostały w kolejnych tabelach.



Tabela 6.1 Emisyjność substancji szkodliwych (w kg/km) ze względu na rodzaj taboru

Norma EURO / rodzaj napędu	CO2 [kg/km]	SO2 [kg/km]	NMHC/NMVOC [kg/km]	NOx [kg/km]	PM [kg/km]
EURO 1	0,960	0,000	0,00396	0,0288	0,00130
EURO 2	0,960	0,000	0,00396	0,0252	0,00054
EURO 3	0,960	0,000	0,00238	0,0180	0,00036
EURO 4	0,960	0,000	0,00166	0,0126	0,00007
EURO 5	0,960	0,000	0,00166	0,0072	0,00007
EURO 6	0,960	0,000	0,00047	0,0014	0,00004
CNG	1,140	0,000	0,00072	0,0022	0,00006
EEV	0,999	0,710	0,00001	0,0008	0,00004
FCEV	0,000	0,000	0,00000	0,0000	0,00000

Źródło: Wyliczenia na podstawie kalkulatora emisji CO2 i zanieczyszczeń powietrza przez autobusy komunikacji miejskiej (CUPT)



Tabela 6.2 Emisje zanieczyszczeń w latach 2025-2034 dla poszczególnych wariantów oraz w ujęciu różnicowym (kg/rok)

Emisja wg wariantów											
Emisja CO2 w kg	jednostka	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Wariant W0	kg	3 072 000,00	3 072 000,00	3 072 000,00	3 072 000,00	3 072 000,00	3 072 000,00	3 072 000,00	3 072 000,00	3 072 000,00	3 072 000,00
Wariant W1	kg	3 091 705,00	3 115 351,00	3 120 080,20	3 120 080,20	3 120 080,20	3 120 080,20	3 120 080,20	3 120 080,20	3 120 080,20	3 120 080,20
Wariant W2	kg	3 162 000,00	3 270 000,00	3 291 600,00	3 291 600,00	3 291 600,00	3 291 600,00	3 291 600,00	3 291 600,00	3 291 600,00	3 291 600,00
Wariant W3	kg	2 592 000,00	2 016 000,00	1 900 800,00	1 900 800,00	1 900 800,00	1 900 800,00	1 900 800,00	1 900 800,00	1 900 800,00	1 900 800,00

Emisja NMHC/NMVOC w kg	jednostka	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Wariant W0	kg	3 115,65	2 489,10	1 551,60	1 551,60	1 551,60	1 551,60	1 551,60	1 551,60	1 551,60	1 485,20
Wariant W1	kg	2 885,65	1 770,70	990,40	990,40	990,40	990,40	990,40	990,40	990,40	990,40
Wariant W2	kg	3 240,65	2 551,70	1 856,60	1 856,60	1 856,60	1 856,60	1 856,60	1 856,60	1 856,60	1 856,60
Wariant W3	kg	2 880,65	1 759,70	978,20	978,20	978,20	978,20	978,20	978,20	978,20	978,20

Emisja NOx w kg	jednostka	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Wariant W0	kg	15 744,60	9 496,80	4 838,40	4 838,40	4 838,40	4 838,40	4 838,40	4 838,40	4 838,40	4 838,40
Wariant W1	kg	15 424,60	8 792,80	4 057,60	4 057,60	4 057,60	4 057,60	4 057,60	4 057,60	4 057,60	4 057,60
Wariant W2	kg	16 124,60	10 332,80	5 765,60	5 765,60	5 765,60	5 765,60	5 765,60	5 765,60	5 765,60	5 765,60
Wariant W3	kg	15 024,60	4 960,76	2 873,41	2 873,41	2 873,41	2 873,41	2 873,41	2 873,41	2 873,41	2 873,41

Emisja PM w kg	jednostka	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Wariant W0	kg	172,75	151,60	129,20	129,20	129,20	129,20	129,20	129,20	129,20	129,20
Wariant W1	kg	172,75	151,60	129,20	129,20	129,20	129,20	129,20	129,20	129,20	129,20
Wariant W2	kg	180,25	168,10	147,50	147,50	147,50	147,50	147,50	147,50	147,50	147,50
Wariant W3	kg	152,75	107,60	80,40	80,40	80,40	80,40	80,40	80,40	80,40	80,40

Emisja SO2 w kg	jednostka	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Wariant W0	kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wariant W1	kg	355 000,00	781 000,00	866 200,00	866 200,00	866 200,00	866 200,00	866 200,00	866 200,00	866 200,00	866 200,00
Wariant W2	kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wariant W3	kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Emisja zanieczyszczeń w kg w wariancie inwestycyjnym W1 – elektrobusy

Kategoria	jednostka	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Emisja CO2	kg	3 091 705,00	3 115 351,00	3 120 080,20	3 120 080,20	3 120 080,20	3 120 080,20	3 120 080,20	3 120 080,20	3 120 080,20	3 120 080,20
Emisja NMHC/NMVOC	kg	2 885,65	1 770,70	990,40	990,40	990,40	990,40	990,40	990,40	990,40	990,40
Emisja NOx	kg	15 424,60	8 792,80	4 057,60	4 057,60	4 057,60	4 057,60	4 057,60	4 057,60	4 057,60	4 057,60
Emisja PM	kg	172,75	151,60	129,20	129,20	129,20	129,20	129,20	129,20	129,20	129,20
Emisja SO2	kg	355 000,00	781 000,00	866 200,00	866 200,00	866 200,00	866 200,00	866 200,00	866 200,00	866 200,00	866 200,00

Emisja zanieczyszczeń w kg różnicowo

W1-W0	jednostka	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Emisja CO2	kg	19 705,00	43 351,00	48 080,20	48 080,20	48 080,20	48 080,20	48 080,20	48 080,20	48 080,20	48 080,20
Emisja NMHC/NMVOC	kg	-230,00	-718,40	-561,20	-561,20	-561,20	-561,20	-561,20	-561,20	-561,20	-494,80
Emisja NOx	kg	-320,00	-704,00	-780,80	-780,80	-780,80	-780,80	-780,80	-780,80	-780,80	-780,80
Emisja PM	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Emisja SO2	kg	355,00	781,00	866,20	866,20	866,20	866,20	866,20	866,20	866,20	866,20

W2-W0	jednostka	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Emisja CO2	kg	90 000,00	198 000,00	219 600,00	219 600,00	219 600,00	219 600,00	219 600,00	219 600,00	219 600,00	219 600,00
Emisja NMHC/NMVOC	kg	125,00	62,60	305,00	305,00	305,00	305,00	305,00	305,00	305,00	371,40
Emisja NOx	kg	380,00	836,00	927,20	927,20	927,20	927,20	927,20	927,20	927,20	927,20
Emisja PM	kg	7,50	16,50	18,30	18,30	18,30	18,30	18,30	18,30	18,30	18,30
Emisja SO2	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

W3-W0	jednostka	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Emisja CO2	kg	-480 000,00	-1 056 000,00	-1 171 200,00	-1 171 200,00	-1 171 200,00	-1 171 200,00	-1 171 200,00	-1 171 200,00	-1 171 200,00	-1 171 200,00
Emisja NMHC/NMVOC	kg	-235,00	-729,40	-573,40	-573,40	-573,40	-573,40	-573,40	-573,40	-573,40	-507,00
Emisja NOx	kg	-720,00	-4 536,04	-1 964,99	-1 964,99	-1 964,99	-1 964,99	-1 964,99	-1 964,99	-1 964,99	-1 964,99
Emisja PM	kg	-20,00	-44,00	-48,80	-48,80	-48,80	-48,80	-48,80	-48,80	-48,80	-48,80
Emisja SO2	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Źródło: Opracowanie własne



7. Analiza społeczno-ekonomiczna

7.1 Wpływ na poziom i jakość życia, mobilność społeczną, ograniczenie wykluczenia komunikacyjnego na poziom i jakość życia, mobilność społeczną, ograniczenie wykluczenia komunikacyjnego, dostępność usług komunikacyjnych, innych usług społecznych i zamożność społeczności

Wymiana taboru autobusowego na nowe, bezemisyjne pojazdy ma pozytywny wpływ na poziom i jakość życia, mobilność społeczną, ograniczenie wykluczenia komunikacyjnego, dostępność usług komunikacyjnych oraz innych usług społecznych i zamożność społeczności. Znaczna część autobusów użytkowanych obecnie w ramach świadczenia usług transportowych wykorzystuje olej napędowy, co wpływa negatywnie na jakość powietrza. Spalanie tego paliwa powoduje emisję szkodliwych substancji – głównie tlenków azotu (NOx). W mniejszym stopniu również cząstek stałych pyłów zawieszonych PM2,5, PM10, lotnych związków organicznych oraz CO2. Wprowadzenie zeroemisyjnych autobusów znacząco poprawi jakość powietrza w mieście, ponieważ pojazdy te nie emitują zanieczyszczeń podczas ich eksploatacji, co wpływa na poprawę stanu zdrowia publicznego. Lepsza jakość powietrza wiąże się ze zmniejszeniem ryzyka występowania chorób układu oddechowego i krążenia, co przekłada się na ogólne zdrowie mieszkańców Miasta, ale także na ich lepsze samopoczucie. Co więcej, autobusy elektryczne ograniczają ryzyko zanieczyszczenia środowiska przez wycieki płynów eksploatacyjnych takich jak olej napędowy czy olej silnikowy. Inwestycje w zeroemisyjny transport publiczny stanowią dla wielu ośrodków miejskich istotny element realizacji polityki zrównoważonego rozwoju. Elektrobusy pod względem cech ekologicznych posiadają wiele zalet. Ich silniki zużywają mniej energii (przy większej sprawności) aniżeli autobusy o konwencjonalnym napędzie. Ponadto warunki towarzyszące jeździe w mieście, np. częste przyspieszanie i hamowanie, pozwalają na szczególnie efektywne wykorzystanie systemów odzyskiwania energii, np. rekuperacji.

Zaletą autobusów elektrycznych jest również niski hałas w trakcie eksploatacji. Poziom hałasu autobusów elektrycznych jest znacznie mniejszy niż autobusów o silnikach spalinowych. Bardzo ciche przemieszczanie się autobusów elektrycznych zwiększa komfort podróżujących pasażerów. Redukcja hałasu w mieście przyczyni się do zmniejszenia stresu i poprawy jakości życia, szczególnie w obszarach o dużym natężeniu ruchu. Cisza oraz spokój sprzyjają lepszemu odpoczynkowi i redukują problemy ze snem, co jest ważnym elementem zdrowia psychicznego i fizycznego.

Zeroemisyjne autobusy wpływają na popularyzację korzystania z transportu publicznego dzięki podniesieniu jego atrakcyjności. Nowoczesne autobusy staną się



mniej awaryjne, co wpłynie na podniesienie jakości świadczonych usług transportowych i zachęci mieszkańców do przemieszczania się przy wykorzystaniu transportu zbiorowego. Skutkiem będzie zmniejszenie zatłoczenia na drogach, a także poprawa płynności ruchu. Dodatkowo nowe pojazdy mogą zostać zakupione z dbałością o różnorodne udogodnienia, takie jak: klimatyzacja, systemy informacji pasażerskiej, dostosowania dla osób z niepełnosprawnościami, co zwiększa komfort podróżowania i sprzyja mobilności społecznej, w szczególności grup ze szczególnymi potrzebami. Nowoczesny i niezawodny transport publiczny zapewnia wszystkim mieszkańcom równy dostęp do komunikacji miejskiej. Dzięki zwiększeniu liczby autobusów elektrycznych w mieście, system transportu publicznego staje się bardziej dostępny dla osób starszych, niepełnosprawnych oraz osób o niższych dochodach, które mogą nie mieć dostępu do samochodu lub nie stać ich na jego utrzymanie. To sprzyja większej integracji społecznej i równości dostępu do mobilności, co jest kluczowym elementem rozwoju zrównoważonego transportu w miejskich obszarach funkcjonalnych.

Wprowadzanie pojazdów elektrycznych traktuje się jako podstawę zrównoważonej mobilności, ochrony środowiska i dywersyfikacji energetycznej. Wzrost udziału pojazdów elektrycznych w realizacji zadań przewozowych w miastach ma szczególne znaczenie w związku z niewydzielaniem szkodliwych substancji do środowiska w miejscu realizacji usług publicznych. Cele energetyczne realizowane za pośrednictwem pojazdów elektrycznych to dążenie do uniezależnienia krajowego rynku energetycznego od zasobów i polityki dostawców z zewnątrz. Przewidywany rozwój produkcji autobusów elektrycznych będzie miał istotny wpływ na funkcjonowanie systemu elektroenergetycznego kraju. Konieczna będzie budowa infrastruktury sieci dystrybucji energii, pojawią się dla branży elektroenergetycznej i odbiorców energii elektrycznej nowe możliwości magazynowania energii elektrycznej.

Warto również zauważyć, że rozpoczęcie eksploatacji taboru elektrycznego wiąże się z poprawą prestiżu jednostki samorządowej, jako wdrażającej elektromobilność w praktyce. Jednak wprowadzenie do eksploatacji autobusów elektrycznych wiąże się z wysokimi nakładami inwestycyjnymi, co mogłoby mieć wpływ na ograniczenie innych inwestycji z budżetu Miasta. Oddziaływanie to można jednak zmniejszyć lub wyeliminować przez uzyskanie wysokiego poziomu wsparcia finansowego z zewnętrznych środków pomocowych.



7.2 Wycena kosztów zmian klimatu, emisji zanieczyszczeń i hałasu

Tabela 7.1 Wycena kosztów emisji CO2 i zanieczyszczeń powietrza w latach 2025-2034 w ujęciu różnicowym

Koszty kosztów emisji GHC i zanieczyszczeń w zł										
W1-W0	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
CO2	18 683,03	45 823,91	56 059,18	61 295,48	66 531,78	71 768,07	77 004,37	85 628,86	94 253,35	102 877,84
NMHC/NMVOOC	-887,00	-2 859,91	-2 300,99	-2 357,94	-2 416,51	-2 474,96	-2 533,16	-2 587,79	-2 640,28	-2 375,78
NOx	-25 915,92	-58 854,21	-67 228,81	-68 892,90	-70 604,15	-72 311,84	-74 012,46	-75 608,40	-77 142,22	-78 729,01
PM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SO2	16 037,68	36 421,04	41 603,55	42 633,34	43 692,32	44 749,10	45 801,50	46 789,13	47 738,31	48 720,27
Razem	7 917,78	20 530,84	28 132,93	32 677,98	37 203,44	41 730,38	46 260,25	54 221,80	62 209,16	7 917,78
W2-W0	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
CO2	85 332,28	209 294,70	256 042,95	279 959,05	303 875,15	327 791,25	351 707,35	391 098,58	430 489,80	469 881,02
NMHC/NMVOOC	482,07	249,21	1 250,54	1 281,49	1 313,32	1 345,09	1 376,72	1 406,41	1 434,94	1 783,27
Nox	30 775,16	69 889,37	79 834,22	81 810,32	83 842,43	85 870,31	87 889,80	89 784,98	91 606,38	93 490,70
PM	3 760,12	8 539,11	9 754,18	9 995,62	10 243,91	10 491,67	10 738,41	10 969,97	11 192,51	11 422,74
SO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Razem	120 349,62	287 972,39	346 881,89	373 046,48	399 274,81	425 498,32	451 712,28	493 259,93	534 723,63	576 577,74
W3-W0	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
CO2	-455	-1 116	-1 365	-1 493	-1 620	-1 748	-1 875	-2 085	-2 295	-2 506
	105,47	238,42	562,42	114,95	667,48	220,02	772,55	859,08	945,60	032,13
NMHC/NMVOOC	-906,29	-2 903,70	-2 351,01	-2 409,20	-2 469,04	-2 528,76	-2 588,23	-2 644,04	-2 697,68	-2 434,35
NOx	-58 310,83	-379 211,47	-169 190,24	-173 378,12	-177 684,72	-181 982,35	-186 262,18	-190 278,59	-194 138,63	-198 132,01
PM	-10 026,99	-22 770,97	-26 011,15	-26 654,99	-27 317,08	-27 977,80	-28 635,77	-29 253,25	-29 846,69	-30 460,63
SO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Razem	-524 349,58	-1 521 124,56	-1 563 114,81	-1 695 557,26	-1 828 138,34	-1 960 708,92	-2 093 258,74	-2 308 034,96	-2 522 628,60	-2 737 059,13

Źródło: Opracowanie własne

Źródło: Opracowanie własne



7.3 Ocena korzyści wdrożenia pojazdów zeroemisyjnych - wskaźniki ENPV i ERR

Ostatecznym wynikiem analizy kosztów i korzyści jest sprawdzenie efektywności ekonomicznej zakładanych wariantów inwestycyjnych, wyliczanej na bazie skorygowanych przepływów finansowych oraz wycenionej emisji atmosfery szkodliwych substancji. Do oceny wykorzystywane są wskaźniki ENPV, ERR oraz B/C.

Tabela 7.2 Efektywność ekonomiczna dla wariantu inwestycyjnego W1

Analiza ekonomiczna dla wariantu W1	Wartość różnicowa
Przepływy pieniężne po korektach fiskalnych	
Nakłady inwestycyjne tabor	- 50 808 000,00
Nakłady inwestycyjne infrastruktura	- 3 735 000,00
Nakłady odtworzeniowe	8 704 350,00
Koszty operacyjne	- 10 997 929,00
Efekty społeczne	
Efekty z tyt. kosztów zmian klimatu (CO2)	- 679 925,87
Efekty z tyt. kosztów emisji zanieczyszczeń	278 548,00
ENPV	-42 949 985,73
ERR	niepoliczalne
B/C	0,13

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 7.3 Efektywność ekonomiczna dla wariantu inwestycyjnego W2

Analiza ekonomiczna dla wariantu W2	Wartość różnicowa
Przepływy pieniężne po korektach fiskalnych	
Nakłady inwestycyjne tabor	- 30 798 000,00
Nakłady inwestycyjne infrastruktura	0,00
Nakłady odtworzeniowe	8 704 350,00
Koszty operacyjne	- 19 855 531,02
Efekty społeczne	
Efekty z tyt. kosztów zmian klimatu (CO2)	- 3 105 472,15
Efekty z tyt. kosztów emisji zanieczyszczeń	- 903 824,95
ENPV	-25 787 965,45
ERR	niepoliczalne
B/C	0,17

Źródło: Opracowanie własne



Tabela 7.4 Efektywność ekonomiczna dla wariantu inwestycyjnego W3

Analiza ekonomiczna dla wariantu W2	Wartość różnicowa
Przepływy pieniężne po korektach fiskalnych	
Nakłady inwestycyjne tabor	- 58 116 000,00
Nakłady inwestycyjne infrastruktura	- 16 600 000,00
Nakłady odtworzeniowe	8 704 350,00
Koszty operacyjne	- 15 148 621,02
Efekty społeczne	
Efekty z tyt. kosztów zmian klimatu (CO2)	16 562 518,12
Efekty z tyt. kosztów emisji zanieczyszczeń	2 191 456,77
ENPV	-73 083 000,00
ERR	niepoliczalne
B/C	0,11

Ujemna wartość wskaźnika ENPV dla obu wariantów oznacza, że inwestycje są nieopłacalne pod względem ekonomicznym. Wartość wskaźnika ERR nie przekracza społecznej stopy dyskontowej na poziomie 3%, co także wskazuje na brak opłacalności ekonomicznej inwestycji. Wartość wskaźnika B/C poniżej 1 oznacza, że koszty poniesione w projekcie przewyższają potencjalne korzyści ekonomiczne. Wynik analizy wskazuje, że nie musi być spełniony ustawowy obowiązek dotyczący udziału autobusów zeroemisyjnych we flocie obsługującej miejską komunikację publiczną przez najbliższe 36 miesięcy, tj. do czasu sporządzenia następnej analizy kosztów i korzyści.

W przypadku wyboru spośród alternatywnych projektów za najlepszy uważany jest ten, dla którego ERR ma najwyższą wartość. Miasto Koszalin - mimo wyniku analizy - powinno podjąć się zakupu autobusów elektrycznych przy pomocy wsparcia zewnętrznego, w szczególności dostępnych środków unijnych, oraz uwzględnić wymóg świadczenia usług taborem zeroemisyjnym przy powierzaniu realizacji publicznego transportu zbiorowego. W przypadku aplikowania o dofinansowanie zewnętrzne sporządzane są odrębne analizy kosztów i korzyści dedykowane dla danego projektu inwestycyjnego.

Głównym czynnikiem wpływającym na ujemne wartości ENPV są istotnie wyższe nakłady inwestycyjne w wariantach alternatywnych. Dodatkowo w przedmiotowej analizie koszty te są rozliczane w okresie 10 lat, co dodatkowo wpływa na kumulację ujemnych wyników finansowych. Niestety zarówno wariant elektryczny, jak i gazowy de facto nie generują korzyści ekonomicznych. W przypadku napędów BEV rola mixu energetycznego kraju wpływa niekorzystnie na bilans obliczeń.



7.4 Kluczowe wyzwania społeczno-ekonomiczne stojące przed systemem zbiorowej komunikacji miejskiej

Jednym z najważniejszych wyzwań związanych z wymianą taboru na zeroemisyjne autobusy są wysokie koszty inwestycji. Zakup nowych autobusów elektrycznych wiąże się z wyższymi nakładami finansowymi w porównaniu do tradycyjnych pojazdów spalinowych. Ponadto infrastruktura towarzysząca, taka jak stacje ładowania, wymaga dodatkowych inwestycji. Miasto musi więc zapewnić odpowiednie źródła finansowania, które pozwolą na sfinansowanie tych kosztów bez nadmiernego obciążania budżetu.

Wprowadzenie zeroemisyjnych autobusów wiąże się również z koniecznością budowania akceptacji społecznej oraz zmiany nawyków mieszkańców. Zmiana nawyków może być wyzwaniem, szczególnie w przypadku osób, które na co dzień korzystają z prywatnych samochodów. Aby zachęcić mieszkańców do korzystania z komunikacji miejskiej, miasto musi zapewnić nie tylko nowoczesne i wygodne pojazdy, ale również konkurencyjne względem prywatnych środków transportu ceny biletów oraz dogodność połączeń.

Wyzwaniem stojącym przed systemem komunikacji miejskiej jest dostosowanie rozkładów jazdy do faktycznych możliwości codziennej eksploatacji autobusów elektrycznych, w tym w szczególności przewidywanie w rozkładach jazdy przerw w kursowaniu w ciągu dnia w celu umożliwienia doładowania baterii autobusów. Długość przerw między kursami, koniecznych na doładowanie pojazdów na pętlach, zależy jest w szczególności od mocy dostępnej ładowarki, która powinna być odpowiednio dobrana.

Generalnie systemy zbiorowej komunikacji miejskiej stoją przed szeregiem wyzwań o charakterze społeczno-ekonomicznym, które mają wpływ na ich efektywność, dostępność i zrównoważony rozwój. Oto kluczowe z nich:

- **Finansowanie i efektywność ekonomiczna.** Utrzymanie i rozwój infrastruktury transportowej wymaga dużych nakładów finansowych. W wielu miastach budżety są ograniczone, co może prowadzić do niedoinwestowania w tabor, infrastrukturę czy technologie. System komunikacji miejskiej wymaga subsydiowania, co stanowi istotne obciążenie budżetu miejskiego, a jednocześnie presja na obniżanie cen biletów może ograniczać przychody.
- **Dostępność i inkluzywność.** W niektórych rejonach miasta, zwłaszcza peryferyjnych, dostęp do komunikacji może być ograniczony, co wyklucza niektóre grupy społeczne, zwłaszcza osoby starsze i o niższych dochodach.



Zapewnienie odpowiednich udogodnień dla osób z niepełnosprawnościami często wymaga dodatkowych inwestycji, co może być wyzwaniem finansowym i organizacyjnym.

- **Zrównoważony rozwój.** Tradycyjny system transportu publicznego oparty w głównej mierze na oleju napędowym przyczynia się do zanieczyszczenia powietrza. Przejście na bardziej ekologiczne rozwiązania, jak elektryfikacja taboru, wymaga znacznych inwestycji. Ponadto w zatłoczonych miastach transport publiczny często jest przeciążony, co prowadzi do obniżenia komfortu podróży oraz wydłużenia czasu przejazdu.
- **Zmiany demograficzne.** W miastach, gdzie populacja się starzeje, pojawiają się nowe potrzeby związane z dostosowaniem transportu do osób starszych, które mogą wymagać specjalnych udogodnień. Depopulacja ludności prowadzi do zmian zapotrzebowania na transport publiczny, co wymaga odpowiedniego planowania i adekwatnego rozwoju infrastruktury.
- **Technologie i innowacje.** Wdrażanie nowoczesnych czy innowacyjnych technologii, takich jak inteligentne systemy zarządzania ruchem, bilety elektroniczne, autonomiczne pojazdy, wymaga znacznych inwestycji oraz przeszkolenia personelu. Wraz z cyfryzacją usług transportowych pojawiają się nowe zagrożenia, takie jak ryzyko ataków cybernetycznych, które mogą zakłócać działanie systemów i stwarzać zagrożenie dla pasażerów.
- **Zadowolenie pasażerów.** Pasażerowie oczekują, że transport publiczny będzie wygodny, punktualny i niezawodny. Przystoje, opóźnienia czy też problemy techniczne mogą zniechęcać do korzystania z komunikacji zbiorowej. Dostarczanie aktualnych oraz dokładnych informacji, zwłaszcza w sytuacjach awaryjnych, jest kluczowe dla zadowolenia i poczucia bezpieczeństwa użytkowników.
- **Wpływ pandemii COVID-19.** Pandemia COVID-19 spowodowała spadek liczby pasażerów korzystających z komunikacji miejskiej, co przełożyło się na zmniejszenie przychodów w tym okresie. Konieczne było również wprowadzenie nadzwyczajnych środków bezpieczeństwa, co wiązało się z dodatkowymi kosztami. Pandemia zmieniła nawyki mobilności, w tym wzrost pracy zdalnej, co mogło wpłynąć na trwałe zmniejszenie popytu na usługi transportu publicznego.



8. Podsumowanie (wnioski i rekomendacje)

Na podstawie Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych miasto Koszalin jest zobowiązane do opracowania aktualizacji analizy kosztów i korzyści 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, sploty 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.

W ramach analizy kosztów i korzyści rozważane były następujące warianty wymiany i rozwoju taboru:

Wariant 1 (W1) – wariant elektryczny, obejmujący zakup 23 sztuk elektrobusów, w tym 10 sztuk MAXI w 2025 roku oraz 10 sztuk MAXI w 2026 roku i 3 sztuki MEGA w 2027. Do wycofania przewiduje się najstarsze posiadane pojazdy. W 2025 roku zostanie wycofane 10 najstarszych pojazdów klasy MAXI, tj. pojazdy o nr taborowych: 1180, 1183, 1184 o normie emisji spalin Euro 2 oraz 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2026, 2027 o normie emisji spalin Euro 4. W 2026 roku zostanie wycofane kolejne 10 sztuk najstarszych pojazdów klasy MAXI tj. autobusy o numerach taborowych 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035 o normie emisji spalin Euro 4 oraz 2008, 2009 o normie emisji spalin Euro 5. W 2027 roku przewiduje się wycofanie najstarszych autobusów klasy MEGA, tj. 1181 o normie emisji spalin Euro 2 oraz 2074, 2075 o normie spalin Euro 5.



Wariant 2 (W2) – wariant gazowy obejmujący zakup 23 sztuk autobusów zasilanych CNG, w tym 10 sztuk MAXI w 2025 roku oraz 10 sztuk MAXI w 2026 roku i 3 sztuki MEGA w 2027. Do wycofania przewiduje się najstarsze posiadane pojazdy. W 2025 roku zostanie wycofane 10 najstarszych pojazdów klasy MAXI, tj. pojazdy o nr taborowych: 1180, 1183, 1184 o normie emisji spalin Euro 2 oraz 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2026, 2027 o normie emisji spalin Euro 4. W 2026 roku zostanie wycofane kolejne 10 sztuk najstarszych pojazdów klasy MAXI tj. autobusy o numerach taborowych 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035 o normie emisji spalin Euro 4 oraz 2008, 2009 o normie emisji spalin Euro 5. W 2027 roku przewiduje się wycofanie najstarszych autobusów klasy MEGA, tj. 1181 o normie emisji spalin Euro 2 oraz 2074, 2075 o normie spalin Euro 5.

Wariant 3 (W3) – wariant wodorowy, obejmujący zakup 23 sztuk autobusów elektrycznych zasilanych ogniwami paliwowymi, w tym 10 sztuk MAXI w 2025 roku oraz 10 sztuk MAXI w 2026 roku i 3 sztuki MEGA w 2027. Do wycofania przewiduje się najstarsze posiadane pojazdy. W 2025 roku zostanie wycofane 10 najstarszych pojazdów klasy MAXI, tj. pojazdy o nr taborowych: 1180, 1183, 1184 o normie emisji spalin Euro 2 oraz 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2026, 2027 o normie emisji spalin Euro 4. W 2026 roku zostanie wycofane kolejne 10 sztuk najstarszych pojazdów klasy MAXI tj. autobusy o numerach taborowych 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035 o normie emisji spalin Euro 4 oraz 2008, 2009 o normie emisji spalin Euro 5. W 2027 roku przewiduje się wycofanie najstarszych autobusów klasy MEGA, tj. 1181 o normie emisji spalin Euro 2 oraz 2074, 2075 o normie spalin Euro 5.

Wariant bazowy (bezinwestycyjny) zakłada sytuację, w której praca przewozowa świadczona jest przez Operatora przy użyciu aktualnie posiadanego typu taboru i stanowi odniesienie dla wariantów inwestycyjnych (elektrycznego, gazowego, wodorowego), gdyż różnicowo wyliczane są m.in. osiągnięte efekty ekonomiczne wymiany taboru na zeroemisyjny lub niskoemisyjny. W ramach wariantu bazowego Operator będzie nabywał nowe pojazdy o napędzie wysokoprężnym spełniające normę spalin Euro 6.

Wynikiem analizy finansowej jest oszacowanie efektywności finansowej na podstawie prognozy przepływów finansowych, które generują nakłady inwestycyjne, odtworzeniowe, koszty operacyjne oraz wartość rezydualna. Ujemna wartość wskaźnika FNPV w obu wariantach oznacza, że inwestycja zarówno w autobusy elektryczne akumulatorowe, wodorowe jak i zasilane CNG jest nieopłacalna pod kątem finansowym. W przypadku wskaźnika FRR wartość nie przekroczyła założonej stopy dyskontowej; oznacza to brak opłacalności finansowej. Warto jednak podkreślić, że



projekty z zakresu publicznego transportu zbiorowego zwykle nie odnotowują dodatnich wyników FNPV i FRR. Ujemna wartość wskaźników wskazuje też, że aktualna wartość przyszłych dochodów nie pokrywa poniesionych kosztów na wymianę taboru.

Ostatecznym wynikiem analizy kosztów i korzyści jest sprawdzenie efektywności ekonomicznej zakładanych wariantów inwestycyjnych, wyliczanej na bazie skorygowanych przepływów finansowych, wycenionej emisji atmosfery szkodliwych substancji i hałasu, jak również wartości rezydualnej. Do oceny wykorzystywane są wskaźniki ENPV, ERR oraz B/C. Ujemna wartość wskaźnika ENPV dla obu wariantów oznacza, że inwestycje są nieopłacalne pod względem ekonomicznym. Wartość wskaźnika ERR nie przekracza społecznej stopy dyskontowej na poziomie 3%, co także wskazuje na brak opłacalności ekonomicznej inwestycji. Wartość wskaźnika B/C poniżej 1 oznacza, że koszty poniesione w projekcie przewyższają potencjalne korzyści ekonomiczne.

Wynik analizy wskazuje, iż nie musi zostać spełniony ustawowy obowiązek dotyczący udziałów autobusów zeroemisyjnych we flocie MKK Koszalin Sp. z o.o. przez najbliższe 36 miesięcy, tj. do sporządzenia następnej analizy.

Miasto Koszalin pomimo wyniku analizy na mocy art. 68a powinno się podjąć zakupu pojazdów elektrycznych przy pomocy wsparcia zewnętrznego (zwłaszcza środków unijnych) lub uwzględnić wymóg świadczenia usług taboru zeroemisyjnym przy przetargu na świadczenie usług publicznego transportu zbiorowego. W sytuacji uzyskania wsparcia zewnętrznego powinna zostać sporządzona odrębna analiza kosztów i korzyści dla konkretnego projektu inwestycyjnego, np. związanego z wymianą starszych pojazdów o niższej normie emisji spalin na nowe.



Spis rysunków

Rysunek 3.1 Rozmieszczenie ludności na obszarze Koszalina	20
Rysunek 3.2 Prognoza liczby ludności w Koszalinie.....	21
Rysunek 3.5 Sieć drogowa w Koszalinie	24
Rysunek 3.6 Sieć kolejowa w Koszalinie	26
Rysunek 3.7 Schemat tras autobusowych w Koszalinie	28
Rysunek 3.8 Roczna liczba pasażerów i praca przewozowa w komunikacji miejskiej w Koszalinie.....	28
Rysunek 3.9 Struktura wiekowa taboru autobusowego	30
Rysunek 3.10 Struktura taboru autobusowego wg norm emisji spalin	31
Tabela 5.3. Nakłady inwestycyjne wariant W1	47
Tabela 5.4 Nakłady inwestycyjne wariant W2	48
Tabela 5.5. Nakłady inwestycyjne wariant W3	48



Spis tabel

Tabela 3.1 Liczba ludności w Koszalinie w latach 2018-2023.....	20
Tabela 3.2 Liczba uczniów/studentów	22
Tabela 3.3 Samochody osobowe w Koszalinie.	25
Tabela 3.4 Charakterystyka taboru autobusowego MZK w Koszalinie.	29
Tabela 5.1. Budżet miasta Koszalin w latach 2021-2024 [zł]	43
Tabela 5.2. Elementy rachunków zysków i strat MZK Sp. z o.o. w wariancie porównawczym [zł]	45
Tabela 5.6 Projekcja pracy przewozowej na lata 2025-2034 dla wariantów W0, W1, W2 i W3 w podziale na rodzaj taboru	50
Tabela 5.7 Projekcja kosztów operacyjnych na lata 2025-2034 dla wariantów oraz w ujęciu różnicowym	53
Tabela 5.8 Efektywność finansowa projektu wymiany taboru na autobusy zeroemisyjne	55
Tabela 6.1 Emisyjność substancji szkodliwych (w kg/km) ze względu na rodzaj taboru	57
Tabela 6.2 Emisje zanieczyszczeń w latach 2025-2034 dla poszczególnych wariantów oraz w ujęciu różnicowym (kg/rok).....	58
Tabela 7.1 Wycena kosztów emisji CO2 i zanieczyszczeń powietrza w latach 2025- 2034 w ujęciu różnicowym.....	62
Tabela 7.2 Efektywność ekonomiczna dla wariantu inwestycyjnego W1	63
Tabela 7.3 Efektywność ekonomiczna dla wariantu inwestycyjnego W2.....	63
Tabela 7.4 Efektywność ekonomiczna dla wariantu inwestycyjnego W3.....	64



