****

**ANALIZA KOSZTÓW I KORZYŚCI ZWIĄZANYCH Z WYKORZYSTANIEM
PRZY ŚWIADCZENIU USŁUG
PIOTRKOWSKIEJ KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ
 AUTOBUSÓW ZEROEMISYJNYCH**Wersja z dnia 6 sierpnia 2021 r.

Gdynia – Piotrków Trybunalski, maj – sierpień 2021 r.

**Spis treści**

[1. Wstęp 3](#_Toc79391281)

[2. Zakres i podstawy prawne opracowania oraz zastosowane definicje i określenia 7](#_Toc79391282)

[2.1. Struktura analizy i dokumenty źródłowe 7](#_Toc79391283)

[2.2. Definicje i określenia 8](#_Toc79391284)

[3. Podstawy opracowania analizy kosztów i korzyści 12](#_Toc79391285)

[4. Charakterystyka komunikacji miejskiej w Piotrkowie Trybunalskim 19](#_Toc79391286)

[5. Tabor piotrkowskiej komunikacji miejskiej 29](#_Toc79391287)

[5.1. Aktualny stan taboru 29](#_Toc79391288)

[5.2. Planowane zamierzenia inwestycyjne 31](#_Toc79391289)

[6. Identyfikacja wariantów 35](#_Toc79391290)

[6.1. Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych Piotrkowa Trybunalskiego 35](#_Toc79391291)

[6.2. Wybór rodzaju napędu 41](#_Toc79391292)

[6.3. Rozwiązania sposobów ładowania autobusów zeroemisyjnych 46](#_Toc79391293)

[6.4. Proponowane warianty 52](#_Toc79391294)

[6.5. Wybór linii do obsługi taborem zeroemisyjnym 59](#_Toc79391295)

[6.6. Planowane nakłady inwestycyjne 68](#_Toc79391296)

[7. Analiza kosztów i korzyści 73](#_Toc79391297)

[7.1. Przyjęte założenia analizy kosztów i korzyści 73](#_Toc79391298)

[7.2. Wyniki analizy kosztów i korzyści 80](#_Toc79391299)

[7.3. Trwałość finansowa 83](#_Toc79391300)

[7.4. Analiza wrażliwości i ryzyka 90](#_Toc79391301)

[7.5. Określenie luki w finansowaniu 96](#_Toc79391302)

[8. Podsumowanie 98](#_Toc79391303)

[9. Informacja o udziale społeczeństwa w postępowaniu (projekt) 102](#_Toc79391304)

# Wstęp

Wraz z postępem cywilizacyjnym systematycznie rosną oczekiwania społeczeństwa, nie tylko w zakresie otoczenia, w którym przebywa się przez większość czasu, sposobów spędzania tego czasu i przebiegu kariery zawodowej, ale i również wobec sposobów przemieszczania się w obrębie miast. Wszystkie środki transportu generują zanieczyszczenia i hałas, przy czym najbardziej negatywnie oddziałują w tym zakresie samochody osobowe, które w przeliczeniu na liczbę pasażerów, w największym stopniu degenerują przestrzenie miejskie i – wbrew powszechnej opinii – obniżają jakość życia. Negatywny wpływ motoryzacji indywidualnej na jakość życia w miastach wynika nie tylko z emisji zanieczyszczeń, ale również z powodu kształtowania przez nią niekorzystnych postaw społecznych – sprzyjającym licznym chorobom cywilizacyjnym, takim jak otyłość, nadciśnienie czy nowotwory. Polskie społeczeństwo zaczyna coraz bardziej dostrzegać tę sytuację, widzą ją również samorządy, które dążą do eliminacji lub przynajmniej ograniczenia intensywności ruchu samochodów osobowych w centrach miast, czy to likwidując miejsca parkingowe, czy też nawet radykalnie podnosząc opłaty za parkowanie i tworząc woonerfy, jednocześnie uprzywilejowując w ruchu środki publicznego transportu zbiorowego.

Jedną z najskuteczniejszych metod walki z problemami urbanistycznymi, ekologicznymi i społecznymi w powyższych aspektach, jest promowanie komunikacji miejskiej, zapewniającej najniższe szeroko rozumiane koszty jednostkowe przemieszczania się po mieście i generującej mniejszą uciążliwość dla środowiska naturalnego niż motoryzacja indywidualna. Za sprawą dynamicznego rozwoju technologii, ostatnie lata przyniosły możliwości wprowadzania w komunikacji miejskiej cichych, wygodnych i ekologicznych autobusów z napędem elektrycznym –mających przed sobą wyjątkowo dobre perspektywy na przyszłość, wynikające choćby z coraz większego udziału odnawialnych źródeł energii w polskim miksie energetycznym, czy też nieodległych perspektyw budowy pierwszych bezpiecznych, nowoczesnych reaktorów jądrowych, zdecydowanie bardziej wydajnych od przestarzałych elektrowni węglowych.

Elektromobilność, do niedawna jeszcze dość rzadko używane pojęcie, stanowi esencjonalną odpowiedź na współczesne problemy transportowe ośrodków miejskich – potencjalne panaceum na wielkomiejski hałas, spaliny emitowane z często już wyeksploatowanych samochodów osobowych, wszechobecne zjawiska kongestii ruchu i obszerne skupiska zaparkowanych pojazdów, skutecznie zakłócających niejednokrotnie obrazy zrewitalizowanych przestrzeni miejskich. Dalszy postęp techniczny, coraz większa pojemność baterii, niezawodność i wydajność silników elektrycznych, istotnie lepsza od silników spalinowych, a ponadto rosnąca powszechność tych rozwiązań, pozwalają mieć nadzieję, że to właśnie w elektromobilności należy poszukiwać odpowiedzi na pytanie, jak efektywnie zarządzać miejską siecią transportową.

Podstawą prawną rozwoju elektromobilności w krajach Unii Europejskiej jest dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych (Dz. Urz. UE z dn. 28.10.2014 r., L 307/1). Na grunt krajowy transponuje tę dyrektywę ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2021 r., poz. 110) – stanowiąca ewaluację zmian proponowanych w „Krajowych ramach polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych”, przyjętych przez Radę Ministrów w dniu 29 marca 2017 r.

Paliwa alternatywne w transporcie należy rozumieć jako paliwa lub źródła energii, które przynajmniej częściowo są substytutem dla źródeł energii pochodzących z przetworzenia surowej ropy naftowej. Paliwa alternatywne potencjalnie mogą przyczynić się do redukcji negatywnego wpływu transportu na klimat, zmniejszając globalną emisję gazów cieplarnianych. Znacznie szersze niż obecnie zastosowanie paliw alternatywnych w Polsce wpłynęłoby na poprawę ekologiczności sektora transportu. Do paliw alternatywnych zalicza się: energię elektryczną, wodór, biopaliwa, paliwa syntetyczne i parafinowe, sprężony gaz ziemny (CNG), skroplony gaz ziemny (LNG) oraz gaz płynny (LPG).

Zwiększenie zastosowania paliw alternatywnych wymaga utworzenia dedykowanej im infrastruktury – przeznaczonej do tankowania lub ładowania pojazdów samochodowych nimi napędzanych. Brak takiej infrastruktury zniechęca konsumentów do wyboru paliw alternatywnych jako źródła zasilania silników ich pojazdów. Jedynym wyjątkiem jest gaz płynny (LPG), który w Polsce jest powszechnie dostępny na stacjach benzynowych i stacjach dedykowanych tankowaniu LPG. Niska cena i zarazem wysoka dostępność gazu płynnego, wpłynęły na dość dużą jego popularność u użytkowników samochodów osobowych i dostawczych. W zakresie pozostałych paliw alternatywnych przedsiębiorcy-dostawcy nie są zainteresowani rozwojem działalności gospodarczej ich dotyczącej – z uwagi na brak popytu.

Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych określa warunki rozwoju i zasady rozmieszczania infrastruktury paliw alternatywnych w transporcie, zasady świadczenia usług w zakresie ładowania pojazdów elektrycznych oraz tankowania pojazdów napędzanych gazem ziemnym i wodorem oraz wprowadza obowiązki informacyjne. Ustawa ta nakłada na organy administracji publicznej obowiązki korzystania z pojazdów zeroemisyjnych przez własne służby, a także przez przedsiębiorstwa realizujące usługi publiczne na ich zlecenie. Przepisy ustawy umożliwiają utworzenie przez gminy stref czystego transportu oraz określają zasady ich funkcjonowania.

Przywołana ustawa w art. 36 stanowi, że jednostka samorządu terytorialnego, której liczba mieszkańców przekracza 50 000 osób, świadczy usługę lub zleca świadczenie usługi komunikacji miejskiej, w rozumieniu ustawy o ptz podmiotowi, którego udział autobusów zeroemisyjnych we flocie użytkowanych pojazdów na obszarze tej jednostki wynosi co najmniej 30%. Przepis ten, na mocy art. 86 pkt 4, wchodzi w życie z dniem 1 stycznia 2028 r.

Z kolei art. 68 ust. 4 nakłada na przekraczającą ten sam próg demograficzny jednostkę samorządu terytorialnego obowiązek zapewnienia w różnych latach określonych udziałów autobusów zeroemisyjnych we flocie pojazdów użytkowanych w komunikacji miejskiej.

Udziały te wynoszą odpowiednio:

* od dnia 1 stycznia 2021 r. – 5%;
* od dnia 1 stycznia 2023 r. – 10%;
* od dnia 1 stycznia 2025 r. – 20%.

Z art. 68 wynika, że wymogi powyższe dotyczą całej floty obsługującej przewozy w komunikacji miejskiej (więcej niż jednego operatora i nie tylko obszaru danej gminy).

Na mocy art. 37 ust. 1 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych, każda jednostka samorządu terytorialnego – z wyłączeniem gmin i powiatów, których liczba mieszkańców nie przekracza 50 000 (wyłączenie to sprecyzowano w art. 36 ust. 1) – która świadczy usługę lub zleca świadczenie usługi komunikacji miejskiej w rozumieniu ustawy z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym, zobowiązana została do sporządzania co 36 miesięcy analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej, autobusów zeroemisyjnych oraz innych środków transportu, w których do napędu wykorzystywane są wyłącznie silniki, których cykl pracy nie powoduje emisji gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych, o którym mowa w ustawie z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji.

Miasto Piotrków Trybunalski jest jednostką samorządu terytorialnego, której liczba mieszkańców – według danych GUS – w latach 2015-2020 wynosiła ponad 70 tys. i tym samym przekraczała przywołany limit demograficzny wynikający z art. 36 ust. 1 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych. Miasto Piotrków Trybunalski jest więc prawnie zobowiązane do cyklicznego sporządzania analiz kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej.

Pierwszą analizę kosztów i korzyści wykonano w grudniu 2018 r. Wynik tej analizy nie wykazał przewagi korzyści nad kosztami z tytułu wprowadzenia do eksploatacji autobusów zeroemisyjnych. Miasto Piotrków Trybunalski zwolnione więc zostało z obowiązku osiągnięcia wymaganego udziału autobusów zeroemisyjnych w okresie do trzech lat od daty jej sporządzenia, tj. do końca 2021 r. Miasto Piotrków Trybunalski nie musiało więc zapewnić od 1 stycznia 2021 r. minimum 5% udziału autobusów zeroemisyjnych w użytkowanej w komunikacji miejskiej flocie pojazdów.

Kolejna analiza powinna zostać wykonana przed upływem 36 miesięcy od opracowania pierwszego takiego dokumentu, czyli do końca grudnia 2021 r. Przedmiotową analizę stanowi treść niniejszego opracowania.

# Zakres i podstawy prawne opracowaniaoraz zastosowane definicje i określenia

## Struktura analizy i dokumenty źródłowe

W ramach dokumentu przedstawiono:

* aktualną sytuację eksploatacyjną piotrkowskiej komunikacji miejskiej, w tym stan jej taboru;
* planowane do realizacji warianty wymiany taboru: konwencjonalny oraz dwa warianty zeroemisyjne: na autobusy elektryczne, których silniki zasilane są z baterii oraz na autobusy elektryczne, których silniki zasilane są z baterii oraz z wodorowych ogniw paliwowych;
* podstawy i założenia wykonania analizy kosztów i korzyści;
* analizę kosztów i korzyści – opracowaną zgodnie z wymogami art. 37 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych.

W przygotowaniu opracowania uwzględniono w szczególności:

* obowiązujące przepisy prawa:
	+ ustawę z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (tekst jednolity Dz. U. z 2021 r., poz. 110.);
	+ ustawę z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji (tekst jednolity Dz. U. z 2020 r. poz. 1077 ze zm.);
	+ ustawę z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (tekst jednolity Dz. U. z 2020 r., poz. 1944 ze zm.);
	+ rozporządzenie wykonawcze 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, a także zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1299/2013 w odniesieniu do wzoru sprawozdań z wdrażania w ramach celu „Europejska współpraca terytorialna” (Dz. Urz. UE z dn. 13 lutego 2015 r., poz. L 38/1, zmienione rozporządzeniem wykonawczym Komisji (UE) 2018/277 z dnia 23 lutego 2018 r., L 54, rozporządzeniem wykonawczym Komisji (UE) 2019/256 z dnia 13 lutego 2019 r., L 43 oraz rozporządzeniem wykonawczym (UE) 2021/436 z dnia 3 marca 2021 r., L 85);
* opracowania dotyczące sposobu wykonania analiz kosztów i korzyści, którymi są:
	+ „Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach” Nowa edycja, Jaspers, sierpień 2015 r. (www.pois.gov.pl/strony/o-programie/dokumenty/niebieskie-ksiegi-dla-projektow-w-sektorze-transportu-publicznego-infrastruktury-drogowej-oraz-kolejowej/, dostęp: 20.06.2021 r.);
	+ „Analiza kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej. Vademecum Beneficjenta”, opracowanie CUPT Warszawa, 2016 r. (www.cupt.gov.pl/wdrazanie-projektow/analiza-kosztow-i-korzysci/metodyka-analizy-kosztow-i-korzysci/vademecum-beneficjenta, dostęp: 20.06.2021 r.);
	+ „Przewodnik po analizie kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych. Narzędzie analizy ekonomicznej polityki spójności 2014-2020”, opracowanie Komisja Europejska, grudzień 2014 r. (www.funduszeeuropejskie.gov.pl/media/5594/Przewodnik\_AKK\_14\_20.pdf, dostęp: 20.06.2021 r.);
	+ „Najlepsze praktyki w analizach kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków unijnych”, opracowanie CUPT, grudzień 2014 r. (www.cupt.gov.pl/wdrazanie-projektow/analiza-kosztow-i-korzysci/metodyka-analizy-kosztow-i-korzysci/podreczniki-akk/zakladki, dostęp: 20.06.2021 r.);
	+ „Wytyczne w zakresie zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód i projektów hybrydowych na lata 2014-2020” (https://www.funduszeeuropejskie.gov.pl/strony/o-funduszach/dokumenty/wytyczne-ministra-infrastruktury-i-rozwoju-w-zakresie-zagadnien-zwiazanych-z-przygotowaniem-projektow-inwestycyjnych-w-tym-projektow-generujacych-dochod-i-projektow-hybrydowych-na-lata-2014-2020-1/, dostęp: 20.06.2021 r.);
	+ „Zasady opracowania wymaganej ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych analizy korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Praktyczny przewodnik dla samorządów”, IGKM Warszawa, 2018 r.

Weryfikacja wszystkich przywołanych w dokumencie odnośników internetowych miała miejsce w dniu 20 czerwca 2021 r.

## Definicje i określenia

Używane w opracowaniu wyrażenia, uszeregowane poniżej w kolejności alfabetycznej, zostały zdefiniowane w ustawach: o elektromobilności i paliwach alternatywnych oraz o publicznym transporcie zbiorowym lub w innych aktach prawnych i oznaczają odpowiednio:

* **autobus zeroemisyjny** – autobus w rozumieniu art. 2 pkt 41 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w nim ogniwach paliwowych lub wyłącznie silnik, którego cykl pracy nie prowadzi do emisji gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych, o którym mowa w ustawie z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji oraz trolejbus w rozumieniu art. 2 pkt 83 ustawy Prawo o ruchu drogowym;
* **CUPT** – Centrum Unijnych Projektów Transportowych, pl. Europejski 2, 00-844 Warszawa;
* **infrastruktura ładowania drogowego transportu publicznego** – punkty ładowania baterii lub tankowania wodoru wraz z niezbędną dla ich funkcjonowania infrastrukturą towarzyszącą, przeznaczone do ładowania lub tankowania, w szczególności autobusów zeroemisyjnych, wykorzystywanych w transporcie publicznym;
* **komunikacja miejska** – sieć wszystkich linii komunikacyjnych o charakterze użyteczności publicznej zorganizowanych przez Miasto na obszarze jego właściwości – Miasta i gmin, które z Miastem zawarły porozumienia międzygminne;
* **linia komunikacyjna** – połączenie komunikacyjne na sieci dróg publicznych, albo liniach kolejowych, innych szynowych, linowych, linowo-terenowych, albo akwenach morskich lub wodach śródlądowych – wraz z oznaczonymi miejscami do wsiadania i wysiadania pasażerów na liniach komunikacyjnych, po których odbywa się publiczny transport zbiorowy;
* **Miasto** – gmina Miasto Piotrków Trybunalski;
* **MZK sp. z o.o.** – Miejski Zakład Komunikacyjny spółka z ograniczoną odpowiedzialnością, z siedzibą przy ul. Krakowskie Przedmieście 73, 97-300 Piotrków Trybunalski, określana w opracowaniu także jako **Spółka**;
* **NFOŚiGW** – Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, ul. Konstruktorska 3a, 02-673 Warszawa;
* **organizator** – organizator publicznego transportu zbiorowego, właściwa jednostka samorządu terytorialnego albo minister właściwy do spraw transportu, zapewniający funkcjonowanie publicznego transportu zbiorowego na danym obszarze;
* **operator** – operator publicznego transportu zbiorowego, samorządowy zakład budżetowy oraz przedsiębiorca uprawniony do prowadzenia działalności gospodarczej w zakresie przewozu osób, który zawarł z organizatorem publicznego transportu zbiorowego umowę o świadczenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego na linii komunikacyjnej określonej w umowie;
* **paliwa alternatywne** – paliwa lub energia wykorzystywane do napędu silników pojazdów samochodowych lub jednostek pływających stanowiące substytut dla paliw pochodzących z ropy naftowej lub otrzymywanych w procesach jej przetwórstwa, w szczególności energia elektryczna, wodór, biopaliwa ciekłe, paliwa syntetyczne i parafinowe, sprężony gaz ziemny (CNG), w tym pochodzący z biometanu, skroplony gaz ziemny (LNG), w tym pochodzący z biometanu lub gaz płynny (LPG);
* **podmiot wewnętrzny** – odrębna prawnie jednostka, powołana do świadczenia zadań własnych jednostki samorządu lokalnego, podlegająca kontroli właściwego organu lokalnego, a w przypadku grupy organów przynajmniej jednego właściwego organu lokalnego, analogicznej do kontroli, jaką sprawują one nad własnymi służbami;
* **pojazd elektryczny** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu wyłącznie energię elektryczną akumulowaną przez podłączenie do zewnętrznego źródła zasilania, w opracowaniu nazywany także autobusem elektrycznym;
* **pojazd hybrydowy** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, o napędzie spalinowo-elektrycznym, w którym energia elektryczna jest akumulowana przez podłączenie do zewnętrznego źródła zasilania;
* **pojazd napędzany gazem ziemnym** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu sprężony gaz ziemny (CNG) lub skroplony gaz ziemny (LNG), w tym pochodzący z biometanu;
* **pojazd napędzany wodorem** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w nim ogniwach paliwowych, w opracowaniu w odniesieniu do autobusu nazywany także autobusem elektrycznym z wodorowymi ogniwami paliwowymi lub autobusem elektrycznym zasilanym z ogniw paliwowych;
* **praktyczny przewodnik** – publikacja pt. „Zasady opracowywania wymaganej ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Praktyczny przewodnik dla samorządów”, wydana przez Izbę Gospodarczą Komunikacji Miejskiej w Warszawie, czerwiec 2018 r.;
* **punkt ładowania** – urządzenie umożliwiające ładowanie pojedynczego pojazdu elektrycznego, pojazdu hybrydowego i autobusu zeroemisyjnego oraz miejsce, w którym wymienia się lub ładuje akumulator służący do napędu tego pojazdu; punkt ładowania może być małej mocy (do 22 kW) lub dużej mocy (większej niż 22 kW);
* **punkt tankowania CNG** –zespół urządzeń służących do zaopatrywania pojazdów samochodowych w sprężony gaz ziemny (CNG), w tym pochodzący z biometanu, w celu napędu silników tych pojazdów;
* **punkt tankowania wodoru** – zespół urządzeń służących do zaopatrywania pojazdów samochodowych w wodór;
* **publiczny transport zbiorowy** – powszechnie dostępny regularny przewóz osób wykonywany w określonych odstępach czasu i po określonej linii komunikacyjnej, liniach komunikacyjnych lub sieci komunikacyjnej;
* **Rozporządzenie 1370/2007** – Rozporządzenie (WE) nr 1370/2007 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. dotyczące usług publicznych w zakresie kolejowego i drogowego transportu pasażerskiego oraz uchylające rozporządzenia Rady (EWG) nr 1191/69 i (EWG) nr 1107/70 (Dz. Urz. UE, l. 315/1 z dnia 3 grudnia 2007 r.), zmienione Sprostowaniem z dnia 3 grudnia 2007 r. (Dz. Urz. UE, l. 240/65 z dnia 16 września 2015 r.) oraz Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/2338 z dnia 14 grudnia 2016 r. (Dz. Urz. UE, l. 354/22 z dnia 23 grudnia 2016 r.);
* **sieć komunikacyjna** – układ linii komunikacyjnych obejmujących obszar działania organizatora publicznego transportu zbiorowego lub część tego obszaru;
* **stacja ładowania** – urządzenie budowlane obejmujące punkt ładowania o normalnej mocy lub punkt ładowania o dużej mocy, związane z obiektem budowlanym, lub wyposażone w oprogramowanie umożliwiające świadczenie usług ładowania, wraz ze stanowiskiem postojowym oraz instalacją prowadzącą od punktu ładowania do przyłącza elektroenergetycznego;
* **umowa wykonawcza** – umowa wykonawcza nr 11/ZDiUM/DK/2020 zawarta bezpośrednio w dniu 1 lutego 2020 r., przez Miasto jako organizatora z MZK sp. z o.o. jako operatorem będącym podmiotem wewnętrznym;
* **ustawa o elektromobilności** – ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2021 r., poz. 110);
* **ustawa o ptz** – ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (tekst jednolity Dz. U. z 2020 r. poz. 1944 ze zm.);
* **ZDiUM** – Zarząd Dróg i Utrzymania Miasta w Piotrkowie Trybunalskim, ul. Kasztanowa 31, 97-300 Piotrków Trybunalski, wykonujący zadania organizatora publicznego transportu zbiorowego – Prezydenta Miasta Piotrkowa Trybunalskiego.

# Podstawy opracowania analizy kosztów i korzyści

Jak już to zasygnalizowano we wstępie, ustawa o elektromobilności w art. 36 stanowi, że jednostka samorządu terytorialnego, której liczba mieszkańców przekracza 50 000 osób, świadczy usługę lub zleca świadczenie usługi komunikacji miejskiej, w rozumieniu ustawy o ptz podmiotowi, którego udział autobusów zeroemisyjnych we flocie użytkowanych pojazdów na obszarze tej jednostki wynosi co najmniej 30%. Przepis ten, na mocy art. 86 pkt 4, wchodzi w życie z dniem 1 stycznia 2028 r.

Z kolei art. 68 ust. 4 ustawy o elektromobilności nakłada na przekraczającą ten sam próg demograficzny jednostkę samorządu terytorialnego obowiązek zapewnienia w różnych latach określonych udziałów autobusów zeroemisyjnych we flocie pojazdów użytkowanych w komunikacji miejskiej.

Udziały te wynoszą odpowiednio:

* od dnia 1 stycznia 2021 r. – 5%;
* od dnia 1 stycznia 2023 r. – 10%;
* od dnia 1 stycznia 2025 r. – 20%.

Z art. 68 ustawy o elektromobilności wynika, że wymogi powyższe dotyczą całej floty obsługującej przewozy w komunikacji miejskiej (więcej niż jednego operatora i nie tylko obszaru danej gminy).

Docelowy, obowiązujący od 1 stycznia 2028 r., udział taboru zeroemisyjnego we flocie pojazdów użytkowanych w komunikacji miejskiej w jednostkach przekraczających 50 000 mieszkańców, określony został w art. 36 ust. 1 i wynosi minimum 30%, przy czym nie zostało to w ustawie o elektromobilności stwierdzone wprost, tylko wynika z przywołanego wyżej obowiązku świadczenia lub zlecania świadczenia usługi komunikacji miejskiej wyłącznie podmiotowi, którego udział autobusów zeroemisyjnych we flocie użytkowanych pojazdów na obszarze danej jednostki wynosi co najmniej 30%.

Różnica w brzmieniu art. 36 i art. 68 wskazuje na to, że udziały, które są wymagane zapisami art. 68, mogą być kumulowane u jednego operatora, nie ma zatem obowiązku zawierania z każdym operatorem wykorzystującym autobusy (lub autobusy i trolejbusy) umów nakazujących określony udział taboru zeroemisyjnego we flocie. Aby spełnić limity określone w art. 68, do dnia 31 grudnia 2027 r. wystarczy więc, gdy tylko jeden, wybrany operator, będzie posiadać i eksploatować tabor zeroemisyjny w liczbie wymaganej dla danej daty dla całej floty. W przypadku piotrkowskiej komunikacji miejskiej, w której jedynym operatorem jest MZK sp. z o.o., rozróżnienie podmiotowe wymogów w okresach przejściowych i docelowym, nie ma specjalnego znaczenia.

Przedstawione zobowiązania są bardzo rygorystyczne, zwłaszcza że autobusem zeroemisyjnym może być wyłącznie autobus o napędzie elektrycznym – bez jakiejkolwiek emisji gazów cieplarnianych albo z wytwarzaniem energii elektrycznej w ogniwach paliwowych – oraz trolejbus. Nie spełnia kryteriów zeroemisyjności autobus hybrydowy, jeżeli do jego napędu wykorzystywany jest w jakimkolwiek zakresie silnik emitujący gazy cieplarniane, np. silnik Diesla.

Miasto Piotrków Trybunalski przekracza wynikający z przywołanych wcześniej przepisów próg 50 000 mieszkańców. Należy jednak podkreślić, że określony w ustawie o elektromobilności próg dotyczy obszaru danej gminy świadczącej lub zlecającej świadczenie usług komunikacji miejskiej, a nie całego obszaru nią obsługiwanego lub każdej z pozostałych gmin – obsługiwanych na podstawie zawartych porozumień. Z drugiej strony, jeśli liczba mieszkańców miasta-organizatora przewozów przekracza 50 tys., to obowiązek zapewnienia określonego udziału autobusów zeroemisyjnych dotyczyć będzie zamówień usług przewozowych w skali całego obsługiwanego obszaru, a nie tylko na potrzeby obsługi gminy, która przekroczyła próg.

Pomimo spełniania kryterium demograficznego, jednostka samorządu terytorialnego może uniknąć obowiązku uzyskania określonego udziału taboru zeroemisyjnego we flocie pojazdów własnych operatorów lub zlecania świadczenia przewozów w komunikacji miejskiej podmiotowi zapewniającemu ten udział we flocie wykonującej przewozy w sytuacji, gdy sporządzona przez nią analiza kosztów i korzyści wykaże brak korzyści użytkowania autobusów zeroemisyjnych (art. 37 ust. 5 ustawy o elektromobilności).

Obowiązek sporządzania co 36 miesięcy takiej analizy, wynika z zapisów art. 37 ust. 1 ustawy o elektromobilności i dotyczy tych jednostek samorządu terytorialnego, które zobowiązane są do zapewnienia określonego udziału autobusów zeroemisyjnych we flocie użytkowanych pojazdów. Przepis ten wymaga wykonania analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej, autobusów zeroemisyjnych oraz innych środków transportu, w których do napędu wykorzystywane są wyłącznie silniki, których cykl pracy nie powoduje emisji gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych, o którym mowa w ustawie z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji.

Załącznik do wskazanej ustawy zawiera wykaz gazów cieplarnianych i innych substancji wprowadzanych do powietrza, objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych. W wykazie tym na pozycji nr 1 znajduje się dwutlenek węgla (ditlenek węgla – CO2), a na pozycjach: 64, 65 i 66 – odpowiednio tlenek węgla oraz tlenki azotu i siarki. Zapis zawarty w ustawie o elektromobilności oznacza więc, że w analizie kosztów i korzyści uwzględnia się pojazdy, których silniki nie korzystają z procesu spalania paliw emitujących w nim m.in. takie substancje. Opisane kryterium spełniają napędy zasilane energią elektryczną, w tym wytwarzaną w ogniwach paliwowych zasilanych czystym wodorem (H2) – nieemitujące dwutlenku węgla – ale nie spełniają już go silniki, w których paliwem jest gaz (LPG, CNG lub LNG).

Przepisy ustawy o elektromobilności wymagają, aby analiza kosztów i korzyści obejmowała w szczególności:

1. analizę finansowo-ekonomiczną;
2. oszacowanie efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla środowiska naturalnego i zdrowia ludzi;
3. analizę społeczno-ekonomiczną, uwzględniającą wycenę kosztów związanych z emisją szkodliwych substancji.

Przepisy ustawy nie wymagają więc przeprowadzania analizy wrażliwości oraz analizy ryzyka, co można uznać za uzasadnione, gdyż głównym celem analizy kosztów i korzyści, wynikającym z zapisów ustawy o elektromobilności, jest ewentualne wykazanie braku korzyści wynikających z użytkowania autobusów zeroemisyjnych. Analiza wymagana przepisami ustawy o elektromobilności różni się wymaganym zakresem i metodologią sporządzania od analogicznych analiz wykonywanych na potrzeby dokumentacji aplikacyjnych o dofinansowanie inwestycji ze wsparciem ze środków zewnętrznych.

Analiza, niezwłocznie po jej sporządzeniu, jest przekazywana trzem ministrom – właściwym do spraw energii, do spraw gospodarki i do spraw klimatu.

Jednocześnie, wykonanie analizy kosztów i korzyści zgodnie z wymogami ustawy o elektromobilności, jest niezbędne do opracowania i przyjęcia zmian w planie zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego (planie transportowym), o którym mowa w rozdziale 2 ustawy o ptz.

Wymagana aktualizacja planu transportowego dotyczy:

* uwzględnienia wyników analizy (art. 12 ust. 2a);
* wyznaczenia linii komunikacyjnych, na których przewidywane jest wykorzystanie pojazdów elektrycznych lub pojazdów napędzanych gazem ziemnym, wraz z planowanym terminem rozpoczęcia ich użytkowania (art. 12 ust. 1 pkt 8);
* określenia geograficznego położenia stacji gazu ziemnego – wraz z miejscem jej przyłączenia do gazowej sieci dystrybucyjnej (art. 12 ust. 1a pkt. 1 i 3);
* określenia geograficznego położenia infrastruktury ładowania – wraz z miejscem jej przyłączenia do sieci elektroenergetycznej (art. 12 ust. 1a pkt. 2 i 3).

Przepisy art. 12 ust. 2b ustawy o ptz wprowadzają dodatkowy obowiązek skonsultowania projektu planu z operatorem systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego i operatorem systemu dystrybucyjnego gazowego – jeżeli wyniki analizy wskazują na zasadność wykorzystania w publicznym transporcie zbiorowym odpowiednio autobusów zeroemisyjnych lub napędzanych gazem ziemnym.

Ustawa o elektromobilności nie określiła zasad sporządzania analizy i nie upoważniła także żadnego z ministrów do wydania rozporządzenia określającego sposób jej opracowywania. Do końca I kwartału 2021 r. żadne z ministerstw lub jednostek organizacyjnych ministerstw, nie wydało również dokumentu o charakterze podręcznika, wytycznych lub zasad do sporządzania takiej analizy. Poradnik taki – praktyczny przewodnik dla samorządów – wydała natomiast Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej w Warszawie[[1]](#footnote-1). Niniejsza analiza jest zgodna z wymogami przedstawionymi w tym przewodniku.

Analiza kosztów i korzyści jest obligatoryjnym elementem dokumentacji aplikacyjnej dużych projektów, w tym transportowych, ubiegających się o dofinansowanie z Unii Europejskiej. Celem analizy wykonanej na użytek wniosku o dofinansowanie jest potwierdzenie, że pod względem kryteriów finansowo-ekonomicznych, dany projekt kwalifikuje się do współfinansowania unijnego oraz wskazanie, w jakiej proporcji powinien on podlegać współfinansowaniu.

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 rozdziale 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 rozdziale 1.1 opracowania.

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

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

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

Identyfikacja wariantów polega na zdefiniowaniu co najmniej dwóch scenariuszy działań: realizacji zamierzeń inwestycyjnych zmierzających do spełnienia określonych w ustawie o elektromobilności wymogów udziału autobusów zeroemisyjnych we flocie pojazdów komunikacji miejskiej oraz rezygnacji ze spełnienia tych wymogów.

Brak spełnienia wymogów nie oznacza całkowitego zaniechania ponoszenia nakładów inwestycyjnych, lecz jedynie brak realizacji ocenianego wariantu – przy utrzymaniu ciągłości funkcjonowania komunikacji miejskiej w dotychczasowej formie i związanych z tym – w niezbędnym zakresie – inwestycji odtworzeniowych dotyczących taboru.

Następną częścią analizy – po identyfikacji wariantów – jest analiza finansowa, którą prowadzi się według ściśle określonych zasad – w przypadku inwestycyjnych projektów unijnych nieznacznie odbiegających od klasycznej analizy finansowej przedsięwzięć inwestycyjnych. Analiza finansowa służy sprawdzeniu efektywności finansowej projektu (wskaźniki FRR/c, FNPV/c) oraz – w przypadku projektów unijnych – także określeniu efektywności finansowej dla wkładów krajowych i wysokości luki w finansowaniu.

Kolejnym etapem jest analiza społeczno-ekonomiczna, zwana także ekonomiczną lub społeczno-gospodarczą. Najprostszym sposobem jej wykonania jest sporządzenie bilansu kosztów i korzyści w wersji opisowej, który ma wówczas charakter jakościowej analizy społeczno-ekonomicznej. W niniejszym opracowaniu analiza społeczno-ekonomiczna wykonana została przy wykorzystaniu metody, która polega na sporządzeniu bilansu kosztów i korzyści w wersji ilościowej, opartej na ujęciu zmonetyzowanych efektów społeczno-ekonomicznych w rachunku przepływów z analizy finansowej.

Efekty inwestycji dla lokalnej społeczności oraz w zakresie oddziaływania na środowisko, można również skwantyfikować, czyli wyrazić kwotowo – za pomocą policzalnych parametrów i ich monetyzacji, co oznacza przeliczenie efektów społecznych na pieniądze. Zmonetyzowane efekty społeczno-ekonomiczne ujmuje się w rachunku przepływów z analizy finansowej i w efekcie powstaje ilościowa analiza kosztów i korzyści.

Metoda ilościowa pozwala na wyznaczenie wartości wskaźników ekonomicznej efektywności inwestycji, takich jak: ERR, ENPV i BCR. Metoda ilościowa przeprowadzona na zasadzie różnicowej jest zalecana w Praktycznym przewodniku.

W projektach transportowych ubiegających się o dofinansowanie z Unii Europejskiej wykonuje się co do zasady analizę ilościową – jeśli wskaźniki ERR lub ENPV są wymagane, poza projektami dotyczącymi bezpieczeństwa w transporcie, gdyż uznaje się, że nie istnieje rozsądna metodyka wyrażenia bezpieczeństwa i poczucia bezpieczeństwa w kategoriach pieniężnych.

W przypadku projektów z dofinansowaniem unijnym niezaliczanych do projektów dużych, tj. o całkowitym koszcie kwalifikowalnym przekraczającym 50 mln euro, „Wytyczne w zakresie zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód i projektów hybrydowych na lata 2014-2020” zalecają w podrozdziale 9.2., aby analiza ekonomiczna dla projektów nie zaliczanych do dużych została przeprowadzona w sposób uproszczony i opierała się na oszacowaniu ilościowych i jakościowych skutków realizacji projektu. Zaleca się jedynie, aby na etapie składania wniosku o dofinansowanie wymienić i opisać wszystkie istotne środowiskowe, gospodarcze i społeczne efekty projektu oraz – jeśli to możliwe – zaprezentować je w kategoriach ilościowych. Ponadto, wnioskodawca może odnieść się do analizy efektywności kosztowej – wykazując, że realizacja danego projektu inwestycyjnego stanowi dla społeczeństwa najtańszy wariant.

Koniecznym elementem analizy kosztów i korzyści jest ocena trwałości finansowej realizacji wariantów. Polega ona na ocenie zdolności organizatora i operatorów do realizacji przyjętych do analizy wariantów wymiany taboru oraz do zabezpieczenia przez organizatora i/lub operatora wystarczających środków finansowych na realizację planowanych zamierzeń inwestycyjnych. W niniejszym opracowaniu analizę trwałości przeprowadzono w sposób uproszczony.

Ostatnim elementem analizy kosztów i korzyści jest analiza wrażliwości i ryzyka. Pierwsza z nich ma na celu zbadanie skutków finansowych dla projektu w przypadku braku spełnienia przyjętych założeń. Polega ona na określeniu wpływu zmiany pojedynczych zmiennych krytycznych o wartość określoną procentowo, na wartość finansowych i ekonomicznych wskaźników efektywności projektu wraz z obliczeniem wartości progowych zmiennych – w celu określenia, jaka zmiana procentowa zmiennych krytycznych zrównałaby NPV (ekonomiczną lub finansową) z zerem.

Analiza ryzyka ma zaś na celu jego identyfikację, czyli określenie możliwych ryzyk realizacji projektu, ich analizę jakościową oraz przedstawienie możliwych działań zaradczych, jeśli poziom ryzyka nie jest akceptowalny.

Praktyczny przewodnik wymaga ponadto określenia wysokości ewentualnej luki finansowej, wyliczonej według zasad stosowanych dla projektów unijnych. Lukę finansową wylicza się w celu określenia niezbędnego poziomu wsparcia zewnętrznymi instrumentami finansowymi, w tym środkami pomocowymi, niezbędnego dla osiągnięcia celów wyznaczonych w ustawie o elektromobilności.

# Charakterystyka komunikacji miejskiej w Piotrkowie Trybunalskim

Miasto Piotrków Trybunalski położone jest w centralnej Polsce w południowo-wschodniej części województwa łódzkiego. Miasto położone jest na Równinie Piotrkowskiej, będącej częścią Wzniesień Południowomazowieckich, a także Niziny Mazowieckiej. Miasto położone jest nad rzeką Strawą, dopływem Pilicy. Miasto jest ośrodkiem subregionalnym, drugim co do wielkości miastem województwa.

Piotrków Trybunalski jest jednocześnie gminą miejską i powiatem grodzkim, stanowi także siedzibę powiatu piotrkowskiego.

Piotrków Trybunalski stanowi ważny węzeł komunikacyjny (autostrada A1, droga ekspresowa S8, drogi krajowe: 12, 74 i 91, linia kolejowa nr 1). Ze względu na centralne położenie miasta w kraju i zarazem dogodne względem sieci głównych dróg krajowych, w pobliżu Piotrkowa Trybunalskiego powstało kilka dużych centrów logistycznych.

Miasto ma układ promienisty z historycznym centrum położonym nad rzeką Strawą. Centralną część miasta zajmują historyczne obszary zurbanizowane – Centrum, z budynkami Starego Miasta i rejonem centrum przesiadkowego przy dworcu kolejowym. Centrum od strony zachodniej otoczone jest rejonami zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej, a od strony północnej – jednorodzinnej z enklawami zabudowy wielorodzinnej. Rejon na południowy zachód od Centrum to obszar dawnych zakładów przemysłowych i tereny kolejowe. Obszar na wschód od Centrum zajmuje głównie osiedlowa zabudowa jednorodzinna, tereny upraw rolnych oraz enklawy terenów przemysłowo-usługowych. Piotrków Trybunalski posiada jedno osiedle – Wierzeje – o charakterze satelity, oddzielone od zwartej zabudowy miejskiej akwenem jeziora Bugaj. Obszar północno-wschodni miasta to tereny leśne. Rejony zurbanizowane otoczone są przy granicach miasta obszarami upraw rolnych. Północną granicę Piotrkowa Trybunalskiego stanowi w większości droga ekspresowa S8, a zachodnią autostrada A1.

Centralna część Piotrkowa Trybunalskiego charakteryzuje się koncentracją usług publicznych. Jest to obszar o zwartej zabudowie miejskiej, w części o charakterze historycznym, ze zlokalizowanym tu zespołem dworców kolejowego i autobusowego.

Według Banku Danych Lokalnych GUS, w dniu 31 grudnia 2020 r. liczba ludności miasta wynosiła 72 250 osób, zaś według danych Miasta – liczba osób zameldowanych na pobyt stały i czasowy powyżej 3 miesięcy wg stanu na dzień 11 czerwca 2021 r. wynosiła 69 476 osób, co w obu przypadkach oznacza przekroczenie progu 50 000 mieszkańców, obligującego do sporządzenia analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych w komunikacji miejskiej.

W ostatniej dekadzie liczba ludności miasta systematycznie malała (o 5,56% w latach 2011-2020), co jest zjawiskiem typowym w skali kraju. Spadek ten wynika z ujemnego salda migracji, stanowiącego efekt procesów suburbanizacji oraz z ujemnej stopy przyrostu naturalnego, czego efektem jest również niewielki spadek średniej gęstości zaludnienia. Liczbę mieszkańców, powierzchnię i gęstość zaludnienia Piotrkowa Trybunalskiego w latach 2011-2020 – według Banku Danych Lokalnych GUS – zaprezentowano w tabeli 1.

**Tab. 1. Liczba ludności, powierzchnia i gęstość zaludnienia Piotrkowa Trybunalskiego w latach 2011-2020**

| **Wyszczególnienie** | **Jedn.** | **Rok** |
| --- | --- | --- |
| **2011** | **2012** | **2013** | **2014** | **2015** | **2016** | **2017** | **2018** | **2019** | **2020** |
| Liczba mieszkańców | [osób] | 76 505 | 76 404 | 75 903 | 75 608 | 75 183 | 74 694 | 74 312 | 73 670 | 73 090 | 72 250 |
| Powierzchniaogółem | [ha] | 6 724 | 6 724 | 6 724 | 6 724 | 6 724 | 6 724 | 6 724 | 6 724 | 6 724 | 6 724 |
| Gęstośćzaludnienia | [osób/ km2] | 1137,8 | 1136,3 | 1128,8 | 1124,5 | 1118,1 | 1110,9 | 1105,2 | 1095,6 | 1087,0 | 1074,5 |

Źródło: Bank Danych Lokalnych GUS.

Według stanu na dzień 31 grudnia 2019 r., miasto Piotrków Trybunalski zajmowało 49. miejsce w kraju pod względem liczby ludności oraz 65. miejsce wśród miast pod względem zajmowanej powierzchni. Z racji przeciętnej powierzchni charakteryzującej miasta w Polsce o podobnej liczbie ludności, gęstość zaludnienia Piotrkowa Trybunalskiego jest także przeciętna, nie odbiega od średniej krajowej dla miast (wyższa jedynie o 3,1%).

Organizatorem piotrkowskiej komunikacji miejskiej jest Prezydent Miasta Piotrkowa Trybunalskiego. Zadania organizatora wykonuje wyspecjalizowana jednostka budżetowa – Zarząd Dróg i Utrzymania Miasta w Piotrkowie Trybunalskim. Sprawami planowania, organizacji i zarządzania piotrkowską komunikacją miejską zajmuje się Dział Komunikacji w ZDiUM.

Do zadań Działu Komunikacji należy w szczególności:

* organizacja, prowadzenie i nadzorowanie lokalnego transportu zbiorowego w zakresie wynikającym z ustawy o samorządzie gminnym oraz innych ustaw dotyczących tego zagadnienia;
* wydawanie zaświadczeń na wykonywanie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego;
* kontrola realizacji przewozów, co do zgodności z wydanymi zezwoleniami;
* opracowywanie projektu taryfy opłat za usługi publicznego transportu zbiorowego;
* przygotowywanie i udostępnianie informacji o komunikacji miejskiej;
* przeprowadzanie doraźnych kontroli w zakresie realizacji rozkładów jazdy, standardu obsługi pasażera i punktualności kursowania autobusów MZK oraz przekazywanie MZK sprawozdań z przeprowadzanych kontroli wraz z zaleceniami pokontrolnymi;
* nadzór nad realizacją umowy o świadczenie usług przewozowych w komunikacji miejskiej zawartej z operatorem publicznego transportu zbiorowego;
* uzgadnianie zasad korzystania z obiektów dworcowych i przystanków w granicach administracyjnych Piotrkowa Trybunalskiego oraz sporządzanie uzgodnień na korzystanie z mienia komunalnego gminy dotyczącego komunikacji miejskiej, wyliczanie miesięcznej wysokości opłaty za korzystanie z przystanków komunikacyjnych zlokalizowanych na terenie miasta dla operatorów i przewoźników;
* inicjowanie i wdrażanie przedsięwzięć w zakresie budowy, rozbudowy, konserwacji i napraw obiektów i urządzeń miejskiej komunikacji zbiorowej (przystanki, wiaty przystankowe, zatoki autobusowe itp.);

Dział zajmuje się także opracowywaniem i aktualizacją planu transportowego.

Linie piotrkowskiej komunikacji miejskiej obsługują, poza miastem Piotrkowem Trybunalskim, na podstawie zawartych porozumień komunalnych, także dwie sąsiadujące z Miastem gminy wiejskie – Grabica oraz Wola Krzysztoporska. W gminie Grabica obsługiwane są linią 1 miejscowości: Grabica, Wola Kamocka, Kamocin, Kamocinek, Szydłów i Majków Mały. W gminie Wola Krzysztoporska obsługiwana jest miejscowość Bujny, położona przy granicy miasta Piotrkowa Trybunalskiego.

Wg stanu na dzień 20 czerwca 2021 r. Miasto wykorzystywało do realizacji usług przewozowych jednego operatora – MZK sp. z o.o. – będącego podmiotem wewnętrznym i realizującego przewozy na podstawie umowy nr 11/ZDiUM/DK/2020, zawartej w dniu 1 lutego 2020 r. Umowa ta obejmuje okres do dnia 31 grudnia 2028 r.

Przyjęty w Piotrkowie Trybunalskim model finansowania transportu publicznego jest modelem „brutto”, którego cechą charakterystyczną jest to, że wpływy z biletów stanowią przychód Miasta, a MZK Sp. z o.o. otrzymuje rekompensatę zależną od świadczonej pracy eksploatacyjnej.

Obiekty zajezdni autobusowej przy ul. Krakowskie Przedmieście 70-73 stanowią własność Miasta i zostały wydzierżawione MZK sp. z o.o.

Zgodnie z treścią umowy spółki MZK sp. z o.o., Spółka prowadzi podstawową działalność gospodarczą, w zakresie zbiorczej komunikacji miejskiej, na podstawie umowy zawartej z Gminą Piotrków Trybunalski o świadczenie usług komunikacyjnych.

Przedmiotem działalności MZK sp. z o.o. jest w szczególności transport lądowy pasażerski, miejski i podmiejski (PKD 49.31.Z) oraz pozostały transport lądowy pasażerski, gdzie indziej niesklasyfikowany (PKD 49.39.Z).

Wg stanu na dzień 20 czerwca 2021 r., w ramach piotrkowskiej komunikacji miejskiej funkcjonowało 10 linii autobusowych, oznaczonych handlowo numerami: 0, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9 i 10, organizowanych przez ZDiUM i obsługiwanych przez MZK sp. z o.o. Wszystkie te linie miały charakter połączeń całorocznych.

Linie piotrkowskiej komunikacji miejskiej można podzielić według kryterium zakresu funkcjonowania na dwie kategorie:

* osiem linii dziennych całotygodniowych – 0, 1, 4, 5, 6, 7, 8 i 9;
* dwie linie funkcjonujące od poniedziałku do soboty – 2 i 10.

Według kryterium liczby obsługiwanych jednostek administracyjnych można natomiast wyodrębnić dwie grupy linii, które obejmują:

* osiem linii miejskich (0, 2, 4, 6, 7, 8, 9 i 10) – o trasach w całości zawierających się w granicach administracyjnych miasta Piotrkowa Trybunalskiego;
* dwie linii podmiejskie (1 i 5) – o trasach łączących wybranymi kursami miasto Piotrków Trybunalski z okolicznymi miejscowościami.

Poza liniami piotrkowskiej komunikacji miejskiej, miasto Piotrków Trybunalski obsługiwane było przez kursujące w dni powszednie (linia P6 także 1 listopada) linie komercyjne – P5, P6, P7 i P8. Na liniach tych przewoźnicy prywatni wykonywali na podstawie posiadanych zezwoleń jedynie po kilka kursów dziennie. Przewoźnicy ci działali na zasadach komercyjnych, z własną taryfą opłat.

Na rysunku 1 przedstawiono schematycznie przebieg linii piotrkowskiej komunikacji miejskiej.



Rys. 1. Schemat linii komunikacyjnych piotrkowskiej komunikacji miejskiej
– stan na 20 czerwca 2021 r.

Źródło: www.zdium-piotrkow.pl, dostęp 20.06.2021 r.

W tabeli 2 przedstawiono liczbę wozokilometrów wykonywanych w Piotrkowie Trybunalskim na poszczególnych liniach, w różnych dniach tygodnia.

Tab. 2. Liczba wozokilometrów wykonywanych przez autobusy na poszczególnych liniach

| **Linia** | **Liczba wozokilometrów w dniu tygodnia** |
| --- | --- |
| **Powszedni szkolny** | **sobota** | **niedziela** |
| 0 | 552,8 | 236,6 | 221,1 |
| 1 | 442,8 | 186,7 | 130,0 |
| 2 | 437,8 | 150,9 | - |
| 4 | 603,2 | 370,6 | 343,1 |
| 5 | 884,8 | 405,4 | 349,6 |
| 6 | 620,7 | 322,7 | 270,8 |
| 7 | 695,6 | 364,4 | 309,6 |
| 8 | 358,6 | 177,0 | 138,9 |
| 9 | 262,0 | 206,1 | 163,6 |
| 10 | 375,8 | 91,0 | - |
| **Razem** | **5 234,1** | **2 511,** | **1 926,7** |

Źródło: dane ZDiUM.

Największą pracę eksploatacyjną w dniu powszednim na liniach piotrkowskiej komunikacji miejskiej wykonywano na linii 5 – 884,8 km.

Dla większości linii miejskich praca eksploatacyjna w dniu powszednim wahała się od ok. 350 do 700 km. Najmniejsza praca eksploatacyjna wykonywana była na linii 9 – 262 km.

W sobotę i w niedzielę największą pracę eksploatacyjną wykonywano także na linii 5 – odpowiednio 405,4 i 349,6 km. Na większości pozostałych funkcjonujących w weekendy liniach wykonywano w soboty i niedziele od ok. 180 do 370 km dziennie, jedynie w sobotę na linii 10 było to 91 km, a na linii 2 – 151 km, natomiast w niedzielę na linii 1 – 130 km.

Cechą charakterystyczną piotrkowskiej komunikacji miejskiej jest wytrasowanie większości linii przez obszar ścisłego śródmieścia Piotrkowa Trybunalskiego – Osiedle Centrum. Wszystkie linie, poza linią 10, posiadają wspólny przebieg przez odcinek w centrum miasta – ulicami: Słowackiego, Polskiej Organizacji Wojskowej (dworce kolejowy i autobusowy) i Wojska Polskiego.

Niekorzystną cechą charakteryzującą linie piotrkowskiej komunikacji miejskiej obsługiwanej przez MZK sp. z o.o., jest wielowariantowość ich tras. W tym segmencie połączeń jedynie linia 10 ma trzy warianty trasy, a linie 4, 8 i 9 po cztery warianty tras. Z kolei największą ich liczbę – aż 17, posiada linia 1, zaś linia 5 obsługiwana jest w 16 wariantach tras.

W Piotrkowie Trybunalskim występuje jeden ciągły szczyt podaży – z dość późną godziną rozpoczęcia (ok. 7:00) oraz zmiennymi godzinami zakończenia dla różnych linii (przeważnie ok. 16:00).

Pojazdy piotrkowskiej komunikacji miejskiej kursują z częstotliwością modułową zależną od pory dnia. W tabeli 3 przedstawiono przedziały częstotliwości modułowych dla linii piotrkowskiej komunikacji miejskiej.

**Tab. 3. Przedziały częstotliwości modułowej dla poszczególnych linii w zależności od pory dnia i rodzaju dnia tygodnia**

| **Linia** | **Częstotliwość modułowa w zależności od przedziału godzinowego [min.]** |
| --- | --- |
| **dzień powszedni** | **sobota i niedziela** |
| **5:00-6:30** | **6:31-16:00** | **16:01-20:00** | **20:01-23:00** | **5:00-8:00** | **8:00-16:00** | **16:01-20:00** | **20:01-23:00** |
| 0 | 60 | 30 | 40 | 60 | X | 60 | 90 | X |
| 1 | 60 | 60 | 60-90 | 120 | X | 90 | 90 | X |
| 2 | X | 30 | 40 | 40-60 | X | 60\* | X | X |
| 4 | 30 | 30 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| 5 | 30 | 30 | 40 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| 6 | 30 | 30 | 40 | 60 | 60 | 60 | 60 | 90 |
| 7 | 30 | 30 | 40 | 30-60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| 8 | 60 | 60 | 60-80 | 90 | X | 120 | 120 | X |
| 9 | 60 | 60 | 60 | 60 | X | 60 | 60 | X |
| 10 | 60 | 30 | 60 | x | X | 120\* | 120\* | X |

\* kursuje tylko w soboty.

Źródło: dane ZDiUM.

Jak wynika z przeprowadzonych w maju 2018 r. badań marketingowych wielkości popytu na usługi piotrkowskiej komunikacji miejskiej, w dniu powszednim nauki szkolnej liniami obsługiwanymi przez MZK sp. z o.o. przewieziono 17 788 osób, czyli 2,9 pasażerów na 1 km. Obecnie – z uwagi na efekty ograniczeń mobilności wprowadzonych w związku z pandemią COVID-19 – liczba przewiezionych pasażerów jest znacznie niższa.

W Piotrkowie Trybunalskim w celu optymalizacji wykorzystania taboru oraz minimalizacji kosztów funkcjonowania komunikacji miejskiej, układa się zadania przewozowe z bardzo częstą zmianą dziennego przypisania pojazdów do obsługiwanych linii. Rozwiązanie takie jest efektywne w przypadku wykorzystywania taboru zasilanego olejem napędowym, czyli paliwa uzupełnianego tylko jeden raz dziennie, w zajezdni operatora. W przypadku zastosowania taboru zeroemisyjnego doładowywanego także na pętlach, układ zadań wymagałby dokonania przebudowy uwzględniającej ten fakt, w celu wygospodarowania czasu postoju na doładowywanie.

Część pętli autobusowych piotrkowskiej komunikacji miejskiej, wg stanu na dzień 20 czerwca 2021 r., skupiało po kilka linii:

* położona w zachodniej części miasta pętla Słowackiego Osiedle – cztery linie: 0, 7, 8 i 10, z tym że linia 7 wykonywała część kursów do al. Sikorskiego - Majków;
* położona także w zachodniej części miasta pętla Dmowskiego FMG „PIOMA” – cztery linie: 2, 4, 5 i 6;
* położona w północnej części miasta pętla Rakowska - Szpital – cztery linie: 2, 4, 5 i 10, z tym że linie 2, 4 i 5 wykonywały także wybrane kursy do pętli Wolborska - Osiedla Leśna oraz Rakowiec;
* położona w zachodniej części miasta pętla Wierzeje – dwie linie: 6 i 7, z tym że część ich kursów wykonywana była do pętli Wierzejska - Strzelnica;
* położone w północnej części miasta pętle Wolborska - Osiedle Leśna oraz Meszcze – wybranymi kursami dwie linie: 2 i 5.

W tabeli 4 przedstawiono liczbę odjazdów z najbardziej obciążonych pętli Dmowskiego FMG „PIOMA” oraz Słowackiego Osiedle.

Tab. 4. Liczba kursów wykonywanych z pętli Słowackiego Osiedle i Dmowskiego FMG „PIOMA” w poszczególnych rodzajach dni tygodnia

| **Pętla** | **Liczba odjazdów w poszczególnych rodzajach dni tygodnia** |
| --- | --- |
| **Powszedni szkolny** | **Sobota** | **Niedziela** |
| Słowackiego Osiedle | 100 | 46 | 37 |
| Dmowskiego FMG „PIOMA” | 115 | 58 | 44 |
| **Razem** | **215** | **104** | **81** |

Źródło: dane ZDiUM.

Poza krańcami Słowackiego Osiedle i Dmowskiego FMG „PIOMA”, pozostałe pętle nie są zbyt mocno wykorzystywane.

Wspólne pętle dla wielu linii stanowią okoliczność umożliwiającą nie tylko opisane wyżej stosowanie nowoczesnych technik zarządzania ofertą przewozową – zmian w przypisaniu pojazdów do linii w ciągu dnia, przeprowadzanych w celu zoptymalizowania liczby użytkowanych w ruchu autobusów, ale i ułatwiającą ewentualną eksploatację autobusów zeroemisyjnych – elektrycznych z zasilaniem bateryjnym.

W tabeli 5 przedstawiono następujące dane charakteryzujące piotrkowską komunikację miejską (wykonanie w latach 2017-2020 oraz plan na 2021 r.):

* liczbę wozokilometrów;
* średnią liczbę autobusów w inwentarzu i w ruchu;
* przychody z biletów.

Jak wynika z tabeli 5, w ostatnich czterech latach wielkość oferty przewozowej, wyrażona liczbą wozokilometrów i pojazdów w ruchu, ulegała tylko niewielkim wahaniom – można uznać, że była ona ustabilizowana. Spadek liczby pojazdów w ruchu w 2020 r. wynikał z konieczności zmniejszenia liczby pojazdów komunikacji miejskiej w ruchu, w warunkach wprowadzenia drastycznych ograniczeń spowodowanych ogłoszeniem stanu epidemii.

Tab. 5. Podstawowe parametry charakteryzujące piotrkowską komunikację
miejską w latach 2017-2021

| **Wyszczególnienie** | **Jedn.** | **Rok** |
| --- | --- | --- |
| **2017** | **2018** | **2019** | **2020** | **2021– plan** |
| Liczba wozokilometrów* ­w tym miasto
* ­w tym gminy
 | tys.km | 1 740,81 729,511,3 | 1 735,71 724,411,3 | 1 738,11 727,910,2 | 1 571,51 564,47,1 | 1 527,81 510,017,8 |
| Średnia liczba pojazdów we flociekomunikacji miejskiej | szt. | 37 | 37 | 37 | 34 | 33 |
| Średnia liczba pojazdów w ruchuw komunikacji miejskiej | szt. | 28 | 28 | 28 | 28/25\* | 25 |
| Przychody z biletów brutto | tys. zł | 4 879,7 | 4 507,3 | 5 367,3 | 2 531,3 | 2 585,0 |

\* – od września 2020 r.

Źródło: dane ZDiUM oraz MZK sp. z o.o.

Względnie stała liczba wozokilometrów w latach 2017-2019 jest rezultatem niewielkiego spadku liczby mieszkańców Piotrkowa Trybunalskiego oraz wynikiem niewprowadzania w analizowanym okresie istotnych zmian w zakresie obsługi Miasta i obszarów gmin ościennych piotrkowską komunikacją miejską.

W 2020 r. względem 2019 r. nastąpił nagły spadek przychodów ze sprzedaży biletów, wynikający z wprowadzonych ograniczeń w mobilności mieszkańców oraz zdalnego nauczania w szkołach. Stan ten z okresowymi zmianami utrzymywał się do końca kwietnia 2021 r., w związku z powyższym należy spodziewać się niskich przychodów ze sprzedaży biletów w całym 2021 r.

Miasto zamierza w kolejnych latach prowadzić politykę kontrolowanych korekt wielkości pracy eksploatacyjnej, bez wprowadzania istotnych zmian. Miasto w 15-letnim okresie przewiduje wzrost wielkości zlecanej MZK sp. z o.o. pracy eksploatacyjnej do poziomu 1 650,0 tys. km rocznie. W najbliższej przyszłości planowana jest modyfikacja siatki połączeń – w celu dostosowania oferty przewozowej do bieżących i dających się przewidzieć w najbliższej przyszłości, potrzeb mieszkańców miasta Piotrkowa Trybunalskiego i okolicznych miejscowości.

W okresie analizy przyjęto, według założeń ZDiUM, osiągnięcie w 2022 r. poziomu 3 500 tys. przewiezionych pasażerów oraz dalsze zmiany liczby pasażerów proporcjonalnie do spadku liczby mieszkańców. W analizie przyjęto utrzymanie w kolejnych latach poziomu jednostkowego przychodów z biletów na pasażera osiągniętego w 2019 r.

# Tabor piotrkowskiej komunikacji miejskiej

## Aktualny stan taboru

Linie komunikacji miejskiej organizowanej przez Miasto Piotrków Trybunalski obsługiwane są wyłącznie autobusami – częściowo lub całkowicie niskopodłogowymi. Całą flotą pojazdów dysponuje podmiot wewnętrzny – Miejski Zakład Komunikacyjny sp. z o.o. w Piotrkowie Trybunalskim, ul. Krakowskie Przedmieście 73. Wszystkie eksploatowane pojazdy są jego własnością.

Według stanu na dzień 28 maja 2021 r., park taborowy Spółki składał się z 33 autobusów niskopodłogowych i niskowejściowych, marki MAN i Göppel (firma produkująca midibusy na podwoziach firmy MAN). Wszystkie pojazdy wyposażone zostały w silniki spalinowe zasilane olejem napędowym. W strukturze taboru komunikacji miejskiej dominowały autobusy standardowe (klasy maxi), które stanowiły 88% stanu taboru MZK sp. z o.o. (29 szt.). Autobusy klasy pojemnościowej midi (o długości od 9,0 do 10,5 m) stanowiły 12% (4 szt.) parku taborowego Spółki. Operator zamierzał pojazdy klas midi wymienić docelowo na autobusy standardowe klasy maxi.

W tabeli 6 przedstawiono strukturę użytkowanego przez MZK sp. z o.o. taboru wykorzystywanego do realizacji przewozów w komunikacji miejskiej – wg kryterium wieku i spełniania norm czystości spalin – stan na dzień 28 maja 2021 r.

Polityka odtwarzania taboru MZK sp. z o.o. – wykorzystywanego do przewozów w komunikacji miejskiej – realizowana jest od wielu lat samodzielnie przez Spółkę. MZK sp. z o.o. nabywało pojazdy używane, dość wyeksploatowane, które po kilku latach wymieniało na kolejne pojazdy używane. Zakupy pojazdów używanych realizowano z uwagi na brak dostatecznych środków finansowych na zakup pojazdów nowych.

Tab. 6. Struktura taboru użytkowanego przez MZK sp. z o.o. wg kryterium wieku
i spełnianych norm czystości spalin – stan na 28 maja 2021 r.

| **Lp.** | **Typ taboru** | **Rodzajpaliwa** | **Liczbasztuk** | **Długość[m]** | **Rokprodukcji** | **Wiek[lat]** | **Normaczystościspalin** | **Liczbamiejsc** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | MAN NL 223 | ON | 2 | 12 | 2000 | 21 | EURO III | 95-105 |
| 2 | MAN NL 263 | ON | 2 | 12 | 2001 | 20 | EURO III | 92-99 |
| 3 | MAN NL 283 | ON | 1 | 12 | 2001 | 20 | EURO III | 92 |
| 4 | MAN NL 283 | ON | 4 | 12 | 2002 | 19 | EURO III | 94 |
| 5 | MAN NL 223 | ON | 1 | 12 | 2002 | 19 | EURO III | 94 |
| 6 | MAN NL 223 | ON | 6 | 12 | 2003 | 18 | EURO III | 92 |
| 7 | MAN NL 263 | ON | 3 | 12 | 2003 | 18 | EURO III | 96 |
| 8 | MAN NL 313 | ON | 1 | 12 | 2003 | 18 | EURO III | 96 |
| 9 | MAN NL 223 | ON | 5 | 12 | 2004 | 17 | EURO III | 92-94 |
| 10 | MAN NL 283 | ON | 2 | 12 | 2004 | 17 | EURO III | 93 |
| 11 | MAN NM 223.2 Göppel | ON | 2 | 9 | 2004 | 17 | EURO III | 59-78 |
| 12 | MAN NL 283 | ON | 2 | 12 | 2005 | 16 | EURO IV | 103 |
| 13 | MAN NM 283.3 Göppel | ON | 2 | 10,5 | 2005 | 16 | EURO IV | 71 |
| **14** | **Ogółem tabor** | **ON** | **33** | **9-12** | **2000-2005** | **16-21** | **EURO III-IV** | **59-105** |

Źródło: dane MZK sp. z o.o.

Tabor, którym dysponuje MZK sp. z o.o., jest obecnie zróżnicowany pod względem pojemności pasażerskiej. Park taborowy komunikacji miejskiej składa się z autobusów o nominalnej pojemności pasażerskiej od 59 do 105 osób, posiadających od 22 do 37 miejsc siedzących. Według informacji przekazanych przez organizatora w obecnej flocie zbyt duży wobec potrzeb jest udział autobusów niskich klas pojemnościowych. Pojazdy te będą w najbliższych latach systematycznie wymieniane na autobusy klasy maxi. Planuje się docelową wymianę pojazdów wyłącznie na klasę maxi.

Wg stanu na dzień 28 maja 2021 r. średni wiek taboru komunikacji miejskiej MZK sp. z o.o., był wyjątkowo wysoki – wynosił aż 18 lat. Tylko cztery pojazdy były w wieku 16 lat, pozostałe autobusy były starsze. Udział pojazdów w wieku ponad 18 lat i starszych (20 szt.) wg stanu na dzień 28 maja 2021 r., stanowił aż 60,6% stanu pojazdów komunikacji miejskiej Spółki.

W latach 2017-2019 średnia liczba pojazdów w ruchu była stała i wynosiła 28 szt. Po wprowadzeniu ograniczeń w kursowaniu linii liczba pojazdów w ruchu zmalała do poziomu 25 autobusów.

Strukturę taboru piotrkowskiej komunikacji miejskiej w podziale na normy emisji spalin, wg stanu na dzień 28 maja 2021 r., przedstawiono w tabeli 7.

Tab. 7. Struktura taboru piotrkowskiej komunikacji miejskiej w podziale
na normy emisji spalin – stan na 31 marca 2021 r.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Wyszczególnienie** | **Jedn.** | **Norma czystości spalin EURO** | **Razem** |
| **II** | **III** | **IV** | **V** | **VI** |
| Liczba pojazdów  | szt. | 0 | 29 | 4 | 0 | 0 | 33 |
| Struktura  | % | 0,0 | 87,9 | 12,1 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |

Źródło: dane MZK sp. z o.o.

Do niniejszej analizy przyjęto stan ilościowy taboru piotrkowskiej komunikacji miejskiej występujący na dzień 28 maja 2021 r. – w liczbie 33 szt. autobusów. Przy realizacji zakupu taboru elektrycznego przyjęto zasadę zastępowania pojazdów spalinowych autobusami zeroemisyjnymi w proporcji 1:1. Z uwagi na znaczące rezerwy pojazdów oraz stosunkowo niewielką częstotliwość kursowania autobusów, zapewnienie dodatkowych postojów na pętlach, niezbędnych w celu doładowania pojazdów, zrealizowane będzie poprzez zmianę harmonogramów pracy brygad.

## Planowane zamierzenia inwestycyjne

NFOŚiGW realizuje program „Zielony transport publiczny”, którego celem ma być uniknięcie emisji zanieczyszczeń powietrza poprzez dofinansowanie przedsięwzięć polegających na obniżeniu wykorzystania paliw emisyjnych w transporcie. Nabór wniosków w ramach Fazy I prowadzony był w okresie od 4 do 18 stycznia 2021 r. i został zatrzymany przed zapowiadanym wcześniej terminem, z powodu złożenia wniosków na kwoty przekraczające dostępną pulę środków. Zapowiadany jest jednak jeszcze w 2021 r. kolejny nabór do programu „Zielony transport publiczny”, skierowany tym razem przede wszystkim dla operatorów i organizatorów w miastach do 100 tys. mieszkańców. Program ma być także kontynuowany w latach 2022 i 2023.

Wsparcie może być udzielone na zakup/leasing nowych autobusów elektrycznych, w tym z wodorowymi ogniwami paliwowymi oraz trolejbusów z dodatkowym bateryjnym napędem autonomicznym – wraz ze szkoleniem kierowców i mechaników. Wsparcie może być także udzielone na dofinansowanie modernizacji lub budowy infrastruktury zasilającej pojazdy elektryczne, sieci trakcyjnej oraz stacji tankowania wodoru, aczkolwiek z zastrzeżeniem, że będzie ona wykorzystywana wyłącznie do obsługi transportu publicznego.

Dofinansowanie w ramach Fazy I, przypadającej zgodnie z warunkami konkursu na 2021 r., może być udzielone do wysokości 80% kosztów kwalifikowanych zakupu autobusów i trolejbusów, do wysokości 90% kosztów kwalifikowanych zakupu autobusów z wodorowymi ogniwami paliwowymi, a także do 50% kosztów modernizacji/budowy sieci i infrastruktury zasilającej oraz stacji tankowania wodoru (z limitem 3,0 mln zł dofinansowania). Wsparcie może być także udzielone w postaci uzupełniającej pożyczki do wysokości 100% kosztów kwalifikowanych.

W kolejnych okresach dofinansowanie do zakupu autobusów elektrycznych i trolejbusów będzie się systematycznie zmniejszać – do poziomu odpowiednio 70 i 60% kosztów kwalifikowanych.

Okres trwałości wyznaczono na 5 lat.

Miasto Piotrków Trybunalski złożyło wniosek o dofinansowanie w formie dotacji przedsięwzięcia „Poprawa jakości transportu miejskiego w Piotrkowie Trybunalskim poprzez zakup taboru wraz z niezbędną infrastrukturą”, obejmującego zakup 10 autobusów zeroemisyjnych, zakup i montaż 3 ładowarek pantografowych (szybkich) oraz 5 dwustanowiskowych ładowarek zajezdniowych plug-in, realizowanego w ramach Programu Priorytetowego NFOŚiGW nr 3.9 „Ochrona atmosfery Zielony transport publiczny (Faza I)”. Wniosek przeszedł pozytywnie ocenę formalną i jest obecnie na dalszym etapie procedowania.

Przewiduje się, że zakupione autobusy będą eksploatowane przez MZK sp. z o.o. na liniach 2, 6 i 7 piotrkowskiej komunikacji miejskiej, które należą do linii o największej liczbie przewożonych pasażerów (46% wszystkich pasażerów piotrkowskiej komunikacji miejskiej). Wielkość pracy przewozowej wykonywanej przez nabyte autobusy elektryczne oszacowano we wniosku na 450 tys. km rocznie.

Przedsięwzięcie inwestycyjne obejmie w szczególności:

* zakup 10 szt. autobusów zeroemisyjnych klasy maxi z napędem elektrycznym, wyposażonych w baterie;
* zakup ładowarek, w tym wybudowanie stacji pantografowych szybkiego ładowania ze stacjami transformatorowymi na pętlach autobusowych przy ul. Dmowskiego (2 stanowiska) o mocy do 900 kW oraz przy ul. Słowackiego 179 (1 stanowisko) o mocy do 450 kW, wraz z częściową modyfikacją pętli;
* zakup 5 dwustanowiskowych ładowarek stacjonarnych (wolnych) wraz budową układu zasilania oraz przyłącza i stacji transformatorowej SN/nN o mocy do 500 kW;
* adaptację obiektów zajezdni przy ul. Krakowskie Przedmieście 73 w Piotrkowie Trybunalskim, dla potrzeb eksploatacji autobusów z napędem elektrycznym;
* przeszkolenie kierowców i pracowników zaplecza w zakresie eksploatacji autobusów elektrycznych (95 osób).

Przyjęty we wniosku wstępny harmonogram zakłada zakup taboru i ładowarek oraz wykonanie prac budowlanych do końca 2022 r.

Przewiduje się, że realizacja projektu przyczyni się do redukcji emisji CO2 o 466,02 t/rok oraz emisji zanieczyszczeń NOx o 3,86 t/rok i NMVOCx o 0,08 t/rok.

Zakupione pojazdy i ładowarki oraz wybudowana infrastruktura zostanie udostępniona MZK sp. z o.o. do eksploatacji.

W przypadku uzyskania wsparcia w formie dotacji dla powyższego przedsięwzięcia Miasto Piotrków Trybunalski planuje w 2024 r. uzupełniający zakup kolejnych dwóch autobusów elektrycznych. Przewiduje się, że zakup tych pojazdów będzie dofinansowany dotacją z kolejnych emisji programu „Zielony transport publiczny”, o ile wystąpi taka możliwość. Przewiduje się że Miasto, poza zakupem taboru zeroemisyjnego, nabędzie dodatkowo 12 fabrycznie nowych autobusów z klasycznymi silnikami Diesla zasilanymi olejem napędowym z systemem rekuperacji energii. Wszystkie zakupione przez Miasto pojazdy zostaną wydzierżawione MZK sp. z o.o. do eksploatacji na liniach komunikacji miejskiej.

Niezależnie od powyższego zakłada się, że Operator będzie, zgodnie z postanowieniami umowy wykonawczej, ze środków własnych dokonywał zakupów jednostek taborowych z klasycznym napędem Diesla – po dwa pojazdy w latach 2022-2027. Przyjęto, z uwagi na ograniczone zdolności finansowe MZK sp. z o.o., że będą to pojazdy używane, w średnim wieku ok. 8 lat. Umowa wykonawcza nie wyklucza jednak zakupu przez MZK sp. z o.o. pojazdów nowych, jeśli MZK sp. z o.o. będzie posiadał na to odpowiednie środki finansowe.

W przypadku braku otrzymania dotacji z programu NFOŚiGW „Zielony transport publiczny”, naboru w ramach Fazy I, a także w przypadku braku zobowiązania do zakupu pojazdów zeroemisyjnych wynikającego z opracowanej analizy kosztów i korzyści, Miasto przewiduje w latach 2022-2024, zakup fabrycznie nowych autobusów klasy maxi z klasycznymi silnikami Diesla na olej napędowy, z systemem rekuperacji energii. Nabyte pojazdy byłyby wydzierżawione MZK sp. z o.o. w celu ich użytkowania na liniach piotrkowskiej komunikacji miejskiej.

Nabywane pojazdy będą wyposażone w całkowicie niską podłogę, systemy antypoślizgowe, klimatyzację całopojazdową, przyklęk i miejsce na wózek, monitoring, system informacji pasażerskiej z zapowiedziami głosowymi oraz urządzeniami poboru opłat (kasowniki) i opcjonalnie dystrybucji biletów. Autobusy będą wymalowane w jednolite barwy miejskie.

MZK sp. z o.o. planuje również w dalszym okresie, ze wsparciem Miasta, systematyczną wymianę taboru elektrycznego i zasilanego olejem napędowym, w szczególności po 16-letnim okresie eksploatacji – w celu utrzymania ok. 10-letniego średniego wieku pojazdów.

MZK sp. z o.o. jako operator, zgodnie z umową wykonawczą, zobowiązany jest do ponoszenia niezbędnych nakładów na odtworzenie pozostałego posiadanego majątku – w celu utrzymania jego stałej sprawności i technologicznej przydatności.

Miasto Piotrków Trybunalski i MZK sp. z o.o. rozważają również udział w przyszłych naborach konkursowych na dofinansowanie ze środków unijnych zakupu autobusów zeroemisyjnych – wraz z infrastrukturą zasilającą – w ramach nowego horyzontu finansowania 2021-2027.

Niezależnie od powyższego, Miasto uznało, że w przypadku wskazania przez niniejszą analizę konieczności spełnienia wymogów ustawy o elektromobilności, zakupi dla potrzeb obsługi sieci komunikacji miejskiej, wyprzedzająco odpowiednią liczbę autobusów zeroemisyjnych wyposażonych w baterie trakcyjne z dodatkowym ładowaniem pantografowym, jeśli będzie to możliwe do realizacji w krótkim czasie wymaganym na ich uruchomienie.

# Identyfikacja wariantów

## Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych Piotrkowa Trybunalskiego

Przedmiotem niniejszej analizy jest identyfikacja kosztów i korzyści powstałych w wyniku zapewnienia przez Miasto Piotrków Trybunalski świadczenia usług w ramach komunikacji miejskiej autobusami zeroemisyjnymi – zgodnie z wymogami art. 36 oraz art. 68 ust. 4 ustawy o elektromobilności. Zdefiniowanie wariantów możliwych inwestycji taborowych wymaga analizy – pod kątem zakładanych w tym zakresie inwestycji – opracowań strategicznych Piotrkowa Trybunalskiego i szerzej – jego obszaru funkcjonalnego.

Stan taboru użytkowanego przez MZK sp. z o.o. wg stanu na dzień 28 maja 2021 r. przedstawiono w tabeli 6 w rozdziale 5.

Problematyka odnowy taboru piotrkowskiej komunikacji miejskiej zawarta została w różnych dokumentach strategicznych miasta i szerzej – południowo-wschodniego obszaru województwa łódzkiego.

W „Strategii Rozwoju Województwa Łódzkiego 2030”[[2]](#footnote-2) w ramach sfer: gospodarczej, społecznej i przestrzennej określa się trzy cele strategiczne i jeden horyzontalny, którego istotą będzie prowadzenie zintegrowanej polityki zrównoważonego rozwoju.

W ramach sfery przestrzennej dokument wymienia cel Strategiczny 3.”Atrakcyjna i dostępna przestrzeń”, w ramach którego określono sześć celów operacyjnych, a wśród nich cele: 3.1 „Adaptacja do zmian klimatu i poprawa jakości zasobów środowiska” oraz 3.3 „Zwiększenie dostępności transportowej”. W ramach celu 3.1 jeden z kierunków działań to 3.1.1 „Poprawa jakości powietrza”, który obejmuje m.in. ograniczenie emisji ze źródeł o charakterze liniowym, a w tym realizację rozwiązań organizacyjnych sprzyjających kształtowaniu zrównoważonego transportu, promocję ekomobilności i rozwój nowoczesnych form przemieszczania się oraz budowę systemów zasilania pojazdów zero- i niskoemisyjnych.

W ramach celu 3.3. jednym z kierunków działań jest natomiast 3.3.4. „Stworzenie atrakcyjnej i konkurencyjnej oferty przewozowej publicznym transportem zbiorowym”. Kierunek ten obejmuje:

* poprawę jakości infrastruktury transportu zbiorowego, w tym m.in. tworzenie infrastruktury i rozwiązań organizacyjnych dla uprzywilejowania zbiorowej komunikacji miejskiej oraz doposażenie i realizację zintegrowanych węzłów przesiadkowych wraz z systemami Park&Ride i Bike&Ride;
* rozwój parku taborowego, w tym m.in. wspieranie: zakupu nowoczesnego zero- lub niskoemisyjnego taboru autobusowego, np. o alternatywnych źródłach napędu, uwzględniającego wymogi osób ze szczególnymi potrzebami, w tym osób z niepełnosprawnościami i starszych;
* wzmocnienie systemu połączeń publicznym transportem zbiorowym, w tym m.in. wspieranie rozwoju siatki połączeń, zwiększania częstotliwości kursowania, koordynacji rozkładów jazdy, integracji taryfowo-biletowej.

Strategia określa Zintegrowane Przedsięwzięcia Strategiczne, a wśród nich 2. Kolej na Łódzkie, odnoszące się do rozwoju transportu zbiorowego zwiększającego udział przejazdów koleją, z rozwojem systemu regionalnych połączeń autobusowych dowożących podróżnych do kolejowych węzłów przesiadkowych.

Strategia określa ponadto Obszary Strategicznej Interwencji. Miasto Piotrków Trybunalski stanowi ośrodek subregionalny i wchodzi w skład Miejskiego Obszaru Funkcjonalnego Radomsko – Piotrków Trybunalski – Bełchatów. Miasto Piotrków Trybunalski wchodzi także w skład innego obszaru funkcjonalnego – Obszaru Nowej Energii, obejmującego gminy powiatu bełchatowskiego, łaskiego, pajęczańskiego, radomszczańskiego, sieradzkiego oraz wieluńskiego, powiązane z eksploatacją górniczą w polach Bełchatów i Szczerców.

„Terytorialny Plan Sprawiedliwej Transformacji Województwa Łódzkiego”[[3]](#footnote-3) dotyczy zdefiniowanego w przywołanej Strategii Obszaru Nowej Energii. Terytorialny Plan przewiduje działania związane z dekarbonizacją systemu transportowego i zmniejszaniem wykluczenia transportowego.

Plan definiuje trzy cele operacyjne w zakresie rozwoju do 2030 r., służące osiągnięciu neutralnej dla klimatu gospodarki Unii do 2050 r. Cel. 3. „Przestrzeń o wysokiej jakości środowiska przyrodniczego oraz krajobrazu, gwarantująca adaptację do zmian klimatu oraz charakteryzująca się dobrą dostępnością komunikacyjną” zakłada m.in, że realizowane będą inwestycje w transport zbiorowy, w tym w infrastrukturę kolejową, zintegrowane węzły przesiadkowe oraz zero- i niskoemisyjny tabor szynowy i autobusowy wraz z infrastrukturą paliw alternatywnych. Zakłada się także wypracowanie atrakcyjnej oferty przewozowej z wdrożeniem nowoczesnych usług cyfrowych poprawiających jakość komunikacji i bezpieczeństwa ruchu. W ramach wskazanych dla realizacji celu operacji wymieniono m.in.:

* inwestycje w zero- i niskoemisyjny transport;
* integrację transportu zbiorowego i tworzenie atrakcyjnej oferty przewozowej;
* rozwój infrastruktury ładowania paliw alternatywnych.

Wśród działań komplementarnych wymieniono ponadto m.in. inwestycje w rozwój technologii wodorowych i innych paliw alternatywnych.

„Program ochrony powietrza i plan działań krótkoterminowych dla strefy łódzkiej”[[4]](#footnote-4), wśród planowanych do podjęcia działań naprawczych w zakresie transportu wymienia jedynie działanie nr 5 – Ograniczenie emisji zanieczyszczeń z transportu drogowego.

W ramach katalogu dobrych praktyk w zakresie ograniczenia niekorzystnego wpływu transportu drogowego oraz ograniczenia emisji ze źródeł komunikacyjnych wymieniono szereg działań dotyczących transportu zbiorowego, możliwych do wprowadzenia w miastach, takich jak:

* wymiana taboru na pojazdy ekologicznie czyste, zasilane gazem LPG, LNG lub CNG bądź hybrydowe lub elektryczne;
* zachęcanie mieszkańców do korzystania z komunikacji zbiorowej poprzez jej uatrakcyjnienie, w tym wykorzystanie klimatyzowanych pojazdów;
* rozbudowa buspasów;
* tworzenie systemu punktów przesiadkowych oraz parkingów Park&Ride;
* modernizacja infrastruktury komunikacji miejskiej w celu jej uatrakcyjnienia (przystanki autobusowe, przebudowa dworców autobusowych, systemy informacji).

Wśród działań krótkoterminowych dokument wymienia m.in. – zalecenia korzystania z komunikacji miejskiej.

„Strategia Rozwoju Miasta Piotrków Trybunalski 2020”[[5]](#footnote-5) jako jedno z wyzwań uznała ochronę środowiska i gospodarkę niskoemisyjną, w tym zmniejszenie niskiej emisji. Dokument wyznacza priorytetowe obszary działania w ramach trzech filarów: Społeczeństwo, Gospodarka oraz Przestrzeń i Infrastruktura. W ramach filaru Przestrzeń i Infrastruktura wyznaczono cel strategiczny – „Racjonalny rozwój przestrzenny miasta, z nowoczesną infrastrukturą i przyjaznym środowiskiem”. W ramach tego celu wyznaczono pięć celów operacyjnych, w tym cele: „Polepszenie jakości i dostępności infrastruktury technicznej” oraz „Rozwój infrastruktury drogowej”. Strategia nie odnosi się do problematyki wykorzystywanego taboru w przewozach w komunikacji miejskiej.

Aktualnie w przygotowaniu znajduje się dokument pn. „Strategia Rozwoju Miasta Piotrków Trybunalski 2030+”.

„Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla miasta Piotrkowa Trybunalskiego na lata 2019-2028”[[6]](#footnote-6) określa docelowe wymogi w stosunku do eksploatowanego taboru w postaci:

* niskiej podłogi przynajmniej w części pojazdu, bez stopni poprzecznych wewnątrz;
* przyklęku i miejsca na wózek inwalidzki lub dziecięcy z platformą obsługiwaną przez kierowcę;
* elektronicznej informacji pasażerskiej, wewnętrznej i zewnętrznej, z zapowiedziami głosowymi przystanków;
* oznakowania miejsc siedzących przeznaczonych dla osób o ograniczonej mobilności ruchowej;
* monitoringu przestrzeni pasażerskiej wraz z rejestracją obrazu;
* kolorystyki zewnętrznej określonej przez Organizatora.

Dokument wskazuje jako docelowy pożądany w 2028 r. poziom realizacji usług w zakresie postulatu przewozowego, określanego jako wygoda, osiągnięcie wskaźnika przeciętnego wieku taboru do 6 lat oraz dodatkowe wyposażenie pojazdów, zapewniające wygodę i bezpieczeństwo podróżowania w postaci klimatyzacji przestrzeni pasażerskiej oraz monitoringu z rejestracją obrazu. Plan uznaje, że pożądane byłoby przyjęcie zasady zakupu rocznie co najmniej czterech fabrycznie nowych pojazdów, a ewentualne zwiększenie liczby nabywanego nowego taboru mogłoby nastąpić w przypadku pojawienia się możliwości pozyskania wsparcia dla zakupów taborowych ze środków pomocowych.

Plan uwzględnia ustalenia analizy kosztów i korzyści opracowanej w 2018 r., wykazujące brak korzyści ze stosowania taboru zeroemisyjnego, a zatem i brak obowiązku jego stosowania przez Miasto Piotrków Trybunalski. Dokument zaznacza także, że w przypadku decyzji o zakupie taboru zeroemisyjnego, dla spełnienia wymogów ustawy o elektromobilności – Miasto i MZK sp. z o.o. powinny podjąć równocześnie decyzję o przebudowie zasilania w energię obiektów zajezdni. Plan stwierdza, że dla uzasadnienia celowości zmiany rodzaju nabywanego taboru, niezbędne byłoby osiągnięcie dodatkowych korzyści społeczno-ekonomicznych w znacznej skali.

Plan jako podstawowe zadanie w obszarze integracji różnych środków transportu pasażerskiego przewiduje budowę węzłów przesiadkowych, tworzących miejsca dogodnego przesiadania się do i z autobusów komunikacji miejskiej, wraz z prowadzącymi do nich ciągami pieszymi, a także parkingami rowerowymi i samochodowymi. Integracja wewnętrzna miejskiego transportu publicznego w Piotrkowie Trybunalskim będzie według planu dotyczyć m.in. doposażenia przystanków komunikacji miejskiej w parkingi rowerowe, umożliwiające kontynuowanie podróży środkami transportu publicznego.

„Plan zrównoważonej mobilności miejskiej dla Miasta Piotrkowa Trybunalskiego”[[7]](#footnote-7) określa w ramach wizji miasta m.in., że: „Piotrków Trybunalski to także miasto kompaktowe o wewnętrznie zbilansowanej przestrzeni, w którym samochód osobowy nie odgrywa kluczowej roli w podróżach mieszkańców. Jest to miasto przyjazne pieszym i rowerzystom w każdym wieku, z dostępem do powszechnego, nowoczesnego, niskoemisyjnego transportu publicznego”.

Plan wymienia wśród słabych stron mobilności miejskiej: stosunkowo niską ocenę jakości usług publicznego transportu zbiorowego, utrudnienia dla osób starszych i o ograniczonej zdolności do poruszania się oraz przekroczenia norm czystości powietrza.

Dokument określa trzy cele strategiczne, będące jednocześnie strategicznymi kierunkami działań, w tym cel nr 2. „Rozwój niskoemisyjnego i zintegrowanego transportu publicznego”. Niskoemisyjność uznano także w dokumencie za priorytet horyzontalny. Realizacja celu strategicznego nr 2 jest odpowiedzą na wyzwania dotyczące rosnącego udziału w populacji miejskiej osób starszych i o ograniczonej zdolności do poruszania się, których obsługa transportem zbiorowym wymaga m.in. odpowiedniego taboru dla zapewnienia właściwego poziomu dostępności i promowania elektromobilności w transporcie miejskim. W ramach tego celu strategicznego, jako jeden z trzech celów szczegółowych wymieniono 2.1. „Wzrost jakości usług transportu miejskiego”.

Wśród zadań określonych na lata 2022-2023 wymieniono w dokumencie poniższe zadania dotyczące odnowy floty pojazdów komunikacji miejskiej, których elementami mają być:

* zakup 12 autobusów elektrycznych;
* dostawa i montaż na trzech pętlach autobusowych stacji szybkiego ładowania autobusów elektrycznych, o mocy do 420 kW;
* dostawa i montaż na zajezdni 6 dwuwyjściowych stacji ładowania wolnego autobusów elektrycznych o mocy 2x45 kW;
* objęcie wszystkich stacji ładowania systemem monitorowania;
* zakup 12 autobusów zasilanych olejem napędowym.

 „Plan Gospodarki Niskoemisyjnej dla Miasta Piotrków Trybunalski. Aktualizacja 2019”[[8]](#footnote-8) określa trzy cele strategiczne, a wśród nich cel. A. „Piotrków Trybunalski miastem o wysokiej redukcji emisji gazów cieplarnianych”. Jedną z form realizacji tego celu ma być m.in. szereg działań promocyjnych prowadzących do rozpropagowania wśród społeczności lokalnej transportu publicznego.

Jako obszary problemowe dokument wymienia m.in.: niską emisję na terenie miasta, ruch samochodowy na terenie miasta oraz niedostateczną świadomość ekologiczną społeczeństwa.

Plan uznaje, że emisja z tytułu transportu, zaraz po niskiej emisji stanowi poważny problem, a dążeniem do rozwiązania jest zachęcanie mieszkańców miasta do korzystania z komunikacji zbiorowej oraz z ekologicznych środków transportu (np. rowery).

Jako długoterminową strategię dla miasta Piotrkowa Trybunalskiego plan uwzględnia redukcję emisji gazów cieplarnianych, zwiększenie udziału energii ze źródeł odnawialnych oraz redukcję energii finalnej poprzez podniesienie efektywności energetycznej, a także poprawę jakości powietrza.

W ramach działań krótko- i średnioterminowych w obszarze transportu Plan wymienia Działanie XIV „Zmniejszenie negatywnego wpływu transportu publicznego na środowisko naturalne i poprawa jakości transportu poprzez zakup nowych autobusów”. W ramach działania założono zakup dwóch autobusów elektrycznych wraz z wyposażeniem w ładowarki, a jako podmiot odpowiedzialny wskazano MZK sp. z o.o.

Działanie to jest ukierunkowane na zwiększenie roli transportu publicznego, jako alternatywy dla motoryzacji indywidualnej w mieście, poprzez tworzenie warunków dla budowy sprawnych, przyjaznych dla podróżnych, ekologicznych i zintegrowanych systemów transportu publicznego. Dokument przyjmuje, że realizowane będą przedsięwzięcia służące zwiększonemu wykorzystaniu niskoemisyjnego transportu zbiorowego i innych przyjaznych środowisku form zrównoważonego transportu.

Z kolei jako Działanie XV przyjęto w Planie „Promocję komunikacji publicznej”, polegające na przeprowadzaniu kampanii społecznych związanych z efektywnym i ekologicznym transportem.

Miasto Piotrków Trybunalski przystąpiło w marcu 2021 r. do przygotowania kolejnej aktualizacji Planu gospodarki niskoemisyjnej.

 „Program ochrony środowiska dla miasta Piotrków Trybunalski na lata 2021-2024 z perspektywą do roku 2028”[[9]](#footnote-9), w obszarze ochrony powietrza wymienia wśród działań zwiększenie udziału komunikacji zbiorowej w przewozach pasażerskich, w zakresie ochrony przed hałasem wymianę taboru na mniej hałaśliwy, natomiast w zakresie racjonalnego kształtowania przestrzeni miasta – poprawę dostępności komunikacyjnej i bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Z kolei w harmonogramie rzeczowo-finansowym dokument ujmuje w poz. 6 przedsięwzięcie związane z zakupem taboru niskoemisyjnego, realizowane w latach 2021-2024, z łącznymi nakładami określonymi na 31 mln zł.

 „Aktualizacja projektu założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla miasta Piotrków Trybunalski na lata 2015-2030”[[10]](#footnote-10) wskazuje jako działania w mieście wpływające na ograniczenie emisji zanieczyszczeń – wprowadzenie zasad zrównoważonego transportu. Dokument wskazuje, że realizacja przez Miasto „zielonych zamówień publicznych” powinna obejmować zakup energooszczędnych i ekologicznych środków transportu.

## Wybór rodzaju napędu

Wybór rodzaju napędu stosowanego w pojazdach komunikacji miejskiej zależy nie tylko od wyników analiz zawartych w dokumentach strategicznych związanych z rozwojem danego miasta i jego obszaru funkcjonalnego, w tym w obszarze publicznego transportu zbiorowego, ale także od wielu różnych uwarunkowań technicznych i finansowych.

Przesłankami przemawiającymi za zastosowaniem w eksploatowanym taborze autobusowym różnych źródeł zasilania, są możliwe do osiągnięcia następujące efekty:

* zwiększenie bezpieczeństwa ekonomicznego przedsiębiorstwa – poprzez mniejszą podatność na wahania cen paliw i energii;
* zwiększenie bezpieczeństwa dostaw paliw i energii oraz ich stabilności cenowej;
* wydłużenie okresu eksploatacji pojazdów bez konieczności dokonywania poważnych napraw, ze względu na większą trwałość silników elektrycznych (z wyjątkiem baterii);
* zmniejszenie niekorzystnego oddziaływania transportu publicznego na mieszkańców w silnie zurbanizowanym obszarze miasta, w związku z brakiem emisji zanieczyszczeń do atmosfery w miejscu użytkowania autobusów elektrycznych i zmniejszoną emisją zanieczyszczeń przez pojazdy hybrydowe;
* realizacja wytycznych zawartych w „Krajowych Ramach Polityki Rozwoju Infrastruktury Paliw Alternatywnych”.

Nakłady finansowe na uruchomienie przewozów bateryjnymi autobusami elektrycznymi związane są nie tylko z wysokim kosztem zakupu pojazdów, ale także ze znacznymi dodatkowymi wydatkami na infrastrukturę służącą do ich zasilania. Z drugiej strony, w wyniku niższych kosztów zakupu energii elektrycznej niż oleju napędowego, możliwe są do osiągnięcia oszczędności wynikające z codziennej eksploatacji tego typu pojazdów.

Z kolei nakłady finansowe na uruchomienie przewozów autobusami elektrycznymi z wodorowymi ogniwami paliwowymi związane są z bardzo wysokim kosztem zakupu pojazdów stosujących tą nowatorską technologię oraz z brakiem dostępu do stacji tankowania wodoru w Polsce. Koszt uruchomienia dedykowanej stacji tankowania wodoru jest bowiem wciąż kliku- lub nawet kilkunastokrotnie wyższy od kosztu wybudowania stacji szybkiego ładowania autobusów elektrycznych.

Wprowadzony ustawą o elektromobilności obowiązek systematycznego zwiększania udziału autobusów zeroemisyjnych w strukturze taboru wykorzystywanego w komunikacji miejskiej, stwarza konieczność zmiany dotychczasowej praktyki nabywania nowych pojazdów zasilanych olejem napędowym na – w coraz większym zakresie – pojazdy zeroemisyjne. Zapisy tej ustawy wymagają, aby w miastach przekraczających 50 000 mieszkańców, począwszy od 1 stycznia 2028 r., flota pojazdów składała się przynajmniej w 30% z autobusów zeroemisyjnych. W skali kraju aktualnie udział takich autobusów w strukturze taboru operatorów komunikacji miejskiej jest nadal niewielki, tymczasem narzucone tempo wzrostu tego udziału, wynikające z przepisów ustawy o elektromobilności, należy uznać za wysokie.

Zastosowanie CNG do zasilania autobusów determinowane jest głównie kosztem jego zakupu. Cena gazu w dużej mierze jest zależna od polityki skarbowej państwa. Rozwój stacji z możliwością tankowania CNG i popularyzacji gazu ziemnego jako paliwa został zahamowany okresowym wprowadzeniem w 2013 r. akcyzy na to paliwo (w wysokości 0,34 zł/m3), zniesionej dopiero w II kwartale 2020 r. Nie bez znaczenia jest też fakt, że cena gazu ustalana jest przez jego dystrybutora – monopolistę – Grupę PGNiG.

Przy eksploatacji taboru zasilanego CNG istotne jest także to, że właścicielem infrastruktury do tankowania autobusów gazowych nie jest operator przewozów, lecz Grupa PGNiG. W miastach eksploatujących takie pojazdy, pewne problemy z codzienną eksploatacją autobusów CNG wynikają z częstych awarii stacji tankowania, w szczególności braku dostatecznej liczby zapasowych sprężarek.

Zasadność eksploatacji pojazdów zasilanych CNG i LNG w Polsce wzrosła także po wejściu w życie ustawy o elektromobilności, która stanowi podstawę do utworzenia ogólnopolskiej sieci tankowania pojazdów zasilanych tymi paliwami gazowymi.

Istotną kwestią, przy podejmowaniu decyzji o eksploatacji taboru zasilanego CNG, jest dostępność stacji tankowania CNG. W Piotrkowie Trybunalskim nie funkcjonuje taka stacja, stacja tankowania CNG nie jest także dostępna w województwie łódzkim. Najbliższa stacja dużej wydajności znajduje się w Radomiu, przy ul. Wjazdowej 4, w dość znacznej odległości od Piotrkowa Trybunalskiego (ok. 110 km trasy przejazdu). Brak stacji tankowania CNG o dużej wydajności, przy bardzo wysokich kosztach jej budowy, w zasadzie wyklucza możliwość szybkiego zastosowania takiego napędu w piotrkowskich autobusach miejskich. Z wprowadzeniem do eksploatacji taboru zasilanego CNG wiąże się ponadto dodatkowy koszt dostosowania obiektów zajezdni do eliminacji zagrożeń związanych z tworzeniem przez gaz ziemny mieszanin wybuchowych. Warto także podkreślić, że ustawa o elektromobilności nie uznaje autobusów zasilanych CNG za zeroemisyjne, zatem zastosowanie tego paliwa nie powoduje spełnienia wymogów określonego udziału taboru zeroemisyjnego we flocie obsługujących pojazdów, zawartych w przepisach tej ustawy.

Zainteresowanie pojazdami zasilanymi CNG zapewne wzrośnie po wprowadzeniu planowanych zmian do ustawy o elektromobilności, w wyniku implementacji w polskim systemie prawnym dyrektywy (UE) 2019/1161.

Napędy elektryczne stosowane są do napędzania pojazdów od początku historii rozwoju motoryzacji. Podstawowym problemem – bardzo ograniczającym ich upowszechnienie – był brak zasobników energii o dużej pojemności. Pojazdy elektryczne stosowane były w przewozach kolejowych, a w przewozach drogowych, w tym w komunikacji miejskiej – tylko tam, gdzie możliwe było ich stałe zasilanie z sieci trakcyjnej (metro, tramwaje, trolejbusy). Małe pojazdy elektryczne do przewozu osób stosowane były głównie jako wózki golfowe i wózki transportowe w przemyśle.

Dostępnymi obecnie na rynku autobusami zeroemisyjnymi – nieemitującymi gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych – są pojazdy z napędem elektrycznym zasilane bateryjnie, z sieci zewnętrznej (trolejbusy), ze stacji doładowania różnych rodzajów lub w systemie mieszanym oraz autobusy elektryczne z wytwarzaniem energii w ogniwach paliwowych, ale tylko takich, dla których w efekcie spalania paliwa nie występuje emisja CO2 – co przy obecnym stanie zaawansowania techniki – w praktyce ogranicza je do autobusów z ogniwami paliwowymi zasilanymi wodorem (H2).

Od lat stosowanym napędem elektrycznym wykorzystywanym w pojazdach innych niż szynowe, jest system napędu zasilany z sieci napowietrznej – wykorzystywany w trolejbusach. Zgodnie z definicją zawartą w ustawie Prawo o ruchu drogowym, trolejbusem jest autobus przystosowany do zasilania energią elektryczną z sieci trakcyjnej. Trolejbus jest, zgodnie z ustawą o elektromobilności, pojazdem zeroemisyjnym.

Obecnie w Polsce są trzy sieci komunikacyjne wykorzystujące w transporcie miejskim trolejbusy – Gdynia (z Sopotem), Lublin i Tychy. Głównym ograniczeniem rozwoju trolejbusów w komunikacji miejskiej jest wysoki koszt budowy sieci zasilającej wzdłuż trasy linii. Sieć napowietrzna rozwieszona jest nad torem jazdy trolejbusu na odciągach zawieszanych na słupach – albo specjalnie dedykowanych, albo też jednocześnie oświetleniowych. Rozstaw takich słupów jest przeciętnie o 50% mniejszy niż słupów tylko oświetleniowych, a ciężka sieć wymaga masywnej ich budowy. W miejscach skrzyżowań i rozjazdów podwieszone są dodatkowo zwrotnice, krzyżówki, zjazdówki, prowadnice lub impulsatory. Powoduje to powstanie nad ulicą plątaniny przewodów i odciągów, co negatywnie wpływa na estetykę miasta i nie wszędzie jest akceptowane.

Pobór energii z sieci trolejbusowej lub ze stacji je zasilających, może natomiast stanowić dobre źródło do zasilania ładowarek dla pojazdów czerpiących energię podczas ruchu wyłącznie z baterii. Doświadczenia związane z napędzaniem drogowych pojazdów transportu miejskiego energią elektryczną (trolejbusów) przekładają się na wzmożone zainteresowanie autobusami elektrycznymi. Obecnie wprowadzane są one do eksploatacji w każdym z miast w Polsce posiadających sieć komunikacji trolejbusowej, tj. w Gdyni, Lublinie i Tychach. Na obecnym etapie rozwoju technologii autobusów elektrycznych należy zatem uznać, że trolejbusy są pojazdami komplementarnymi wobec autobusów elektrycznych, a ich eksploatacja stanowi okoliczność sprzyjającą zakupowi autobusów elektrycznych.

Istotną wadą wprowadzenia trolejbusów do eksploatacji jest długotrwałość procesu budowy sieci trakcyjnej i jej zasilania. Budowa taka wymaga znaczącej ingerencji w infrastrukturę okołodrogową, dlatego czas uzyskania niezbędnych zgód i uzgodnień jest znacznie dłuższy niż czas wymagany na budowę punktowych stacji zasilania dla autobusów elektrycznych pantografowych.

W Lublinie obecnie wykorzystywane są w codziennej pracy eksploatacyjnej na części odcinków tras dwa rodzaje trolejbusów z dodatkowym napędem: hybrydowe – z agregatem spalinowym albo wyposażone w dodatkowe zasobniki energii – baterie litowo-jonowe lub litowo-polimerowe. W pierwszym typie pojazdów, agregat poprzez generator zasila elektryczne silniki trakcyjne, w drugim – baterie służą jako zasobniki energii na okres pracy bez zasilania sieciowego i ponownie są ładowane podczas jazdy trolejbusu pod siecią. Trolejbusy te przejeżdżają pewien odcinek trasy bez zasilania sieciowego, włączając się jednak do sieci na większości trasy linii.

Trolejbusy z agregatem spalinowym trudno uznać za bezemisyjne, choć do tej pory są uznawane w ustawie o elektromobilności za pojazd zeroemisyjny. Ma to ulec zmianie dopiero po przyjęciu przygotowywanej nowelizacji ustawy o elektromobilności.

Podobnie w Gdyni, od wielu lat dodatkowy napęd bateryjny wykorzystywany jest do krótkich przejazdów trolejbusów podczas remontów dróg i awaryjnych objazdów. Od 2015 r. trolejbusy wyposażone w baterie litowo-jonowe wykorzystywane są do liniowej eksploatacji na krótkich odcinkach niewyposażonych w sieć trakcyjną. Obecnie w Gdyni eksploatowane są także pojazdy z podwójną homologacją, tzw. supertrolejbusy, marki Solaris Trollino 12 Electric, posiadające homologację zarówno autobusu elektrycznego, jak i trolejbusu. Pojazdy te kierowane są do obsługi trasy mniej niż w połowie długości z siecią trakcyjną. Supertrolejbusy ładowane są podczas przejazdu pod siecią, a pozostałe odcinki trasy pokonują jako autobusy elektryczne – korzystając ze zmagazynowanej energii. Mogą być także ewentualnie doładowywane poprzez złącze plug-in, np. na pętli lub zajezdni.

W świetle obowiązujących przepisów za zeroemisyjny uważa się trolejbus lub bateryjny autobus elektryczny z ogrzewaniem zasilanym olejem napędowym lub paliwem gazowym, pomimo iż pojazd taki emituje jednak pewne zanieczyszczenia.

W opracowanej w 2018 r. „Analizie kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem przy świadczeniu usług piotrkowskiej komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych” przeprowadzono analizę wariantu inwestycyjnego, polegającego na uruchomieniu autobusów elektrycznych doładowywanych na trasie poprzez pantografowe stacje szybkiego ładowania.

W studiach wykonalności projektu inwestycyjnego: „Poprawa jakości transportu miejskiego w Piotrkowie Trybunalskim poprzez zakup taboru wraz z niezbędną infrastrukturą” przeanalizowano różne warianty technologiczne napędów autobusów: klasyczny z silnikiem Diesla, bateryjne z zasilaniem plug-in i pantografowym oraz hybrydowe z silnikami Diesla na olej napędowy. Analizę porównawczą rozszerzono o autobusy elektryczne wyposażone w wodorowe ogniwo paliwowe, a jej wyniki przedstawiono w tabeli 8.

Tab. 8. Analiza porównawcza różnych rodzajów napędów autobusów

| **Kryterium** | **Liczba punktów w skali od 1 (min.) do 5 (max.)** |
| --- | --- |
| **Z silnikiem Diesla ON** | **Elektryczny bateryjny** | **Elektrycznywodorowy** |
| **klasycznyEURO VI** | **hybrydowyEURO VI** | **plug-in** | **pantograf.** |
| Zasięg autobusu | 5 | 4 | 2 | 4 | 5 |
| Pojemność pasażerska | 5 | 4 | 2 | 3 | 3 |
| Koszt zakupu z infrastrukturą | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Koszty eksploatacji | 2 | 3 | 5 | 5 | 1 |
| Przewidywany okres eksploatacji | 3 | 3 | 5 | 5 | 4 |
| Emisja hałasu | 2 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| Zmniejszenie lokalnej emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń | 1 | 3 | 5 | 5 | 5 |
| **Razem** | **23** | **25** | **27** | **29** | **24** |

Źródło: opracowanie własne.

Z przeprowadzonej analizy najkorzystniej zaprezentowały się autobusy elektryczne bateryjne z ładowaniem pantografowym. Nieco gorszy wynik osiągnęły autobusy elektryczne bateryjne ładowane wyłącznie plug-in.

Pozycję autobusów elektrycznych zasilanych z wodorowych ogniw paliwowych, znacznie obniża bardzo wysoka obecnie ich cena oraz znaczny koszt czystego wodoru do zasilania pojazdów.

Wysoka pozycja bateryjnych autobusów elektrycznych wynika z osiąganych korzyści ekologicznych oraz przewidywanego długiego okresu ich eksploatacji. Na ocenę w mniejszym stopniu wpływają wysokie nakłady związane z budową i przebudową infrastruktury w celu przystosowania jej do obsługi napraw autobusów elektrycznych.

W analizie nie uwzględniono autobusów spalinowych zasilanych CNG, z uwagi na brak możliwości ich zasilania w obecnych warunkach Piotrkowa Trybunalskiego oraz z uwagi na uznanie w ustawie o elektromobilności autobusów gazowych za niezeroemisyjne.

Pojazdy hybrydowe charakteryzują się mniejszym zużyciem paliwa niż klasyczne z silnikami Diesla na olej napędowy, zwłaszcza przy ich wykorzystywaniu do obsługi linii miejskich o krótkich odcinkach międzyprzystankowych, w centrach miast oraz na obszarach intensywnie zurbanizowanych. Na długich trasach, z dużymi odległościami pomiędzy przystankami, uzyskiwane oszczędności są niewielkie albo nie występują w ogóle. Autobusy hybrydowe nie są jednak autobusami zeroemisyjnymi.

W celu spełnienia wymogów ustawy o elektromobilności, Miasto Piotrków Trybunalski może więc rozważyć zastosowanie jedynie dwóch typów napędów autobusów, które stanowią odpowiednio elektryczne silniki napędowe zasilane bateryjnie – z okresowym doładowywaniem baterii oraz elektryczne silniki napędowe zasilane z lokalnego źródła – wodorowego ogniwa paliwowego.

## Rozwiązania sposobów ładowania autobusów zeroemisyjnych

Rozpoczęcie eksploatacji w komunikacji miejskiej elektrycznych autobusów zeroemisyjnych wprowadza w miastach nowy rodzaj napędu, nieemitującego z zastosowanych silników, w miejscu ich użytkowania, gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń powietrza. Koszty codziennej eksploatacji taboru autobusowego z silnikami elektrycznymi są jak dotychczas istotnie niższe niż autobusów zasilanych olejem napędowym, co przekłada się na zmniejszenie kosztów bieżącego funkcjonowania komunikacji miejskiej. Nowy rodzaj napędu wymaga jednak dostosowania obiektów zajezdni operatorów i przeszkolenia załogi w zakresie eksploatacji oraz obsługi autobusów zeroemisyjnych – wymagającej zupełnie innych czynności, niż obsługa autobusów z napędem konwencjonalnym. Autobusy zeroemisyjne wymagają posiadania przez pracowników zaplecza technicznego oraz zespoły naprawczo-remontowe dodatkowych umiejętności i uprawnień, związanych z obsługą pojazdów z silnikami elektrycznymi. Zakres i koszty dostosowania obiektów zajezdni oraz przeszkolenia załogi, należy uznać za znaczące.

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

Pojazdy zasilane z baterii stanowią obecnie zdecydowaną większość nowowprowadzanych do użytkowania autobusów z napędem elektrycznym. Istotną kwestią, związaną z ich codzienną eksploatacją, jest wybór strategii ładowania baterii.

Rozwój pojazdów elektrycznych poruszających się samodzielnie był i jest ograniczony dostępnymi zasobnikami energii. Początkowo zasobniki takie stanowiły akumulatory kwasowo-ołowiowe, potem niklowo-kadmowe (NiCd), a obecnie: niklowo-metalowo-wodorkowe (NiMH) oraz litowo-jonowe (Li-Ion), litowo-polimerowe (Li-Poly), litowo-manganowe (Li-MN2O4) i litowo-żelazowo-fosforanowe (Li-FePO4). Systematycznie wprowadzane są na rynek także inne typy baterii, np. baterie litowo-niklowo-kobaltowo-aluminiowe czy litowo-niklowo-kobaltowo-manganowe. W niektórych zastosowaniach preferowane są baterie pozwalające na rozładowywanie i ładowanie wysokim prądem (3C i 4C), takie też stosowane są w autobusach elektrycznych i hybrydowych. Przyszłością rozwoju baterii będą rozwiązania ze stałym elektrolitem, o większym bezpieczeństwie użytkowania oraz pozwalające na zwiększenie zasięgu pojazdu.

Sporadycznie stosowane były i są w autobusach elektrycznych także superkondensatory – pozwalające na bardzo szybkie oddawanie energii, czyli na generowanie dużej mocy zasilania, ale o niskiej gęstości energii. Superkondensatory, z powodu niższej wagi niż akumulatory, stosowane są natomiast do magazynowania energii w autobusach hybrydowych.

Wszystkie zasobniki energii elektrycznej charakteryzuje ograniczona pojemność z jednostki ich objętości lub masy (gęstość energii), ograniczony prąd rozładowania i ładowania oraz ograniczona liczba cykli. Gęstość energii w jednostce masy akumulatorów niklowo-kadmowych jest wyższa niż kwasowo-ołowiowych. Gęstość energii akumulatorów litowo-jonowych jest natomiast około 3-krotnie wyższa niż akumulatorów niklowo-kadmowych. Żaden z akumulatorów nie jest także odporny na jego całkowite rozładowanie, które może nawet doprowadzić do jego zniszczenia, a zwykle powoduje istotne zmniejszenie pojemności. Podobnie, przeładowanie akumulatora może spowodować jego zniszczenie – jeśli nieprawidłowo działa regulator napięcia albo gdy akumulator jest zbyt głęboko rozładowany.

Producenci akumulatorów zalecają dopuszczalny stopień rozładowania (do 20-30% pojemności) oraz obszar codziennej pracy akumulatora (np. rozładowania do 50%) – w celu zwiększenia jego żywotności. W miarę zwiększania się liczby cykli zmniejsza się także efektywność akumulatora – mierzona dostępną pojemnością i oddawanym prądem.

Rozwój pojazdów elektrycznych nastąpił wraz z rozwojem akumulatorów litowych, o znacznie niższej wadze. Akumulatory te są łączone w duże pakiety (o pojemności zazwyczaj 20-100 kWh), odpowiednio zabezpieczone – z wewnętrznym chłodzeniem i ogrzewaniem oraz z odizolowaniem od wpływów warunków atmosferycznych. Akumulatory litowe wymagają stabilnych warunków pracy, a przy ładowaniu nagrzewają się, co może spowodować ich zapalenie się (przypadek samolotu Dreamliner), a w akumulatorach litowo-jonowych nawet wybuch, wymagają więc odpowiednich zabezpieczeń.

Żywotność baterii litowych określana jest, przy właściwych warunkach eksploatacji, na co najwyżej 10 lat, dlatego we wcześniejszym okresie (np. po 8 latach lub po określonym przebiegu), cała bateria akumulatorów powinna być wymieniona, co jest związane zawsze z wysokim kosztem dla użytkownika. W zależności od zastosowanego typu akumulatorów, różne są także dopuszczalne parametry ich doładowywania.

Parametry ładowania zależą także od stosowanej ładowarki. Na rynku występują ładowarki o małej mocy (40-60 kW) – do codziennego ładowania postojowego (nocnego) oraz o dużej mocy (do 500 kW, a niekiedy nawet większej) – do szybkiego ładowania. Podstawową metodą dostarczania energii jest złącze kablowe plug-in, które ma jednak zwykle moc przekazywaną ograniczoną do 120 kW oraz dla autobusów miejskich – pantografy zwykłe i odwrócone – pozwalające na szybkie ładowanie wysokim prądem na stanowisku postojowym na trasie pojazdu. Innymi sposobami ładowania pojazdów są automatyczne stacje ładowania indukcyjnego – poprzez pętle zamontowane w nawierzchni jezdni, na przystanku lub na placu postojowym. Pętle indukcyjne muszą mieć system bezpiecznej automatyki – załączający dostawy prądu wyłącznie podczas postoju pojazdu nad pętlą i odłączający je wraz rozpoczęciem jazdy autobusu.

W każdym przypadku użytkowania większej liczby autobusów elektrycznych konieczne jest jednoczesne dostosowanie sieci energetycznej na zajezdni oraz na pętlach i przystankach – o ile wybrano taki sposób ładowania – do możliwości poboru dużych mocy. Najczęściej wiąże się to z jednoczesną budową dedykowanej stacji trafo oraz rozdzielni z automatyką, układami pomiarowymi i zabezpieczeniami.

Najprostszym rozwiązaniem jest wyposażenie pojazdów w baterie pozwalające na wykonanie pełnego dziennego cyklu pracy w danej sieci komunikacji miejskiej – podobnego jak dla autobusów zasilanych olejem napędowym – czyli na zapewnienie przynajmniej 250-300 km przejazdu z pełnym obciążeniem bez doładowywania baterii. Ładowanie pojazdów odbywałoby się w tym przypadku w zajezdni, w czasie nocnego postoju autobusów.

Czas ładowania zależy nie tylko od stosowanego typu baterii, ale także od używanej ładowarki i ograniczeń stawianych przez energetyczną sieć zasilającą. Standardowy czas pełnego naładowania nocnego jednego autobusu elektrycznego poprzez złącze plug-in wynosi od 3 do 6 godzin, co oznacza, że dla każdego użytkowanego pojazdu elektrycznego powinna być zakupiona oddzielna ładowarka i najczęściej zagwarantowane oddzielne miejsce postojowe, a sieć energetyczna powinna pozwolić na jednoczesne ładowanie standardowe wszystkich użytkowanych pojazdów elektrycznych.

Pojazdy takie wymagają ponadto zastosowania baterii o dużej pojemności i dużej wadze, które nie tylko zmniejszają dopuszczalną liczbę przewożonych pasażerów (np. autobus BYD K9 o długości 12 m posiada baterie o pojemności 324 kWh), ale i wpływają na znaczny spadek efektywności ekonomicznej ruchu pojazdu (znaczna część zasobów energii przeznaczana jest na przewóz ciężkich baterii). Konieczność montażu w autobusach elektrycznych baterii o znacznej pojemności i wadze – przy ograniczonym dopuszczalnym nacisku na oś pojazdu (do 11,5 ton na oś napędową i do 10 ton na pojedynczą oś nienapędową) oraz ograniczeniach dopuszczalnej masy całkowitej (dla autobusu o dwóch osiach – do 19,5 ton) – powoduje, że pojemność pasażerska musi zostać zmniejszona w porównaniu do analogicznego autobusu ze standardowym napędem Diesla.

Pojazdy z bateriami o większej pojemności są jednocześnie znacznie droższe, a dodatkowo koszt ich użytkowania podnosi konieczność wymiany kosztownych baterii po kliku latach eksploatacji.

W Piotrkowie Trybunalskim praca eksploatacyjna dla jednego autobusu w dniu powszednim szkolnym na liniach komunikacyjnych w większości przekracza 350 km, nie uwzględniając jazd technicznych. Jedynie dla obsługi linii 9 możliwe byłoby skierowanie autobusu zeroemisyjnego ładowanego na zajezdni do obsługi całego dnia pracy. W pozostałych przypadkach autobusy albo zmuszone byłyby do zjazdów do zajezdni w ciągu dnia w celu kilkugodzinnego uzupełnienia energii w bateriach, albo do doładowywania baterii na trasie linii.

Standardowo oferowane autobusy elektryczne o stosunkowo dużej pojemności pasażerskiej zapewniają obecnie zasięg na poziomie do 200 km przy zastosowaniu ogrzewania paliwowego (olej opałowy, olej napędowy lub gaz ziemny) albo tylko do 150 km – przy zastosowaniu ogrzewania elektrycznego. Z powyższych przyczyn strategia ładowania nocnego na terenie zajezdni powinna mieć zastosowanie przede wszystkim w przypadku używania ogrzewania paliwowego, a także przy przeznaczaniu autobusów elektrycznych do obsługi krótkich (szczytowych) zadań przewozowych. Z uwagi na bardzo wysokie koszty zakupu autobusów elektrycznych, pojazdy takie nie powinny być jednak alokowane do obsługi takich zadań w pierwszej kolejności – takie działanie jest nieefektywne ekonomicznie. Podkreślić jednak należy, że systematycznie rośnie także dostępność autobusów z bateriami większej pojemności, umożliwiającymi pokonywanie pomiędzy ładowaniami nawet do 300 km – wykorzystującymi baterie nowej generacji i urządzenia o większej efektywności.

Celem organizatorów i operatorów jest zwykle optymalizacja masy baterii, umożliwiająca zmniejszenie zużycia energii, a także likwidacja koniecznych do zrealizowania przejazdów technicznych do i z bazy autobusowej, w celu podłączenia do źródła zasilania i związanych z dłuższym ładowaniem wyłączeń autobusów z ruchu. Jest to realizowane poprzez zastosowanie dodatkowych punktów ładowania na trasie linii – w ramach strategii szybkiego ładowania. Stosowany czas ładowania autobusu poprzez pantograf zainstalowany na pętli lub przystanku zależy od dopuszczalnego czasu postoju autobusu i waha się od kilku do ok. 20 minut.

Aktualnie produkowane autobusy elektryczne pozwalają – przy doładowywaniu na pętlach – na swobodną obsługę całodziennych, dwuzmianowych zadań przewozowych, o przebiegu nawet rzędu 350 km, także w warunkach dużej kongestii i na trasach bardzo obciążonych. Zmniejszenie wagi baterii, a w jej rezultacie – zwiększenie pojemności pasażerskiej pojazdu i zmniejszenie kosztu przewozu pojedynczego pasażera – może być wówczas znaczące. Ogranicza jednak wykorzystanie pojazdu z bateryjnym napędem elektrycznym do dedykowanych tras – obejmujących pętle, na których zainstalowano ładowarki.

Na pętlach stosuje się zwykle ładowarki szybkie, o dużej mocy (nawet do 500 kW) z systemem pantografowym. W Chinach oraz w wybranych krajach Europy Zachodniej stosowane są także systemy ładowania indukcyjnego na przystankach, lecz z uwagi na bardzo wysoką cenę takiej instalacji, stosowane są one jedynie na wybranych, dedykowanych trasach w dużych miastach i aglomeracjach. Taki sposób ładowania wymaga wydłużenia czasu postoju na przystanku, a ponadto wymaga zapewnienia wolnego miejsca na danym przystanku w określonym czasie, przeznaczonego na ładowanie. Ładowaniu indukcyjnemu na przystankach nie sprzyja także polski klimat, w którym normalnym zjawiskiem atmosferycznym są opady śniegu.

Najczęściej stosowane jest ładowanie pantografowe, które odbywa się w czasie od kilku do kilkunastu minut – wielokrotnie w czasie użytkowania autobusu w ciągu dnia. Instalacja ładowarki pantografowej wiąże się ze znacznymi kosztami jej budowy, w tym zasilania energetycznego o dużej mocy. Niezależnie od powyższego, w celu pełnego naładowania baterii oraz ich ustabilizowania, pojazd musi być też ostatecznie codziennie doładowywany podczas postoju w zajezdni.

W przypadku korzystania z instalacji zasilania z sieci tramwajowej, punkt ładowania autobusu elektrycznego także występuje jako stacjonarny – z koniecznym postojem pojazdu – z uwagi na stosowaną w tramwajach sieć powrotną wykorzystującą szyny, których nie może wykorzystywać podczas ruchu pojazd z kołami pneumatycznymi.

Odmienna, korzystna sytuacja występuje w przypadku napowietrznych sieci trolejbusowych. Sieci te są zasilane dwuprzewodowo prądem stałym o standardowym napięciu 600 V, co umożliwia podłączenie do niej każdego pojazdu drogowego wyposażonego w odpowiednie urządzenia odbiorcze (pantograf, przetwornice, elementy sterowania). Przykładem jest linia BRT w Marrakeszu. Pojazdy tam stosowane mogą być uznawane za autobusy o małej pojemności baterii (z ładowaniem w ruchu – In Motion Charging) albo też za trolejbusy o dużej pojemności baterii. W każdym przypadku będą one jednak, zgodnie z ustawą o elektromobilności, autobusami zeroemisyjnymi.

Jeszcze innym rozwiązaniem jest napęd elektryczny z podstawowym zasilaniem energią elektryczną wytwarzaną podczas jazdy w wodorowym ogniwie paliwowym. Autobus wyposażony w taki napęd posiada baterie o znacznie mniejszej pojemności – mające jedynie charakter wyrównawczy – podobnie jak zestawy baterii w autobusach hybrydowych, pojazdach z rekuperacją energii, czy też z systemem start-stop.

Autobusy wyposażone w ogniwa paliwowe zasilane H2 mają zbiorniki sprężonego wodoru zainstalowane na dachu, o pojemności wystarczającej na przejazd nawet do 350-400 km.

Wadą tego rodzaju rozwiązania jest wysoki koszt ogniw paliwowych, co wpływa na zwiększoną cenę autobusów elektrycznych w nie wyposażonych oraz mocno ograniczona dostępność źródeł wodoru. Nie bez znaczenia są także wysokie koszty zapewnienia bezpieczeństwa eksploatacji takich pojazdów, gdyż wodór, przy odpowiednim stosunku objętościowym, tworzy z powietrzem mieszaninę wybuchową.

Zaletą pojazdów elektrycznych z wodorowymi ogniwami paliwowymi, przy pewności dostaw wodoru, jest ich funkcjonowanie podobne do autobusów zasilanych olejem napędowym – codzienne jednorazowe tankowanie przed wyjazdem z zajezdni oraz brak utrudnień związanych z koniecznością okresowych doładowań na trasie przejazdu. Autobus taki posiada natomiast wszystkie zalety autobusu elektrycznego.

Istotnym utrudnieniem jest nadal brak w Polsce dostępnych stacji tankowania wodoru. Plany budowy ogólnodostępnych stacji tankowania wodoru posiadają zarówno Grupa ORLEN, jak i LOTOS. Budowę stacji tankowania wodoru w Koninie i w Warszawie zapowiada także inwestor prywatny (plan zakłada uruchomienie pierwszej z nich jesienią 2021 r.). W I półroczu 2021 r. uruchomiona została pierwsza w kraju mobilna stacja tankowania wodoru w Warszawie, o niewielkiej wydajności do tankowania samochodów Toyota Mirai.

Brak jest także wciąż w Polsce pewnego dostawcy wodoru o wysokiej czystości w niskiej cenie i w wystarczającej ilości. Produkcję wodoru o wysokiej czystości zamierzają realizować metodą reformingu parowego obydwa polskie koncerny paliwowe oraz Grupa PGNiG, a metodą elektrolizy ZE PAK SA (Zespół Elektrowni Pątnów Adamów Konin), a w przyszłości – inne koncerny energetyczne.

Oferowane na rynku są także lokalne stacje tankowania z wykorzystaniem elektrolizerów, do instalacji na przykład na terenie zajezdni autobusowej.

Ze względu na opisane wyżej uwarunkowania, zakup autobusów z wodorowymi ogniwami paliwowymi w najbliższych latach obarczony jest wysokim ryzykiem, w niniejszej analizie nie uwzględniono więc takiego wariantu zasilania zeroemisyjnych autobusów elektrycznych.

## Proponowane warianty

W opracowanej w grudniu 2018 r. „Analizie kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem przy świadczeniu usług piotrkowskiej komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych” przeanalizowano tylko jeden wariant inwestycyjny – w ramach którego przewidziano wprowadzenie do floty użytkowanych w piotrkowskiej komunikacji miejskiej autobusów o napędzie elektrycznym, doładowywanych na pętlach poprzez ładowarki pantografowe.

Wariant ten porównano z wariantem konwencjonalnym, w którym założono realizację polityki sukcesywnej wymiany taboru na nowe i używane pojazdy zasilane olejem napędowym.

W rezultacie przeprowadzonej w poprzednich podrozdziałach wstępnej analizy, w niniejszym opracowaniu zidentyfikowano więc dwa warianty możliwych zmian wyposażenia taborowego piotrkowskiej komunikacji miejskiej:

* wariant 1 – konwencjonalny, w którym założono realizację polityki sukcesywnej wymiany taboru wyłącznie na autobusy klasyczne z silnikami Diesla na olej napędowy, z systemem rekuperacji energii, klasy maxi, fabrycznie nowe i używane, w liczbie i terminach określonych w harmonogramie wprowadzonym aneksem nr 4 do umowy wykonawczej nr 11/ZDiUM/DK/2020, a w późniejszym okresie po dwa pojazdy rocznie;
* wariant 2 – elektryczny, w którym założono:
* w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności – wprowadzanie bateryjnych autobusów elektrycznych z ładowaniem pantografowym na pętlach oraz uzupełniającym plug-in w zajezdni, klasy maxi, według harmonogramu określonego w aneksie nr 4 do umowy wykonawczej nr 11/ZDiUM/DK/2020;
* w pozostałym zakresie – realizację polityki sukcesywnej wymiany taboru na nowe i używane klasyczne autobusy z silnikami Diesla na olej napędowy, , z systemem rekuperacji energii, klasy maxi, według harmonogramu określonego w aneksie nr 4 do umowy wykonawczej nr 11/ZDiUM/DK/2020, a w późniejszym okresie po 2 pojazdy rocznie.

W umowie nr 11/ZDiUM/DK/2020 załącznik nr 10 określał harmonogram wymiany taboru, ze wskazaniem jednostek nabywanych przez Miasto oraz przez MZK sp. z o.o. Aneks nr 4 do umowy wykonawczej wprowadził zmieniony załącznik nr 10, z uwzględnieniem wymogów ustawy o elektromobilności, ze zmienionym harmonogramem zakupów jednostek taborowych.

W wersji załącznika nr 10 do umowy wykonawczej wprowadzonej Aneksem nr 4 Miasto zobowiązało się do nabycia w latach 2022-2024 łącznie 24 fabrycznie nowych pojazdów, w tym 12 z napędem elektrycznym. Pojazdy te zostaną udostępnione MZK sp. z o.o. do eksploatacji na liniach piotrkowskiej komunikacji miejskiej. Z kolei MZK sp. z o.o. zobowiązało się w latach 2022-2027 do zakupu łącznie 12 pojazdów używanych lub, jeśli pozwoli na to sytuacja finansowa Spółki, fabrycznie nowych, z klasycznym napędem Diesla na olej napędowy.

Uwzględniając przyjętą w umowie wykonawczej zasadę odpłatnego wydzierżawiania operatorowi zakupionych przez Miasto pojazdów elektrycznych i spalinowych, uwzględniając zapisy harmonogramu w załączniku nr 10 do umowy wykonawczej, a także umiarkowaną zdolność finansową MZK sp. z o.o. uznano, że w okresie analizy Miasto realizować będzie zakupy taboru fabrycznie nowego w liczbie określonej w załączniku. Pozostałe zakupy taboru przyjęto jako realizowane przez MZK sp. z o.o., z nabywaniem pojazdów używanych. Jest to jednak wyłącznie założenie do celów analizy porównawczej wariantów, niezamykające możliwości nabywania taboru fabrycznie nowego przez Spółkę oraz zmian liczb pojazdów nabywanych przez Miasto i MZK sp. z o.o.

Jako podstawowe założenie przyjęto, że autobusy z silnikami zasilanymi olejem napędowym, będą sukcesywnie wymieniane w okresie obowiązywania umowy wykonawczej, czyli do 2028 r., na fabrycznie nowe i używane, w kolejności określonej przez MZK sp. z o.o.

W okresie ostatnich lat MZK sp. z o.o., z uwagi na ograniczone możliwości finansowe, nabywało pojazdy używane w dość znacznym stopniu wyeksploatowane, w wieku kilkunastu lat. Do analizy przyjęto, że w początkowym okresie do 2024 r. Spółka będzie pozyskiwała pojazdy używane w średnim wieku 10 lat, a począwszy od 2025 r. w średnim wieku 8 lat. Wymianę nowo zakupionych pojazdów używanych na nowsze przyjęto średnio po 8 latach eksploatacji przez Spółkę.

W wariancie 2 – elektrycznym nakłady na utworzenie niezbędnej infrastruktury zasilającej przyjęto w zakresie i wysokości określonej w złożonym przez Miasto do NFOŚiGW wniosku o dofinansowanie przedsięwzięcia „Poprawa jakości transportu miejskiego w Piotrkowie Trybunalskim poprzez zakup taboru wraz z niezbędną infrastrukturą” w formie dotacji w ramach programu „Ochrona atmosfery Zielony transport publiczny (Faza I)”.

Nakłady rzeczowe w ramach tego programu stanowią wydatki na zakup 10 autobusów elektrycznych, 3 ładowarek pantografowych na dwóch pętlach oraz 5 dwustanowiskowych ładowarek zajezdniowych plug-in.

Jest to grupa wydatków związanych z budową nowych stacji zasilania na terenie zajezdni oraz na terenie pętli przy ulicach Dmowskiego i Słowackiego, z zasilaniem urządzeń z zewnętrznej sieci energetycznej, które należy ponieść przed dostawą pierwszej partii autobusów zeroemisyjnych. Inwestycje te realizowane będą na działkach gruntowych, którymi dysponuje Miasto.

Zakup dodatkowych 2 autobusów zeroemisyjnych wiązać się będzie natomiast z uzupełniającym zakupem dwustanowiskowej ładowarki zajezdniowej oraz dodatkowej stacji ładowania pantografowego na wybranej pętli.

W stosunku do bateryjnych autobusów elektrycznych, przyjęto, że ich wymiana nie nastąpi wcześniej niż po 16-letnim okresie eksploatacji. Założono przy tym także, że po 8 latach eksploatacji wymienione zostaną w nich baterie, uwzględniając odsprzedaż używanych. W stosunku do zakupionych fabrycznie nowych autobusów z napędem Diesla na olej napędowy przyjęto, że ich wymiana na nowe nastąpi po okresie 15 lat eksploatacji.

Wprowadzenie do eksploatacji pojazdów elektrycznych wiąże się ze zmianą reżimu ich pracy. W odróżnieniu od autobusów spalinowych bateryjne pojazdy zeroemisyjne z ładowaniem pantografowym wymagają przeznaczenia znacznej części czasu ich użytkowania w sieci komunikacji miejskiej na postój na stacji ładowania. Ponadto ograniczona liczba ładowarek na pętlach skutkuje koniecznością kierowania pojazdów elektrycznych do obsługi kursów, które w najmniej drugiej parze kończą się na pętli z ładowarką. Efektem jest mniejsza manewrowość przydziałów zadań i konieczność wysłania na trasę większej liczby pojazdów. Przyjmuje się, że przeciętnie w ruchu każde 5 autobusów spalinowych odpowiada 6 bateryjnym autobusom elektrycznym. W przypadku sieci komunikacji miejskiej w Piotrkowie Trybunalskim, gdzie częstotliwość kursowania autobusów nie należy do wysokich, efekt ten będzie znacznie mniejszy. Oznacza to, że po wprowadzeniu do eksploatacji w Piotrkowie Trybunalskim autobusów elektrycznych liczba autobusów w ruchu nieco wzrośnie, ale jednocześnie zakup pojazdów nowych, o zdecydowanie większej dyspozycyjności i mniejszej awaryjności, spowoduje pewne zmniejszenie poziomu niezbędnej rezerwy taborowej (obecnie wysokiej – ponad 30% w 2021 r.).

W wariancie 1 – konwencjonalnym przyjęto brak realizacji zakupów pojazdów elektrycznych w ramach przedsięwzięcia „Poprawa jakości transportu miejskiego w Piotrkowie Trybunalskim poprzez zakup taboru wraz z niezbędną infrastrukturą”, zastępując je pojazdami spalinowymi.

Poza opisanymi wyżej dwoma wariantami inwestycyjnymi, utworzono scenariusz bazowy, o charakterze wyłącznie porównawczym, w którym założono wykonywanie przewozów w piotrkowskiej komunikacji miejskiej autobusami zasilanymi olejem napędowym, z wymianą pojazdów jak obecnie po 20-letnim okresie eksploatacji na nowsze używane w średnim wieku 14 lat. Pozostałe podstawowe założenia dotyczące wymiany taboru przyjęto w scenariuszu bazowym jak dla wariantu konwencjonalnego.

We wszystkich wariantach analizy przyjęto zakres pracy eksploatacyjnej, wyrażonej liczbą wozokilometrów, w horyzoncie 15 lat systematycznie wzrastający, do wielkości 1 650 tys. rocznie. Pracę eksploatacyjną dla autobusów elektrycznych przyjęto w wysokości średniej dla piotrkowskiej komunikacji miejskiej – 46,54 tys. km rocznie na jeden pojazd. Pozostałą do wykonania planowaną pracę eksploatacyjną – przeznaczoną dla autobusów spalinowych – wyliczono wynikowo.

W tabeli 9 przedstawiono planowane zmiany struktury taboru w wariancie 1 – konwencjonalnym, w tabeli 10 – w wariancie 2 – elektrycznym. W tabelach 9 i 10 przeanalizowano zmiany struktury taboru komunikacji miejskiej – bez uwzględniania pojazdów ewentualnie przeznaczonych do realizacji innych przewozów.

W każdym wariancie założono, że nabywane pojazdy fabrycznie nowe będą niskopodłogowe w kolorystyce miejskiej, a ich wyposażenie będzie obejmować co najmniej klimatyzację całopojazdową, przyklęk i miejsce na wózek, zapowiedzi głosowe przystanków, Wi-Fi, ładowarki USB oraz urządzenia do pobierania opłat (kasowniki), monitoringu, elektronicznej informacji pasażerskiej i opcjonalnie dystrybucji biletów.

Przychody z biletów oraz liczbę pasażerów przyjęto na podstawie poziomu osiągniętego w latach 2018-2020 i planowanego do osiągnięcia w 2021 r. oraz przygotowanej symulacji. W symulacji uwzględniono załamanie liczby pasażerów i wpływów z biletów w 2020 r., wynikające z ograniczeń spowodowanych pandemią COVID-19, częściowe utrzymywanie się restrykcji w 2021 r. oraz zmienionych zachowań komunikacyjnych mieszkańców, przyjmując powolny wzrost wskaźników jednostkowych w kolejnych latach. Uwzględniono także przewidywane przez GUS zmiany demograficzne – spadek liczby mieszkańców Piotrkowa Trybunalskiego.

W Piotrkowie Trybunalskim tabor komunikacji miejskiej jest w większości wyeksploatowany, ale z podstawowymi udogodnieniami dla pasażerów. Należy przypuszczać, że z powodu efektów wprowadzenia stanu epidemii, zamiana autobusów z silnikami Diesla na pojazdy elektryczne, nie będzie w najbliższych latach skutkowała efektem w postaci zwiększonego zainteresowania mieszkańców podróżami komunikacją miejską – tylko z tytułu znaczącego unowocześnienia eksploatowanego taboru. Okres kilku lat po uchyleniu stanu pandemii będzie okresem stopniowego powrotu mieszkańców do korzystania z pojazdów transportu publicznego.

W analizie uwzględniono gęstość zaludnienia obszaru obsługiwanego piotrkowską komunikacją miejską. Średnia gęstość zaludnienia miasta Piotrkowa Trybunalskiego – wg stanu na koniec 2020 r. – wynosiła 1 074 osoby/km2. Średnia gęstość zaludnienia na koniec 2019 r. wynosiła według GUS w Polsce 122 osoby/km2, a w miastach – 1 042 osoby/km2. Średnia gęstość zaludnienia w województwie łódzkim wynosiła 134 osoby/km2. Średnia gęstość zaludnienia w Piotrkowie Trybunalskim była bardzo zbliżona do średniej dla miast w Polsce.

Tab. 9. Harmonogram wymiany taboru piotrkowskiej komunikacji miejskiej w latach 2021-2036 w wariancie 1 – konwencjonalnym

| **Lp.** | **Typ taboru– napęd** | **Rozpatrywany rok** |
| --- | --- | --- |
| **2021** | **2022** | **2023** | **2024** | **2025** | **2026** | **2027** | **2028** | **2029** | **2030** | **2031** | **2032** | **2033** | **2034** | **2035** | **2036** |
| **1** | **Autobusy ON**  |
| 1a | Zakup/wycofanie | -/- | 12/12 | 9/9 | 7/7 | 2/2 | 2/2 | 1/1 | -/- | -/- | -/- | 2/2 | 2/2 | 2/2 | 2/2 | 2/2 | -/- |
| 1b | Stan na koniec roku  | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 |
| **2** | **Autobusy elektryczne** |
| 2a | Zakup/wycofanie  | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- |
| 2b | Stan na koniec roku | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **3** | **Ogółem stan taboru na koniec roku** |
| 4 | Razem emisyjne | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 |
| 5 | Razem zeroemisyjne | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *5a* | *Udział we flocie [%]* | *0,0* | *0,0* | *0,0* | *0,0* | *0,0* | *0,0* | *0,0* | *0,0* | *0,0* | *0,0* | *0,0* | *0,0* | *0,0* | *0,0* | *0,0* | *0,0* |
| *6* | *Średni wiek floty [lat]* | *18,0* | *19,0* | *13,1* | *8,9* | *5,8* | *6,0* | *6,1* | *6,6* | *7,6* | *8,6* | *9,0* | *10,0* | *10,3* | *10,8* | *11,2* | *11,7* |

Źródło: opracowanie własne na podstawie aneksu nr 4 do umowy nr 11/ZDiUM/DK/2020 i danych ZDiUM w Piotrkowie Trybunalskim.

Tab. 10. Harmonogram wymiany taboru piotrkowskiej komunikacji miejskiej w latach 2021-2036 w wariancie 2 – elektrycznym

| **Lp.** | **Typ taboru– napęd** | **Rozpatrywany rok** |
| --- | --- | --- |
| **2021** | **2022** | **2023** | **2024** | **2025** | **2026** | **2027** | **2028** | **2029** | **2030** | **2031** | **2032** | **2033** | **2034** | **2035** | **2036** |
| **1** | **Autobusy ON**  |
| 1a | Zakup/wycofanie | -/- | 2/12 | 14/14 | 2/4 | 2/2 | 1/1 | 5/5 | -/- | -/- | -/- | 2/2 | 2/2 | 2/2 | 2/2 | 1/1 | -/- |
| 1b | Stan na koniec roku  | 33 | 23 | 23 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| **2** | **Autobusy elektryczne** |
| 2a | Zakup/wycofanie  | -/- | 10/- | -/- | 2/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- | -/- |
| 2b | Stan na koniec roku | 0 | 10 | 10 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| **3** | **Ogółem stan taboru na koniec roku** |
| 4 | Razem emisyjne | 33 | 23 | 23 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| 5 | Razem zeroemisyjne | 0 | 10 | 10 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| *5a* | *Udział we flocie[%]* | *0,0* | *30,3* | *30,3* | *36,4* | *36,4* | *36,4* | *36,4* | *36,4* | *36,4* | *36,4* | *36,4* | *36,4* | *36,4* | *36,4* | *36,4* | *36,4* |
| *6* | *Średni wiek floty [lat]* | *18,0* | *19,0* | *13,1* | *5,8* | *4,7* | *4,9* | *5,5* | *6,5* | *7,5* | *8,5* | *9,5* | *9,8* | *10,1* | *10,6* | *11,0* | *11,7* |

Źródło: opracowanie własne na podstawie aneksu nr 4 do umowy nr 11/ZDiUM/DK/2020 i danych ZDiUM w Piotrkowie Trybunalskim.

W tabeli 11 przedstawiono wskaźniki krotności – o ile razy większa jest gęstość zaludnienia w obszarze obsługiwanym liniami autobusowymi piotrkowskiej komunikacji miejskiej (obszar miasta) w stosunku do średniej dla całego obsługiwanego obszaru, miast w Polsce i terenu całej Polski oraz wskaźniki wzrostu – o ile procent jest wyższa gęstość zaludnienia w obszarze obsługiwanym przez MZK sp. z o.o. w porównaniu do średniej gęstości zaludnienia w polskich miastach.

Tab. 11. Ekspozycja mieszkańców Piotrkowa Trybunalskiego na tle wartości charakteryzujących kraj i miasta w kraju – stan na 31 grudnia 2020 r.

| **Parametry charakteryzujące Piotrków Trybunalski** | **Wskaźniki** |
| --- | --- |
| **liczbamieszkańców****[tys.]** | **powierzchnia [km2]** | **gęstośćzaludnienia [osób/km2]** | **krotności w stosunku do** | **wzrostuwobec miastw Polsce[%]** |
| **miastw Polsce** | **Polski** |
| 72,25 | 6,72 | 1 074 | 1,03 | 8,8 | 3,1 |

Źródło: dane Banku Danych Lokalnych GUS.

Dane zaprezentowane w tabeli 11 wskazują, że gęstość zaludnienia Piotrkowa Trybunalskiego jest znacznie wyższa niż przeciętna dla kraju (ponad 8-krotnie), ale porównywalna do miast w kraju (wyższa jedynie o 3%), a więc liczba mieszkańców narażonych na tzw. niską emisję, w tym pochodzącą z zanieczyszczeń ze środków transportu, jest w Piotrkowie Trybunalskim podobna jak w innych miastach w kraju.

Emisja zanieczyszczeń w obszarach o dużej gęstości zaludnienia wpływa w większym stopniu na stan zdrowia mieszkańców, niż przeciętna emisja zanieczyszczeń z oddalonych od ośrodków miejskich dużych elektrowni, nawet jeśli ich paliwem jest węgiel brunatny lub kamienny.

## Wybór linii do obsługi taborem zeroemisyjnym

W 2017 r. w ramach programu „E-bus” przeprowadzono cykl warsztatów mających na celu wypracowanie księgi dobrych praktyk w zakresie elektromobilności w transporcie miejskim. Warsztaty te współorganizowały: Ministerstwo Rozwoju, Ministerstwo Energii, Polski Fundusz Rozwoju i Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej.

Przedstawicieli miast i operatorów zainteresowanych elektromobilnością w transporcie miejskim zobligowano do zdefiniowania przesłanek, dla których reprezentowane przez nich samorządy decydują się wprowadzać do eksploatacji w transporcie miejskim autobusy elektryczne (warsztaty odbywały się w czasie, kiedy nie obowiązywała jeszcze ustawa o elektromobilności, której zapisy obligują samorządy do określonych działań).

Uzyskane odpowiedzi wskazały na cztery grupy przesłanek:

* środowiskowe (ekologiczne);
* społeczne;
* wizerunkowe (prestiż, innowacyjność);
* ekonomiczne.

Niemal we wszystkich miastach reprezentowanych w warsztatach zaplanowano wykorzystanie autobusów elektrycznych do uruchomienia nowych połączeń. Miałyby one obejmować ścisłe centra miast i osiedla mieszkaniowe o gęstej zabudowie mieszkaniowej, co byłoby istotą kampanii promujących nowe linie. Pomimo to zakładano, że autobusy elektryczne obsługiwać będą przede wszystkim już istniejącą sieć linii. Zastrzegano przy tym, że kształt tej sieci może, a nawet i powinien ewoluować, np. pod wpływem wyników badań marketingowych, które powinny stanowić jedną z determinant podejmowania decyzji o alokacji pojazdów elektrycznych na poszczególnych zadaniach przewozowych.

Za środowiskowy cel wprowadzenia autobusów elektrycznych uznano zmniejszenie lokalnej emisji spalin oraz poziomu hałasu.

Przesłanki środowiskowe silnie wiążą się z przesłankami społecznymi – niższa emisja hałasu emitowanego przez autobusy elektryczne oraz brak spalin, stanowią ważny argument za wprowadzeniem komunikacji autobusowej do ścisłych centrów miast, wnętrz stref uzdrowiskowych i innych miejsc, w których nie ma zgody społecznej na eksploatację autobusów z napędem konwencjonalnym. Zauważalne i kompleksowe unowocześnienie taboru komunikacji miejskiej – związane z wprowadzeniem do eksploatacji autobusów elektrycznych – skutkuje także zwiększeniem akceptacji społecznej dla restrykcji wobec motoryzacji indywidualnej.

Przedstawiciele największych miast wyrazili przekonanie, że ze względu na relatywnie wysoki koszt zakupu autobusów elektrycznych, ich eksploatacja ułatwi też przeforsowanie pasów ruchu przeznaczonych wyłącznie dla autobusów (bądź autobusów i tramwajów). Pojazdy te są bowiem zbyt drogie w zakupie, aby zamiast przewozić możliwie najwięcej pasażerów, tkwiły w zatorach drogowych.

Wraz z wprowadzeniem autobusów elektrycznych do systemów transportowych, zwiększa się prestiż miasta oraz wzrasta jakość usług transportu miejskiego postrzegana przez jego mieszkańców (także tych niekorzystających w ogóle z komunikacji miejskiej). W rezultacie transport zbiorowy staje się bardziej konkurencyjny w stosunku do samochodu osobowego, zaś nowe środki transportu w większym stopniu zachęcają mieszkańców do korzystania z oferty komunikacji miejskiej.

Autobus elektryczny może być też dobrym sposobem na wprowadzenie lub poszerzenie zakresu obsługi komunikacyjnej opartej na drugiej trakcji (elektrycznej) w miastach, w których są takie ambicje.

Zewnętrzne finansowanie zakupów taboru ma podstawowe znaczenie dla rozwoju elektromobilności w transporcie miejskim, gdyż – w określonych uwarunkowaniach – koszty bieżącej eksploatacji bateryjnych autobusów elektrycznych w stosunku do pojazdów z napędem spalinowym są niższe.

Samorządy i operatorzy mają też świadomość, iż pewne cechy autobusów elektrycznych, wynikające z ich napędu i jego charakterystyki, stwarzają określone bariery w przeznaczaniu danej linii do obsługi tym rodzajem taboru. Autobusy elektryczne zasilane z baterii nie nadają się do obsługi linii o trasach wyznaczonych drogami o podwyższonej prędkości przejazdu dotyczącej autobusów (np. drogami ekspresowymi, wykorzystywanymi przez linie pospieszne), gdyż w takich warunkach zużycie energii elektrycznej bardzo mocno się zwiększa.

Z punktu widzenia producentów taboru, główne przesłanki wprowadzenia autobusów elektrycznych do obsługi danego połączenia lub sieci połączeń, zdefiniowano następująco:

* funkcjonowanie na danym obszarze (mieście lub jego rejonie) komunikacji tramwajowej bądź trolejbusowej, umożliwiające wpięcie się z infrastrukturą zasilającą w już istniejący system – korzyścią jest brak konieczności budowy kosztownego przyłącza do stacji ładującej;
* lokalne wspieranie odnawialnych źródeł energii (OZE) – z założenia autobusy elektryczne powinny być „eko”, czego nie można w pełni osiągnąć, gdy energia wprowadzana do systemu wytwarzana jest z wykorzystaniem paliw konwencjonalnych, np. w uciążliwej lokalnie elektrowni węglowej;
* zdecydowana preferencja dla krótkich tras, z przerwami na doładowanie na punktach krańcowych.

Efektem sesji warsztatowych programu „E-bus” były określone rekomendacje w zakresie alokacji autobusów elektrycznych na liniach komunikacyjnych w zależności od charakteru tras – pojazdy takie mogą być przeznaczane do obsługi danej linii przede wszystkim w sytuacji, gdy:

* obsługuje ona obszary miejskie o intensywnej zabudowie wielorodzinnej – ze względu na brak emisji hałasu, szczególnie dotkliwego wśród wysokich i gęsto rozlokowanych budynków;
* występuje duża intensywność dobowego i rocznego wykorzystania taboru – środki transportu o wysokich kosztach stałych powinny być eksploatowane w sposób maksymalnie intensywny (dominantę stanowiły wartości od 65 do 80 tys. wozokilometrów rocznie w przeliczeniu na pojazd w inwentarzu, aczkolwiek próg opłacalności eksploatacji elektrobusów wyznaczono na 100 tys. wozokilometrów rocznie – zauważając przy tym, że obecny poziom techniki poważnie utrudnia lub nawet uniemożliwia jego osiągnięcie);
* ma miejsce wysoka dostępność przestrzenna przystanków – cechy techniczno-eksploatacyjne elektrobusów predestynują je do obsługi linii o dużej gęstości przystanków;
* trasa ma względnie płaski profil pionowy – przy obecnym zaawansowaniu i sprawności procesu rekuperacji powinno się preferować linie bez znacznych deniwelacji w przebiegu trasy;
* linia stanowi element systemu skoordynowanej obsługi obszaru zurbanizowanego wieloma liniami – wymagane synchronizacją rozkładów jazdy dłuższe postoje wyrównawcze na pętlach mogą być dzięki temu efektywnie wykorzystane na doładowanie zasobników energii;
* jest ona podatna na kongestię drogową – jej trasa charakteryzuje się dużą liczbą zatrzymań autobusów pomiędzy przystankami i niewielką prędkością jazdy pomiędzy tymi zatrzymaniami;
* niska prędkość techniczna 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);
* przebieg trasy obejmuje planowane przyszłe strefy ekologiczne dla pojazdów mechanicznych (w szczególności okolice obiektów zabytkowych).

Kierując się powyższymi przesłankami, można nakreślić scenariusz wprowadzania pojazdów zeroemisyjnych do obsługi poszczególnych zadań przewozowych w sieci komunikacyjnej piotrkowskiej komunikacji miejskiej.

Celem, jaki Miasto zamierza osiągnąć określonym wyborem linii, jest ograniczenie wykorzystania autobusów z napędem spalinowym w centralnej części Piotrkowa Trybunalskiego oraz w największych osiedlach mieszkaniowych. Liniami komunikacyjnymi, które byłyby odpowiednie do obsługi taborem zeroemisyjnym, powinny być więc takie, których trasa w głównej mierze obejmuje część miasta o gęstej zabudowie mieszkaniowej.

W opracowanej w 2018 r. „Analizie kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem przy świadczeniu usług piotrkowskiej komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych” do obsługi taborem zeroemisyjnym wskazano określone linie, kierując się następującymi podstawowymi założeniami:

* liczbą kursów wykonywanych;
* liczbą przewożonych pasażerów w poszczególnych rodzajach dni tygodnia, stwierdzoną w wyniku przeprowadzonych wiosną 2018 r. badań marketingowych popytu;
* liczbą przewożonych pasażerów na jeden kilometr trasy, stwierdzoną w wyniku przeprowadzonych wiosną 2018 r. badań marketingowych popytu;
* długością trasy linii.

W wyniku przeprowadzonej analizy zaproponowano następujące linie do obsługi taborem zeroemisyjnym:

* w pierwszej kolejności do elektryfikacji – linę 6 – obsługującą budynki wielorodzinne i zakłady pracy w rejonie ul. Dmowskiego, os. Górna, centrum miasta oraz osiedla Wyzwolenia i Piastowskie o zwartej zabudowie o charakterze wielorodzinnym, a także gęsto zabudowane osiedle Wierzeje;
* w drugiej kolejności do elektryfikacji:
	+ linię 7 – obsługującą zachodnie, najintensywniej zamieszkałe osiedla mieszkaniowe (Słowackiego), centrum miasta, osiedla Wyzwolenia i Wierzeje;
	+ linię 2 – łączącą łącząca rejon ul. Dmowskiego z os. Słowackiego, centrum miasta, os. Wyzwolenia z Zespołem Opieki Zdrowotnej w obrębie ulic Rakowskiej i Wolborskiej.

Dla doładowywania autobusów zeroemisyjnych zaproponowano w dokumencie lokalizację stacji ładowania z szybkimi ładowarkami wyposażonymi w odwrócony pantograf, z trafostacją i zasilaniem o mocy ok. 400 kW, na pętlach:

* w pierwszej kolejności – Dmowskiego FMG „PIOMA” – z jednym stanowiskiem ładowania;
* w drugiej kolejności – Słowackiego Osiedle – z jednym stanowiskiem ładowania oraz – Dmowskiego FMG „PIOMA” – z dodatkowym drugim stanowiskiem ładowania.

Miasto Piotrków Trybunalski w ramach wniosku aplikacyjnego o dotację z programu NFOŚiGW „Ochrona atmosfery Zielony transport publiczny Faza (I)” przedsięwzięcia pn. „Poprawa jakości transportu miejskiego w Piotrkowie Trybunalskim poprzez zakup taboru wraz z niezbędną infrastrukturą”, określiło linie 2, 6 i 7 jako te, na których przede wszystkim będą eksploatowane autobusy zeroemisyjne nabyte ze wsparciem dotacją. Wybór linii uzasadniono ich przynależnością do najintensywniej obsługiwanych w sieci komunikacji miejskiej, a także przewożeniem w ramach wymienionych linii 46% wszystkich pasażerów komunikacji miejskiej. We wniosku wskazano, że wymienione linie obsłużą osiedla mieszkaniowe oraz centrum miasta wraz ze zintegrowanym węzłem przesiadkowym przy dworcu kolejowym.

W rozkładach jazdy wszystkich linii autobusowych obsługiwanych przez MZK sp. z o.o. występuje zasada rytmiczności odjazdów. W niektórych przypadkach jest ona zakłócona dostosowaniem niektórych, wybranych kursów do określonych potrzeb (szkół lub zakładów pracy), niemniej jednak zasada rytmicznych odjazdów jest bardzo widoczna. Jest to rozwiązanie bardzo korzystne dla pasażerów, gdyż rytmiczne rozkłady jazdy powodują łatwiejszą koordynację pomiędzy różnymi liniami autobusowymi na wspólnych odcinkach tras, a to daje poczucie znacznie wyższej częstotliwości kursowania niż w przypadku zupełnie indywidualnych rozkładów jazdy, konstruowanych odrębnie dla poszczególnych linii.

Aby jednak z jednej strony zapewnić pasażerom rytmiczne odjazdy, a z drugiej – optymalizować długość postoju na pętlach, w Piotrkowie Trybunalskim w szerokim zakresie stosuje się zmiany w przypisaniu pojazdów do linii.

Z tego względu do ładowania autobusów elektrycznych przewidziano pętle obsługiwane przez kilka linii piotrkowskiej komunikacji miejskiej. Umożliwi to obsługę taborem zeroemisyjnym także pojedynczych zadań na innych liniach, optymalizując wykorzystanie pojazdów w ciągu dnia ich pracy. W Piotrkowie Trybunalskim, w ramach optymalizacji obiegu taboru i minimalizacji kosztów funkcjonowania komunikacji miejskiej, funkcjonują zadania wieloliniowe (autobus w ciągu dnia zmienia przypisanie do obsługiwanych linii). W związku z tym, nie można wskazać jedynie konkretnych linii, które zostaną poddane elektryfikacji. Z pętli Dmowskiego FMG „PIOMA” oraz Słowackiego Osiedle, poza wskazanymi liniami 2, 6 i 7 korzystają także linie: 0, 4, 5, 8 i 10.

Z zapisów art. 12 ust. 1 pkt 8 ustawy o ptz wynika konieczność jednoznacznego wskazania linii komunikacyjnych, na których przewidywane jest wykorzystanie pojazdów elektrycznych lub pojazdów napędzanych gazem ziemnym. Zgodnie z art. 12 ust. 2a przywołanej ustawy, przy opracowywaniu planu transportowego gminy należy uwzględnić również wyniki analizy, o której mowa w art. 37 ust. 1 ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych, sporządzonej przez tę gminę. Wymagane wskazanie w planie transportowym linii do elektryfikacji powinno więc wynikać wprost z analizy kosztów i korzyści.

W kontekście powyższych rozważań, niezależnie od możliwości elektryfikacji poszczególnych zadań przewozowych, połączonych wspólnym obiegiem taboru na różnych liniach, proponuje się, aby przydział linii do obsługi taborem zeroemisyjnym przedstawiał się następująco:

* w pierwszej kolejności – linia 6, z ładowarką pantografową na pętli Dmowskiego FMG „PIOMA”;
* w drugiej kolejności – linie 2 i 7, z instalacją kolejnej ładowarki na pętli Dmowskiego FMG „PIOMA” oraz nowej ładowarki na pętli Słowackiego Osiedle;
* uzupełniająco autobusy elektryczne, w zależności od przydziału zadań, obsługiwałyby w dni powszednie i soboty linie: 0, 4, 5, 8 i 10, a w niedziele linie: 0, 4 i 8.

W szczególności np. obecnie autobusy wykonujące kursy na linii 5 obsługują także wybrane kursy linii 2.

Niezależnie od powyższego na terenie zajezdni przy ul. Krakowskie Przedmieście proponuje się lokalizację ładowarek zajezdniowych do nocnego doładowywania baterii – po jednej na każdy nabywany autobus zeroemisyjny.

Wraz z wyborem linii do obsługi taborem zeroemisyjnym, należy także określić niezbędną pojemność baterii autobusu. Ciężar pakietu baterii o pojemności około 30 kWh wynosi w przybliżeniu 300 kg. Dla autobusu standardowego, ładowanego wyłącznie w zajezdni, w celu zapewnienia przebiegu 200 km, pakiet baterii pojazdowych (przy założeniu braku ogrzewania elektrycznego i zastosowaniu agregatu spalinowego) powinien posiadać pojemność nie mniejszą niż 240 kWh, co przekłada się na ciężar baterii rzędu 2,4 tony. W praktyce, z uwagi na zakres pracy baterii z reguły znacznie niższy od przedziału 0-100% naładowania i ze względu na możliwość wystąpienia warunków ruchu gorszych niż typowe (kongestia, inne utrudnienia), wymagana byłaby jeszcze około 30% rezerwa pojemności baterii.

Właśnie takie rozwiązanie – baterie o pojemności około 320 kWh w pojeździe 12-metrowym – zastosowano w testowym autobusie jednej z marek. Pomimo tego, zastosowanie ogrzewania elektrycznego, nie zapewniało w polskich warunkach klimatycznych pewności pokonania przez autobus 250 km bez konieczności doładowania (doświadczenia z testów w różnych miastach). Dopiero zasobniki energii o pojemności użytecznej 374 kWh, zainstalowane w testowym autobusie Yutong E12LF z 2020 r., umożliwiły bez doładowywania obsługę całodziennego zadania liczącego niemal 300 km. Większe pojemności baterii stosuje się przeważnie tylko w autobusach przegubowych, np. Irizar ie bus 18 m obsługujący linię w Luksemburgu wyposażono w baterie o pojemności 525 kWh.

Opisany duży ciężar baterii wpływa na konieczność zmniejszenia maksymalnej pojemności pasażerskiej pojazdu – w celu nieprzekroczenia dopuszczalnych nacisków na oś pojazdu oraz dopuszczalnej masy całkowitej. Z tego względu operowanie pojazdami ładowanymi wyłącznie w zajezdni, nie jest zalecane.

Zużycie energii przez przeciętny autobus elektryczny oraz trolejbus zależne jest nie tylko od nowoczesności zastosowanych rozwiązań (wyższa sprawność urządzeń, ograniczenie zwykłego zużycia energii przez nowe technologie), ale także od liczby zainstalowanych urządzeń korzystających z pokładowej energii elektrycznej. W eksploatowanych od wielu lat trolejbusach, pobór energii przez urządzenia pokładowe sięga nawet 35% całości jej zużycia. Dotyczy to nie tylko systemów funkcjonowania pojazdu (zasilanie w sprężone powietrze, wentylacja i klimatyzacja, oświetlenie wewnętrzne, obsługa autokomputera i urządzeń towarzyszących, łączność z serwerami i dyspozytorem itp.), ale także elementów informacji i obsługi pasażerskiej oraz komfortu przewozu i zapewnienia bezpieczeństwa. Znaczącymi odbiornikami energii w pojeździe elektrycznym są: system i wyświetlacze informacji pasażerskiej, w tym zapowiedzi głosowe kolejnych przystanków, monitoring, zasilanie automatu biletowego, systemy zliczania pasażerów, sieć Wi-Fi i porty USB, klimatyzacja przestrzeni pasażerskiej itd.

Zużycie energii przez pojazd elektryczny waha się w dość szerokich granicach, wynikających z warunków jazdy oraz z wyposażenia pojazdu. Przeciętne zużycie energii przez obecnie eksploatowane autobusy elektryczne w komunikacji miejskiej waha się od 0,9 do 1,4 kWh/km (dla autobusów przegubowych). Można przyjąć, że przy eksploatacji taboru 12-metrowego i przy standardowym dla piotrkowskiej komunikacji miejskiej wyposażeniu autobusu, bez ogrzewania elektrycznego, przy obsłudze obszarów o gęstej sieci ulic i w relatywnie trudnych warunkach ruchowych, zużycie energii wyniesie ok. 1,15 kWh/km.

Bardzo istotnym czynnikiem wpływającym na zużycie energii w eksploatowanych autobusach, jest ich system ogrzewania wnętrza w okresie zimowym. Ustawa o elektromobilności za autobus zeroemisyjny uznaje autobus, którego silnik nie emituje gazów cieplarnianych i innych substancji szkodliwych (art. 2 pkt 1), nie odnosząc się do innych systemów pokładowych. Autobusem zeroemisyjnym będzie więc także autobus z ogrzewaniem wnętrza z zastosowaniem oleju opałowego. Nagrzewnice olejowe zużywają nawet kilka dm3 oleju na godzinę pracy, są więc dodatkowym źródłem emisji gazów cieplarnianych i emisji innych zanieczyszczeń do atmosfery. Autobus z takim systemem ogrzewania nie jest więc de facto w zimie zupełnie bezemisyjny.

W niektórych autobusach i w trolejbusach stosuje się system elektrycznego ogrzewania wnętrza. Ten model ogrzewania wpływa jednak bardzo wyraźnie na wzrost zużycia energii w zimie, szczególnie w autobusach z układem drzwi 2+2+2, nieposiadających możliwości indywidualnego ich otwierania przez pasażerów, wskutek szybkiego wychładzania wnętrza podczas postoju na przystankach.

Na podstawie wieloletnich doświadczeń z eksploatacji trolejbusów w Gdyni i w Lublinie, określone zużycie energii na ogrzewanie wnętrza pojazdu w mroźnej zimie, można szacować nawet do 0,9 kWh w przeliczeniu na każdy 1 km pokonywanej trasy. W piotrkowskich warunkach ruchowych i klimatycznych należy przyjąć maksymalne zużycie energii przez autobus elektryczny klasy maxi z ogrzewaniem elektrycznym na poziomie 1,15 + 0,75 = 1,9 kWh w przeliczeniu na każdy 1 km trasy.

W tabeli 12 przedstawiono szacunkowe wyliczenia niezbędnej pojemności baterii dla autobusów kursujących na poszczególnych liniach przeznaczonych do obsługi taborem zeroemisyjnym w ramach projektu „Poprawa jakości transportu miejskiego w Piotrkowie Trybunalskim poprzez zakup taboru wraz z niezbędną infrastrukturą”, a także pozostałych liniach korzystających z pętli Dmowskiego FMG „PIOMA” oraz Słowackiego Osiedle. Przyjęto, że bateria autobusu nie może się rozładować poniżej poziomu 20% jej pojemności nominalnej, uwzględniając także spadek pojemności baterii związany z jej wiekiem – na poziomie 1,5% rocznie. Aby zapewnić racjonalny czas szybkiego ładowania autobusów elektrycznych na przystankach krańcowych, przyjęto ponadto, że moc ładowarki zainstalowanej na pętli powinna wynosić 400 kW (przy sprawności wynoszącej 90%).

Tab. 12. Szacunek wymaganej pojemności baterii autobusów elektrycznych
w celu obsługi linii autobusami elektrycznymi

| **Linia** | **Przeciętna długość** | **Zużycie energii** | **Czas ładowania** | **Pojemność baterii** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **linii** | **dwóch kółek\*** | **lato** | **zima** | **lato** | **zima** | **obliczonalato/zima** | **proponowana** |
| **[km]** | **[km]** | **[kWh]** | **[kWh]** | **[min]** | **[min]** | **[kWh]** | **[kWh]** |
| 0 | 9,2-11,5 | 45,9 | 52,8 | 87,3 | 8,8 | 14,5 | 75/113 | 90-120 |
| 2 | 7,3-10,6 | 42,5 | 48,8 | 80,7 | 8,1 | 13,4 | 69/114 | 90-120 |
| 4 | 8,7-11,4 | 45,5 | 52,4 | 86,5 | 8,7 | 14,4 | 74/122 | 90-120 |
| 5 | 12,0-19,1 | 76,3 | 87,8 | 145,1 | 14,6 | 24,2 | 124/205 | 120 |
| 6 | 9,5-11,3 | 45,1 | 51,9 | 85,7 | 8,7 | 14,3 | 74/121 | 90-120 |
| 7 | 7,5-13,3 | 53,0 | 61,0 | 100,7 | 10,2 | 16,8 | 86/142 | 90-120 |
| 8 | 15,8-22,1 | 88,5 | 101,8 | 168,2 | 17,0 | 28,0 | 144/237 | 150 |
| 10 | 6,7-7,6 | 30,4 | 62,2 | 102,8 | 10,4 | 17,1 | 88/145 | 90-120 |

\* – dwóch par kursów o najdłuższej trasie.

Źródło: opracowanie własne.

Zestawienie zawarte w tabeli 12 ma jednak charakter przede wszystkim poglądowy, gdyż przy zachowaniu obecnych częstych zmian w przypisaniu pojazdów do linii, kolejne kursy realizowane byłyby na różnych parach linii zestawionych spośród wymienionych w tabeli.

Obsługę dwóch par kursów na ww. liniach w lecie umożliwiłyby autobusy z bateriami o mniejszej pojemności – 90 kWh. Pojemność ta może być jednak niewystarczająca w okresie wzmożonego zapotrzebowania w pojeździe na energię, generowanego przez urządzenia klimatyzacyjno-wentylacyjne. Zalecane jest więc wprowadzanie autobusów elektrycznych o ujednoliconej pojemności baterii, np. 120 kWh lub nawet wyższej – w celu umożliwienia swobodnego dysponowania pojazdami na poszczególnych liniach i pewności ich eksploatacji w każdych warunkach pogodowych oraz ruchowych (pojemność baterii 120 kWh dla autobusu standardowego przyjęto szacując nakłady inwestycyjne i odtworzeniowe). Większa pojemność baterii pozwala na układanie zadań z wykorzystaniem autobusów elektrycznych w wybranych kursach na odcinkach nawet niezakończonych stacją szybkiego ładowania. Zwiększa się więc też elastyczność w planowaniu zadań i czasu pracy taboru oraz kierowców.

Zastosowanie większej pojemności baterii autobusu, np. 160 kWh, powinno być wystarczające dla linii 2, 6 i 7 także w okresie zimowym, przy zastosowaniu ogrzewania elektrycznego. Wówczas jednak czas doładowania wyczerpanych baterii o dużej pojemności wydłuża się nawet do 16 minut, co utrudnia planowanie pracy pojazdów i kierowców, a także generuje nie tylko wyższe koszty wynagrodzeń, ale i wymaga zwiększenia liczby taboru w ruchu. Baterie o dużej pojemności, wykorzystywane w maksymalnie dużym stopniu pomiędzy ładowaniami, per saldo zmniejszają więc efektywność wykorzystania taboru, a więc i funkcjonowania komunikacji miejskiej.

Pojemność baterii 120 kWh byłaby dla linii 2 i 6 teoretycznie wystarczająca także w zimie, przy założeniu instalacji w pojazdach ogrzewania spalinowego (gazowego lub na olej napędowy). Co więcej, zastosowanie zbyt małej pojemności baterii może powodować w okresie wzmożonego zapotrzebowania na energię konieczność doładowywania pojazdu po każdym kółku, co skutecznie uniemożliwia przydział autobusu do różnych linii w ramach zadań, także wpływając na zwiększenie zapotrzebowania na pracę kierowców oraz konieczność utrzymywania większej liczby pojazdów w ruchu.

Optymalnym rozwiązaniem jest więc zastosowanie w bateryjnych autobusach elektrycznych ogrzewania olejowego lub gazowego oraz baterii o nieco wyższej niż minimalna wyliczona pojemność, czyli w przedmiotowym przypadku – przynajmniej rzędu 120 kWh.

Dla obsługi linii 8, szczególnie w wariantach tras o znacznej długości kursu, kierowane byłyby pojazdy spalinowe, zasilane olejem napędowym.

Powyższe wyliczenia mają jednak charakter wyłącznie szacunkowy i nie mogą stanowić jedynej podstawy do ostatecznego doboru pojemności baterii autobusów.

Linie przeznaczone do obsługi taborem zeroemisyjnym mogą też być w określonych porach dnia obsługiwane pojazdami z tradycyjnym napędem Diesla. Podobnie, autobusy zeroemisyjne mogą być wykorzystywane na innych liniach, których trasy kończą się na pętlach ze stacją szybkiego ładowania.

Miasto Piotrków Trybunalski może docelowo wybrać także zupełnie inne linie do obsługi taborem zeroemisyjnym, jeśli zostanie to odpowiednio uzasadnione.

## Planowane nakłady inwestycyjne

Przewidywane (przyszłe) koszty zakupu jednostek taborowych przyjęto na podstawie wyników rozstrzygniętych postępowań przetargowych w latach 2019-2021, a także w wysokości przewidywanej do poniesienia w ramach projektu „Poprawa jakości transportu miejskiego w Piotrkowie Trybunalskim poprzez zakup taboru wraz z niezbędną infrastrukturą”, w wysokości odpowiednio za jeden nowy autobus (netto):

* 0,98 mln zł z silnikiem na olej napędowy z systemem rekuperacji eneergii – klasy maxi;
* 2,14 mln zł z silnikiem elektrycznym, zasilany pantografem i plug-in – klasy maxi.

Koszt zakupu autobusów używanych z napędem Diesla dla pojazdów w wieku 8-10 lat w wysokości 0,30 mln zł netto, natomiast w wariancie bazowym dla pojazdów w średnim wieku 14 lat w wysokości 0,10 mln zł netto, wraz kosztami dostosowania do eksploatacji na liniach piotrkowskiej komunikacji miejskiej.

W przypadku decyzji o zakupie i wprowadzeniu do eksploatacji autobusów elektrycznych przewiduje się realizację inwestycji wspomagających:

* budowy na wybranych pętlach stacji szybkiego ładowania z zasilaniem, o mocy pozwalającej na doładowanie autobusu elektrycznego w czasie nie większym niż kilkanaście minut;
* budowy w bazie MZK sp. z o.o. stacji wolnego ładowania, o mocy pozwalającej na naładowanie autobusu w czasie nie dłuższym niż 4-6 godzin;
* rozbudowy stacji transformatorowych, rozdzielni i sieci zasilających w zajezdni MZK sp. z o.o.

Moc ładowarek na pętlach zależy od zużycia energii na trasie, jaka ma być przez autobus elektryczny obsługiwana oraz od rodzaju i pojemności baterii zastosowanych w autobusach, a także dopuszczalnego prądu i mocy ładowania. Ładowanie za pomocą pantografu w obecnie produkowanych autobusach pozwala na ładowanie mocą najczęściej od 200 do 400 kW, a niekiedy nawet do 500 kW. Złącze kablowe plug-in ma jednak zwykle moc przekazywaną ograniczoną do 120 kW. Od dopuszczalnej mocy ładowarki zależy czas postoju autobusu na pętli. Dłuższy czas postoju zmniejsza efektywność wykorzystania taboru, co wpływa na wyższe koszty funkcjonowania komunikacji miejskiej, a także na konieczność posiadania większej rezerwy taboru. Obecnie wraz z rozwojem techniki zalecanym rozwiązaniem jest montaż ładowarek na pętlach pozwalających na ładowanie autobusów elektrycznych z mocą ok. 400 kW.

Parametry ładowania w zajezdni powinny zapewnić pełne naładowanie rozładowanych baterii autobusu w czasie nie dłuższym niż czas nocnego jego postoju, zatem standardowy czas ładowania nie powinien być dłuższy niż 6 godzin. Na rynku występują ładowarki o małej (40-60 kW) oraz średniej mocy (do 120 kW) – te ostatnie najczęściej pozwalają na jednoczesne ładowanie jednego albo dwóch autobusów. Podstawową metodą dostarczania energii jest złącze kablowe plug-in, które ma jednak zwykle ograniczoną przekazywaną moc. W niektórych układach sieci i budowanych instalacjach proponuje się budowę w zajezdni ładowarek pantografowych o dużej mocy (np. 200-300 kW), pozwalających na szybkie doładowanie wysokim prądem autobusu zjeżdżającego do zajezdni na przerwę w wykonywaniu zadań. Jest to także rozwiązanie korzystne w przypadku konieczności krótkiego postoju autobusu dla szybkiego usunięcia awarii. Po naprawie tak doładowany pojazd może wyruszyć na trasę bez konieczności dłuższego wyłączenia z ruchu z powodu nienaładowanych baterii.

Zalecane są ładowarki o większej mocy, rzędu 80-120 kW, pozwalające na ładowanie dwóch autobusów jednocześnie. Możliwość ładowania po kolei dwóch pojazdów w czasie przerwy nocnej pozwala na obniżenie kosztów inwestycji w instalacje sieci i rozdzielni oraz wysokości opłat operatora za moc zamówioną, wymaga jednak zapewnienia odpowiedniej obsługi na zmianie nocnej. Co najmniej jedno urządzenie powinno mieć charakter mobilny, umożliwiający przemieszczanie go po terenie zajezdni. Ułatwi to ładowanie pojazdów w sytuacjach awaryjnych.

Opisane rozwiązanie wymaga także posiadania placu umożliwiającego parkowanie obok stanowiska podłączeniowego dwóch autobusów. Przestawianie pojazdów w okresie postoju nocnego wymagałoby dodatkowej pracy kierowcy w porze nocnej i obarczone jest większym ryzykiem kolizji, w związku z czym zdecydowanie nie jest rekomendowane. Na zajezdni przy ul. Krakowskie Przedmieście znajdują się powierzchnie i place postojowe dla autobusów, o odpowiedniej wielkości na instalację ładowarek w obydwu systemach.

W niniejszej analizie, zgodnie z założeniami projektu „Poprawa jakości transportu miejskiego w Piotrkowie Trybunalskim poprzez zakup taboru wraz z niezbędną infrastrukturą” przyjęto zastosowanie ładowarek plug-in, za pomocą których odbywać się będzie ładowanie pojazdów w zajezdni oraz ładowarek pantografowych (odwróconych), zlokalizowanych na wybranych pętlach – wraz z dedykowaną infrastrukturą zasilającą.

Elementem inwestycji związanej z systemem ładowania nocnego autobusów, jest konieczność dostosowania instalacji doprowadzających energię elektryczną do zajezdni oraz do ładowarek. W wariancie 2 – elektrycznym przyjmuje się rozpoczęcie eksploatacji taboru zeroemisyjnego bateryjnymi autobusami elektrycznymi, z zapewnieniem ładowarek o mocy 50 kW na jeden autobus, co wymaga dla 10 autobusów mocy przyłączeniowej rzędu 500 kW, a dla 12 pojazdów – 600 kW. Niezbędna byłaby szybka rozbudowa rozdzielni z wymianą stacji transformatorowej w celu umożliwienia dostarczenia takiej mocy do instalacji ładowania. Miasto posiada warunki przyłączenia stacji wolnego ładowania do sieci energetycznej, przez PGE Dystrybucja S.A., o podstawowej mocy przyłączeniowej 500 kW, gdzie miejscem przyłączenia jest stacja 15/0,4 kV „MZK” będąca własnością PGE Dystrybucja S.A. Rozbudowa byłaby konieczna już w pierwszym etapie – przed wprowadzeniem do ruchu pierwszych pojazdów elektrycznych.

Miasto posiada także warunki przyłączenia stacji szybkiego ładowania do sieci energetycznej, wydane PGE Dystrybucja S.A., o podstawowej mocy przyłączeniowej 900 kW dla pętli Dmowskiego FMG „PIOMA” oraz 450 kW dla pętli Słowackiego Osiedle.

W przypadku instalacji ładowarki na pętli zwykle konieczne jest także kompleksowe dostosowanie układu dróg i placów – wraz z umożliwieniem omijania się pojazdów podczas ładowania, co również generuje dodatkowe koszty inwestycyjne. Koszt inwestycji budowy infrastruktury zasilającej, dla potrzeb ładowania autobusów elektrycznych oraz zagospodarowania pętli ujęto w wydatkach projektu „Poprawa jakości transportu miejskiego w Piotrkowie Trybunalskim poprzez zakup taboru wraz z niezbędną infrastrukturą” i w takiej wysokości (3 140,1 tys. zł) przyjęto w niniejszej analizie.

Ryczałtowy koszt instalacji do wolnego ładowania (ładowarki z przyłączami) na terenie zajezdni operatora przyjęto w analizie na uśrednionym poziomie 81,3 tys. zł na autobus, natomiast ładowarki szybkiej na poziomie 796,7 tys. zł, zgodnie z wartościami określonymi we Wniosku o Dofinansowanie projektu „Poprawa jakości transportu miejskiego w Piotrkowie Trybunalskim poprzez zakup taboru wraz z niezbędną infrastrukturą”.

Poza powyższymi nakładami uwzględniono wydatki w wysokości 54,7 tys. zł na wymianę baterii o pojemności rzędu 120 kWh po 8 latach eksploatacji każdego bateryjnego autobusu elektrycznego.

Nakłady niezbędne do poniesienia na zakup taboru i instalacje zasilające przedstawiono w tabeli 13. Nakłady na infrastrukturę uwzględniają także konieczność wymiany baterii w pojazdach elektrycznych (żywotność tych baterii przewidziano na 8 lat).

Tab. 13. Planowane nakłady inwestycyjne i odtworzeniowe dla poszczególnych wariantów inwestycji taborowych w latach 2021-2036 [mln zł]

| **Lp.** | **Wariant napęduautobusów** | **Rozpatrywany rok** |
| --- | --- | --- |
| **2021** | **2022** | **2023** | **2024** | **2025** | **2026** | **2027** | **2028** | **2029** | **2030** | **2031** | **2032** | **2033** | **2034** | **2035** | **2036** |
| **1** | **Wariant 1 – konwencjonalny** |
| 1.1 | Autobusy z napędemDiesla nowe | 0,00 | 9,80 | 6,86 | 4,90 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 1.2 | Autobusy z napędemDiesla używane | 0,00 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 |
| **1.3** | **Ogółem** | **0,00** | **10,40** | **7,46** | **5,50** | **0,60** | **0,60** | **0,30** | **0,00** | **0,00** | **0,00** | **0,60** | **0,60** | **0,60** | **0,60** | **0,60** | **0,00** |
| **1.4** | **Razem wydatki** | **27,86** |
| **2** | **Wariant 2 – elektryczny** |
| 2.1 | Autobusy z napędemDiesla nowe | 0,00 | 0,00 | 11,76 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2.2 | Autobusy z napędemDiesla używane | 0,00 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,30 | 0,00 |
| 2.3 | Autobusyelektryczne | 0,00 | 21,40 | 0,00 | 4,28 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2.4 | Infrastruktura ładowania, wymiana baterii | 0,28 | 6,05 | 0,00 | 0,96 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,55 | 0,00 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| **2.5** | **Ogółem** | **0,28** | **28,05** | **12,36** | **5,84** | **0,60** | **0,30** | **0,00** | **0,00** | **0,00** | **0,55** | **0,60** | **0,71** | **1,27** | **0,60** | **0,30** | **0,00** |
| **2.6** | **Razem wydatki** | **50,79** |

Źródło: opracowanie własne.

# Analiza kosztów i korzyści

## Przyjęte założenia analizy kosztów i korzyści

Analizę kosztów i korzyści wykonano przyjmując dla wyliczeń finansowych ceny netto, oraz 4% realną stopę procentową. Dla potrzeb analizy społeczno-ekonomicznej przyjęto stopę o wartości 4,5% – jako społeczną, realną stopę dyskontową.

Analizę efektywności oparto o przyrostowe przepływy pieniężne, nie ujmując w nich amortyzacji. Przyjęto 15-letni okres analizy, odpowiadający okresowi podstawowej używalności (trwałości) pojazdów elektrycznych zasilanych energią bateryjną.

W obliczeniach wykorzystano:

* prognozy ekonomiczne, opracowane na podstawie „Zaktualizowanych wariantów rozwoju gospodarczego Polski”, o których mowa w podrozdziale 7.4 – „Założenia do analizy finansowej”;
* „Wytyczne w zakresie zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód i projektów hybrydowych na lata 2014-2020”;
* prognozy CUPT.

Wartość rezydualną obliczono metodą dochodową. Okres żywotności poza analizą został ujęty dla autobusów z napędem elektrycznym (bateryjne i wodorowe) jako „pozostały okres żywotności autobusów”.

Koszty utrzymania taboru zostały w analizie finansowej zaprognozowane na podstawie planowanego wykonania w 2021 r., przedstawionego przez MZK sp. z o.o.

Roczne koszty eksploatacji ponoszone aktualnie przez MZK sp. z o.o. przedstawiono w tabeli 14. Na podstawie powyższych danych obliczono następnie wskaźniki jednostkowe kosztów (zł/km).

Z uwagi na brak eksploatowanych autobusów elektrycznych, MZK sp. z o.o. ponosi aktualnie koszty energii elektrycznej wynikające wyłącznie z jej zużycia na potrzeby eksploatacji zajezdni. Wprowadzenie do użytkowania pojazdów elektrycznych spowoduje wzrost zużycia energii. Pomimo tego, można ograniczyć koszty jednostkowe z tym związane, wykorzystując w większym stopniu ładowanie autobusów elektrycznych w porze nocnej, w której koszty energii elektrycznej są niższe. Wzrost kosztów jednostkowych energii może jednak wystąpić w wyniku znacznego poboru mocy zamówionej energii w okresie szczytowym przez stację szybkiego ładowania.

Do obliczeń przyjęto koszt jednostkowy kilowatogodziny – na podstawie danych MZK sp. z o.o. – w wysokości 0,58 zł netto, poniesiony w I kwartale 2021 r.

Tab. 14. Prognozowane roczne koszty eksploatacji w komunikacji miejskiej MZK sp. z o.o. w 2021 r. [tys. zł]

| **Kategoria kosztu** | **Wartość [tys. zł]** |
| --- | --- |
| Amortyzacja | 204,4 |
| Zużycie paliwa | 2 167,6 |
| Oleje, smary, płyny eksploatacyjne | 62,9 |
| Materiały i części | 31,2 |
| Usługi obce | 287,6 |
| Ubezpieczenie, podatki i opłaty | 381,8 |
| Wynagrodzenia z narzutami | 5 608,3 |
| Koszty wydziałowe | 2 351,1 |
| **Razem koszty eksploatacji** | **13 356,6** |
| Koszty ogólnozakładowe | 2 544,5 |
| ­­w tym energia | 76,2 |
| **Razem koszty przewozów w komunikacji miejskiej** | **13 639,4** |

Źródło: dane MZK sp. z o.o.

W tabeli 15 przedstawiono podstawowe wskaźniki eksploatacyjne przyjęte do obliczeń dla autobusów z napędem Diesla oraz elektrycznych bateryjnych.

Dla autobusów elektrycznych przyjęto parametry kosztów eksploatacji (bez uwzględniania zużycia energii elektrycznej) na poziomie 70% kosztów autobusów z napędem Diesla. Jest to uzasadnione przede wszystkim brakiem lub znacznie niższym zużyciem materiałów eksploatacyjnych, takich jak płyny (AdBlue, oleje i inne) oraz zużywające się części silnika, jego osprzętu i przekładni. W przypadku autobusów elektrycznych w analizie uwzględniono koszty serwisowania stacji ładowania.

Inwestycje odtworzeniowe ujęto na podstawie przewidywanych okresów użytkowania autobusów. W przypadku autobusów elektrycznych wzięto również pod uwagę wymianę baterii po 8 latach eksploatacji.

W analizie finansowej nie ujęto ewentualnych kosztów finansowania zakupu jednostek taborowych.

Tab. 15. Wskaźniki kosztów eksploatacyjnych przyjęte do analizy

| **Kategoria** | **Jednostka** | **Podstawa** | **Wartość** |
| --- | --- | --- | --- |
| Średnioroczne spalanie autobusu z silnikiem na olej napędowy o długości:­– do 12 m­– 12 m  | dm3/100 km | dane  MZK sp. z o.o. | 35,238,9 |
| Średnia cena oleju napędowego  | zł/dm3 | dane  MZK sp. z o.o. | 3,50 |
| Cena energii elektrycznej | zł/kWh | dane  MZK sp. z o.o. | 0,58 |
| Koszty eksploatacji autobusów– zużycie materiałów | zł/km | dane  MZK sp. z o.o. | 0,06 |
| Koszty eksploatacji autobusów – usługi obce | zł/km | dane  MZK sp. z o.o. | 0,19 |
| Współczynnik kosztów eksploatacji autobusówelektrycznych do autobusów z silnikiem Diesla(materiały i usługi) | - | daneproducentów | 0,70 |
| Współczynnik kosztów eksploatacji autobusówna ON – EURO VI do autobusów na ON – EURO III-IV (materiały i usługi) | - | szacunekwłasny | 0,85 |
| Średnie zużycie energii przez autobus elektrycznyo długości 12 m | kWh/km | daneoperatorów | 1,15 |
| Przyjęte okresy użytkowania zakupionych pojazdów:­– autobusy ON (nowe)­– autobusy elektryczne | lat | dane operatorów | 1516 |

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych MZK sp. z o.o., producentów autobusów i szacunków własnych.

W przeciwieństwie do analizy finansowej, skupiającej się na przepływach finansowych, przedmiotem analizy społeczno-ekonomicznej jest kalkulacja kosztów i korzyści dla społeczeństwa, wynikających z realizacji – a następnie z eksploatacji – ocenianego wariantu.

Analiza została przygotowana według niżej przedstawionego schematu postępowania:

1. przeprowadzenie analizy odchyleń cenowych, płacowych oraz aspektów podatkowych;
2. ocena wpływu na środowisko;
3. ocena projektu z punktu widzenia mierzalnych i niemierzalnych efektów oddziaływania na środowisko.

Analiza korzyści użytkowników koncentruje się na efektach inwestycji z perspektywy dobrobytu społecznego, dlatego wyłączono z niej przychody MZK sp. z o.o. i Miasta Piotrkowa Trybunalskiego, w szczególności wyeliminowano ich wzajemne rozliczenia, w tym w zakresie przekazywanej rekompensaty. Uwzględniono natomiast korzyści w postaci oszczędności w kosztach eksploatacyjnych, które wystąpią w wyniku realizacji wybranego wariantu – zostały one przeniesione z analizy finansowej do analizy społeczno-ekonomicznej.

Do analizy kosztów i korzyści społecznych włączono wyłącznie efekty bezpośrednio wynikające z danego wariantu. Analiza nie obejmuje zatem efektów rozproszonych w gospodarce, takich jak efekty mnożnikowe.

Identyfikacji oraz zmonetyzowaniu poddano efekty zewnętrzne – zgodnie z katalogiem efektów zawartym w Załączniku III do Rozporządzenia wykonawczego Komisji UE nr 207/2015 z dnia 20 stycznia 2015 r. w wersji aktualnej na dzień 30 kwietnia 2021 r. Ze względu na specyfikę i charakter analizy, zgodnie z wymogami art. 37 ust. 2 pkt 3 ustawy o elektromobilności, ujęto w niej efekty zewnętrzne związane z emisją:

* gazów cieplarnianych (CO2);
* gazów innych niż cieplarniane (tj. lokalne skutki zanieczyszczenia powietrza);
* hałasu.

Dokonując wyceny efektów zewnętrznych zastosowano ogólne zasady metodyczne ilościowej analizy kosztów i korzyści, w tym monetyzacji efektów społeczno-ekonomicznych, które opisano w Przewodniku, Niebieskiej Księdze, a także w Vademecum Beneficjenta – wymienionych w rozdziale 1.1 opracowania. W analizie pominięto korzyści wynikające ze zwiększenia liczby pasażerów – z uwagi na przyjęte założenie jednakowego wzrostu liczby pasażerów dla każdego z wariantów.

Analizę przeprowadzono metodą różnicową, polegającą na porównaniu przepływów danego wariantu z przepływami scenariusza bazowego, zakładającego kontynuację funkcjonowania transportu publicznego w podobnym jak obecnie kształcie, lecz kontynuowanie polityki wymiany taboru na używany w niskiej cenie, ale wyeksploatowany.

Aspekty podatkowe uwzględniono w analizie społeczno-ekonomicznej, bowiem wielkości będące przedmiotem analizy finansowej wymagają korekty – w celu lepszego oddania rzeczywistych cen. Jest to niezbędne, jeśli wykorzystywane dobra i usługi, bądź produkty wynikające z wariantu, zawierają podatek VAT lub inne podatki pośrednie albo zawierają ukryte subsydia (ewentualnie opłaty), mające na celu ograniczenie kosztów społecznych (np. w cenie energii zawarty jest pośredni podatek przeznaczony na pokrycie przyszłych kosztów ekologicznych – w takim przypadku należy uniknąć podwójnego naliczenia kosztów ekologicznych w analizie ekonomicznej).

Zgodnie z zaleceniami zawartymi w Niebieskiej Księdze, w analizie społeczno-ekonomicznej dokonano korekty cen rynkowych na ceny ukryte, które lepiej odwzorowują korzyści społeczne.

W celu wyeliminowania zakłóceń (podatkowych i innych niedoskonałości rynku) na rynku energii i rynku pracy, zastosowano współczynniki konwersji CF, przedstawione w Vademecum Beneficjenta(s. 27) – odpowiednio w wysokości:

* dla nakładów inwestycyjnych w zakresie infrastruktury – 0,83;
* dla nakładów inwestycyjnych w zakresie taboru – 0,87;
* dla kosztów operacyjnych – 0,78.

Zastosowane w analizie finansowej kategorie kosztowe nie zawierają podatku VAT ani innych ukrytych opłat pośrednich, nie dokonywano zatem korekty o podatek VAT. Nie ma także konieczności ujmowania korekty podatku CIT w analizie kosztów i korzyści społecznych, ponieważ przepływy pieniężne w analizie finansowej projektu nie zawierają podatku CIT.

Poniżej przedstawiono założenia i metodę kwantyfikacji poszczególnych kategorii efektów zewnętrznych, zidentyfikowanych dla poszczególnych wariantów.

Emisja gazów cieplarnianych

Ocena oddziaływań zmian klimatycznych umożliwia określenie wartości ekonomicznej przyrostowych oddziaływań emisji gazów cieplarnianych na zmiany klimatyczne, generowanych przez pojazdy wykorzystujące infrastrukturę transportową. Emisje gazów cieplarnianych są wyrażane jako ekwiwalent CO2, zgodnie z metodyką zawartą w opracowaniu pt. *„*European Investment Bank Induced GHG Footprint. The carbon footprint of projects financed by the Bank. Methodologies for the Assessment of Project GHG Emissions and Emission Variations. Version 10.1”, kwiecień 2014 r.

Jednostkowe koszty emisji gazów cieplarnianych są wprost zależne od zużycia paliwa, przy czym wskaźnik przeliczeniowy wynosi: 1 litr oleju napędowego = 2,68 kg CO2. Wielkość emisji gazów została pomnożona przez współczynnik kosztu jednostkowego CO2, czego wynikiem jest całkowity koszt zmian klimatycznych.

Koszt jednostkowy emisji CO2 został przyjęty w analizie na podstawie powyższej metodologii. Zgodnie z rekomendacjami CUPT, wykorzystano scenariusz średni z tego opracowania, w którym koszt klimatyczny emisji 1 tony CO2 oszacowano na 25 euro. Indeksacja tego kosztu polega na dodaniu do wartości dla roku poprzedniego, wzrostu rocznego w wysokości 1 euro na 1 tonę CO2 (w cenach z 2006 r.). W celu przeliczenia na złote, w każdym roku analizy wykorzystano średni kurs roczny EUR/PLN, podawany przez Europejski Bank Centralny (EBC). Indeksacja kosztów zmian klimatycznych jest niezależna od dynamiki PKB *per capita*.

Do obliczeń przyjęto wartości jednostkowe uzyskane zgodnie z Kalkulatorem emisji zanieczyszczeń i kosztów klimatu dla środków transportu publicznego CUPT, dostępnym w serwisie internetowym tej instytucji (www.cupt.gov.pl/index.php?option=com\_content&view=article&id=692&Itemid=411, dostęp: 1.06.2021 r.).

Kalkulacja ilości emisji CO2 dla autobusów elektrycznych została oparta o zużycie energii elektrycznej oraz o wskaźnik emisyjności dla miksu energetycznego Polski. Z uwagi na zmiany miksu paliwowego w sektorze elektroenergetycznym w Polsce, uwzględniono zmiany emisyjności CO2 w okresie analizy. Obliczeń dokonano w oparciu o scenariusz według Krajowego planu na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030.

W tabeli 16 przedstawiono emisję gazów cieplarnianych (GHG) przy produkcji energii elektrycznej w Polsce – dane dla krajowego miksu energetycznego.

**Tab. 16. Emisja GHG przy produkcji energii elektrycznej w Polsce [gCO2/KWh]
– dane dla krajowego miksu energetycznego**

| **Wyszczególnienie** | **Analizowany rok** |
| --- | --- |
| **2021** | **2025** | **2030** | **2035** |
| Emisja CO2 [gCO2/KWh] | 792 | 760 | 660 | 480 |

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Przyszły miks energetyczny Polski – determinanty, narzędzia i prognozy, Instrat – Fundacja Inicjatyw Strategicznych, grudzień 2019, scenariusz według Krajowego planu na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030.

Emisja gazów innych niż cieplarniane

Koszt związany z emisją substancji szkodliwych innych niż gazy cieplarniane (NOx, PM, NMHC/NMVOC) został oszacowany dla scenariusza bazowego i wariantów inwestycyjnych – zgodnie z aktualnymi wartościami dopuszczalnych zanieczyszczeń dla poszczególnych norm EURO użytkowanego taboru.

Dla wariantu elektrycznego, z autobusami elektrycznymi zasilanymi z baterii, uwzględniono koszty emisji powstającej przy wytwarzaniu energii elektrycznej w Polsce, pomimo że emisję lokalną można uznać za zerową. Wielkość emisji zanieczyszczeń w przeliczeniu na 1 wozokilometr przedstawiono w tabeli 17.

Tab. 17. Emisja zanieczyszczeń przy produkcji energii elektrycznej w Polsce [g/KWh] – dane dla krajowego miksu energetycznego

| **Substancjazanieczyszczająca atmosferę** | **Wartości w analizowanym roku [g/KWh]** |
| --- | --- |
| **2021** | **2025** | **2030** | **2035** |
| NMHC/NMVOC | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,003 |
| SO2 | 2,627 | 2,188 | 2,023 | 1,522 |
| NOx | 1,091 | 0,908 | 0,840 | 0,632 |
| PM | 0,030 | 0,025 | 0,023 | 0,017 |

Źródło: opracowanie własne na podstawie: dane wyjściowe – Kalkulator emisji CUPT. Prognoza na podstawie Scenariusza Polityki energetyczno-klimatycznej (PEK). Ocena skutków planowanych polityk i środków. Załącznik 2 do Krajowego planu na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030.

Dla autobusów z silnikami Diesla, zasilanymi olejem napędowym i spełniającymi normy EURO VI, przyjęto wskaźniki maksymalnej emisyjności dla tego typu silników.

Emisja substancji szkodliwych, innych niż gazy cieplarniane, wpływa bezpośrednio na stan zdrowia mieszkańców obszarów przyległych do źródeł emisji liniowych. Emisja substancji szkodliwych przy wytwarzaniu energii elektrycznej rozprasza się z kolei na bardzo dużym obszarze, przez co jej oddziaływanie na stan zdrowotności mieszkańców miast jest mniejsze. Zmniejszenie emisji lokalnej ze środków transportowych zawsze korzystnie wpływa na lokalne warunki środowiskowe i poprawia warunki życia mieszkańców. Ze względów społecznych koszt emisji lokalnej należy zatem wycenić wyżej, niż koszt emisji z elektrowni, tworzącej ogólne tło zanieczyszczeń w kraju.

Wyceny wpływu lokalnej emisji substancji szkodliwych dokonano z zastosowaniem współczynnika zwiększającego – będącego iloczynem procentowego wzrostu przeciętnej gęstości zaludnienia na obszarze Piotrkowa Trybunalskiego w stosunku do przeciętnej gęstości zaludnienia w miastach w Polsce, przedstawionego w tabeli 9 w rozdziale 6.4 – oraz udziału emisji zanieczyszczeń z ciężkich pojazdów drogowych i autobusów w ogólnej emisji zanieczyszczeń transportu drogowego w Polsce[[11]](#footnote-11).

Emisja hałasu

Dla nowych autobusów z silnikiem Diesla, spełniających normę EURO VI, założono 5% redukcję hałasu. Obecnie stosowane silniki elektryczne, w porównaniu do silników spalinowych, niemal nie emitują słyszalnego hałasu, natomiast pozostaje emisja hałasu wynikająca z toczenia się kół, pracy różnorodnych urządzeń pokładowych – szczególnie wentylatorów w układach chłodzenia – oraz pracy konstrukcji nadwozia.

Wskaźniki kosztów efektów zewnętrznych emisji hałasu zaczerpnięto z „Tablic kosztów jednostkowych do wykorzystania w analizach kosztów i korzyści”, publikowanych w serwisie internetowym CUPT – przyjęto koszty hałasu w transporcie drogowym dla autobusu w terenie miejskim, wartości średnie.

## Wyniki analizy kosztów i korzyści

Obliczenia analizy finansowej i społeczno-ekonomicznej dla wszystkich wariantów, zostały zawarte w modelu finansowym, stanowiącym Załącznik nr 1 do niniejszej Analizy Kosztów i Korzyści.

Uwzględnienie w analizie wymienionych w rozdziale 7.1 korzyści społecznych, bazuje na ujęciu różnicowym, tzn. w pierwszej kolejności obliczono finansowe koszty eksploatacji oraz koszty społeczne emisji gazów cieplarnianych, emisji lokalnej oraz emisji hałasu dla scenariusza bazowego, zakładającego brak realizacji analizowanych wariantów, a następnie obliczono tożsame kategorie kosztów społecznych dla analizowanych wariantów (konwencjonalnego i elektrycznego).

Różnica pomiędzy rozpatrywanym wariantem a scenariuszem bazowym, stanowi wartość kosztów lub korzyści wynikających z realizacji danego wariantu. W przypadku, gdy różnica kosztów danego wariantu i kosztów wariantu bazowego jest dodatnia, dana kategoria efektu zewnętrznego jest kosztem, natomiast w przypadku, gdy różnica jest wynikiem ujemnym, dana kategoria efektu zewnętrznego traktowana jest jako korzyść społeczna realizacji wariantu.

W tabeli 18 przedstawiono wskaźniki oceny opłacalności efektywności finansowej porównywanych wariantów: konwencjonalnego i elektrycznego – w stosunku do scenariusza bazowego.

Tab. 18. Wskaźniki efektywności finansowej porównywanych wariantów

| **Wyszczególnienie** | **Jednostka** | **Wariant** |
| --- | --- | --- |
| **konwencjonalny** | **elektryczny** |
| Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (**FNPV/c**)  | tys. zł | 2 328,4 | -34 107,8 |
| Finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji (**FRR/c**) | % | niepoliczalna | niepoliczalna |

Źródło: opracowanie własne.

Wariant z taborem zeroemisyjnym nie wykazał dodatnich wartości wskaźników FNPV/c i FRR/c – jego realizacja wymaga więc udzielenia zewnętrznego wsparcia finansowego. Różnice pomiędzy efektami finansowymi wariantów konwencjonalnego i elektrycznego są bardzo duże.

W tabeli 19 przedstawiono wyniki podsumowania analizy dla wariantów konwencjonalnego i elektrycznego w zakresie emisji zanieczyszczeń, a w tabeli 20 – efekty ekonomiczne tej analizy.

We wszystkich wariantach z taborem zeroemisyjnym wartości ENPV[[12]](#footnote-12) przyjęły wielkości ujemne. W przypadku, gdy wartość ENPV wynosi zero, bieżąca wartość przyszłych korzyści ekonomicznych jest równa bieżącej wartości kosztów ekonomicznych wariantu. W analizowanym przypadku nie są jednak istotne osiągnięte wartości ENPV w porównaniu do scenariusza bazowego, lecz różnice wartości ENPV poszczególnych analizowanych wariantów. Scenariusz bazowy nie będzie bowiem realizowany i ma znaczenie wyłącznie porównawcze, ponieważ służy zaprognozowaniu przepływów dla poszczególnych wariantów przy zastosowaniu metody różnicowej.

**Zdecydowanie korzystniejszą wartość ENPV osiągnięto dla wariantu 1 – konwencjonalnego, w porównaniu do wariantu 2 – elektrycznego, z zakupem taboru zeroemisyjnego.**

Z uwagi na znaczące różnice w wartości nakładów inwestycyjnych ocenianych wariantów, ENPV nie jest najwłaściwszą determinantą, a na pewno nie jedyną, która powinna być uwzględniona w ocenie. Należy odnieść się do efektywności ekonomicznej wariantów. Wskaźnikami, które informują o efektywności ekonomicznej, są EIRR[[13]](#footnote-13) oraz BCR[[14]](#footnote-14). Z uwagi na charakterystykę przepływów ekonomicznych, EIRR jest niepoliczalna. Wskaźnik BCR wykazuje nieco wyższą wartość dla wariantu elektrycznego wobec wariantu konwencjonalnego.

Tab. 19. Emisja zanieczyszczeń i jej koszt w poszczególnych wariantach
w latach 2021-2036

| **Lp.** | **Czas badania** | **Jednostka** | **Wielkość i koszt emisji** |
| --- | --- | --- | --- |
| **CO2** | **NOx** | **NMVOC** | **PM** |
| **Scenariusz bazowy**  |
| 1.1 | Średniorocznie | tona | 1 639,9 | 8,6 | 7,9 | 0,20 |
| 1.2 | tys. zł | 371,6 | 757,1 | 89,0 | 284,8 |
| 1.3 | Cały okres analizy | tona | 26 238,3 | 138,2 | 126,5 | 3,2 |
| 1.4 | tys. zł | 5 946,1 | 12 114,4 | 1 424,6 | 4 556,4 |
| **Wariant 1 – konwencjonalny**  |
| 2.1 | Średniorocznie | tona | 1 615,7 | 7,7 | 2,0 | 0,16 |
| 2.2 | tys. zł | 366,4 | 669,4 | 22,0 | 226,8 |
| 2.3 | Cały okres analizy | tona | 25 851,2 | 123,8 | 31,8 | 2,5 |
| 2.4 | tys. zł | 5 862,0 | 10 711,2 | 351,4 | 3 628,8 |
| **Wariant 2 – elektryczny** |
| 3.1 | Średniorocznie | tona | 1 449,8 | 7,0 | 1,6 | 0,1 |
| 3.2 | tys. zł | 326,1 | 597,9 | 17,2 | 202,3 |
| 3.3 | Cały okres analizy | tona | 23 196,9 | 111,4 | 25,5 | 2,3 |
| 3.4 | tys. zł | 5 216,9 | 9 566,4 | 276,0 | 3 236,2 |
| **Różnica wysokości emisji i jej kosztów– wariant 2 – elektryczny versus wariant 1 – konwencjonalny** |
| 5.1 | Średniorocznie | tona | -165,9 | -0,8 | -0,4 | 0,0 |
| 5.2 | tys. zł | -40,3 | -71,5 | -4,7 | -24,5 |
| 5.3 | Cały okres analizy | tona | -2 654,3 | -12,4 | -6,4 | -0,3 |
| 5.4 | tys. zł | -645,2 | -1 144,8 | -75,4 | -392,6 |
| **Ograniczenie emisji w wariancie 2 w porównaniu do wariantu 1 [%]** |
| 6.1 | Średniorocznie | tona | -10,3 | -10,0 | -20,0 | -10,1 |
| 6.2 | tys. zł | -11,0 | -10,7 | -21,5 | -10,8 |
| 6.3 | Cały okres analizy | tona | -10,3 | -10,0 | -20,0 | -10,1 |
| 6.4 | tys. zł | -11,0 | -10,7 | -21,5 | -10,8 |

Źródło: opracowanie własne.

Należy podkreślić, że przeprowadzona analiza uwzględnia korzyści tzw. bezpośrednie (emisje, hałas), nie uwzględnia natomiast takich korzyści, jak podniesienie komfortu jazdy, czy też postrzeganie transportu publicznego przez mieszkańców.

Tab. 20. Podsumowanie wyników finansowo-ekonomicznych poszczególnych
wariantów w stosunku do scenariusza bazowego w latach 2021-2036

| **Wyszczególnienie** | **Jednostka** | **Wariant** |
| --- | --- | --- |
| **konwencjonalny** | **elektryczny** |
| **Koszty inwestycyjne**  | **tys. zł** | **20 260,0** | **42 533,7** |
| Infrastruktura i pozostałe koszty | tys. zł | 0,0 | 7 292,7 |
| Autobusy z wyposażeniem | tys. zł | 20 260,0 | 35 241,0 |
| Zmiany kosztów eksploatacyjnych | tys. zł/rok | -176,5 | -505,7 |
| Zdyskontowane efektyzewnętrzne | tys. zł | 2 760,8 | 6 356,3 |
| Emisja lokalna zanieczyszczeń– wartość zdyskontowana | tys. zł | 2 551,7 | 3 785,5 |
| Emisja CO2 – wartość zdyskontowana | tys. zł | 65,1 | 466,7 |
| Redukcja hałasu | tys. zł | 144,0 | 2 104,1 |
| **Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)** | **tys. zł** | **-11 086,6** | **-22 471,8** |
| **Wskaźnik przychód/koszty (BCR)** | **-** | **0,29** | **0,35** |

Źródło: opracowanie własne.

Ocena wyników ekonomicznych analizowanych wariantów i same wyniki wskazują, iż podstawowym czynnikiem wpływającym na wartości wskaźników są nakłady inwestycyjne, tj. cena autobusu w danym wariancie. Czynnikiem krytycznym dla wyników analizy jest zatem cena autobusu elektrycznego wraz z infrastrukturą ładującą.

**Uzyskane w analizie wyniki oznaczają – przy przyjętych założeniach i uwzględnianiu jako miernika ENPV – brak osiąganych korzyści z tytułu zastosowania w piotrkowskiej komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych.**

Przy zastosowaniu jako miernika BCR występuje korzyść z zastosowania wariantu elektrycznego.

## Trwałość finansowa

MZK sp. z o.o. jako operator – podmiot wewnętrzny, posiada umowę wieloletnią z organizatorem – gminą Miasto Piotrków Trybunalski, zawartą w dniu 1 lutego 2020 r. i obowiązującą do dnia 31 grudnia 2028 r. W ramach tej umowy operator otrzymuje rekompensatę wyliczaną na zasadach określonych w Rozporządzeniu 1370/2007.

Organizatorem piotrkowskiej komunikacji miejskiej jest Prezydent Miasta Piotrkowa Trybunalskiego.

W tabeli 21 przedstawiono wykonanie budżetu Miasta Piotrkowa Trybunalskiego w latach 2018-2020 oraz plan na 2021 r. – według stanu na dzień 10 lipca 2021 r.

Miasto Piotrków Trybunalski w latach 2018-2020 osiągało stale dodatni wynik budżetu operacyjnego. Budżet Piotrkowa Trybunalskiego był w stanie pokryć rosnące wydatki bieżące, w tym związane z rekompensatą dla MZK sp. z o.o. Zaplanowane w 2021 r. wydatki w ramach lokalnego transportu zbiorowego na usługi związane z wykonywaniem przewozów publicznego transportu zbiorowego przez MZK sp. z o.o. nie odbiegają istotnie od poziomu w roku poprzednim.

Sytuacja finansowa Miasta charakteryzuje się od trzech lat występowaniem deficytu budżetowego, szczególnie wysokiego w 2018 r. i zaplanowanego na 2021 r. Deficyt ten związany był z ponoszeniem znaczących wydatków inwestycyjnych, w szczególności ze wsparciem środkami pomocowymi z Unii Europejskiej. Stwarza to pewne ograniczania w wydatkach Miasta na lokalny transport zbiorowy w latach następnych.

Wysokość nadwyżki (deficytu) operacyjnej 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. Taka też sytuacja występuje w Piotrkowie Trybunalskim, w latach 2018-2020 wysokość nadwyżki była stale wyższa od 32 mln zł, choć wysokość zaplanowanej nadwyżki w 2021 r. jest z kolei niewielka. Można mieć jednak nadzieję, że poprawiająca się sytuacja gospodarcza w kraju wpłynie na osiągnięcie wyników lepszych niż zaplanowane.

Tab. 21. Budżet Miasta Piotrkowa Trybunalskiego w latach 2018-2020 i plan na 2021 r. [mln zł]

| **Lp.** | **Wyszczególnienie** | **Wykonanie w latach** | **Planna 2021 r.** |
| --- | --- | --- | --- |
| **2018** | **2019**  | **2020** |
| **1** | **Dochody**  | **432,7** | **498,0** | **525,7** | **550,4** |
| 1a | ­– dochody bieżące | 421,2 | 467,9 | 502,1 | 516,9 |
| 1aa | ­­– w tym lokalny transport zbiorowy | 0,0 | 0,0 | 2,5 | 2,6 |
| 1b | ­– dochody majątkowe | 11,5 | 30,1 | 23,6 | 33,5 |
| **2** | **Wydatki**  | **471,3** | **486,8** | **536,0** | **609,4** |
| 2a | ­– wydatki bieżące | 388,4 | 429,9 | 466,4 | 513,0 |
| 2aa | ­­– w tym lokalny transport zbiorowy | 8,3 | 9,7 | 14,3 | 16,7 |
| 2b | ­– wydatki majątkowe | 82,9 | 56,8 | 69,7 | 96,4 |
| 2bb | ­­– w tym lokalny transport zbiorowy | 1,7 | 1,8 | 0,0 | 1,6 |
| **3** | **Deficyt/nadwyżka** | **-38,6** | **11,2** | **-10,4** | **-59,0** |
| 4 | Deficyt/nadwyżka operacyjna | 32,9 | 38,0 | 35,7 | 3,9 |
| 5 | Finansowanie | 50,9 | 26,3 | 38,1 | 59,0 |
| 5a | ­– w tym przychody | 64,5 | 38,5 | 52,1 | 74,3 |
| 5b | ­– w tym rozchody | 13,6 | 12,2 | 14,0 | 15,3 |

Źródło: www.bip.piotrkow.pl, dostęp: 10.07.2021 r.

Realizowane i planowane wydatki na lokalny transport zbiorowy determinowane są także prowadzonymi i przewidywanymi inwestycjami infrastrukturalnymi, a w przyszłości i taborowymi. W 2020 r. znaczące wydatki na inwestycje w transporcie zbiorowym nie zostały zaplanowane.

Wielkość realizowanych średniorocznie wydatków majątkowych Miasta wskazuje na ograniczoną zdolność do zrealizowania programu odnowy taboru – zarówno w wariancie konwencjonalnym, jak i (szczególnie) w wariancie elektrycznym. W tym ostatnim zwiększone wydatki na zakup taboru wymagałyby przeznaczenia znacznej części nadwyżki operacyjnej na zamierzenia inwestycyjne w zakresie lokalnego transportu zbiorowego oraz skorzystania ze środków pomocowych – w celu zmniejszenia wysokości udziału własnego w kosztach zakupu autobusów zeroemisyjnych. W wariancie konwencjonalnym pełną odnowę taboru bez wsparcia środkami pomocowymi także należy uznać za dość problematyczną.

Jedynym operatorem wykonującym przewozy w piotrkowskiej komunikacji miejskiej jest MZK sp. z o.o. – świadcząca przewozy na podstawie umowy nr 11/ZDiUM/DK/2020. Zgodnie z tą umową wpływy z biletów są dochodami Miasta, a operator otrzymuje wynagrodzenie w formie rekompensaty wyliczanej zgodnie z postanowieniami Rozporządzenia 1370/2007. Wysokość rekompensaty ustalana jest w okresach rocznych.

MZK sp. z o.o. poza działalnością przewozową w komunikacji miejskiej prowadziła sprzedaż paliw i towarów na stacji paliw oraz świadczyła usługi diagnostyczne i w niewielkiej skali usługi warsztatowe.

W tabeli 22 przedstawiono rachunek zysków i strat MZK sp. z o.o. – wykonanie w latach 2018-2020. W tabelach 23 i 24 przedstawiono bilans, a w tabeli 25 – przepływy pieniężne MZK sp. z o.o. – wykonanie w latach 2018-2020.

Tab. 22. Rachunek zysków i strat MZK sp. z o.o.
– wykonanie w latach 2018-2020 [tys. zł]

| **Lp.** | **Wyszczególnienie** | **Wykonanie w latach** |
| --- | --- | --- |
| **2018** | **2019** | **2020** |
| **1** | **Przychody ze sprzedaży**  | **7 515,5** | **7 793,6** | **17 393,1** |
| 1a | – w tym przychody ze sprzedaży produktów | 4 557,5 | 13 175,5 | 4 684,1 |
| 1b | – w tym przychody ze sprzedaży towarów i mat. | 2 921,4 | 4 208,7 | 3 060,5 |
| **2** | **Koszty działalności operacyjnej** | **16 376,8** | **17 658,8** | **17 653,5** |
| **3** | **Zysk ze sprzedaży** | **-8 861,3** | **-9 865,2** | **-260,4** |
| 4 | Pozostałe przychody operacyjne | 7 521,4 | 8 609,9 | 784,3 |
| 5 | Pozostałe koszty operacyjne | 1,3 | 25,5 | 8,0 |
| **6** | **Zysk z działalności operacyjnej** | **-1 431,2** | **-1 280,8** | **515,9** |
| 7 | Saldo przychodów i kosztów finansowych | 6,5 | 4,2 | 0,3 |
| **8** | **Zysk brutto** | **-1 424,7** | **-1 276,6** | **516,2** |
| 9 | Podatek dochodowy i inne obciążenia | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| **10** | **Zysk netto** | **-1 424,7** | **-1 276,6** | **516,2** |

Źródło: dane: MZK sp. z o.o.

Do dnia 31 stycznia 2020 r. przewozy w ramach komunikacji miejskiej wykonywane były przez MZK sp. z o.o. w ramach umowy nr 111/MZDiK/DK/2012 z dnia 28 grudnia 2012 r., w ramach której wpływy z biletów stanowiły przychody MZK sp. z o.o., a Spółka otrzymywała uzupełniające wynagrodzenie w formie rekompensaty, księgowanej jako pozostałe przychody operacyjne, co powodowało inną prezentację rachunku zysków i strat. Stale spadające wpływy z biletów, utrzymywanie niskich cen biletów oraz znacznego zakresu ulg samorządowych powodowało powstanie w latach 2018-2019 wysokich strat w Spółce. Zmiana sposobu finansowania wpłynęła na istotną poprawę sytuacji finansowej przedsiębiorstwa MZK sp. z o.o.

Miasto zobowiązane jest do przeprowadzania corocznego audytu wykonywanego przez niezależnego audytora – w celu sprawdzenia, czy wielkość przekazanej rekompensaty jest właściwa. Miasto zobowiązane jest przekazać niedopłatę rekompensaty, a MZK sp. z o.o. zwrócić jej nadpłatę. Audyt rekompensaty za 2020 r. wykazał niewielką nadpłatę rekompensaty, do której zwrotu Spółka jest zobowiązana zawartą umową. Audyt stwierdził więc, że finansowanie działalności operatora przez Miasto jest prawidłowe i zgodne z umową.

Tab. 23. Bilans MZK sp. z o.o. – aktywa, wykonanie w latach 2018-2020 [tys. zł]

| **Lp.** | **Wyszczególnienie** | **Wykonanie w latach** |
| --- | --- | --- |
| **2018** | **2019** | **2020** |
| **A** | **Aktywa trwałe**  | **776,0** | **888,8** | **738,3** |
| **I** | **Wartości niematerialne i prawne** | **0** | **0** | **0** |
| **II** | **Rzeczowe aktywa trwałe** | **776,2** | **888,8** | **738,3** |
| 1 | Środki trwałe | 766,2 | 888,8 | 738,3 |
| 2 | Środki trwałe w budowie | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 3 | Zaliczki na środki trwałe w budowie | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| **III** | **Należności długoterminowe** | **0,0** | **0,0** | **0,0** |
| **IV** | **Długoterminowe aktywa finansowe** | **0,0** | **0,0** | **0,0** |
| **V** | **Długoterminowe rozliczenia międzyokresowe** | **0,0** | **0,0** | **0,0** |
| **B** | **Aktywa obrotowe** | **2 339,7** | **2 988,** | **3 619,1** |
| **I** | **Zapasy** | **389,7** | **450,3** | **445,1** |
| **II** | **Należności krótkoterminowe** | **296,3** | **351,0** | **1 491,1** |
| **III** | **Inwestycje krótkoterminowe** | **1 490,0** | **2 040,7** | **1 566,5** |
| **IV** | **Krótkoterminowe rozliczenia międzyokresowe** | **163,7** | **156,3** | **116,4** |
| **-** | **Aktywa razem** | **3 106,9** | **3 877,1** | **4 357,4** |

Źródło: dane: MZK sp. z o.o.

Tab. 24. Bilans MZK sp. z o.o. – pasywa – wykonanie w latach 2018-2020 [tys. zł]

| **Lp.** | **Wyszczególnienie** | **Wykonanie w latach** |
| --- | --- | --- |
| **2018** | **2019** | **2020** |
| **A** | **Kapitał własny**  | **588,2** | **2 291,6** | **2 807,8** |
| I | Kapitał podstawowy | 2 500,0 | 2 500,0 | 2 500,0 |
| II | Kapitał zapasowy | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| III | Kapitał z aktualizacji wyceny | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| IV | Pozostałe kapitały rezerwowe | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| V | Zysk z lat ubiegłych | -507,1 | -431,8 | -1 708,4 |
| VI | Zysk/strata netto | 1 424,7 | 1 275,6 | 516,2 |
| **B** | **Zobowiązania i rezerwy na zobowiązania** | **2 537,7** | **1 595,5** | **1 549,6** |
| **I** | **Rezerwy na zobowiązania** | **0,0** | **0,0** | **0,0** |
| **II** | **Zobowiązania długoterminowe** | **0,0** | **0,0** | **0,0** |
| **III** | **Zobowiązania krótkoterminowe** | **2 537,7** | **1 595,5** | **1 549,6** |
| **IV** | **Rozliczenia międzyokresowe** | **0,0** | **0,0** | **0,0** |
| **-** | **Pasywa razem** | **3 106,9** | **3 887,1** | **4 357,4** |

Źródło: dane: MZK sp. z o.o.

Tab. 25. Rachunek przepływów pieniężnych MZK sp. z o.o.
– wykonanie w latach 2018-2020 [tys. zł]

| **Lp.** | **Wyszczególnienie** | **Wykonanie w latach** |
| --- | --- | --- |
| **2018** | **2019** | **2020** |
| **A** | **Przepływy środków pieniężnych z działalności operacyjnej** |
| **I** | **Zysk netto** | **-1 424,7** | **-1 276,6** | **516,2** |
| **II** | **Korekty razem** | **-21,9** | **709,0** | **-881,1** |
| *IIa* | *­– w tym amortyzacja* | *324,6* | *290,2* | *227,0* |
| **III** | **Przepływy pieniężne z działalności operacyjnej** | **-1 446,6** | **-567,6** | **-364,9** |
| **B** | **Przepływy środków pieniężnych z działalności inwestycyjnej** |
| **I** | **Wpływy** | **13,5** | **25,6** | **19,8** |
| *Ia* | *­– w tym zbycie środków trwałych* | *13,5* | *25,6* | *19,8* |
| **II** | **Wydatki** | **116,8** | **411,5** | **129,4** |
| *IIa* | *­– w tym nabycie środków trwałych* | *116,8* | *411,5* | *129,4* |
| **III** | **Przepływy pieniężne netto z działalnościinwestycyjnej** | **-10,3** | **-385,9** | **-109,6** |
| **C** | **Przepływy środków pieniężnych z działalności finansowej** |
| **I** | **Wpływy** | **1 506,5** | **1 504,2** | **0,9** |
| *Ia* | *­– w tym z wydania udziałów* | *1 500,0* | *1 500,0* | *0,0* |
| **II** | **Wydatki** | **0,0** | **0,0** | **0,7** |
| **III** | **Przepływy pieniężne netto z działalnościfinansowej** | **1 506,5** | **1 504,2** | **0,2** |
| **D** | **Przepływy pieniężne netto** | **-43,4** | **550,7** | **-474,2** |
| **E** | **Środki pieniężne na początek okresu** | **1 533,4** | **1 490,0** | **2 040,7** |
| **F** | **Środki pieniężne na koniec okresu** | **1 490,0** | **2 040,7** | **1 566,5** |

Źródło: dane: ekrs.ms.gov.pl, dostęp: 20.06.2021 r.

MZK sp. z o.o. charakteryzuje się bardzo niskim stanem majątku trwałego. Wynika on z dzierżawy obiektów zajezdni od Miasta oraz z zakupów jedynie używanych autobusów dla wymiany najbardziej wyeksploatowanych. Niewielki więc jest także poziom amortyzacji. Dodatni wynik finansowy wynika z osiąganych wyników na działalnościach ubocznych.

W analizowanym okresie Miasto jedynie uzupełniało niedopłaty rekompensaty poprzez obejmowanie nowych udziałów w Spółce.

W tabeli 26 przedstawiono podstawowe wskaźniki charakteryzujące sytuację finansową MZK sp. z o.o.

Tab. 26. Wskaźniki finansowe MZK sp. z o.o. w latach 2018-2020 [tys. zł]

| **Lp.** | **Wyszczególnienie** | **Wskaźniki w latach** |
| --- | --- | --- |
| **2018** | **2019** | **2020** |
| 1 | Wskaźnik płynności bieżącej  | 0,92 | 1,77 | 2,26 |
| 2 | Wskaźnik płynności szybkiej | 0,70 | 1,49 | 1,97 |
| 3 | Wskaźnik ogólnego zadłużenia | 0,82 | 0,41 | 0,36 |
| 4 | EBITDA [tys. zł] | -1 106,6 | -990,6 | 792,9 |
| 5 | ROE [%] | -242,2 | -55,7 | 18,4 |
| 6 | ROA [%] | -185,9 | -143,6 | 69,9 |
| 7 | Cykl regulowania należności [dni] | 7,2 | 7,8 | 31,3 |
| 8 | Cykl regulowania zobowiązań [dni] | 61,7 | 35,6 | 32,5 |
| 9 | Cykl rotacji zapasów [dni] | 8,7 | 9,3 | 9,2 |
| 10 | Rotacja aktywów | 4,83 | 4,22 | 3,99 |
| 11 | Rotacja środków trwałych | 19,6 | 18,4 | 23,6 |

Źródło: opracowanie własne.

Sytuację finansową MZK sp. z o.o. w latach 2018-2019 należy uznać za stabilną, ale niekorzystną dla realizacji procesu odnowy taboru. W celu zrealizowania odnowy taboru Spółka nabywała wyłącznie pojazdy używane, korzystając także z leasingu. W latach 2018-2019 Spółka ponosiła wysokie straty, które zostały zmniejszone poprzez dokapitalizowanie przez Miasto. W 2020 r. nastąpiła znaczna poprawa sytuacji finansowej, w efekcie zawarcia nowej umowy wykonawczej, w której wpływy z biletów przejęło Miasto. Sytuację poprawy stanu finansów Spółki należy uznać jako trwałą, pozwalającą na realizację programu zakupu jednostek taborowych, określonego w załączniku nr 10 do umowy nr 11/ZDiUM/DK/2020.

Wartość amortyzacji w MZK sp. z o.o. jest obecnie bardzo niska. Realizacja inwestycji przewidzianych w umowie wykonawczej będzie możliwa poprzez kumulację nadwyżek finansowych wygenerowanych na realizowanej działalności ubocznej MZK sp. z o.o. Wykonanie całego programu inwestycyjnego określonego w umowie wykonawczej w formie zakupu pojazdów fabrycznie nowych wymagałoby pozyskania przez MZK sp. z o.o. dodatkowego zewnętrznego wsparcia finansowego albo też pozyskania środków pomocowych.

Zewnętrzne finansowanie dłużne pozyskane przez MZK sp. z o.o. zwiększa wysokość ponoszonych kosztów, Spółka powinna więc dążyć do skorzystania z krajowych lub unijnych środków pomocowych, ograniczając wydatki własne do pokrycia udziału własnego w projektach.

Zrealizowanie programu inwestycji przewidzianych w załączniku nr 10 do umowy nr 11/ZDiUM/DK/2020 wymaga także realizacji zakupów taboru przez Miasto. W przypadku zakupu autobusów zeroemisyjnych, Miasto zamierza skorzystać ze wsparcia środkami pomocowymi. Miasto złożyło w styczniu 2021 r. wniosek aplikacyjny o dotację na zakup 10 autobusów elektrycznych z infrastrukturą do ich ładowania w ramach programu NFOŚiGW „Zielony transport publiczny”. Zakup pojazdów ze spalinowym napędem Diesla oraz wkład własny w projekcie „Poprawa jakości transportu miejskiego w Piotrkowie Trybunalskim poprzez zakup taboru wraz z niezbędną infrastrukturą” wymaga zaangażowania się finansowego Miasta.

Zgodnie z przedstawionym przez niezależnego audytora raportem z audytu za 2020 r., koszty działalności przewozowej MZK sp. z o.o. w komunikacji miejskiej wyniosły 13 370,0 tys. zł, co przy zakontraktowanej wielkości pracy eksploatacyjnej w wysokości 1 421,6 tys. wozokilometrów, odpowiada stawce 9,40 zł za wozokilometr. Dla przedsiębiorstwa komunikacji miejskiej tej wielkości co MZK sp. z o.o. stawkę tę należy uznać za relatywnie wysoką.

Założono, że Miasto w okresie analizy będzie przekazywało MZK sp. z o.o. środki finansowe w formie należnej rekompensaty w obecnej i przyszłych umowach w takiej wysokości, aby odnowa taboru według wybranego wariantu była możliwa do zrealizowania.

## Analiza wrażliwości i ryzyka

Dla przyjętych założeń wykazano brak korzyści z wykorzystywania autobusów zeroemisyjnych w piotrkowskiej komunikacji miejskiej. Zastosowanie autobusów elektrycznych z napędem bateryjnym pozwala wprawdzie na zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych, lecz brak korzyści społeczno-ekonomicznych zdeterminowała wysoka cena zakupu autobusów wraz z infrastrukturą zasilającą.

Strukturę użytkowanego taboru determinować będą w najbliższych latach decyzje, pozytywne lub negatywne, o dofinansowaniu ze środków pomocowych zakupu autobusów zeroemisyjnych wraz z infrastrukturą zasilającą w ramach konkursów z programu „Zielony transport publiczny”, programu Funduszu Nowy Ład oraz programów pomocowych Unii Europejskiej. W ramach tych programów flota autobusów zeroemisyjnych w piotrkowskiej komunikacji miejskiej może osiągnąć poziom ponad 12 pojazdów. W przypadku braku uczestnictwa lub braku pozyskania dofinansowania dla takich projektów, spełnienie warunku 10% udziału taboru zeroemisyjnego we flocie pojazdów, którymi świadczone są usługi komunikacji miejskiej w Piotrkowie Trybunalskim, wymaganego na 1 stycznia 2023 r., będzie bardzo trudne.

**Zakup autobusów zeroemisyjnych wiąże się z poniesieniem ponad 2,5-krotnie wyższych jednostkowych nakładów inwestycyjnych dla autobusów elektrycznych bateryjnych oraz niemal 4,5-krotnych dla autobusów elektrycznych z wodorowymi ogniwami paliwowymi, niż przy zakupie analogicznego taboru z napędem Diesla. Nie istnieje jeszcze rynek używanych autobusów zeroemisyjnych – nie można więc nabyć tańszego pojazdu używanego.**

**Niezwykle wysokie wydatki na zakup taboru zeroemisyjnego ponoszone w całości ze środków własnych jednostki samorządu terytorialnego, wymagałyby rezygnacji przez Miasto z wielu innych przedsięwzięć inwestycyjnych. Uznaje się więc, że decyzja o wdrożeniu wariantu 2 – elektrycznego z zakupem pojazdów zeroemisyjnych, może być podjęta tylko w przypadku uzyskania dodatkowego dofinansowania zwiększonych wydatków z krajowych lub europejskich środków pomocowych.**

Za największe ryzyko dalszej realizacji obydwu wariantów należy uznać brak możliwości finansowych zrealizowania przez Miasto i/lub MZK sp. z o.o. pełnego programu odnowy taboru, czyli brak możliwości poniesienia przez Miasto i MZK sp. z o.o. dostatecznych wydatków budżetowych związanych z wymianą taboru komunikacji miejskiej, np. wskutek braku lub zbyt małego dofinansowania ze środków pomocowych.

Z punktu widzenia jednostki samorządu terytorialnego, efektywność zastosowania autobusów zeroemisyjnych wzrosłaby, gdyby ceny takich pojazdów były znacznie niższe. W tabeli 27 przedstawiono zmiany efektywności finansowej i ekonomicznej przyjętych do analizy wariantów – przy zmniejszeniu kosztu nabywanego autobusu zeroemisyjnego odpowiednio o 10 i 25%. Ponadto przedstawiono zmiany efektywności finansowej i ekonomicznej w przypadku zmniejszenia kosztu nabycia taboru zeroemisyjnego oraz zakupu i budowy infrastruktury zasilającej, w wysokości dotacji przewidzianej w Fazie I krajowego programu „Zielony transport publiczny”, tj. 80% dla autobusu elektrycznego z napędem zasilanym bateriami oraz 50% dla infrastruktury zasilającej (ładowarki zajezdniowe i na pętlach).

Tab. 27. Zmiany efektywności finansowej wariantów elektrycznego i wodorowego w wyniku zmniejszenia kosztu jednostkowego nabywanego taboru

| **Lp.** | **Wyszczególnienie** | **Jednostka** | **Zmniejszenie ceny autobusu zeroemisyjnego** |
| --- | --- | --- | --- |
| **o 10%** | **o 25%** | **jak w Fazie I** |
| **Wariant 2 – elektryczny** |
| 1 | Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (**FNPV/c**)  | tys. zł | -31 669,5 | -28 012,1 | -11 267,1 |
| 2 | Ekonomiczna bieżąca wartość netto (**ENPV**) | tys. zł | -20 363,8 | -17 201,8 | -2 856,7 |
| 3 | Różnica **ENPV** wobec wariantu 1 – konwencjonalnego | tys. zł | -9 277,2 | -6 115,2 | 8 229,9 |
| 4 | Wskaźnik przychód/koszty (**BCR**) | - | 0,37 | 0,41 | 0,81 |

Źródło: opracowanie własne.

Jak wynika z tabeli 27, nawet spadek ceny autobusów elektrycznych o 25%, nie wykazuje jeszcze osiągnięcia korzyści wynikających ze zmniejszenia emisji zanieczyszczeń w wariancie elektrycznym, w porównaniu do wariantu konwencjonalnego, wartość ENPV jest niższa dla wariantów z zakupem taboru zeroemisyjnego.

Zupełnie odwrotna sytuacja występuje przy uwzględnieniu obniżenia ceny taboru zeroemisyjnego i kosztu infrastruktury zasilającej o wysokość potencjalnej dotacji z programu „Zielony transport publiczny”. Przy warunkach finansowania autobusów elektrycznych, jakie wynikają z warunków Fazy I programu, w wariancie 2 – elektrycznym wartość ENPV jest wyższa niż dla wariantu konwencjonalnego.

Z kolei wskaźnik BCR jest wyższy dla wariantu elektrycznego niż dla wariantu konwencjonalnego dla każdego poziomu spadku cen autobusów zeroemisyjnych.

**Wartość progowa ceny standardowego autobusu zeroemisyjnego klasy maxi, o długości około 12 m, przy której ekonomiczna bieżąca wartość netto ENPV byłaby wyższa niż dla wariantu z taborem konwencjonalnym, to dla Piotrkowa Trybunalskiego, w wariancie 2 – elektrycznym, kwota 984,2 tys. zł (o co najmniej 54,01% niższa od przyjętej do analizy).**

**Dopiero przy takiej cenie pojazdów zeroemisyjnych wystąpiłaby ekonomiczna opłacalność zakupu taboru zeroemisyjnego, czyli wystąpiłby obowiązek zakupu taboru zeroemisyjnego, przy uwzględnieniu parametru ENPV.**

**Przy uwzględnieniu obniżki ceny taboru zeroemisyjnego o dotację przewidzianą w programie „Zielony transport publiczny” (lub innych o równoważnym poziomie wsparcia) osiągnięto by korzyść w wariancie inwestycyjnym 2 – elektrycznym, z tytułu zastosowania w piotrkowskiej komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych. Wystąpiłby więc obowiązek wykorzystywania taboru zeroemisyjnego we flocie pojazdów wykorzystywanych do świadczenia przewozów w komunikacji miejskiej – w udziale procentowym we flocie określonym w ustawie o elektromobilności.**

Graniczną wartością ponoszonych nakładów na zakup autobusów zeroemisyjnych (dofinansowania), przy której wystąpiłaby korzyść ze stosowania tych pojazdów jest, przy założeniu obniżenia kosztów infrastruktury o 50%, wartość 1 263 tys. zł, odpowiadająca obniżeniu o 41% ceny autobusu elektrycznego przyjętej do analizy.

Identyfikację podstawowych czynników ryzyka, które mogą mieć wpływ na realizację wariantów, przedstawiono w tabeli 28. Dla każdego z ryzyk zidentyfikowanych jako aktywne przedstawiono jego prawdopodobieństwo i dotkliwość – zgodnie z dokumentem pn. „Przewodnik po analizie kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych. Narzędzie analizy ekonomicznej polityki spójności 2014-2020, Komisja Europejska 2014.” Prawdopodobieństwo ryzyka sklasyfikowano w skali od A – bardzo nieprawdopodobne do E – bardzo prawdopodobne. Siłę oddziaływania (dotkliwość ryzyka) sklasyfikowano natomiast od I – brak oddziaływania na dobrobyt społeczny do V – katastrofalne, wadliwość projektu. Poziom ryzyka, jako połączenie prawdopodobieństwa i siły oddziaływania, określono na podstawie tabeli zamieszczonej w wyżej wymienionym przewodniku.

We wszystkich wariantach ryzyka popytowe w jednakowym stopniu oddziałują na zdolność do realizacji zadań inwestycyjnych. Ujęto je w każdym z wariantów w jednej pozycji.

Bardzo wysokim ryzykiem jest ograniczona możliwość sfinansowania zakupów taboru przez MZK sp. z o.o. Spółka charakteryzuje się obecnie niskim poziomem kapitałów własnych oraz niskim poziomem amortyzacji. W obecnym stanie finansowo-ekonomicznym MZK sp. z o.o. posiada zdolności do nabycia jedynie niewielkiej liczby pojazdów używanych, dla częściowej odnowy taboru.

Wysokim ryzykiem w wariancie 2 – elektrycznym objęty jest brak lub zbyt niskie zaangażowanie finansowe Miasta Piotrków Trybunalski w zakup taboru zeroemisyjnego. Autobusy elektryczne w zasadzie nie występują na rynku wtórnym, konieczne jest więc dokonanie zakupu takich pojazdów jako fabrycznie nowych, co wiąże się z wysokimi nakładami finansowymi. Bez zaangażowania finansowego Miasta, odnowę taboru w wariancie 2 – elektrycznym można uznać ze niemal nierealną. Niewielkie nadwyżki operacyjne budżetu Miasta mocno ograniczają też możliwość realizacji samodzielnie przez Miasto znaczących inwestycji, w tym w odnowę taboru komunikacji miejskiej.

Bardzo wysokim ryzykiem jest brak pozytywnych decyzji NFOŚiGW o przyznaniu środków pomocowych na zakup taboru. Bez wsparcia finansowego dotacją z programu „Zielony transport publiczny” realizację programu inwestycyjnego „Poprawa jakości transportu miejskiego w Piotrkowie Trybunalskim poprzez zakup taboru wraz z niezbędną infrastrukturą” można uznać za niemożliwą w zakładanym horyzoncie czasowym.

Bardzo wysokim ryzykiem jest możliwość znacznego opóźnienia realizacji inwestycji „Poprawa jakości transportu miejskiego w Piotrkowie Trybunalskim poprzez zakup taboru wraz z niezbędną infrastrukturą”. Procedury oceny aplikacji o dotację i pożyczki z programu „Zielony transport publiczny” są długotrwałe i do dnia 10 lipca 2021 r. nie zawarto żadnych umów z potencjalnymi beneficjentami wsparcia finansowego. Brak szczegółowych uwarunkowań otrzymania dotacji, wysoka wartość wydatków do poniesienia oraz trudny okres dla budżetów jednostek samorządu terytorialnego nie skłania do uprzedzającego rozpoczynania procedury wyłaniania wykonawców i dostawców.

Wysokim ryzykiem obarczone są terminowe dostawy taboru zeroemisyjnego, wynikające z prawdopodobnego jednoczesnego zamówienia dużej liczby takich pojazdów przez wiele miast, przy niewielkiej dotychczas ich podaży na rynku oraz ograniczonych zdolnościach wzrostu produkcji – zarówno komponentów, jak i całych pojazdów. Wysokim ryzykiem realizacji w obydwu wariantach zakupu taboru zeroemisyjnego obarczona jest także budowa w wymaganym krótkim czasie niezbędnej infrastruktury zasilającej, związana z procesem uzyskiwania pozwoleń na budowę oraz realizacją inwestycji w obszarach zabudowy miejskiej.

Tab. 28. Wynikowa ocena ryzyka w okresie analizy

| **Rodzaj ryzyka** | **Prawdopodobieństwo** | **Siłaoddziaływania** | **Poziomryzyka** | **Strategiaprzeciwdziałania** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Wariant 1 – konwencjonalny** |
| Długotrwałe utrzymywanie się niskiego popytu na przewozykomunikacji miejskiej | D | III | wysoki | różnorodne działania Miasta promujące korzystanie z komunikacji miejskiej |
| Brak środków własnych MZKsp. z o.o. na odnowę taboru | D | IV | bardzowysoki | coroczne przekazywanie przez Miasto rekompensaty w pełnej wysokości określonej audytem, pełne pokrycie niedopłat z lat ubiegłych |
| Brak możliwości lub niedostateczne sfinansowanie zakupów taboru przez Miasto | C | IV | wysoki | planowanie długookresowe inwestycji |
| Opóźnienia w dostawachtaboru  | A | III | niski | przygotowanie specyfikacji, wyprzedzające ogłaszanie przetargów |
| Wyższe lub zbyt wysokie ceny taboru  | B | II | średni | zmiany kompletacji, częściowy zakup pojazdów niższej klasy |
| Wyższe ceny olejunapędowego  | B | III | umiarkowany | kontrakty długoletnie, dywersyfikacja napędów |
| Wyższe ceny energiielektrycznej | C | I | niski | - |
| **Wariant 2 – elektryczny** |
| Długotrwałe utrzymywanie się niskiego popytu na przewozykomunikacji miejskiej | D | III | wysoki | różnorodne działania Miasta promujące korzystanie z komunikacji miejskiej |
| Brak środków własnych MZKsp. z o.o. na odnowę taboru | D | IV | bardzowysoki | coroczne przekazywanie przez Miasto rekompensaty w pełnej wysokości określonej audytem, pełne pokrycie niedopłat z lat ubiegłych |
| Brak możliwości lub niedostateczne sfinansowanie zakupów taboru przez Miasto | C | IV | wysoki | nadanie priorytetu zakupom taboru, planowanie długookresowe inwestycji |
| Opóźnienie dostaw taboru | C | IV | wysoki | przygotowanie specyfikacji, wyprzedzające ogłaszanie przetargów |
| Wyższe ceny taboru | C | II | umiarkowany | przetargi z wyprzedzeniem, ograniczenie kompletacji, obniżenie klasy taboru |
| Wyższe koszty infrastruktury | C | III | umiarkowany | przygotowanie specyfikacji, wyprzedzające ogłaszanie przetargów |
| Opóźnienie w realizacjiinfrastruktury | C | IV | wysoki | przetargi z wyprzedzeniem |
| Wyższe ceny olejunapędowego  | B | III | umiarkowany | kontrakty wieloletnie, dywersyfikacja napędów autobusów |
| Wyższe ceny energiielektrycznej | C | III | umiarkowany | głównie nocne ładowanie,dodatkowe baterie |
| Wzrost cen baterii | C | II | umiarkowany | wydłużona eksploatacja |

Źródło: opracowanie własne.

Umiarkowane ryzyko związane jest ze stabilnością cen pojazdów zeroemisyjnych, gdyż pomimo że obecne ich ceny należy uznać za dość wysokie, to obowiązek ich wprowadzenia do eksploatacji w znacznej liczbie w dość krótkim okresie (kilku lat), może wpłynąć na ograniczoną ich dostępność. To z kolei wywoła wzrost cen, związany z koniecznością realizacji zwiększonych zamówień – przekraczających normalne zdolności produkcyjne dostawców taboru i komponentów. Średnie ryzyko związane jest natomiast ze stabilnością cen pojazdów zasilanych olejem napędowym.

Umiarkowane ryzyko dotyczy także stabilności cen oleju napędowego oraz cen energii elektrycznej. Ryzyko to może być zmniejszane poprzez zawieranie wieloletnich kontraktów, a przy pojazdach elektrycznych – także poprzez ładowanie głównie w okresie niższych taryf, zapewnianie wymiennych zestawów baterii lub nawet pojazdów rezerwowych i zmniejszenie przez to poboru mocy w okresach szczytowych oraz zmniejszanie poziomu mocy zamówionej.

## Określenie luki w finansowaniu

Określenia niezbędnej wartości dofinansowania dla danego wariantu wymiany taboru dokonano metodą luki w finansowaniu, zgodnie z metodologią przedstawioną w „Wytycznych w zakresie zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód i projektów hybrydowych na lata 2014-2020”, opracowanych i zatwierdzonych w dniu 10 stycznia 2019 r. przez Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju. Wysokość wyliczonej luki w finansowaniu przedstawiono w tabeli 29.

Podstawą ustalenia wartości określenia luki w finansowaniu jest analiza finansowa. Wskaźnik luki w finansowaniu wyliczono według wzoru:

R = (DIC – DNR)/DIC

gdzie:

DIC – oznacza sumę zdyskontowanych nakładów inwestycyjnych przewidzianych do poniesienia w danym wariancie,

DNR – oznacza sumę zdyskontowanych dochodów powiększonych o wartość rezydualną.

Wyniki obliczeń wskazują, że udział własny w wyższej wysokości występuje dla wariantu 2 – elektrycznego. W przypadku decyzji o realizacji wariantu 2 – elektrycznego wysokość wkładu własnego byłaby wyższa o ok. 95% (6,0 mln zł).

Tab. 29. Wysokość luki w finansowaniu dla poszczególnych wariantów
w okresie analizy – lata 2021-2036

| **Wyszczególnienie** | **Jednostka** | **Wariant** |
| --- | --- | --- |
| **konwencjonalny** | **elektryczny** |
| Suma zdyskontowanych nakładówinwestycyjnych (**DIC)** | tys. zł | 23 948,5 | 46 337,0 |
| Razem zdyskontowane dochodyi wartość rezydualna (**DNR**) | tys. zł | -2 135,8 | -5 194,3 |
| Wskaźnik luki w finansowaniu (**R**) | % | 91,08 | 88,79 |
| Całkowite nakłady inwestycyjne | tys. zł | 27 860,0 | 50 133,7 |
| Koszty kwalifikowane skorygowane | tys. zł | 25 375,4 | 44 513,8 |
| Wysokość maksymalnej dotacjiprzy stopie współfinansowania 85% | tys. zł | 21 569,1 | 37 836,7 |
| Udział własny (dla 85%) | tys. zł | 6 290,9 | 12 297,0 |

Źródło: opracowanie własne.

# Podsumowanie

Miasto Piotrków Trybunalski przekracza poziom 50 000 mieszkańców, jest zatem jako jednostka samorządu terytorialnego zobligowane do opracowania analizy kosztów i korzyści, o której mowa w art. 37 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych.

Według stanu na dzień 20 czerwca 2021 r., sieć połączeń piotrkowskiej komunikacji miejskiej tworzyło 10 dziennych linii autobusowych, w tym 8 całotygodniowych. Wśród linii komunikacji miejskiej 2 obsługiwały okoliczne miejscowości w gminach ościennych, które Miastu powierzyły organizację komunikacji miejskiej na swoim obszarze.

Organizatorem autobusowej komunikacji miejskiej w Piotrkowie Trybunalskim jest Prezydent Miasta Piotrkowa Trybunalskiego, którego zadania wykonuje Dział Komunikacji w Zarządzie Dróg i Utrzymania Miasta w Piotrkowie Trybunalskim. Jedynym operatorem piotrkowskiej komunikacji miejskiej i jednocześnie podmiotem wewnętrznym, jest Miejski Zakład Komunikacyjny sp. z o.o. w Piotrkowie Trybunalskim, wykonujący w ramach komunikacji miejskiej ok. 1,5 mln wozokilometrów rocznie, posiadając flotę przeciętnie 33 pojazdów komunikacji miejskiej, w tym średnio 25 w ruchu.

Autobusy eksploatowane przez MZK sp. z o.o., według stanu na dzień 20 czerwca 2021 r., posiadały jedynie silniki na olej napędowy. Średni wiek taboru wynosił aż 18 lat, w tym ponad trzy piąte wszystkich autobusów miało 18 lub więcej lat.

Miasto Piotrków Trybunalski wystąpiło w styczniu 2021 r. do NFOŚiGW o dotację z programu „Zielony transport publiczny” do zakupu 10 autobusów zeroemisyjnych z niezbędną infrastrukturą zasilającą, w ramach realizacji projektu „Poprawa jakości transportu miejskiego w Piotrkowie Trybunalskim poprzez zakup taboru wraz z niezbędną infrastrukturą”. Złożony wniosek jest na etapie procedowania. Zakupione pojazdy udostępnione będą MZK sp. z o.o. do eksploatacji na liniach komunikacji miejskiej.

Miasto wraz z MZK sp. z o.o. określiły w ramach zawierania nowej umowy wykonawczej harmonogram wymiany taboru do 2028 r. Harmonogram ten określa jednostki taborowe jakie ma zakupić Miasto oraz jednostki taborowe jakie ma zakupić Spółka. Przywołany powyżej wniosek jest wykonaniem przez Miasto elementu tego programu.

Analizę kosztów i korzyści wykonano zgodnie z wymogami ustawy o elektromobilności, korzystając z wytycznych i przewodników do sporządzania takich analiz, opracowanych dla potrzeb projektów z dofinansowaniem unijnym.

Zidentyfikowano dwa warianty zmian wyposażenia taborowego piotrkowskiej komunikacji miejskiej, organizowanej przez Prezydenta Miasta Piotrkowa Trybunalskiego:

* wariant 1 – konwencjonalny, w którym założono realizację polityki sukcesywnej wymiany taboru na nowe i używane autobusy klasyczne z napędem Diesla, z uwzględnieniem harmonogramu;
* wariant 2 – elektryczny, w którym założono sukcesywne wprowadzanie taboru z bateryjnym zasilaniem elektrycznym, w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności – wraz z budową instalacji zasilających, a w pozostałym zakresie zakup nowych i używanych pojazdów z napędem Diesla.

Z zapisów art. 12 ust. 1 pkt 8 ustawy o ptz wynika konieczność jednoznacznego wskazania linii komunikacyjnych, na których przewidywane jest wykorzystanie pojazdów elektrycznych lub pojazdów napędzanych gazem ziemnym. Zgodnie z art. 12 ust. 2a przywołanej ustawy, przy opracowywaniu planu transportowego gminy należy uwzględnić również wyniki analizy, o której mowa w art. 37 ust. 1 ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych, sporządzonej przez tę gminę. Wymagane wskazanie w planie transportowym linii do elektryfikacji powinno więc wynikać wprost z analizy kosztów i korzyści.

Miasto we wniosku o dotację z programu „Zielony transport publiczny” dla projektu inwestycyjnego „Poprawa jakości transportu miejskiego w Piotrkowie Trybunalskim poprzez zakup taboru wraz z niezbędną infrastrukturą” określiło linie obsługiwane przez zakupiony tabor jako linie: 2 6 i 7. Proponuje się więc, aby przydział linii do obsługi taborem zeroemisyjnym w wariancie 2 – elektrycznym przedstawiał się następująco:

* w pierwszej kolejności – linia 6, z ładowarką pantografową na pętli Dmowskiego FMG „PIOMA”;
* w drugiej kolejności – linie 2 i 7, z instalacją kolejnej ładowarki na pętli Dmowskiego FMG „PIOMA” oraz nowej ładowarki na pętli Słowackiego Osiedle;
* uzupełniająco autobusy elektryczne, w zależności od przydziału zadań, obsługiwałyby w dni powszednie i soboty linie: 0, 4, 5, 8 i 10, a w niedziele linie: 0, 4 i 8.

Zachowano przy tym możliwość zmian w przypisaniu pojazdów do linii w skali dnia, ograniczając ją jednak tylko do poszczególnych segmentów linii, wyodrębnionych w zależności od napędu obsługujących je pojazdów.

W przeprowadzonej analizie społeczno-ekonomicznej uwzględniono oszczędności w kosztach eksploatacyjnych oraz efekty zewnętrzne związane z emisją gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń atmosfery oraz zmniejszenia hałasu.

Obliczone w analizie wskaźniki finansowe FNPV/c oraz FRR/c, są ujemne dla obydwu wariantów. Ujemne wartości osiągnęły także wskaźniki ENPV. W porównaniu do scenariusza bazowego najkorzystniej wypadł wariant konwencjonalny. **Przy przyjętych założeniach, analiza wykazała brak korzyści ze stosowania taboru zeroemisyjnego, a zatem i brak obowiązku jego stosowania**.

Głównym powodem negatywnych wyników analizy są wysokie ceny autobusów zeroemisyjnych oraz konieczność ponoszenia znaczących dodatkowych nakładów na instalacje zasilające autobusów elektrycznych.

W analizie nie uwzględniano innych dodatnich efektów związanych z zastosowaniem taboru zeroemisyjnego, mogących istotnie wpłynąć na jej wynik, takich jak:

* wzrost zainteresowania mieszkańców korzystaniem z zeroemisyjnej komunikacji miejskiej;
* wpływ zastosowania taboru zeroemisyjnego na ocenę postrzegania miasta;
* wpływ zastosowania taboru zeroemisyjnego na zmianę zachowań transportowych mieszkańców.

Z punktu widzenia jednostki samorządu terytorialnego, efektywność zastosowania autobusów zeroemisyjnych znacznie by wzrosła, gdyby ceny takich pojazdów były niższe.

W wyniku symulacji zmiany efektywności finansowej i ekonomicznej przyjętych do analizy wariantów stwierdzono, że w przypadku Piotrkowa Trybunalskiego dla wariantu 2 – elektrycznego, wartość progowa ceny standardowego autobusu klasy maxi z napędem elektrycznym zasilanym z baterii, przy której ekonomiczna bieżąca wartość netto ENPV byłaby wyższa w porównaniu do wariantu z taborem konwencjonalnym, to kwota 984,2 tys. zł (o 54% niższa od przyjętej do analizy).

Dopiero przy takich cenach pojazdów zeroemisyjnych wystąpiłaby ekonomiczna opłacalność zakupu taboru zeroemisyjnego, czyli wystąpiłby obowiązek zakupu taboru zeroemisyjnego, przy uwzględnieniu korzyści wynikających ze zmniejszenia emisji zanieczyszczeń. Korzyści z zakupu autobusów z napędem elektrycznym dla jednostki samorządu terytorialnego znacznie wzrosną przy zmniejszeniu wkładu własnego w nabywanym taborze – jako efektu wykorzystania zewnętrznych źródeł finansowania inwestycji (np. otrzymania bezzwrotnej dotacji ze środków krajowych).

W przeprowadzonej analizie wykazano, że w przypadku skorzystania z obniżki ceny taboru zeroemisyjnego dla jednostki samorządu terytorialnego o dotację przewidzianą w programie NFOŚiGW „Zielony transport publiczny” osiągnięto by w wariancie 2 – elektrycznym korzyść z tytułu zastosowania w piotrkowskiej komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych.

W związku z wynikiem przeprowadzonej analizy, tj. brakiem korzyści ekonomicznych, wskazujących bezwarunkowo na zasadność eksploatacji autobusów zeroemisyjnych, Miasto Piotrków Trybunalski zamierza nabyć dla swojego operatora wewnętrznego autobusy elektryczne tylko w sytuacji możliwości pozyskania dofinansowania ich zakupu ze środków zewnętrznych, zapewniających efektywność przedsięwzięcia.

**Przy przyjętych założeniach, analiza wykazała, że w przypadku skorzystania ze środków pomocowych zapewniających dofinansowanie do ceny zakupu taboru zeroemisyjnego w wysokości przewidzianej w programie NFOŚiGW „Zielony transport publiczny” wystąpiłyby korzyści ze stosowania taboru zeroemisyjnego, a zatem i obowiązek ich stosowania**. Obowiązek ten uwarunkowany jest jednak pozyskaniem zewnętrznego finansowania obniżającego cenę taboru elektrycznego zasilanego z baterii o minimum 41%, a infrastruktury zasilającej – minimum o 50%.

Niniejsza analiza kosztów i korzyści nie jest polityką, strategią, planem lub programem, o których mowa w art. 46 ust. 2 i 3 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 2021 r. poz. 247 ze zm.). Niniejsza analiza kosztów i korzyści w żaden sposób nie oddziałuje na obszary Natura 2000, a ponadto realizacja analizowanych wariantów, w szczególności elektrycznego, wpływa pozytywnie na zmniejszenie emisji zanieczyszczeń emitowanych do atmosfery w obszarze funkcjonowania piotrkowskiej komunikacji miejskiej. Analiza kosztów i korzyści nie podlega więc obowiązkowi przeprowadzenia strategicznej oceny oddziaływania na środowisko.

# Informacjao udziale społeczeństwa w postępowaniu (projekt)

Konsultacje społeczne projektu dokumentu pn. „Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem przy świadczeniu usług piotrkowskiej komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych” przeprowadzono na podstawie ogłoszenia Dyrektora Zarządu Dróg i Utrzymania Miasta w Piotrkowie Trybunalskim, wydanego na podstawie art. 39 ust. 1 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 (t.j. Dz. U. z 2021 r., poz. 247) w związku z art. 37 ust. 3 ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2021 r., poz. 110).

Celem konsultacji było zebranie opinii, propozycji i uwag mieszkańców miasta Piotrkowa Trybunalskiego i okolicznych gmin na temat zapisów ww. analizy.

Konsultacje społeczne przeprowadzono w terminie od …… 2021 r. do …… 2021 r., w formie zbierania formularzy konsultacyjnych.

Z treścią dokumentu zapoznać można się było:

1. w Biuletynie Informacji Publicznej ZDiUM, na stronie www.zdium-piotrkow.4bip.pl;
2. na głównej stronie internetowej ZDiUM: www.zdium-piotrkow.pl.

Uwagi do projektu dokumentu można było składać do dnia …… na formularzu konsultacyjnym:

1. drogą elektroniczną (skan) – przesyłając je na adres e-mailowy: … i wpisując w tytule wiadomości „Konsultacje społeczne AKK”;
2. faksem na nr +……;
3. drogą korespondencyjną na adres: Dział Komunikacji, Zarząd Dróg i Utrzymania Miasta w Piotrkowie Trybunalskim, ul. Kasztanowa 31, 97-300 Piotrków Trybunalski, z dopiskiem „Konsultacje społeczne AKK” – w terminie do dnia …… (liczyła się data wpływu)

lub ustnie do protokołu w siedzibie Zarządu Dróg i Utrzymania Miasta w Piotrkowie Trybunalskim, ul. Kasztanowa 31, 97-300 Piotrków Trybunalski, pok. 1 (przy okienku podawczym) – w godzinach pracy zarządu tj. od poniedziałku do piątku w godzinach 7:00-15:00.

1. „Zasady opracowania wymaganej ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych analizy korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Praktyczny przewodnik dla samorządów”. IGKM Warszawa, 2018 r. [↑](#footnote-ref-1)
2. Strategia przyjęta uchwałą nr XXXI/414/21 Sejmiku Województwa Łódzkiego z dnia 6 maja 2021 r. [↑](#footnote-ref-2)
3. Przyjęty uchwałą nr 613/21 Zarządu Województwa Łódzkiego z dnia 29 czerwca 2021 r. [↑](#footnote-ref-3)
4. Program przyjęty uchwałą nr XX/303/20 Sejmiku Województwa Łódzkiego z dnia 15 września 2020 r. [↑](#footnote-ref-4)
5. Strategia przyjęta uchwałą nr III/22/14 Rady Miasta Piotrkowa Trybunalskiego z dnia 22 grudnia 2014 r. [↑](#footnote-ref-5)
6. Plan przyjęty uchwałą nr IV/41/19 Rady Miasta Piotrkowa Trybunalskiego z dnia 30 stycznia 2019 r. [↑](#footnote-ref-6)
7. Plan przyjęty uchwałą Rady Miasta Piotrkowa Trybunalskiego nr XIII/207/19 z dnia 30 października 2019 r. [↑](#footnote-ref-7)
8. Aktualizacja Planu przyjęta uchwałą nr X/161/19 Radym Miasta Piotrkowa Trybunalskiego z dnia 28 sierpnia 2019 r. [↑](#footnote-ref-8)
9. Program przyjęty uchwałą nr XXXII/439/21 Rady Miasta Piotrkowa Trybunalskiego z dnia 27 stycznia 2021 r. [↑](#footnote-ref-9)
10. www.bip.piotrkow.pl, dostęp 30 czerwca 2021 r. [↑](#footnote-ref-10)
11. http://www.kobize.pl/pl/fileCategory/id/16/krajowa-inwentaryzacja-emisji, dostęp: 20.05.2021 r. [↑](#footnote-ref-11)
12. ENPV – ekonomiczna wartość bieżąca projektu. [↑](#footnote-ref-12)
13. EIRR – ekonomiczna wewnętrzna stopa zwrotu. [↑](#footnote-ref-13)
14. BCR – stosunek sumy zdyskontowanych korzyści projektu do zdyskontowanych kosztów. [↑](#footnote-ref-14)