

ANALIZA KOSZTÓW I KORZYŚCI
ZWIĄZANYCH Z WYKORZYSTANIEM
PRZY ŚWIADCZENIU USŁUG KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ
AUTOBUSÓW ZEROEMISYJNYCH
DLA MIASTA PABIANICE

Wersja z dnia 27 grudnia 2018 r.

Spis treści

Wstęp	3
1. Zakres i podstawy prawne opracowania oraz zastosowane definicje i określenia	6
1.1. Struktura analizy i dokumenty źródłowe.....	6
1.2. Definicje i określenia	7
2. Podstawy opracowania analizy kosztów i korzyści	10
3. Charakterystyka komunikacji miejskiej w Pabianicach.....	17
4. Tabor Pabianicej komunikacji miejskiej.....	25
4.1. Aktualny stan taboru.....	25
4.2. Planowane zamierzenia inwestycyjne.....	27
5. Identyfikacja wariantów.....	31
5.1. Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych Pabianic	31
5.2. Wybór rodzaju napędu	37
5.3. Rozwiązania sposobów ładowania autobusów zeroemisyjnych	39
5.4. Proponowane warianty.....	42
5.5. Wybór linii do obsługi taboru zeroemisyjnym	52
6. Analiza kosztów i korzyści	71
6.1. Przyjęte założenia analizy kosztów i korzyści	73
6.2. Wyniki analizy kosztów i korzyści	79
6.3. Trwałość finansowa	84
6.4. Analiza wrażliwości i ryzyka	89
6.5. Określenie luki w finansowaniu	94
7. Podsumowanie	96
8. Informacja o udziale społeczeństwa w postępowaniu (projekt).....	101

Wstęp

Mieszkańcy oczekują wysokiej jakości życia, która uznawana jest za najważniejszy czynnik wpływający na rozwój miast. Transport ma duże znaczenie w jej kształtowaniu, gdyż w miastach i aglomeracjach stanowi istotne źródło zanieczyszczeń i hałasu. Zmierzając w kierunku poprawy jakości życia, należy wprowadzić niezbędne zmiany w strukturze podróży miejskich, które – jak dotąd – zdominowane są przez samochody osobowe. Efektem tych zmian powinien być wzrost udziału transportu publicznego. Mieszkańców łatwiej będzie jednak zachęcić do korzystania z komunikacji miejskiej, jeżeli będą w niej wykorzystywane pojazdy ekologiczne – ciche i zeroemisyjne – przede wszystkim z napędem elektrycznym.

Odpowiedzią na oczekiwania społeczeństwa jest elektromobilność – przemieszczanie się za pomocą zeroemisyjnych środków transportu, które nie zanieczyszczają bezpośredniego otoczenia mieszkańców i nie generują dużego hałasu, wskutek czego podnoszą komfort życia w miastach. Z elektromobilnością nierozdzielnie wiąże się innowacyjność – wykorzystanie i rozwój najnowszych dostępnych technologii.

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 października 2014 r. poz. L 307/1). Na grunt krajowy transponuje tę dyrektywę ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2018 r., poz. 317 z późn. zm.) – 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 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, nakłada obowiązki informacyjne i wprowadza obowiązek korzystania z pojazdów zeroemisyjnych przez przedsiębiorstwa realizujące usługi publiczne oraz tworzy zasady funkcjonowania stref czystego transportu.

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 Pabianice jest jednostką samorządu terytorialnego, której liczba mieszkańców – według danych GUS – w latach 2012-2017 wynosiła ponad 65 tys. i tym samym przekraczała przywołany limit demograficzny wynikający z art. 36 ust. 1 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych. Miasto Pabianice jest więc prawnie zobowiązane do cyklicznego sporządzania analiz kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Pierwszą analizę należy wykonać do dnia 31 grudnia 2018 r. Przedmiotowa analiza stanowi treść niniejszego opracowania.

1. Zakres i podstawy prawne opracowania oraz zastosowane definicje i określenia

1.1. Struktura analizy i dokumenty źródłowe

W ramach dokumentu przedstawiono:

- aktualną sytuację eksploatacyjną pabianickiej komunikacji miejskiej, w tym stan jej taboru;
- planowane do realizacji warianty wymiany taboru na konwencjonalny i zeroemisyjny;
- 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 (Dz. U. z 2018 r., poz. 317 z późn. zm.);
 - ustawę z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji (tekst jednolity Dz. U. z 2018 r. poz. 1271);
 - ustawę z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (tekst jednolity Dz. U. z 2018 r., poz. 2016);
 - 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. 13.02.2015 r., poz. L 38/1);
- opracowania dotyczące analizy kosztów i korzyści, którymi są:
 - „Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach” Nowa edycja, Jaspers, sierpień 2015 r. (<https://www.pois.gov.pl/strony/o-programie/dokumenty/niebieskie-ksiegi-dla-projektow-w-sektorze-transportu-publicznego-infrastruktury-drogowej-oraz-kolejowej/>, dostęp: 30.11.2018 r.);
 - „Analiza kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej. Vademecum Beneficjenta”, opracowanie CUPT Warszawa, 2016 r.

(<https://www.cupt.gov.pl/wdrazanie-projektow/analiza-kosztow-i-korzysci/metodyka-analazy-kosztow-i-korzysci/vademecum-beneficjenta>, dostęp: 30.11.2018 r.);

„Przewodnik po analizie kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych. Narzędzie analizy ekonomicznej polityki spójności 2014-2020”, opracowanie Komisja Europejska, grudzień 2014 r. (https://www.mos.gov.pl/fileadmin/user_upload/fundusze/Przewodnik_do_analazy_kosztow.pdf, dostęp: 30.11.2018 r.);

„Najlepsze praktyki w analizach kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków unijnych”, opracowanie CUPT, grudzień 2014 r.

(https://www.cupt.gov.pl/images/zakladki/analiza_koszt%C3%B3w_i_korzysci/AKK_CUPT_2014_pol.pdf, dostęp: 30.11.2018 r.);

„Wytyczne w zakresie zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód i projektów hybrydowych na lata 2014-2020” (<https://www.funduszeuropejskie.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: 30.11.2018 r.);

„Zasady opracowania wymaganych 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.

W opracowaniu przywołano niektóre z wymienionych dokumentów źródłowych.

1.2. 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** – gminne przewozy pasażerskie wykonywane w granicach administracyjnych miasta albo:
 - miasta i gminy;
 - miast, albo
 - miast i gmin sąsiadujących;
 jeżeli zostało zawarte porozumienie lub został utworzony związek międzygminny w celu wspólnej realizacji publicznego transportu zbiorowego;
- **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 Miejska Pabianice;
- **MZK Sp. z o.o.** – Miejski Zakład Komunikacyjny Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością, z siedzibą przy ul. Lutomierskiej 48, 95-200 Pabianice, określane w opracowaniu także jako **Spółka**;
- **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;
- **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 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 nazywany także autobusem wyposażonym w ogniwa paliwowe;
- **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);
- **publiczny transport zbiorowy** – powszechnie dostępny regularny przewóz osób wykonywany w określonych odstępach czasu i po określonej linii komunikacyjnej, liniach komunikacyjnych lub sieci komunikacyjnej;
- **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;
- **ustawa o ptz** – ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (tekst jednolity Dz. U. z 2018 r. poz. 2016);
- **ustawa o elektromobilności** – ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2018 r., poz. 317 z późn. zm.);
- **Wydział ITK** – Wydział Infrastruktury Technicznej i Komunikacji Urzędu Miejskiego w Pabianicach, ul. św. Jana 4, 95-200 Pabianice – wykonujący funkcje organizatora publicznego transportu zbiorowego na obszarze Gminy Miejskiej Pabianice i gmin, które podpisały z nią porozumienia międzygminne w sprawie wspólnej realizacji zadań w tym zakresie;
- **ZDiT w Łodzi** – Zarząd Dróg i Transportu w Łodzi – jednostka budżetowa Miasta Łodzi, wykonująca funkcje organizatora publicznego transportu zbiorowego na obszarze Gminy Miasto Łódź i gmin, które podpisały z nią porozumienia międzygminne w sprawie wspólnej realizacji zadań w tym zakresie.

2. Podstawy opracowania analizy kosztów i korzyści

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 zlecenia 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, gdy tylko jeden, wybrany operator, będzie posiadać i eksploatować tabor zeroemisyjny w liczbie wymaganej dla danej daty dla całej floty.

Przedstawione zobowiązania są bardzo rygorystyczne, zwłaszcza że autobus zeroemisyjny, to wyłącznie autobus o napędzie elektrycznym – bez jakiegokolwiek 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 Pabianice przekracza próg 50 000 mieszkańców. 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 zlecenia 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 siarki i azotu. 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:

a) analizę finansowo-ekonomiczną;

- b) oszacowanie efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla środowiska naturalnego i zdrowia ludzi;
- c) 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 powinna także zawierać elementy wynikające z art. 80 w związku z art. 59 ustawy o elektromobilności. W przypadku planowanego wykorzystywania pojazdów elektrycznych, są to:

- wyznaczenie linii komunikacyjnych, na których przewidywane jest wykorzystanie pojazdów elektrycznych – wraz z planowanym terminem rozpoczęcia ich użytkowania;
- określenie geograficznego położenia infrastruktury ładowania, jeżeli wyniki analizy wskazują na zasadność wykorzystania w publicznym transporcie zbiorowym autobusów zeroemisyjnych.

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

Jednostka samorządu terytorialnego po raz pierwszy sporządza analizę, o której mowa w art. 37 ust. 1 ustawy o elektromobilności, w terminie do dnia 31 grudnia 2018 r.

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 których mowa w rozdziale 2 ustawy z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym.

Niezbędna aktualizacja planu transportowego dotyczy:

- uwzględnienia wyników analizy w planie transportowym;
- 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)

oraz 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.

Zmiany w planie transportowym w powyższym zakresie muszą być wprowadzone w ciągu roku od wejścia w życie ustawy o elektromobilności, czyli do dnia 22 lutego 2019 r.

Ustawa o elektromobilności nie określiła zasad sporządzania analizy i nie upoważniła także żadnego z ministrów do wydania rozporządzenia określającego sposób jej opracowywania. Do końca listopada 2018 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 Warszawie¹. 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;

¹ „Zasady opracowania wymaganych 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.

- analiza finansowa;
- analiza społeczno-ekonomiczna;
- analiza wrażliwości;
- ocena ryzyka.

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

Identyfikacja wariantów polega na zdefiniowaniu co najmniej dwóch scenariuszy działań: realizacji zamierzeń inwestycyjnych zmierzających do spełnienia wymogów określonego w ustawie o elektromobilności 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 ujmujemy 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 punkcie 9.2., aby analiza ekonomiczna 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.

3. Charakterystyka komunikacji miejskiej w Pabianicach

Miasto Pabianice położone jest w centralnej części województwa łódzkiego. Pabianice graniczą z Łodzią i są, nie licząc Łodzi, największym miastem należącym do Aglomeracji Łódzkiej. Przez Pabianice przepływa niewielka rzeka Dobrzyńka.

Pabianice są jednocześnie gminą miejską oraz powiatem grodzkim i stanowią siedzibę władz miejskich oraz powiatu pabianickiego. Miasto jest ośrodkiem subregionalnym, należącym do Łódzkiego Obszaru Metropolitalnego, który tworzą Łódź wraz z przyległymi powiatami: brzezińskim, łódzkim-wschodnim, pabianickim i zgierskim. Łódzki Obszar Metropolitalny obejmuje łącznie 28 gmin, w tym 7 miejskich i zamieszkały jest przez ponad 1,1 mln osób.

Poza Łodzią, Miasto Pabianice graniczy także z gminą miejsko-wiejską Rzgów położoną w powiecie łódzkim wschodnim oraz gminami wiejskimi Dobroń, Ksawerów i Pabianice – położonymi w powiecie pabianickim. Z gminą Dobroń z kolei graniczy miasto Łask, posiadające połączenie linią komunikacji miejskiej z Pabianicami.

Miasto ma układ równoleżnikowy. Centralną część miasta zajmują obszary zurbanizowane: rejon składowo-przemysłowy w dolinie rzeki oraz wzdłuż drogi do Łodzi, zabudowy jednorodzinnej w części wschodniej i zachodniej oraz zabudowy wielorodzinnej lub mieszanej jedno-i wielorodzinnej na pozostałym obszarze.

Centralna część Pabianic charakteryzuje się koncentracją usług publicznych, jest to obszar o zwartej zabudowie miejskiej, w części o charakterze historycznym. W zachodniej części zabudowy miejskiej znajduje się dworzec kolejowy.

Miasto Pabianice przecina niemal równoleżnikowo ciąg ulic: Warszawska (będąca fragmentem drogi krajowej nr 71), Zamkowa i Łaska (w ciągu drogi wojewódzkiej nr 482). Wzdłuż ulicy Łaskiej oraz w ul. Zamkowej i wzdłuż ul. Warszawskiej, poprowadzona jest trasa linii tramwajowej w kierunku Łodzi.

Przy zachodniej granicy miasta, lecz już poza jego granicami, przebiega droga ekspresowa S-14, stanowiąca obwodnicę Pabianic.

Według Banku Danych Lokalnych GUS, w dniu 31 grudnia 2017 r. liczba ludności miasta wynosiła 65 823 osób, co 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 5,02% w latach 2010-2017), co jest zjawiskiem typowym w skali kraju. Spadek ten wynika z ujemnego salda migracji, stanowiącego efekt procesów suburbanizacji oraz z ujemnej stopy przyrostu natural-

nego, czego efektem jest również niewielki spadek średniej gęstości zaludnienia. Liczbę mieszkańców, powierzchnię i gęstość zaludnienia Pabianic w latach 2010-2017 zaprezentowano w tabeli 1.

Tab. 1. Liczba ludności, powierzchnia i gęstość zaludnienia Pabianic w latach 2010-2017

Wyszczególnienie	Jedn.	Rok							
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Liczba mieszkańców	[osób]	69 303	68 922	68 321	67 688	67 207	66 895	66 265	65 823
Powierzchnia ogółem	[ha]	3 299	3 299	3 299	3 299	3 299	3 299	3 299	3 299
Gęstość zaludnienia	[osób/km ²]	2 101	2 089	2 071	2 052	2 037	2 028	2 009	1 995

Źródło: Bank Danych Lokalnych GUS.

Według stanu na 31 grudnia 2017 r. miasto Pabianice zajmowało 60. miejsce w kraju pod względem liczby ludności oraz 153. miejsce pod względem zajmowanej powierzchni. Gęstość zaludnienia Pabianic jest więc znacznie większa od średniej krajowej dla miast.

Organizatorem pabianickiej komunikacji miejskiej jest Prezydent Miasta Pabianic. Zadania organizatora wypełnia wyspecjalizowana komórka organizacyjna – Wydział Infrastruktury Technicznej i Komunikacji Urzędu Miejskiego w Pabianicach, ul. św. Jana 4, 95-200 Pabianice. Przedmiotem działania Wydziału ITK jest m.in. prowadzenie spraw dotyczących publicznego transportu zbiorowego wraz z pełnieniem w imieniu Prezydenta funkcji organizatora publicznego transportu zbiorowego.

Do zadań Wydziału ITK należy w szczególności:

- planowanie usług komunikacyjnych oraz organizowanie linii komunikacyjnych;
- nadzorowanie prawidłowości funkcjonowania publicznego transportu zbiorowego;
- prowadzenie zagadnień związanych z zawarciem i realizacją umowy o świadczenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego;
- prowadzenie spraw związanych z drukiem i dystrybucją biletów jednorazowych oraz funkcjonowaniem systemu biletu elektronicznego i systemów płatności mobilnych;
- prowadzenie spraw związanych z utrzymaniem należytego stanu technicznego infrastruktury wykorzystywanej do świadczenia usług publicznego transportu zbiorowego, w tym infrastruktury tramwajowej (torowisko, sieć trakcyjna);

- zarządzanie przystankami komunikacyjnymi oraz dworcami, których właścicielem lub zarządzającym jest Miasto Pabianice;
- przygotowywanie informacji pasażerskiej.

Linie pabianickiej komunikacji miejskiej obsługują, poza miastem Pabianicami, na podstawie zawartych porozumień komunalnych, także trzy sąsiadujące z miastem gminy: Ksawerów i Pabianice (gminy wiejskie) oraz miasto i gminę Rzgów.

W zasięgu funkcjonowania komunikacji miejskiej organizowanej przez miasto Pabianice, według Banku Danych Lokalnych GUS – stan na 31 grudnia 2017 r., zamieszkiwało łącznie 91 tys. osób.

Wg stanu na dzień 30 listopada 2018 r. Miasto wykorzystywało do realizacji usług przewozowych jednego operatora – MZK Sp. z o.o. – będącego podmiotem wewnętrznym i realizującego przewozy na podstawie umowy wykonawczej o świadczenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego, zawartej w dniu 30 grudnia 2013 r. Umowa ta obejmuje okres od dnia 1 stycznia 2014 r. do dnia 31 grudnia 2023 r.

Zgodnie z uchwałą nr XLIV/392/05 Rady Miejskiej w Pabianicach z dnia 30 marca 2005 r. w sprawie przekształcenia zakładu budżetowego w Spółkę oraz zgodnie z treścią aktu założycielskiego Spółki, przedmiotem działalności MZK Sp. z o.o. jest w szczególności wykonywanie zadania własnego Gminy Miejskiej Pabianice – określonego w art. 7 ust. 1 pkt. 4 ustawy z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym (Dz. U. z 2018 r., poz. 994 z późn. zm.) – polegającego na zapewnieniu komunikacji miejskiej zgodnie z zasadami określonymi w ustawie z dnia 6 marca 2001 r. o transporcie drogowym (Dz.U. z 2017 r., poz. 2200 z późn. zm.).

Według stanu na dzień 30 listopada 2018 r., sieć połączeń pabianickiej komunikacji miejskiej tworzyło 17 linii autobusowych – 16 dziennych i 1 nocna – i jedna linia tramwajowa. Linie oznaczone są handlowo numerami – autobusowe: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 260, 261, 262, 263, 264 i 265, a tramwajowa – 41, a także literowo: D, T i W lub literowo-cyfrowo – N4B.

Organizatorem linii tramwajowej 41 oraz nocnej linii autobusowej N4B jest Zarząd Dróg i Transportu w Łodzi, a obsługuje je MPK – Łódź Sp. z o.o. – podmiot wewnętrzny Miasta Łódź. Linie te funkcjonują na podstawie porozumień międzygminnych zawartych pomiędzy miastem Łódź, gminą Ksawerów oraz miastem Pabianice.

Organizatorem linii D jest Gmina Łask, a obsługuje ją Zakład Komunikacji Miejskiej w Łasku – samorządowy zakład budżetowy Gminy Łask. Połączenie to jest realizowane na podstawie porozumienia międzygminnego zawartego pomiędzy miastem Pabianice, gminą Dobroń i gminą Łask.

Pozostałe linie organizowane były przez miasto Pabianice.

Trasy każdej z linii, poza linią 264, obejmowały swoim zasięgiem miasto Pabianice, w tym trasy siedmiu linii: 1, 2, 3, 4, 5, 6, i 7 – nie przekraczały granicy Pabianic.

Poszczególne linie organizowane przez miasto Pabianice obsługiwały odpowiednio:

- miasto Pabianice i gminę wiejską Pabianice – linie 260, 261, 262 i 265;
- miasto Pabianice i gminę wiejską Ksawerów – linia 263;
- wyłącznie miejscowości w gminie Ksawerów – linia 264;
- miasto Pabianice, gminę Ksawerów oraz miasto i gminę Rzgów – linie T i W.

Wymienione linie realizowane były na podstawie porozumień międzygminnych zawartych przez miasto Pabianice z poszczególnymi gminami.

Według kryterium dni kursowania, linie organizowane przez miasto Pabianice dzielą się na trzy kategorie, obejmujące odpowiednio:

- osiem całorocznych linii całotygodniowych – 1, 2, 4, 5, 6, 7, 265 i T;
- trzy całoroczne linie funkcjonujące tylko w dni powszednie od poniedziałku do piątku oraz w soboty – 3, 260 i 263;
- dwie całoroczne linie funkcjonujące tylko w dni powszednie od poniedziałku do piątku – 261 i 262;
- jedną całoroczną linię funkcjonującą tylko w dni powszednie nauki szkolnej – 264;
- jedną całoroczną linię funkcjonującą tylko w niedziele i święta – W;

Linia tramwajowa 41 organizowana przez miasto Łódź była linią całoroczną i całotygodniową, a kursy na linii nocnej N4B zaplanowano tylko w noc z piątku na sobotę i z soboty na niedzielę.

Linia D organizowana przez gminę Łask była linią całoroczną i całotygodniową.

W Pabianicach stosowana jest dla linii zawierających się w granicach miasta zasada pełnej rytmizacji rozkładów jazdy, przy kategoryzacji linii względem standardu częstotliwości kursów. Funkcjonowanie sieci linii o stałych taktach częstotliwości kursów, jest dla pasażerów niewątpliwym walorem pabianickiej komunikacji miejskiej.

Pod względem częstotliwości kursów, w pabianickiej komunikacji miejskiej można wyróżnić następujące kategorie połączeń:

- linie priorytetowe (I kategorii) – z kursami z częstotliwością dwukrotnie wyższą od częstotliwości modułowej – co 20 minut w szczytowym okresie podaży dnia powszedniego – dwie linie: 1 i 7;
- linie podstawowe (II kategorii) – z kursami z częstotliwością równą częstotliwości modułowej, wynoszącą 40 minut – trzy linie: 2, 3 i 5;
- linie uzupełniające (III kategorii) – z kursami z częstotliwością dwukrotnie niższą od częstotliwości modułowej (co 80 minut) – pięć linii: 4, 6, 261, 262 i 263;

- linie zindywidualizowane (IV kategorii) – grupa reprezentowana przez linie, na których wykonywane są kursy dopasowane do indywidualnych potrzeb obsługiwanych nimi grup pasażerów – pięć linii: 260, 264, 265, T i W.

Na linii tramwajowej 41, stanowiącej połączenie z Łodzią, kursy w dniu powszednim wykonywane są z częstotliwością co 24 minuty, natomiast linie: D i nocna N4B, mają charakter połączeń zindywidualizowanych.

Cechą charakterystyczną pabianickiej komunikacji miejskiej jest dezintegracja taryfowa – funkcjonowanie aż trzech taryf opłat: pabianickiej (podstawowej), łódzkiej (obowiązującej na linii tramwajowej 41 i na nocnej linii autobusowej N4B) i łaskiej (obowiązującej na linii D).

W sprzedaży oferowane są bilety ważne w łódzkiej i pabianickiej komunikacji miejskiej („wspólny bilet pabianicko-łódzki”) oraz bilety ważne również na przejazdy pociągami, które w odpowiedniej cenie obowiązują także w łódzkiej, pabianickiej i łaskiej komunikacji miejskiej („wspólny bilet aglomeracyjny+”). Ceny tych biletów przestają być jednak atrakcyjne w przypadku korzystania przez pasażerów z Karty Pabianiczana, która upoważnia do przejazdów ze zniżką 50% – na podstawie biletów ważnych tylko na liniach obsługiwanych przez MZK Pabianice.

Inną charakterystyczną cechą pabianickiej komunikacji miejskiej funkcjonowanie większości linii komunikacji miejskiej z częstotliwością modułową (20/40/80 minut), ze skoordynowaniem rozkładów jazdy poszczególnych linii tworzących sieć komunikacyjną. Przykładowo, linie: 1, 3 i 5 na odcinku od Dworca PKP przez Szpital do skrzyżowania ulic Orlej, Kilińskiego i Grota-Roweckiego (na części trasy dwiema równoległymi, dość bliskimi od siebie trasami) zapewniają wspólną, rytmiczną częstotliwość 10-minutową w szczytowych okresach podaży dnia powszedniego (w godzinach od 6 do 18) oraz 20-minutową w pozostałych godzinach dnia powszedniego, a także w soboty, niedziele i święta. Taką samą częstotliwość udało się uzyskać w szczytowych okresach podaży w dni powszednie oraz soboty pomiędzy pętlą Waltera-Jankego a centrum (trasą prowadzącą ulicami Nawrockiego i Grota-Roweckiego) – zapewniając naprzemiennie odjazdy autobusów linii: 2, 7, 260, 261 i 262. Z kolei koordynując odjazdy autobusów linii: 1, 4 i 6 na trasie Waltera-Jankego – centrum – os. Piaski udało się zapewnić rytmiczne odjazdy – naprzemiennie co 10-20 minut.

Charakterystyczną cechą pabianickiej komunikacji miejskiej jest także w dość ograniczonym zakresie pokrywanie się tras linii autobusowych z trasą linii tramwajowej. W największym stopniu wzdłuż linii tramwajowej poprowadzona jest linia T, mniejsze pokrycie tras jest w przypadku linii 260 i 262, a tylko częściowe – linii 4 i 6, jednak żadna z wymienionych linii nie funkcjonuje z częstotliwością wyższą niż 60-minutowa, nie stanowią więc istotnej alternatywy dla tramwaju.

Dwie z pętli autobusowych pabianickiej komunikacji miejskiej skupiają po kilka linii:

- położona we wschodniej części miasta pętla Waltera-Jankego – pięć linii: 2, 4, 5, 6 i 7, w tym jedną priorytetową (7) i dwie podstawowe (2 i 5);
- położona w zachodniej części miasta pętla Dworzec PKP – trzy linie: 1, 3 i 5, w tym jedną priorytetową (1) i dwie podstawowe (3 i 5).

Jest to okoliczność umożliwiającą nie tylko 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 też mocno ułatwiająca wprowadzenie do eksploatacji taboru zeroemisyjnego i jego przyszłe zwiększenie zaangażowania w obsłudze komunikacyjnej.

W tabeli 2 przedstawiono następujące dane charakteryzujące pabianicką komunikację miejską (wykonanie w latach 2015-2017 oraz plan na 2018 r.):

- liczbę wozokilometrów – w podziale na wielkość taboru;
- średnią liczbę autobusów w inwentarzu i w ruchu – z rozróżnieniem klas pojemnościowych pojazdów;
- szacunkową liczbę pasażerów;
- przychody z biletów.

Jak wynika z tabeli 2, w ostatnich trzech latach wielkość oferty przewozowej, wyrażonej liczbą wozokilometrów i pojazdów w ruchu, ulegała tylko niewielkim wahaniom – można uznać, że była ona ustabilizowana.

Względnie stała liczba wozokilometrów jest rezultatem braku wzrostu liczby mieszkańców miasta Pabianic oraz wynikiem braku istotnych zmian w zakresie obsługi obszarów gmin ościennych pabianicką komunikacją miejską.

W 2016 r. względem 2015 r. nastąpił przychodów ze sprzedaży biletów, natomiast w latach 2016-2018 miał miejsce stały spadek (średniorocznie o 11%) wielkości przychodów. Zmianę tę ukształtował spadek wartości sprzedaży biletów normalnych – średnio o 24% rocznie i wzrost wartości sprzedaży biletów ulgowych – średnio o 5% rocznie.

Spadek wpływów ze sprzedaży biletów normalnych i niewielki wzrost sprzedaży biletów ulgowych spowodowany był wprowadzeniem dodatkowych ulg dla pasażerów posiadających Kartę Pabianiczana. Uchwałami nr XXXVII/485/17 z dnia 2 marca 2017 r. oraz nr LVI/716/18 21 czerwca 2018 r. Rada Miejska w Pabianicach przyznała ulgi w opłatach za przejazd liniami organizowanymi przez Prezydenta Pabianic – 75% dla dzieci w wieku od 4 lat, uczniów, studentów, emerytów i rencistów i osób pobierających zasiłek przedemerytalny oraz 50% dla pozostałych pasażerów – posiadających taką kartę. Kartę Pabianiczana może otrzymać każdy

mieszkaniec miasta, który rozliczając podatek dochodowy deklaruje jako miejsce zamieszkania Pabianice oraz niepełnoletni członkowie jego rodziny.

Tab. 2. Podstawowe parametry charakteryzujące pabianicką komunikację miejską w latach 2015-2018

Wyszczególnienie	Jedn.	Rok			
		2015	2016	2017	2018 – plan
Liczba wozokilometrów		1 360,2	1 352,2	1 356,1	1 354,1
– w tym pojazdy klasy maxi	tys. km	1 352,8	1 344,9	1 349,1	1 348,0
– w tym pojazdy klasy mini		7,4	7,3	7,0	6,1
Średnia liczba pojazdów we flocie		29	29	29	29,5
– w tym pojazdy klasy maxi	szt.	28	28	28	28,5
– w tym pojazdy klasy mini		1	1	1	1
Średnia liczba pojazdów w ruchu		22	22	22	22
– w tym pojazdy klasy maxi	szt.	21	21	21	21
– w tym pojazdy klasy mini		1	1	1	1
Udział w pracy eksploatacyjnej:					
– autobusy klasy maxi	%	99,5	99,5	99,5	99,5
– autobusy klasy mini		0,5	0,5	0,5	0,5
Liczba pasażerów	tys. osób	3 951,3	4 063,0	4 377,8	4 631,8
Przychody z biletów brutto:		4 102,0	4 129,6	3 718,2	3 216,2
– bilety normalne	tys. zł	2 225,0	2 281,9	1 757,2	1 191,1
– bilety ulgowe		1 877,0	1 847,7	1 961,0	2 025,1

Źródło: dane Wydziału ITK i MZK Sp. z o.o.

Miasto zamierza w kolejnych latach prowadzić politykę kontrolowanego zwiększania wielkości pracy eksploatacyjnej. W najbliższej przyszłości planowane są uruchomienia nowych połączeń – w celu dostosowywania oferty przewozowej do bieżących potrzeb mieszkańców miasta Pabianic i okolicznych miejscowości.

W najbliższych latach zakłada się następujące zmiany w ofercie przewozowej:

- uruchomienie nowej dziennej linii autobusowej w relacji pętla Waltera-Jankego – Łódź (2019 r.);
- wydłużenie trasy linii 2 do pętli przy ul. Podmiejskiej 65E (2020 r.);
- wprowadzenie zmian w ofercie przewozowej związanych ze wzrostem znaczenia połączeń kolejowych po uruchomieniu tunelu średnicowego w Łodzi (2022 r.) i po wybudowaniu planowanego przystanku kolejowego Pabianice Północ przy ul. Lutomińskiej (2021/2022 r. – wzrost częstotliwości kursowania linii 2).

Niezależnie od powyższego, zakłada się rozszerzenie funkcjonowania linii nocnej N4B o kursy w dni powszednie (2020 r.), organizowanej przez ZDiT w Łodzi.

W związku z dotychczasowym brakiem decyzji o realizacji projektu „Łódzki Tramwaj Metropolitalny: etap Pabianice – Ksawerów” – spowodowanym otrzymaniem ofert przekraczających założenia budżetowe, rozważane jest także uruchomienie nowej autobusowej linii komunikacyjnej, obsługiwanej taborem przegubowym, w relacji Łódź pl. Niepodległości – Pabianice Szpital, zastępującej obecną linię tramwajową 41.

4. Tabor pabianickiej komunikacji miejskiej

4.1. Aktualny stan taboru

Linie komunikacji miejskiej organizowanej przez Miasto Pabianice obsługiwane są wyłącznie autobusami – częściowo lub całkowicie niskopodłogowymi. Całą flotą pojazdów dysponuje podmiot wewnętrzny – Miejski Zakład Komunikacyjny Sp. z o.o. w Pabianicach.

Według stanu na 30 listopada 2018 r., park taborowy Spółki składał się z 31 autobusów, w większości całkowicie niskopodłogowych (28 szt., tj. 90,3% stanu floty), a jedynie trzy pojazdy były niskowejściowe (9,7%). Wszystkie pojazdy wyposażone zostały w silniki spalinowe zasilane olejem napędowym, przy czym dwa posiadały napęd hybrydowy. W strukturze taboru dominowały autobusy standardowe (klasy maxi), które stanowiły 97% stanu taboru MZK Sp. z o.o. (30 szt.). Autobusy klasy pojemnościowej mini (do 8 m) stanowiły 3% (1 szt.) parku taborowego Spółki.

W tabeli 3 przedstawiono strukturę posiadanego przez MZK Sp. z o.o. taboru – wg kryterium wieku i spełniania norm czystości spalin – stan na 30 listopada 2018 r.

Tab. 3. Struktura taboru MZK Sp. z o.o. wg kryterium wieku i spełnianych norm czystości spalin – stan na 30 listopada 2018 r.

Lp.	Typ taboru	Rodzaj paliwa	Liczba sztuk	Długość [m]	Rok produkcji	Wiek [lat]	Norma czystości spalin
1	MAN NL202	ON	8	12	1996	22	EURO 2
2	MAN A21	ON	4	12	2003	15	EURO 3
3	Solaris Urbino 12 LE	ON	2	12	2005	13	EURO 3
4	Jelcz M081	ON	1	8	2006	12	EURO 3
5	Solaris Urbino 12	ON	9	12	2008	10	EURO 4
6	Solaris Urbino 12	ON	5	12	2010	8	EURO 5
7	Solaris Urbino 12 Hybrid	ON	2	12	2018	0	EURO 6
8	Ogółem tabor	ON	31	8-12	1996-2018	0-22	EURO 2-6

Źródło: dane Wydziału ITK.

Polityka odtwarzania taboru MZK Sp. z o.o. w ostatnich latach prowadzona była etapami, częściowo z wykorzystaniem środków pomocowych Unii Europejskiej. W 2010 r. Miasto zakupiło partię 5 szt. fabrycznie nowych autobusów klasy maxi zasilanych olejem napędowym w ramach realizacji projektu inwestycyjnego „Poprawa dostępności i bezpieczeństwa transportu miejskiego na terenie Gminy Miejskiej Pabianice”, z dofinansowaniem w Ramach RPO Województwa Łódzkiego na lata 2007-2013. W latach 2014 i 2017 MZK Sp. z o.o. nabyło odpowiednio 4 i 2 pojazdy używane klasy maxi, zasilane olejem napędowym.

W 2017 r. Miasto rozpoczęło realizację projektu inwestycyjnego „Modernizacja i rozwój komunikacji miejskiej w Pabianicach” obejmującego także zakup taboru, opisanego szerzej w rozdziale 4.2. W ramach tego projektu, w wyniku rozstrzygniętego przetargu, Miasto zakupiło 18 szt. autobusów hybrydowych Solaris Urbino 12 Hybrid. Dwa z tych autobusów zostały dostarczone do dnia 30 listopada 2018 r. i ujęto je w tabeli 3, natomiast kolejne dwa zostały dostarczone w grudniu 2018 r.

Tabor, którym dysponuje MZK Sp. z o.o. jest mało zróżnicowany pod względem pojemności pasażerskiej. Zdecydowana większość parku taborowego składa się z autobusów maxi o pojemności od 90 do 101 osób. Ich uzupełnienie stanowi tylko jeden autobus klasy mini (Jelcz M081), zabierający 37 pasażerów.

Wg stanu na dzień 30 listopada 2018 r. średni wiek taboru MZK Sp. z o.o. był dość wysoki – wynosił 13 lat. Na koniec grudnia 2018 r. wiek ten ulegnie obniżeniu do poziomu 12,2 lat. Wysoki jest także udział pojazdów w wieku 15 lat i starszych, które w liczbie 12 szt., wg stanu na 30 listopada i 31 grudnia 2018 r. stanowiły odpowiednio 38,7 i 37,5% stanu taborowego Spółki.

W tabeli 4 przedstawiono przewidywany stan taboru na koniec 2018 r.

Tab. 4. Struktura taboru MZK Sp. z o.o. wg kryterium wieku i spełnianych norm czystości spalin – stan przewidywany na 31 grudnia 2018 r.

Lp.	Typ taboru	Rodzaj paliwa	Liczba sztuk	Długość [m]	Rok produkcji	Wiek [lat]	Norma czystości spalin
1	MAN NL202	ON	8	12	1996	22	EURO 2
2	MAN A21	ON	4	12	2003	15	EURO 3
3	Solaris Urbino 12 LE	ON	2	12	2005	13	EURO 3
4	Solaris Urbino 12	ON	9	12	2008	10	EURO 4
5	Solaris Urbino 12	ON	5	12	2010	8	EURO 5
6	Solaris Urbino 12 Hybrid	ON	4	12	2018	0	EURO 6
7	Ogółem tabor	ON	32	12	1996-2018	0-22	EURO 2-6

Źródło: dane Wydziału ITK.

Średni wiek floty użytkowanych pojazdów ulegnie zdecydowanemu obniżeniu w 2019 r. – po odebraniu pozostałych 14 fabrycznie nowych autobusów hybrydowych i wycofaniu pojazdów najstarszych, MAN NL202, MAN A21 i Solaris Urbino LE. Przy utrzymaniu ilostanu 32 szt. autobusów, średni wiek taboru spadnie w 2019 r. do poziomu 4,8 lat.

W latach 2015-2017 r. średnia liczba pojazdów w ruchu była stała i wynosiła 22 szt., w tym 1 autobus klasy mini, a planowana na 2018 r. – także wynosi 22 szt., w tym 1 klasy mini.

Łączny stan taboru na koniec listopada 2018 r. wynosił 31 jednostek, co oznacza – przy względnie małym zróżnicowaniu pojemnościowym (dwa typy) – dość dużą rezerwę taboru we flocie (w wysokości ok. 29%). Tabor klasy mini jest w pabianickiej komunikacji miejskiej słabo wykorzystywany, ponieważ wielkość obecnych potoków pasażerskich umożliwia wykorzystywanie na liniach pabianickiej komunikacji miejskiej wyłącznie taboru klasy maxi.

Tab. 5. Struktura taboru pabianickiej komunikacji miejskiej w podziale na normy emisji spalin – stan na 30 listopada i 31 grudnia 2018 r.

Wyszczególnienie	Jedn.	Norma czystości spalin EURO					Ra- zem
		2	3	4	5	6	
Liczba pojazdów – 30.11.2018 r.	szt.	8	7	9	5	2	31
Struktura – 30.11.2018 r.	%	25,8	22,6	29,0	16,1	6,5	100,0
Liczba pojazdów – 31.12.2018 r.	szt.	8	6	9	5	4	32
Struktura – 31.12.2018 r.	%	25,0	18,8	28,1	15,6	12,5	100,0

Źródło: dane Wydział ITK.

Do niniejszej analizy przyjęto ilośc taboru pabianickiej komunikacji miejskiej planowany na 31 grudnia 2018 r. – 32 autobusy. Przy realizacji zakupu taboru elektrycznego przyjęto zasadę zastępowania każdego pięciu pojazdów spalinowych w ruchu sześcioma autobusami zeroemisyjnymi – z uwagi na konieczność zapewnienia dodatkowych postojów na pętłach, niezbędnych w celu doładowania pojazdów.

W wariantach przewidujących uruchomienie nowej linii komunikacyjnej z Pabianic do Łodzi po trasie obecnej linii tramwajowej uwzględniono także dodatkowe jednostki taborowe niezbędne dla realizacji zwiększonych przewozów.

4.2. Planowane zamierzenia inwestycyjne

Miasto Pabianice, w ramach perspektywy finansowej 2014-2020, realizuje projekt inwestycyjny ze wsparciem finansowym środkami pomocowymi Unii Europejskiej w ramach Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Łódzkiego na lata 2014-2020, Oś Priorytetowa III. Transport, Działanie III.1 Niskoemisyjny transport miejski – pn. „Modernizacja i rozwój komunikacji miejskiej w Pabianicach”. Całkowita

wartość projektu wynosi 70,6 mln zł, w tym wysokość dofinansowania 48,0 mln zł, a zakładany okres realizacji, to lata 2017-2020.

Zakres projektu obejmuje poniższe roboty budowlane:

- modernizację stacji obsługi pojazdów w zajezdni autobusowej przy ul. Lutomińskiej;
- przebudowę pomieszczenia w zajezdni autobusowej na potrzeby dyspozytorni ITS – wraz z budową serwerowni ITS;
- budowę dworca autobusowego na pętli Waltera-Jankego;
- dostosowanie wybranych peronów przystankowych do potrzeb osób niepełnosprawnych;
- budowę nowej krańcówki dla autobusów przy ul. Podmiejskiej 65E;
- budowę 14,6 km nowych dróg dla rowerów.

Zakres projektu obejmuje także następujące dostawy i usługi:

- zakup 18 autobusów niskoemisyjnych o napędzie hybrydowym;
- zakup i instalację 23 tablic dynamicznej informacji pasażerskiej;
- zakup i montaż systemu monitoringu wizyjnego;
- zakup i montaż 5 szt. biletomatów stacjonarnych oraz 10 szt. mobilnych;
- utworzenie nowej wersji portalu KomunikacjaPabianice.pl;
- zakup i montaż słupków przystankowych o podwyższonym standardzie, wiat przystankowych i ławek;
- zakup i montaż wiat rowerowych bike&ride oraz montaż elementów towarzyszących drogom rowerowym (stojaki, podpórki, separatory).

Z przedstawionego zakresu zadań zrealizowano już dostawę pierwszych autobusów hybrydowych oraz większości biletomatów.

Przetarg na dostarczenie autobusów hybrydowych Miasto ogłosiło w październiku 2017 r., a w styczniu 2018 r. dokonano wyboru dostawcy pojazdów – Solaris Bus & Coach S.A.

Zakupione pojazdy wyposażono w silnik Diesla o mocy 210 KM spełniający normę EURO 6, silnik elektryczny (min. 110 kW) oraz w superkondensatory i system start stop. Autobusy przeznaczone zostały do przewozu 94 pasażerów i wyposażono je w: całkowicie niską podłogę, systemy antypoślizgowe, klimatyzację całopojazdową, przykłąk i miejsce na wózek, monitoring, system informacji pasażerskiej z zapowiedziami głosowymi oraz biletomaty. Autobusy będą wymalowane w jednolite barwy miejskie.

Dostawa pojazdów realizowana jest w dwóch turach – 4 szt. w 2018 r. (dostarczone) i 14 szt. w 2019 r.

Miasto Pabianice w partnerstwie z gminą Ksawerów, w ramach perspektywy finansowej 2014-2020, realizuje także projekt inwestycyjny ze wsparciem finansowym środkami pomoco-

wymi Unii Europejskiej w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Łódzkiego na lata 2014-2020, Oś Priorytetowa Transport – pn. „Łódzki Tramwaj Metropolitalny: etap Pabianice – Ksawerów”. Projekt ten przewiduje kompleksową modernizację linii tramwajowej 41 na obszarze Ksawerowa i Pabianic. Całkowita wartość projektu wynosi 146,4 mln zł, w tym udział Miasta Pabianic, to kwota 123,0 mln zł. Wysokość dofinansowania wynosi 87,9 mln zł, w tym w części Miasta Pabianic – 73,8 mln zł, a zakładany okres realizacji, to lata 2017-2020.

Zakres projektu obejmuje:

- przebudowę infrastruktury w zakresie układu torowego, sieci trakcyjnej, sterowania i ogrzewania zwrotnic oraz trakcyjnych linii kablowych;
- przebudowę lub budowę przystanków tramwajowych, peronów i zatok autobusowych oraz zintegrowanych przystanków tramwajowo-autobusowych, a także ich dostosowanie do potrzeb osób niepełnosprawnych;
- przebudowę pętli tramwajowej Wiejska;
- budowę tram-bus pasa w ul. Zamkowej, ul. Stary Rynek i części ul. Warszawskiej w Pabianicach;
- przebudowę lub budowę podstacji trakcyjnych, w tym przebudowę lub budowę niezbędnych instalacji wewnętrznych, technologicznych oraz przyłącza światłowodowego;
- budowę systemu ITS, w tym systemu informacji pasażerskiej i monitoringu wizyjnego;
- budowę kanalizacji oraz sieci światłowodowej dla obszarowego systemu sterowania i informacji pasażerskiej;
- przebudowę skrzyżowań w zakresie wynikającym z przebudowy układu drogowo-torowego;
- wprowadzenie priorytetów dla tramwajów w przejeździe przez wybrane osygnalizowane skrzyżowania;
- budowę i przebudowę sieci uzbrojenia terenu, będących w kolizji z projektowanym układem torowo-drogowym;
- budowę parkingu rowerowego bike&ride w rejonie pętli tramwajowej Duży Skręt;
- budowę drogi rowerowej wzdłuż ul. Stary Rynek i ul. Zamkowej w Pabianicach;
- zagospodarowanie terenu i zieleni.

Ogłoszenie o zamówieniu w trybie przetargu nieograniczonego całości robót budowlanych w formule zaprojektuj i wybuduj zostało zamieszczone przez Miasto w BIP w marcu 2018 r. Na realizację przedsięwzięcia złożone zostały cztery oferty – wszystkie przekraczające kwotę, jaką zamawiający zamierzał przeznaczyć na sfinansowanie zamówienia. Wysokość przekroczenia wynosiła od 28,3 do 237,5 mln zł. Do dnia 20 grudnia 2018 r. Zamawiający nie

podjął decyzji o zwiększeniu kwoty, którą zamierza przeznaczyć na sfinansowanie tego projektu, ani też nie unieważnił postępowania.

W przypadku decyzji o realizacji tego projektu inwestycyjnego, linia 41 z Pabianic do Łodzi pozostałaby nadal linią tramwajową organizowaną przez ZDiT w Łodzi i obsługiwaną przez MPK – Łódź Sp. z o.o., natomiast w przypadku rezygnacji z jego realizacji – z powodu konieczności poniesienia zbyt wysokich wydatków przez zainteresowane gminy – linia tramwajowa zastąpiona zostałaby linią autobusową organizowaną przez Miasto Pabianice. W takim przypadku stan taboru MZK Sp. z o.o. musiałby ulec znacznemu zwiększeniu. W analizie ujęto zarówno wariant obsługi linii zastępującej tramwaje autobusami hybrydowymi, jak i jej obsługi autobusami zeroemisyjnymi – bateryjnymi autobusami elektrycznymi.

Miasto Pabianice wdraża także projekt „Integracja różnych systemów transportu zbiorowego poprzez rozbudowę węzłów przesiadkowych w województwie łódzkim”, którego beneficjentem jest Województwo Łódzkie, a jednym z partnerów – Miasto Pabianice, w ramach zawartej umowy o wspólnym wdrażaniu przedsięwzięcia. Zakres prac dla Miasta obejmuje dostawę i montaż 14 stacji rowerowych wraz ze 122 rowerami, a celem projektu jest zwiększenie atrakcyjności i konkurencyjności systemu transportu publicznego w miastach województwa łódzkiego tworzących partnerstwo. Projekt został dofinansowany z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Łódzkiego na lata 2014-2020, a jego okres realizacji określono na lata 2017-2019.

MZK Sp. z o.o. planuje również ponoszenie nakładów odtworzeniowych posiadanego majątku bazy, w zakresie przebudowy zasilania, budowy stacji paliw, modernizacji i rozbudowy myjni, budowy centrum zarządzania ruchem oraz modernizacji placów manewrowych.

Miasto Pabianice rozważa udział w przyszłych naborach konkursowych na dofinansowanie ze środków krajowych i unijnych zakupu autobusów elektrycznych wraz z infrastrukturą zasilającą.

Miasto Pabianice i MZK Sp. z o.o., w ramach posiadanych możliwości finansowych, niezależnie od wybranego wariantu odtwarzania floty, dokonywać będą sukcesywnej odnowy posiadanego taboru zasilanego olejem napędowym – wycofując pojazdy najbardziej wyeksploatowane.

5. Identyfikacja wariantów

5.1. Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych Pabianic

Przedmiotem niniejszej analizy jest identyfikacja kosztów i korzyści powstałych w wyniku zapewnienia przez Miasto Pabianice 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 Pabianic i szerzej – jego obszaru funkcjonalnego.

Stan taboru posiadanego przez MZK Sp. z o.o. na dzień 30 października 2018 r. przedstawiono w tabeli 3, a przewidywany na dzień 31 grudnia 2018 r. – w tabeli 4.

Problematyka odnowy taboru pabianickiej komunikacji miejskiej zawarta została w różnych dokumentach strategicznych miasta i szerzej – obszaru metropolitalnego.

„Strategia Rozwoju Łódzkiego Obszaru Metropolitalnego 2020+”, w aktualizacji przyjętej uchwałą nr 5/2018 Rady Stowarzyszenia Łódzki Obszar Metropolitalny z dnia 22 czerwca 2018 r., definiuje pięć celów strategicznych dla Obszaru, w tym cel nr 3 – „Budowa zintegrowanego i zrównoważonego systemu transportu metropolitalnego”, w którym wyznaczono dwa priorytety:

- nr 2.1 – „Integracja, modernizacja i rozwój sieci metropolitalnego transportu zbiorowego”;
- nr 2.2 – „Modernizacja i rozwój infrastruktury transportu publicznego”.

Zgodnie ze strategią, integracja sieci metropolitalnego transportu zbiorowego powinna być realizowana na dwóch płaszczyznach: jako wewnętrzna integracja sieci metropolitalnego transportu zbiorowego oraz jako integracja sieci metropolitalnego transportu zbiorowego z systemem transportu krajowego i międzynarodowego.

Działaniami w ramach pierwszej płaszczyzny mogą być:

- rozwinięcie koncepcji Wspólnego Biletu Aglomeracyjnego;
- powiązanie Łódzkiej Kolei Aglomeracyjnej z transportem lokalnym (multimodalne dworce);
- zwiększenie liczby bezpośrednich połączeń pomiędzy mniejszymi ośrodkami w ŁOM;
- rozwój systemu P&R oraz B&R;
- także rozbudowa infrastruktury oraz modernizacja taboru w transporcie tramwajowym i autobusowym.

W Strategii przewidziano dla każdego z celów strategicznych realizację programów kompleksowych w ramach Strategii ZIT, w tym „Kompleksowego Programu Rozwoju Transportu Metropolitalnego” – składającego się z wiązki projektów, w której zawarto projekty związane

z niskoemisyjnym transportem zbiorowym (5 podstawowych projektów ZIT i 1 komplementarny oraz 4 rezerwowe projekty ZIT i 1 rezerwowo komplementarny).

Jako typy projektów wymienia się w strategii m.in.:

- zakup lub modernizację niskoemisyjnego taboru dla publicznego transportu zbiorowego, w tym zakup, budowę lub przebudowę infrastruktury do jego obsługi (np. zaplecze techniczne do obsługi taboru w zajezdni, instalację do dystrybucji ekologicznych nośników energii);
- inwestycje taborowe: zakup, modernizację taboru szynowego (tramwajowego, metra), trolejbusowego i autobusowego – wraz z niezbędną infrastrukturą służącą do jego utrzymania (np. zaplecza techniczne do obsługi i konserwacji taboru, miejsca i urządzenia zasilania paliwem alternatywnym).

„Strategia Rozwoju Powiatu Pabianickiego na lata 2014-2020”, przyjęta uchwałą nr LVIII/4047/14 Rady Powiatu Pabianickiego z dnia 26 czerwca 2014 r., określiła pięć celów operacyjnych, w tym cel nr V.1 – „Modernizacja i rozwój infrastruktury drogowej”.

Jako istotne czynniki wpływające na poprawę dostępności komunikacyjnej powiatu, w dokumencie tym wymienia się:

- rozwój transportu publicznego;
- poprawę dostępności do dworców, przystanków i węzłów komunikacyjnych;
- zrealizowanie II etapu inwestycji Łódzkiego Tramwaju Regionalnego, w tym do Pabianic;
- realizację projektu Łódzkiej Kolei Aglomeracyjnej.

Strategia stwierdza, że atrakcyjny system połączeń komunikacyjnych w ramach transportu publicznego może bezpośrednio wpływać na decyzje dotyczące miejsca edukacji, pracy i zamieszkania, a dobra dostępność komunikacyjna przyczynia się do wykreowania wizerunku powiatu – jako miejsca atrakcyjnego do zamieszkania i prowadzenia biznesu.

„Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla powiatu pabianickiego”, przyjęty uchwałą nr XXX/226/16 Rady Powiatu Pabianickiego z dnia 21 grudnia 2016 r., wskazuje na potrzebę prowadzenia polityki transportowej zmierzającej do uzyskania równowagi pomiędzy transportem publicznym a transportem indywidualnym oraz ukierunkowanej na promowanie transportu publicznego o napędzie nieszkodliwym dla środowiska, dostępnego dla wszystkich użytkowników, również dla osób niepełnosprawnych. Plan uznaje, że system transportu publicznego w powiecie powinien realizować zrównoważony rozwój – poprzez m.in. intensywną promocję skutecznego i korzystnego cenowo transportu publicznego, używanie środków transportu wysokiej jakości, bezpiecznych w ruchu i przyjaznych dla środowiska, wyposażonych w wydajne silniki i układy paliwowe oraz przystosowanych do paliw alternatywnych.

„Strategia Rozwoju Miasta Pabianice na lata 2016-2022”, przyjęta uchwałą Rady Miejskiej w Pabianicach nr XXX/405/16 z dnia 28 listopada 2016 r., wyodrębniła trzy specjalizacje w rozwoju miasta, a w nich specjalizację dominującą – funkcję miasta przyjaznego mieszkańcom. Celem strategicznym w tej specjalizacji jest „Zapewnienie wysokiej jakości warunków do życia i pracy poprzez podniesienie jakości infrastruktury i usług publicznych oraz zaangażowanie mieszkańców w sprawy lokalne”. W ramach tej specjalizacji dokument wyznacza sześć pól operacyjnych, w tym pole nr 1.5 – „Infrastruktura techniczna”, w którym przewiduje się realizację inwestycji w infrastrukturę transportową. Jednym z wymienionych w Strategii działań w ramach tego pola jest „Rozwój komunikacji miejskiej w Pabianicach oraz poprawa jakości transportu publicznego między Pabianicami a Łodzią i innymi gminami ościennymi (w tym realizacja Łódzkiego Tramwaju Metropolitalnego)”.

Jako projekty kluczowe wymieniono w Strategii „Modernizację i rozwój komunikacji miejskiej w Pabianicach” – realizowany przez Miasto Pabianice oraz „Łódzki Tramwaj Metropolitalny”, w którym jako partnera wiodącego wskazano Miasto Łódź.

„Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla Gminy Miejskiej Pabianice na lata 2017-2025” (plan transportowy), przyjęty przez Radę Miejską w Pabianicach uchwałą nr XXXIX/519/17 z dnia 20 kwietnia 2017 r., wymienia jako inwestycję o strategicznym znaczeniu przewidzianą do zrealizowania w okresie planistycznym, projekt „Modernizacja i rozwój komunikacji miejskiej w Pabianicach”.

Celem projektu będzie zapewnienie wysokiej jakości publicznego transportu zbiorowego w dostosowaniu do preferencji i oczekiwań pasażerów, w tym do oczekiwanej dostępności dla osób niepełnosprawnych, tworzącej realną alternatywę dla podróży samochodem osobowym. Efektem realizacji projektu będzie zmniejszenie zatłoczenia motoryzacyjnego, ograniczenie emisji zanieczyszczeń powietrza i hałasu, a przez to poprawa stanu środowiska naturalnego i wzrost mobilności mieszkańców oraz integracja poszczególnych podsystemów publicznego transportu zbiorowego.

Jako cele szczegółowe projektu plan transportowy wymienia:

- zahamowanie tendencji spadkowej popytu na komunikację miejską – aż do uzyskania wzrostu liczby przewożonych pasażerów;
- zwiększenie integracji różnych środków transportu publicznego, w tym zwiększenie dostępności zakupu biletów;
- zwiększenie bezpieczeństwa i ochrony publicznego transportu zbiorowego;
- zwiększenie dostępności publicznego transportu zbiorowego dla osób o ograniczonej sprawności ruchowej;
- zwiększenie komfortu podróży środkami publicznego transportu zbiorowego;

- zmniejszenie niekorzystnego oddziaływania systemu transportowego na środowisko i klimat;
- przekazanie pasażerom systemu szybkiej i kompleksowej informacji o funkcjonowaniu publicznego transportu zbiorowego.

Plan wskazuje także na przygotowania do realizacji w okresie planistycznym projektu inwestycyjnego pn. „Łódzki Tramwaj Metropolitalny”, w ramach którego przewiduje się kompleksową modernizację pięciu tras tramwajowych w aglomeracji łódzkiej, w tym trasy linii 41. Jako cel projektu plan wskazuje usprawnienie i podniesienie atrakcyjności transportu szynowego, a przez to wzmocnienie jego konkurencyjności wobec transportu indywidualnego, poprawę bezpieczeństwa i komfortu podróżnych, integrację transportu miejskiego z aglomeracyjnym, zmniejszenie negatywnego wpływu transportu pasażerskiego na środowisko oraz poprawę standardów podróżowania dla osób niepełnosprawnych.

W zakresie związanym z taborem operatora wymienia się w planie transportowym m.in.:

- kontynuację procesu wymiany taboru autobusowego – w celu uzyskania przeciętnego wieku taboru na poziomie nie więcej niż 8 lat;
- wyposażenie wszystkich pojazdów MZK Sp. z o.o. w elektroniczne tablice wewnętrzne oraz w zapowiedzi głosowe przystanków;
- systematyczne zwiększanie udziału taboru z monitoringiem wewnętrznym, aż do objęcia nim 100% pojazdów (przy zakupie nowego lub używanego taboru – każdorazowa instalacja systemu monitoringu);
- sukcesywne wyposażanie pojazdów w klimatyzację przestrzeni pasażerskiej, w tym zakup fabrycznie nowych pojazdów wyłącznie z klimatyzacją przestrzeni pasażerskiej;
- stopniowe wyznaczanie pasów wyłącznego ruchu dla komunikacji miejskiej, w pierwszej kolejności na trasie linii tramwajowej.

W zakresie funkcjonowania linii tramwajowej w planie transportowym zawarto następujące zamierzenia:

- modernizację infrastruktury torowo-sieciowej w Pabianicach i Ksawerowie (w tym system sterowania ruchem), umożliwiającą poprawę punktualności kursowania tramwajów;
- wprowadzenie taboru tramwajowego niskopodłogowego po modernizacji infrastruktury torowo-sieciowej;
- przebudowę przystanków tramwajowych w celu poprawy dostępności – w szczególności dla osób niepełnosprawnych;
- kontynuowanie rozmów z Miastem Łódź w sprawie przedłużenia linii tramwajowej z Pabianic do Śródmieścia Łodzi;

- dążenie do wzrostu częstotliwości kursów na linii 41 w soboty i niedziele po południu – częstotliwość jedynie 60-minutowa jest przedmiotem licznych krytycznych uwag pasażerów.

W działaniach związanych z zapewnieniem dostępu osób niepełnosprawnych do transportu publicznego, plan zakłada obsługiwane przewozów taborem niskopodłogowym bez stopni wewnątrz, z platformą i systemem przykłąku oraz z miejscem na wózek inwalidzki/dzieci, wyposażonym w system elektronicznej informacji pasażerskiej z zapowiedziami głosowymi przystanków oraz w system monitoringu wizyjnego wraz z rejestracją obrazu, a także wyraźne oznakowanie miejsc siedzących przeznaczonych dla osób o ograniczonej mobilności ruchowej.

W zakresie pożądanego docelowego poziomu realizacji autobusowych usług przewozowych plan przewiduje:

- w ramach realizacji postulatu informacji – wyposażenie wszystkich autobusów MZK Sp. z o.o. w elektroniczne tablice wewnętrzne oraz zapowiedzi głosowe przystanków;
- w ramach realizacji postulatu prędkości – stopniowe wyznaczanie pasów wyłącznego ruchu dla komunikacji miejskiej, w pierwszej kolejności na trasie linii tramwajowej;
- w ramach postulatu bezpieczeństwa – systematyczne zwiększanie udziału taboru z monitoringiem wewnętrznym, aż do objęcia nim 100% pojazdów, przy zakupie nowego lub używanego taboru – każdorazowa instalacja systemu monitoringu;
- w ramach postulatu wygody – sukcesywne wyposażanie pojazdów w klimatyzację przestrzeni pasażerskiej, w tym zakup fabrycznie nowych pojazdów wyłącznie z klimatyzacją przestrzeni pasażerskiej oraz kontynuację procesu wymiany taboru autobusowego w celu uzyskania przeciętnego wieku taboru do 8 lat.

„Plan Gospodarki Niskoemisyjnej dla Miasta Pabianice wraz z elementami Planu Zrównoważonej Mobilności Miejskiej” przyjęto uchwałą Rady Miejskiej w Pabianicach nr XXVIII/371/16 z dnia 15 września 2016 r. Plan określa jako cel strategiczny: „Poprawę jakości życia na terenie Miasta Pabianice poprzez prowadzenie racjonalnego gospodarowania zasobami i energią”. W ramach tego celu strategicznego plan wskazuje cztery cele szczegółowe, w tym cel nr 2 – „Redukcja emisji CO₂ w Mieście Pabianice” oraz cel nr 4 – „Redukcja zanieczyszczeń do powietrza, w tym benzo(a)pirenu, PM10 i PM2,5”.

W ramach długoterminowej strategii, w planie przewiduje się działania polegające m.in. na zmniejszeniu emisji zanieczyszczeń pochodzących z sektora transportu oraz modernizację publicznego transportu zbiorowego, w tym zakup niskoemisyjnego taboru autobusowego.

Jako działanie w obszarze transportu plan wymienia pod pozycją nr 2 projekt „Modernizacja i rozwój komunikacji miejskiej w Pabianicach”, a w nim m.in.: zakup niskoemisyjnego

taboru autobusowego oraz inwestycję w niezbędną dla właściwego funkcjonowania komunikacji infrastrukturę techniczną w zajezdni (centrum zarządzania ruchem z zapleczem administracyjno-socjalnym, stacja paliw, modernizacja placu manewrowego) – z okresem realizacji 2017-2019, ze wsparciem środkami pomocowymi w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Łódzkiego na lata 2014-2020. Z kolei pod pozycją nr 3 plan wymienia projekt „Łódzki Tramwaj Metropolitalny” – z okresem realizacji w latach 2017-2021.

Zawarty w tym dokumencie Plan Mobilności Miejskiej, za jeden z kierunków rozwoju transportu na terenie Miasta Pabianice uznaje w zakresie transportu publicznego podwyższenie jakości usług.

„Program Ochrony Środowiska dla Miasta Pabianic na lata 2018-2022 z perspektywą do roku 2025”, przyjęty uchwałą Rady Miejskiej w Pabianicach nr LVIII/736/18 z dnia 28 sierpnia 2018 r., określa jedenaście celów ekologicznych – w jedenastu obszarach interwencji. W obszarze interwencji „Ochrona klimatu i jakości powietrza”, jako cel długookresowy zdefiniowano „Spełnienie norm jakości powietrza atmosferycznego na terenie gminy”, a jako kierunek interwencji – realizację założeń „Planu Gospodarki Niskoemisyjnej dla Miasta Pabianice wraz z elementami Planu Zrównoważonej Mobilności Miejskiej”. Wśród zadań wymieniono m.in.: „Modernizację i rozwój komunikacji miejskiej w Pabianicach”, „Łódzki Tramwaj Metropolitalny” oraz „Integrację różnych systemów transportu poprzez rozbudowę węzłów przesiadkowych w woj. Łódzkim – Rowery Łódzkie – zakup i montaż systemu roweru publicznego w 11 gminach województwa”. Jako okres realizacji pierwszych dwóch zadań przyjęto lata 2018-2025, a trzeciego z nich – lata 2018-2019.

„Program Rewitalizacji Pabianic”, przyjęty uchwałą Rady Miejskiej w Pabianicach nr XLVI/578/17 z dnia 19 września 2017 r., obejmuje swoim zasięgiem centralny obszar miasta, w większości położony po zachodniej stronie rzeki Dobrzyńki. Dokument definiuje trzy cele strategiczne, dla których określono kierunki działania. Jednym z nich jest cel nr 2 – „Odbudowanie funkcji centralnej i budowanie wśród mieszkańców pozytywnego wizerunku dobrze funkcjonującego centrum Pabianic – w oparciu o jego walory przestrzenne, przyrodnicze i możliwości rozwoju”, w którym wymieniono dziewięć kierunków działania, w tym kierunek nr 2h – „Zagwarantowanie dobrej dostępności komunikacyjnej obszaru”. Wymienione w programie projekty rewitalizacyjne nie odnoszą się jednak wprost do problematyki komunikacji miejskiej – poza potrzebą realizacji planowanej modernizacji linii tramwajowej.

5.2. 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 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 elektrycznych, 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 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.

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 znikomy, tymczasem 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. Od 2013 r. obowiązuje podatek akcyzowy nałożony przez rząd na ten rodzaj paliwa, znacząco podnoszący

opłatę za niego. Wkrótce jednak, dzięki wejściu w życie nowych przepisów, ponownie zostanie wprowadzona zerowa stawka tego podatku na CNG. Nie bez znaczenia jest też fakt, że cena gazu ustalana jest przez jego dystrybutora – monopolistę – PGNiG S.A.

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

Jak już zasygnalizowano, do niedawna opłacalność eksploatacji autobusów gazowych drastycznie zmniejszała akcyza na paliwo gazowe, która została zniesiona zmianą ustawy o podatku akcyzowym, podpisaną przez Prezydenta RP w sierpniu 2018 r. Zerowa stawka akcyzy na CNG zostanie w praktyce wprowadzona prawdopodobnie na przełomie 2018 i 2019 r.

Zasadność eksploatacji pojazdów zasilanych CNG i LNG w Polsce znacznie 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. Takiej stacji nie ma w Pabianicach – najbliższe znajdują się w dość znacznej odległości od miasta: w Radomiu, Kaliszu i Warszawie. Brak stacji do tankowania CNG, przy bardzo wysokich kosztach jej budowy, w zasadzie wyklucza możliwość zastosowania takiego napędu w pabianickich 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.

Dostępny 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 ogniwoch 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 ogniwoami paliwowymi zasilanymi wodorem (H₂).

Pojazdami zeroemisyjnymi są trolejbusy. Zgodnie z definicją zawartą w ustawie Prawo o ruchu drogowym, trolejbusem jest autobus przystosowany do zasilania energią elektryczną z sieci trakcyjnej. Głównym ograniczeniem rozwoju trolejbusów w komunikacji miejskiej jest wysoki koszt budowy sieci zasilającej wzdłuż trasy linii. 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 ich zakup planuje się 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.

Instalowane obecnie w trolejbusach bateryjne zasobniki energii pozwalają na już znaczące przebiegi poza siecią trakcyjną. W niektórych miastach trolejbusy po odłączeniu od sieci zasilane są agregatami prądotwórczymi, które z kolei emitują gazy cieplarniane (CO₂ i inne zanieczyszczenia powstające w wyniku spalania oleju napędowego), ale pomimo to spełniają ustawową definicję autobusu zeroemisyjnego.

Z uwagi na wysokie koszty budowy infrastruktury zasilającej trolejbusy, wariant ich wykorzystania w Pabianicach jako pojazdów zeroemisyjnych wyłączono z dalszych analiz.

W celu spełnienia wymogów ustawy o elektromobilności, Miasto Pabianice może więc rozważyć zastosowanie jedynie dwóch typów napędów autobusów: elektryczne silniki napędowe zasilane bateryjnie, także z okresowym ich doładowywaniem oraz elektryczne silniki napędowe zasilane z lokalnego źródła – ogniwa paliwowego zasilanego wodorem.

5.3. 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 gazowych. Koszty codziennej eksploatacji taboru autobusowego z silnikami elektrycznymi są jak dotychczas istotnie niższe niż autobusów zasilanych olejem napędowym, co przekłada się na zmniejszenie kosztów komunikacji miejskiej. Nowy rodzaj napędu wymaga jednak dostosowania obiektów zajezdni operatorów i przeszkolenia załogi w zakresie eksploatacji i 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 zasilane z baterii stanowią obecnie większość nowowprowadzanych do użytkowania autobusów z napędem elektrycznym. Istotną kwestią, związaną z ich codzienną eksploatacją, jest wybór strategii ładowania baterii.

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 km przejazdu tras z pełnym obciążeniem. Ładowanie pojazdów odbywałoby się w tym przypadku na zajezdni, w czasie nocnego postoju autobusów.

Pojazdy takie wymagają jednak 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). Pojazdy z bateriami o większej pojemności są jednocześnie znacznie droższe.

Obecnie dostępne technologie baterii umożliwiają uzyskanie zasięgu autobusu elektrycznego na poziomie 150-200 km przy zastosowaniu ogrzewania paliwowego (olej opałowy, olej napędowy lub gaz ziemny), albo tylko około 100 km – przy zastosowaniu ogrzewania elektrycznego. Z powyższych przyczyn strategia ładowania nocnego w 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.

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. Jest to realizowane poprzez zastosowanie dodatkowych punktów ładowania na trasie linii – w ramach strategii ładowania szybkiego. 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 baterijnym napędem elektrycznym do dedykowanych tras – obejmujących pętle, na których zainstalowano ładowarki.

Na pętlach stosuje się zwykle ładowarki szybkie, o dużej mocy (nawet do 800 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. Ponadto, taki sposób ładowania wymaga wydłużenia czasu postoju na przystanku do przynajmniej minuty, co jest możliwe tylko w szczególnych sytuacjach.

cyjach (pewności wolnego miejsca przeznaczonego na ładowanie na danym przystanku w określonym czasie), gdyż w Polsce – ze względu na masowość przewozów w komunikacji miejskiej – dłuższe postoje na przystankach pośrednich skutkowałyby pogorszeniem warunków podróży dla dużych grup pasażerów. 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 z wysokimi kosztami jej budowy, w tym zasilania energetycznego o znacznej mocy. Niezależnie od powyższego, w celu pełnego naładowania baterii oraz ich ustabilizowania, pojazd musi być też ostatecznie codziennie doładowywany podczas postoju na zajezdni.

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

Odmierna, 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 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 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 brak w Polsce dostępnych magazynów wodoru do tankowania pojazdów, a więc instalację taką należałoby tworzyć od podstaw. Brak jest także wciąż w Polsce pewnego dostawcy wodoru o wysokiej czystości w niskiej cenie.

Ze względu na opisane wyżej uwarunkowania, uniemożliwiające zakup autobusów z wodorowymi ogniwami paliwowymi w najbliższych latach, w niniejszej analizie nie ujęto także wariantu zastosowania takich autobusów jako zeroemisyjnych.

5.4. Proponowane warianty

W Studium Wykonalności dla projektu „Modernizacja i rozwój komunikacji miejskiej w Pabianicach” przeprowadzono analizę strategiczną rozwiązań alternatywnych – trzech wariantów:

- zaniechania podejmowania działań inwestycyjnych;
- podstawowego – realizacji inwestycji w zakresie określonym projektem;
- maksymalnego – z rozszerzonym zakresem modernizacji obiektów zajezdni (plac manewrowy, budowa Centrum Zarządzania Ruchem, rozbudowa myjni, budowa nowej stacji paliw).

W obydwu wariantach inwestycyjnych zaplanowano zakup 18 szt. niskopodłogowych autobusów niskoemisyjnych – posiadających: jednolite barwy miejskie, niską podłogę bez progów poprzecznych wewnątrz, platformę ułatwiającą wjazd osobom niepełnosprawnym na wózkach inwalidzkich, system przykłąku, system elektronicznej informacji pasażerskiej oraz system monitoringu wizyjnego wraz z rejestracją obrazu.

Analizę przeprowadzono metodą DGC, która wykazała, że najbardziej efektywnym jest wariant podstawowy.

Istotną determinantą sposobu odnowy taboru w pabianickiej komunikacji miejskiej, jest decyzja o realizacji projektu „Łódzki Tramwaj Metropolitalny: etap Pabianice – Ksawerów” lub o jej zaniechaniu – poprzez unieważnienie toczącego się postępowania przetargowego z uwagi na przekroczenie w złożonych ofertach kwoty przeznaczonej przez zamawiającego na sfinansowanie zamówienia. Wysokość wynagrodzenia, którego oczekują potencjalni wykonawcy, znacznie przekracza zaplanowane wydatki budżetowe Pabianic oraz gminy Ksawerów.

W przypadku decyzji o realizacji przedsięwzięcia, konieczność poniesienia zwiększonych wydatków, przy ustalonej kwocie maksymalnego dofinansowania ze środków pomocowych,

istotnie obciążą budżety jednostek samorządu terytorialnego. Ewentualna decyzja o unieważnieniu obecnego przetargu, przy ponownym jego ogłoszeniu nie gwarantuje z kolei otrzymania ofert z niższymi cenami, a jednocześnie wykonanie zadania w założonym czasie, byłoby niemal niemożliwe.

Z opisanych przyczyn, Miasto Pabianice przyjęło jako potencjalnie prawdopodobne dwa możliwe rozwiązania połączenia liniami komunikacji miejskiej Pabianic z Łodzią:

- A) pełną realizację projektu inwestycyjnego „Łódzki Tramwaj Metropolitalny: etap Pabianice – Ksawerów” – w wyniku której organizatorem dla tramwajowej linii komunikacyjnej 41 byłby nadal ZDiT w Łodzi;
- B) zaniechanie realizacji projektu inwestycyjnego „Łódzki Tramwaj Metropolitalny: etap Pabianice – Ksawerów” – w wyniku tej decyzji Miasto Pabianice zorganizowałoby linię autobusową na obecnej trasie tramwaju 41 (z przedłużeniem do Szpitala w Pabianicach), funkcjonującej z podobną częstotliwością jak obecnie.

W rezultacie przeprowadzonej w poprzednich podrozdziałach wstępnej analizy oraz przyjęcia dwóch opisanych powyżej możliwych rozwiązań zapewniania połączenia komunikacją miejską Pabianic z Łodzią, zidentyfikowano cztery warianty zmian wyposażenia taborowego pabianickiej komunikacji miejskiej (w jej części organizowanej przez Prezydenta Pabianic):

- wariant 1A – konwencjonalny – w którym założono realizację polityki sukcesywnej wymiany taboru na nowe autobusy hybrydowe oraz pełną realizację projektu „Łódzki Tramwaj Metropolitalny: etap Pabianice – Ksawerów”;
- wariant 1B – konwencjonalny – w którym założono realizację polityki sukcesywnej wymiany taboru na nowe autobusy hybrydowe i zaniechanie realizacji projektu „Łódzki Tramwaj Metropolitalny: etap Pabianice – Ksawerów” oraz uruchomienie przez Miasto Pabianice nowej linii komunikacyjnej po trasie zbliżonej do trasy linii tramwajowej 41;
- wariant 2A – elektryczny – w którym założono sukcesywne wprowadzanie taboru z bateryjnym zasilaniem elektrycznym, w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności, przy pełnej realizacji projektu „Łódzki Tramwaj Metropolitalny: etap Pabianice – Ksawerów”;
- wariant 2B – elektryczny – w którym założono sukcesywne wprowadzanie taboru z bateryjnym zasilaniem elektrycznym, w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności i zaniechanie realizacji projektu „Łódzki Tramwaj Metropolitalny: etap Pabianice – Ksawerów” oraz uruchomienie przez Miasto Pabianice nowej linii komunikacyjnej po trasie zbliżonej do trasy linii tramwajowej 41.

We wszystkich wariantach analizy uwzględniono pełną realizację projektu inwestycyjnego „Modernizacja i rozwój komunikacji miejskiej w Pabianicach”, opisanego w rozdziale 4.2

i przeprowadzenie w całości zaplanowanej przez MZK Sp. z o.o. w 2019 r. wymiany taboru – związanej z realizacją przedmiotowego projektu inwestycyjnego.

We wszystkich wariantach analizy przyjęto zaplanowany przez Miasto wzrost liczby wokilometrów w latach 2019-2021 – łącznie o 9,5% i jego stabilizację w późniejszym czasie. Zwiększenie pracy eksploatacyjnej wynikać będzie z uruchomienia nowej linii komunikacyjnej w relacji: pętla Waltera-Jankego – Łódź pl. Niepodległości oraz z przedłużenia linii 2 do nowej pętli przy ul. Podmiejskiej 65E.

W wariantach oznaczonych literą B przyjęto założenie, że nowa linia autobusowa funkcjonowałaby z analogiczną częstotliwością jak zastępcza linia autobusowa w okresie wyłączenia trasy tramwajowej z użytkowania, z tym że jej trasa przedłużona zostałaby do pętli przy Szpitalu. W okresie jej funkcjonowania, linię zastępczą obsługiwało w dniu powszednim maksymalnie 6 pojazdów w ruchu. Planowane wydłużenie trasy wymaga zaangażowania kolejnego, siódmego pojazdu, co oznacza – przy uwzględnieniu niezbędnej rezerwy taborowej – konieczność zwiększenia floty pojazdów pabianickiej komunikacji miejskiej w wariantcie konwencjonalnym (1B) o 9 autobusów.

W wariantcie 2B przyjęto założenie obsługi tej linii taborem zeroemisyjnym, zatem liczba pojazdów w ruchu powinna być dodatkowo zwiększona – z uwagi na konieczność wydłużenia postojów w celu doładowania baterii.

W wariantcie 1A – konwencjonalnym – założono w kolejnych okresach wymianę pojazdów zasilanych olejem napędowym na fabrycznie nowe autobusy hybrydowe analogicznej klasy. Wymiana następowalaby po 15-16-letnim okresie eksploatacji.

W wariantcie 1B – konwencjonalnym, poza wymianą taboru przyjętą jak w wariantcie 1A, założono zwiększenie w 2021 r. liczby pojazdów we flocie o 9 szt. – w wyniku uruchomienia nowej linii autobusowej na trasie nieczynnej linii tramwajowej. Przyjęto zakup fabrycznie nowych autobusów hybrydowych klasy pojemnościowej mega.

W wariantcie 2A – elektrycznym – przyjęto sukcesywne wprowadzanie do floty pojazdów autobusów zeroemisyjnych, aby spełnione zostały wymogi określone ustawą o elektromobilności. Założono również, że z uwagi na potrzebny w codziennej eksploatacji dodatkowy czas na doładowanie baterii podczas postoju autobusu elektrycznego na pętli, niezbędne będzie dokonanie korekt rozkładów jazdy, w wyniku czego wzrośnie liczba pojazdów w ruchu na liniach obsługiwanych taborem zeroemisyjnym. Przyjęto że każde pięć obecnie eksploatowanych autobusów z silnikiem Diesla, zastąpione zostanie sześcioma autobusami elektrycznymi – niezależnie od wzrostu liczby pojazdów w ruchu (i na stanie floty). Uzupełniająco, pozostały tabor zasilany olejem napędowym wymieniany byłby na fabrycznie nowe autobusy hybrydowe analogicznej klasy pojemnościowej.

W wariantcie 2B – elektrycznym – przyjęto założenie, że do obsługi nowej linii w zamian za zlikwidowaną linię tramwajową, skierowane zostałyby nowe autobusy zeroemisyjne klasy pojemnościowej mega. Przyjęto, że stan floty takich pojazdów powinien wynosić 10 szt.

W celu wypełnienia wymogów ustawowych, przed 2028 r. do eksploatacji wprowadzone zostałyby w tym wariantcie kolejne autobusy zeroemisyjne – klasy maxi, zastępujące pojazdy z napędem Diesla. Wymiana pozostałego taboru realizowana byłaby jak w wariantcie 1B – konwencjonalnym, na nowe autobusy hybrydowe.

W wariantcie elektrycznym nakłady na utworzenie niezbędnej infrastruktury zasilającej podzielono na dwie grupy. W pierwszej grupie znalazły się wydatki związane z budową nowej rozdzielni prądu i umożliwieniem jej zasilania z zewnętrznej sieci energetycznej, które należałoby ponieść przed dostawą pierwszej partii autobusów zeroemisyjnych. Do drugiej grupy zaliczone zostały natomiast wydatki związane z instalacją stacji zasilania wolnego – w liczbie odpowiadającej nowo nabywanym autobusom zeroemisyjnym oraz stacji zasilania szybkiego – po jednej dla każdej dostarczonej kolejnej partii tych pojazdów.

Z uwagi na brak zdolności MZK Sp. z o.o. do zakupu drogich autobusów elektrycznych w dużej liczbie, niezbędne będzie zaangażowanie finansowe Miasta Pabianice w to przedsięwzięcie. Przyjęto, że w okresie analizy zakupy pojazdów elektrycznych realizować będzie Miasto, udostępniając je następnie operatorowi.

Poza opisanymi wyżej czterema wariantami inwestycyjnymi, utworzono scenariusz bazowy, o charakterze wyłącznie porównawczym, w którym założono wykonywanie przewozów w pabianickiej komunikacji miejskiej autobusami zasilanymi olejem napędowym, przy jednoczesnym ponoszeniu przez operatora możliwie najniższych nakładów finansowych na odtwarzanie taboru.

W scenariuszu tym przyjęto prowadzenie polityki minimalizacji nakładów, przy spełnieniu tylko najważniejszych oczekiwań pasażerów. Założono, że MZK Sp. z o.o. zrezygnuje z zakupu fabrycznie pojazdów hybrydowych i będzie wprowadzać do ruchu pozyskiwane na rynku wtórnym autobusy 8-letnie klasy maxi, zasilane olejem napędowym – wymieniając pojazdy osiagające wiek 15-16 lat. Średni wiek taboru w scenariuszu bazowym byłby wyższy od osiągniętego w wariantach konwencjonalnym.

W tabeli 6 przedstawiono planowane zmiany struktury taboru w wariantcie 1A (konwencjonalnym, bez linii autobusowej zastępującej linię tramwajową 41), w tabeli 7 – w wariantcie 1B (konwencjonalnym, z dodatkową linią autobusową za linię tramwajową 41), w tabeli 8 – w wariantcie 2A (elektrycznym, bez linii autobusowej zastępującej linię tramwajową 41), natomiast w tabeli 9 – w wariantcie 2B (elektrycznym, z dodatkową linią autobusową za linię tramwajową 41).

Tab. 6. Harmonogram wymiany taboru pabianickiej komunikacji miejskiej w latach 2019-2033 w wariantcie 1A – konwencjonalnym, bez linii autobusowej zastępującej linię tramwajową 41

Lp.	Typ taboru – napęd	Rozpatrywany rok														
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
1	Autobusy ON															
1a	Zakup/wycofanie	-/14	-/-	-/-	-/-	-/-	-/9	-/-	-/-	-/5	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
1b	Stan na koniec roku	14	14	14	14	14	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0
2	Autobusy hybrydowe															
2a	Zakup/wycofanie	14/-	-/-	-/-	-/-	-/-	9/-	-/-	-	5/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
2b	Stan na koniec roku	18	18	18	18	18	27	27	27	32	32	32	32	32	32	32
3	Autobusy elektryczne															
3a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
3b	Stan na koniec roku	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Ogółem stan taboru na koniec roku															
4a	Razem emisyjne	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
4b	Zeroemisyjne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4c	<i>Udział [%]</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>
4d	<i>Średni wiek taboru [lat]</i>	<i>4,8</i>	<i>5,8</i>	<i>6,8</i>	<i>7,8</i>	<i>8,8</i>	<i>5,3</i>	<i>6,3</i>	<i>7,3</i>	<i>5,6</i>	<i>6,6</i>	<i>7,6</i>	<i>8,6</i>	<i>9,6</i>	<i>10,6</i>	<i>11,6</i>
5	<i>Praca eksploatacyjna [tys. wzkm]</i>	<i>1,35</i>	<i>1,46</i>	<i>1,48</i>	<i>1,48</i>	<i>1,48</i>	<i>1,48</i>	<i>1,48</i>	<i>1,48</i>	<i>1,48</i>	<i>1,48</i>	<i>1,48</i>	<i>1,48</i>	<i>1,48</i>	<i>1,48</i>	<i>1,48</i>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MZK Sp. z o.o.

Tab. 7. Harmonogram wymiany taboru pabianickiej komunikacji miejskiej w latach 2019-2033 w wariantcie 1B – konwencjonalnym, z dodatkową linią autobusową za linię tramwajową 41

Lp.	Typ taboru – napęd	Rozpatrywany rok														
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
1	Autobusy ON															
1a	Zakup/wycofanie	-/14	-/-	-/-	-/-	-/-	-/9	-/-	-/-	-/5	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
1b	Stan na koniec roku	14	14	14	14	14	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0
2	Autobusy hybrydowe															
2a	Zakup/wycofanie	14/-	9/-	-/-	-/-	-/-	9/-	-/-	-/-	5/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
2b	Stan na koniec roku	18	27	27	27	27	36	36	36	41	41	41	41	41	41	41
3	Autobusy elektryczne															
3a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
3b	Stan na koniec roku	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Ogółem stan taboru na koniec roku															
4a	Razem emisyjne	32	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
4b	Zeroemisyjne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4c	<i>Udział [%]</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>
4d	<i>Średni wiek taboru [lat]</i>	<i>4,8</i>	<i>4,5</i>	<i>5,58</i>	<i>6,5</i>	<i>7,5</i>	<i>5,0</i>	<i>6,0</i>	<i>7,0</i>	<i>5,9</i>	<i>6,9</i>	<i>7,9</i>	<i>8,9</i>	<i>9,9</i>	<i>10,9</i>	<i>11,9</i>
5	<i>Praca eksploatacyjna [tys. wzkm]</i>	<i>1,35</i>	<i>1,46</i>	<i>2,03</i>	<i>2,03</i>	<i>2,03</i>	<i>2,03</i>	<i>2,03</i>	<i>2,03</i>	<i>2,03</i>	<i>2,03</i>	<i>2,03</i>	<i>2,03</i>	<i>2,03</i>	<i>2,03</i>	<i>2,03</i>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MZK Sp. z o.o.

Tab. 8. Harmonogram wymiany taboru pabianickiej komunikacji miejskiej w latach 2019-2033 w wariantcie 2A – elektrycznym, bez linii autobusowej zastępującej linię tramwajową 41

Lp.	Typ taboru – napęd	Rozpatrywany rok														
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
1	Autobusy ON															
1a	Zakup/wycofanie	-/14	-/2	-/-	-/1	-/-	-/6	-/-	-/-	-/5	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
1b	Stan na koniec roku	14	12	12	11	11	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0
2	Autobusy hybrydowe															
2a	Zakup/wycofanie	14/-	-/-	-/-	-/-	-/-	3/-	-/-	-	2/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
2b	Stan na koniec roku	18	18	18	18	18	21	21	21	23	23	23	23	23	23	23
3	Autobusy elektryczne															
3a	Zakup/wycofanie	-/-	2/-	-/-	2/-	-/-	3/-	-/-	-/-	4/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
3b	Stan na koniec roku	0	2	2	4	4	7	7	7	11	11	11	11	11	11	11
4	Ogółem stan taboru na koniec roku															
4a	Razem emisyjne	32	30	30	29	29	26	26	26	23	23	23	23	23	23	23
4b	Zeroemisyjne	0	2	2	4	4	7	7	7	11	11	11	11	11	11	11
4c	<i>Udział [%]</i>	<i>0,0</i>	<i>6,3</i>	<i>6,3</i>	<i>12,1</i>	<i>12,1</i>	<i>21,2</i>	<i>21,2</i>	<i>21,2</i>	<i>32,4</i>	<i>32,4</i>	<i>32,4</i>	<i>32,4</i>	<i>32,4</i>	<i>32,4</i>	<i>32,4</i>
4d	<i>Średni wiek taboru [lat]</i>	<i>4,8</i>	<i>5,0</i>	<i>6,0</i>	<i>6,4</i>	<i>7,4</i>	<i>5,5</i>	<i>6,5</i>	<i>7,5</i>	<i>5,7</i>	<i>6,7</i>	<i>7,7</i>	<i>8,7</i>	<i>9,7</i>	<i>10,7</i>	<i>11,7</i>
5	<i>Praca eksploatacyjna [tys. wzkm]</i>	<i>1,35</i>	<i>1,46</i>	<i>1,48</i>	<i>1,48</i>	<i>1,48</i>	<i>1,48</i>	<i>1,48</i>	<i>1,48</i>	<i>1,48</i>	<i>1,48</i>	<i>1,48</i>	<i>1,48</i>	<i>1,48</i>	<i>1,48</i>	<i>1,48</i>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MZK Sp. z o.o.

Tab. 9. Harmonogram wymiany taboru pabianickiej komunikacji miejskiej w latach 2019-2033 w wariantcie 2B – elektrycznym, z dodatkową linią autobusową za linię tramwajową 41

Lp.	Typ taboru – napęd	Rozpatrywany rok														
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
1	Autobusy ON															
1a	Zakup/wycofanie	-/14	-/-	-/-	-/-	-/-	-/9	-/-	-/-	-/5	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
1b	Stan na koniec roku	14	14	14	14	14	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0
2	Autobusy hybrydowe															
2a	Zakup/wycofanie	14/-	-/-	-/-	-/-	-/-	9/-	-/-	-/-	3/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
2b	Stan na koniec roku	18	18	18	18	18	27	27	27	30	30	30	30	30	30	30
3	Autobusy elektryczne															
3a	Zakup/wycofanie	-/-	10/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	3/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
3b	Stan na koniec roku	0	10	10	10	10	10	10	10	13	13	13	13	13	13	13
4	Ogółem stan taboru na koniec roku															
4a	Razem emisyjne	32	32	32	32	32	32	32	32	30	30	30	30	30	30	30
4b	Zeroemisyjne	0	10	10	10	10	10	10	10	13	13	13	13	13	13	13
4c	<i>Udział [%]</i>	<i>0,0</i>	<i>23,8</i>	<i>23,8</i>	<i>23,8</i>	<i>23,8</i>	<i>23,8</i>	<i>23,8</i>	<i>23,8</i>	<i>30,2</i>	<i>30,2</i>	<i>30,2</i>	<i>30,2</i>	<i>30,2</i>	<i>30,2</i>	<i>30,2</i>
4d	<i>Średni wiek taboru [lat]</i>	<i>4,8</i>	<i>4,4</i>	<i>5,4</i>	<i>6,4</i>	<i>7,4</i>	<i>5,0</i>	<i>6,0</i>	<i>7,0</i>	<i>5,8</i>	<i>6,8</i>	<i>7,8</i>	<i>8,8</i>	<i>9,8</i>	<i>10,8</i>	<i>11,8</i>
5	<i>Praca eksploatacyjna [tys. wzkm]</i>	<i>1,35</i>	<i>1,46</i>	<i>2,03</i>	<i>2,03</i>	<i>2,03</i>	<i>2,03</i>	<i>2,03</i>	<i>2,03</i>	<i>2,03</i>	<i>2,03</i>	<i>2,03</i>	<i>2,03</i>	<i>2,03</i>	<i>2,03</i>	<i>2,03</i>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MZK Sp. z o.o.

Cenę zakupu używanego autobusu z wyposażeniem i dostosowaniem do potrzeb pabianickiej komunikacji miejskiej przyjęto na poziomie 250 tys. zł za pojazd klasy maxi, z wyposażeniem podobnym jak obecnie nabywane nowe pojazdy hybrydowe. Jednocześnie, ze względu na fakt, że starzejący się tabor będzie wymagał coraz wyższych nakładów na jego utrzymanie w sprawności, przyjęto wzrost nakładów na części zamienne i usługi naprawcze o 5% rocznie, aż do osiągnięcia dwukrotnego poziomu wydatków z 2017 r.

Przyjęto, że planowany zakres pracy eksploatacyjnej pabianickiej komunikacji miejskiej będzie wzrastać do 2021 r., aby w kolejnych latach utrzymywać się już na takim samym poziomie. W wariantach oznaczonych literą B założono dodatkowe zwiększenie wielkości pracy eksploatacyjnej – o 0,55 mln wozokilometrów rocznie – w związku z uruchomieniem linii autobusowej ze Szpitala w Pabianicach do Łodzi (pl. Niepodległości), w zamian za zlikwidowaną linię tramwajową 41.

Liczbę pasażerów w wariantach oznaczonych literą A oszacowano na podstawie szacunków Miasta dla 2018 r. – z uwzględnieniem wyników badań marketingowych przeprowadzonych wiosną 2016 r., przyjmując stały współczynnik liczby pasażerów na wozokilometr. Liczbę pasażerów w wariantach oznaczonych literą B powiększono od 2021 r. dodatkowo o liczbę pasażerów linii tramwajowej 41, ustaloną w badaniach marketingowych z wiosny 2016 r.

Przychody z biletów przyjęto na podstawie planowanego przez Miasto wykonania dla 2018 r., uwzględniając zmianę wielkości pracy eksploatacyjnej, przy założonym współczynniku średnich przychodów na kilometr trasy.

W każdym wariantcie założono, że nabywane pojazdy – również używane – będą niskopodłogowe, wymalowane w barwy miejskie, a ich wyposażenie będzie obejmować co najmniej klimatyzację całopojazdową, przyklęk i miejsce na wózek, biletomat oraz system monitoringu i elektronicznej informacji pasażerskiej z zapowiedziami głosowymi.

Przewidywane koszty zakupu jednostek taborowych przyjęto odpowiednio w wysokości (netto) za jeden autobus:

- w scenariuszu bazowym:
 - 0,25 mln zł za używany z silnikiem na olej napędowy – klasy maxi;
- w wariantach konwencjonalnych 1A i 1B oraz elektrycznych 2A i 2B:
 - 1,53 mln zł za nowy hybrydowy – klasy maxi;
 - 2,29 mln zł za nowy hybrydowy – klasy mega;
 - 2,10 mln zł za nowy elektryczny – klasy maxi;
 - 3,15 mln zł za nowy elektryczny – klasy mega.

W wariantcie elektrycznym przyjęto również następujące nakłady infrastrukturalne (netto):

- 1,00 mln zł – na budowę nowego przyłącza energetycznego i rozdzielni w zajezdni MZK Sp. z o.o.;
- 0,10 mln zł – za ładowarki zajezdniowe wolnego ładowania, po jednej na każdy zakupiony autobus elektryczny;
- 0,80 mln zł – za ładowarki szybkie na przystankach krańcowych, łącznie trzy ładowarki.

Przyjęto w analizie zastosowanie urządzeń typu „plug-in”, za pomocą których odbywać się będzie ładowanie pojazdów w zajezdni oraz ładowarek pantografowych odwróconych, zlokalizowanych na wybranych pętłach – wraz z dedykowaną infrastrukturą zasilającą.

W kalkulacji kosztów pojazdów używanych wzięto pod uwagę konieczność doprowadzenia ich do pełnej sprawności technicznej – usunięcia wszelkich usterek i niedomagań, nienagannego stanu estetycznego oraz wyposażenia i wymalowania oraz wyposażenia w monitoring wewnętrzny, urządzenia informacji pasażerskiej i pobierania opłat za przejazdy – zgodnie z wymogami obecnie obowiązującymi w pabianickiej komunikacji miejskiej.

Przy wyborze linii przeznaczonych do obsługi taborem zeroemisyjnym wzięto pod uwagę gęstość zaludnienia obszaru obsługiwanego pabianicką komunikacją miejską. Średnia gęstość zaludnienia miasta Pabianic – wg stanu na koniec 2017 r. – wynosiła 1 995 osób/km², natomiast całego obszaru jednostek samorządu terytorialnego, które z gminą Miasto Pabianice zawarły porozumienia międzygminne – 453 osoby/km². Średnia gęstość zaludnienia w Polsce na koniec 2017 r. wynosiła – według GUS – 123 osoby/km², a w miastach – 1 050 osób/km². Średnia gęstość zaludnienia w województwie łódzkim wynosiła 136 osób/km².

W tabeli 10 przedstawiono wskaźniki krotności – o ile razy większa jest gęstość zaludnienia w obszarze obsługiwanym liniami miejskimi pabianickiej komunikacji miejskiej 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 liniami miejskimi w porównaniu do średniej gęstości zaludnienia w polskich miastach. Wskaźniki te uwzględniono w wycenie wpływu emisji substancji szkodliwych innych niż gazy cieplarniane na zdrowie i życie mieszkańców w analizie kosztów i korzyści w dalszej części opracowania.

Tab. 10. Ekspozycja mieszkańców Pabianic na niskie emisje na tle wartości charakteryzujących kraj i miasta w kraju – stan na 31 grudnia 2017 r.

Parametry charakteryzujące Pabianice			Wskaźniki			
liczba mieszkańców [tys.]	powierzchnia [km ²]	gęstość zaludnienia [osób/km ²]	krotności w stosunku do			wzrostu wobec miast w Polsce [%]
			obsługiwane obszaru	miast w Polsce	Polski	
65,82	32,99	1 995	4,40	1,90	16,2	90

Źródło: dane Banku Danych Lokalnych GUS.

Dane zaprezentowane w tabeli 10 wskazują, że gęstość zaludnienia Pabianic jest znacznie wyższa niż przeciętna dla kraju (ponad 16-krotnie) i miast w kraju (prawie 2-krotnie), a więc liczba mieszkańców narażonych na niską emisję zanieczyszczeń ze środków transportu, jest także w Pabianicach proporcjonalnie większa.

Emisja zanieczyszczeń w obszarach o tak dużej gęstości zaludnienia wpływa więc 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.

5.5. 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.

Przedstawiciele 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 (prestż, innowacyjność);
- ekonomiczne.

Niemal we wszystkich miastach reprezentowanych w warsztatach zaplanowano wykorzystanie autobusów elektrycznych do uruchomienia nowych połączeń. Miałyby one obejmować ściśle 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 ważki argument za wprowadzeniem komunikacji autobusowej do ścisłych centrów miast, wewnątrz 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 wyłącznego ruchu 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 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 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 pabianickiej komunikacji miejskiej.

Celem, jaki Miasto zamierza osiągnąć określonym wyborem linii, jest ograniczenie wykorzystania autobusów z napędem spalinowym w centralnej części Pabianic oraz w największych osiedlach mieszkaniowych. Liniami komunikacyjnymi, które byłyby odpowiednie do obsługi taboru zeroemisyjnym, są linie priorytetowe, których trasa obejmuje centralną część miasta, o gęstej zabudowie mieszkaniowej.

Jak to przedstawiono w rozdziale 3, w pabianickiej komunikacji miejskiej wyróżnia się dwie linie priorytetowe – 1 i 7. Obsługa linii miejskich, ze względu na koordynację rozkładów jazdy różnych linii, powiązana jest wspólnym obiegiem taboru – te same pojazdy obsługują kursy na liniach 1, 3 i 5, inne na liniach 2 i 7, a jeszcze inne na liniach 4 i 6.

Trasa jednokierunkowej **linii 1** rozpoczyna się na Dworcu PKP i prowadzi ulicami: Łaską, Wiejską, Jana Pawła II (przy Szpitalu im. Edmunda Biernackiego), Śniadeckiego, Wileńską, Orlą, Kilińskiego (przy skrzyżowaniu z ul. Zamkową, stanowiącym centralny punkt miasta), św. Jana, Partyzancką (obsługując przemysłową część miasta), Sikorskiego Nawrockiego i Waltera-Jankego do pętli o tej samej nazwie. Dalszy odcinek trasy tej linii prowadzi ulicami Myśliwską i Skargi do ul. Nawrockiego, skąd w taki sam sposób jak w kierunku przeciwnym, następuje powrót do Dworca PKP.

Długość trasy kursu wynosi 18,90 km. Częstotliwość kursów na linii 1, w dni powszednie w godzinach od 6 do 17 wynosi 20 minut, natomiast w pozostałych godzinach dnia powszedniego oraz w weekendy – 40 minut. Pakiet linii: 1, 3 i 5 w szczytowych okresach podaży w dniu powszednim obsługuje łącznie 7 pojazdów.

Trasa **linii 2** łączy pętlę przy ul. Waltera-Jankego z Klimkowizną, prowadząc ulicami: Waletra-Jankego, Nawrockiego, Grota-Roweckiego, Kilińskiego, św. Jana, Partyzancką, Lutomiarską i Karniszewicką. Wybrane kursy wykonywane są z zajazdem pod zajezdnię MZK przy ul. Lutomiarskiej. Z oznaczeniem linii 2 wykonywane są także dojazdy z zajezdni do pętli Waltera-Jankego a także dojazdy i zjazdy z bazy do/z Klimkowizny.

Długość podstawowego wariantu trasy linii 2 w kierunku Klimkowizny wynosi 8,23 km (w wariantcie z zajazdem pod zajezdnię – 9,73 km), a w kierunku pętli Waltera-Jankego – 8,17 km (w wariantcie z zajazdem pod zajezdnię – 9,69 km). W obu kierunkach długość trasy w wariantcie podstawowym wynosi więc 16,40 km, a z zajazdem w jednym z kierunków pod zajezdnię – około 17,9 km (rozkład jazdy nie przewiduje zajazdów dla pary kursów w obu kierunkach). Linia funkcjonuje całotygodniowo z częstotliwością co 40 minut (poza szczytem porannym dnia powszedniego, w którym jest ona wyższa) i jest obsługiwana 2 pojazdami.

Trasa **linii 3**, podobnie jak linii 1, rozpoczyna się przy Dworcu PKP i identyczną trasą prowadzi do Szpitala im. Biernackiego, dalej jednak wytyczona została ul. Jana Pawła II do ul. Targowej i tą ulicą (z powrotem ul. Grabową) prowadzi do ul. Orlej, gdzie jej trasa ponownie łączy się z trasą linii 1. Wspólny odcinek tras obu linii kończy się na skrzyżowaniu ulic Orlej, Kilińskiego i Grota Roweckiego, z którego trasa linii 3 prowadzi ulicami: Grota-Roweckiego, Nawrockiego, 20 Stycznia, Warszawską, Konstantynowską (z powrotem: Konstantynowską, Warszawską, Szewską, Skargi i 20 Stycznia) oraz Partyzancką – do pętli zlokalizowanej w ciągu ul. Sikorskiego, znajdującej się w przemysłowej części Pabianic.

Długość trasy w kierunku pętli Sikorskiego wynosi 7,20 km, z powrotem – 7,36 km, a w obie strony – 14,56 km. Z uwagi na obsługę linią 3 do przemysłowej części miasta, linia ta funkcjonuje tylko w dni powszednie i soboty (przy czym w soboty tylko do godziny 15), z częstotliwością kursów co 40 minut (w dni powszednie w godzinach porannych co 20 minut).

Trasa **linii 4** rozpoczyna się na pętli Waltera-Jankego i prowadzi ulicami: 20 Stycznia, Grota-Roweckiego, Nawrockiego, 20 Stycznia, Warszawską (z powrotem: Warszawską, Szewską, Skargi i 20 Stycznia), Zamkową, Kilińskiego, Moniuszki, Wiejską do przystanku krańcowego 15 Pułku Piechoty Wilków, wyznaczonego w ramach pętli ulicznej. Z opisanego przystanku krańcowego, trasa linii 4 prowadzi ulicami: Łaską, Wiejską, Jana Pawła II (obok Szpitala im. Biernackiego), Śniadeckiego, Moniuszki i dalej tą samą trasą do pętli Waltera-Jankego. Długość trasy linii 4 wynosi odpowiednio 7,46 i 8,30 km, co oznacza 15,76 km w obie strony.

Z uwagi na funkcjonowanie przystanków przy ulicach 15 Pułku Piechoty Wilków i Wiejskiej tylko w jednym kierunku, linia 4 traktowana jest jako okrężna. W dniu powszednim linia funkcjonuje w godzinach porannego i popołudniowego szczytu przewozowego z częstotliwością co 60 minut, a w porze międzyszczytowej – co 80 minut. W soboty autobusy linii 4 kursują w godzinach 9-19, a w niedziele – 10-19, z częstotliwością co 80 minut. Dodatkowo, w dni weekendowe wykonywany jest kurs po godzinie 21. Linię 4 obsługuje jeden pojazd.

Trasa **linii 5** jest bardzo zbliżona do trasy linii 3. Trasy obu tych linii od Dworca PKP aż do skrzyżowania ulic Grota-Roweckiego i Nawrockiego pokrywają się, a następnie trasa linii 5 prowadzi ulicami Nawrockiego i Waltera-Jankego do pętli przy tej ulicy. Długość trasy w kierunku pętli Waltera-Jankego wynosi 6,27 km, a w kierunku Dworca PKP – 6,28 km, a więc w obu kierunkach jest to 12,55 km.

Rozkład jazdy linii 5 jest rytmicznym uzupełnieniem rozkładu jazdy linii 3: w godzinach porannych dnia powszedniego autobusy kursują co 60 minut (uzupełniając kursy linii 3), poza tym w dni powszednie do godziny 19 częstotliwość wynosi 40 minut, co łącznie z kursami linii 3 na wspólnej trasie zapewnia częstotliwość 20-minutową. W soboty kursowanie linii 5 rozpoczyna się od godziny 15 (po zakończeniu funkcjonowania linii 3), a w niedziele – od godzin porannych (linia 3 w niedziele nie funkcjonuje).

Trasa **linii 6** jest bardzo zbliżona do trasy linii 4 – prowadzi identycznie od pętli Waltera-Jankego do przystanków przy Szpitalu, dalej jednak – zamiast ulicą 15 Pułku Piechoty Wilków – prowadzi ulicą Wiejską do pętli Karolew, tuż przy południowej granicy miasta. Długość trasy linii 6 wynosi odpowiednio 7,63 i 7,82 km, co oznacza 15,45 km w obie strony.

Częstotliwość kursowania jest identyczna jak w przypadku linii 4, jednak w dni powszednie funkcjonowanie linii 6 wydłużone zostało do godziny 22, w soboty linia funkcjonuje w godzinach 6-21, a w niedziele – w godzinach 8-21. Linię 6 obsługuje jeden pojazd.

Linia 7 to skrócony wariant trasy linii 2. Trasy obydwu tych linii pokrywają się na odcinku od Waltera-Jankego do skrzyżowania ulic Kilińskiego, Zamkowej i św. Jana, skąd autobusy linii 7 wykonują pętlę uliczną – ulicami: Zamkową, Piłsudskiego (przy której wyznaczony został przystanek początkowo-końcowy), Partyzancką i św. Jana. Z oznaczeniem linii 7 wykonywane są także kursy zjazdowe z pętli Waltera-Jankego do zajezdni MZK.

Jest to najkrótsza linia w sieci pabianickiej komunikacji miejskiej – jej trasa liczy jedynie 4,40 i 4,51 w jednym kierunku, a więc tylko 8,91 km w obie strony. Linia ta jest jednak niezwykle istotna w sieci komunikacyjnej, gdyż uzupełnia łączną częstotliwość w dni powszednie na liniach: 2, 7, 260, 261 i 262 na odcinku pomiędzy pętlą Waltera-Jankego i ul. Kilińskiego w centrum miasta do 10 minut, a w godzinach 18-21 w dniu powszednim oraz w soboty w godzinach 8-15 – do 20 minut.

Z uwagi na wyższą częstotliwość innych linii (2, 261 i 262), w porannym szczycie przewozowym w dniu powszednim linia 7 funkcjonuje w ograniczonym zakresie, natomiast po godzinie 8 jej częstotliwość kursów wynosi 20 minut. W podstawowym wariantcie trasy linia jest obsługiwana dwoma pojazdami, przy czym w szczycie porannym pojazdy te obsługują inne linie.

Pozostałe linie pabianickiej komunikacji miejskiej są połączeniami podmiejskimi.

Trasa **linii 261** prowadzi z pętli przy ul. Waltera-Jankego do zajezdni MZK trasą identyczną jak linii 2, a dalej przez Szynkielew i Petrykozy do Górki Pabianickiej. Z kolei trasa **linii 262** jest taka sama jak linii 2 od pętli Waltera-Jankego do ul. Kilińskiego, skąd następnie prowadzi ulicami: Zamkową, Łaską (obok Dworca PKP), Torową i Wspólną do granicy miasta i dalej przez Piątkowisko do Kudrowic. Obie te linie podmiejskie funkcjonują tylko w dni powszednie – w godzinach od 6 do 18 – z częstotliwością co 80 minut (w godzinach szczytu porannego – co 60 minut).

W dni powszednie po godzinie 19 oraz w soboty w godzinach od 7 do 15 obie linie zastępuje **linia 260**, której trasa prowadzi z Waltera-Jankego do Kudrowic w identyczny sposób, jak trasa linii 262 i dalej do Górki Pabianickiej, skąd z powrotem do pętli Waltera-Jankego trasą linii 261. Linia 260 funkcjonuje z częstotliwością co 80 minut. Linie 260, 261 i 262 stanowią koordynacyjne uzupełnienie linii 2 i 7.

Pozostałe linie podmiejskie są połączeniami ze zindywidualizowanymi częstotliwościami, z rozkładami jazdy niezależnymi od rozkładów jazdy innych linii.

Trasa **linii 263** prowadzi z pętli Waltera-Jankego do Ksawerowa, **linii 265** – z jednej z pętli na terenie Pabianic (Sikorskiego, Piłsudskiego lub Dworzec PKP) do Pawlikowic, a **linii T** – z Dworca PKP w Pabianicach do Rzgowa (i wybranymi kursami do Guzewa).

W sieci komunikacyjnej MZK Pabianice funkcjonują jeszcze dwie **linie: 264 i W** (odpowiednio szkolna po terenie gminy Ksawerów oraz kościelna po terenach gmin Ksawerów i Rzgów).

Wybór linii do obsługi przez autobusy elektryczne determinuje lokalizację stanowisk do ładowania szybkiego. Najwięcej linii spośród połączeń potencjalnie przeznaczonych do elektryfikacji, korzysta z pętli autobusowej Waltera-Jankego, z dużym placem postojowym. Na pętli tej można będzie doładowywać pojazdy obsługujące linię priorytetową 7, linie podstawowe 2 i 5 oraz uzupełniające 4 i 6. Z pętli tej korzystają autobusy obsługujące pakiety linii 2 i 7 oraz 4 i 6.

Atutem lokalizacji stacji ładowania szybkiego na pętli Waltera-Jankego jest także jej umiejscowienie w pobliżu dużego osiedla mieszkaniowego, zatem elektryfikacja korzystających

z niej linii zdecydowanie zmniejszyłaby uciążliwość publicznego transportu zbiorowego dla jego mieszkańców.

Kolejną pętlą, na której możliwe byłoby zainstalowanie stacji ładowania autobusów, jest Dworzec PKP – wykorzystywany przez linię priorytetową 1 oraz linie podstawowe 3 i 5. Na pętli tej mogłyby więc być doładowywane autobusy obsługujące pakiet linii 1, 3 i 5.

W wariantach inwestycyjnych oznaczonych literą B zakłada się uruchomienie linii autobusowej łączącej Szpital w Pabianicach z pl. Niepodległości w Łodzi, po trasie zlikwidowanej linii tramwajowej. Linia ta byłaby obsługiwana w wariacie 1B autobusami hybrydowymi, a w wariacie 2B – elektrycznymi. Punkt ładowania autobusów elektrycznych dla tej linii z konieczności musi się znajdować w rejonie Szpitala. Miasto Pabianice rozważa lokalizację stanowisk do ładowania przy ul. 15 Pułku Piechoty Wilków, pomiędzy ulicami Wiejską i Jana Pawła II albo na terenie obecnej pętli tramwajowej Wiejska, ale w takim przypadku istniejąca obecnie pętla tramwajowa musiałaby zostać przebudowana na autobusową.

W powyższych lokalizacjach pętli – w rejonie Szpitala lub na obecnej pętli przy ul. Wiejskiej – powinny być zlokalizowane co najmniej dwa stanowiska do ładowania autobusów elektrycznych, z uwagi na niezbędną długość czasu postoju autobusu w celu doładowania baterii pojazdu obsługującego linię o długości około 16 km w jedną stronę i pojawiającą się w związku z tym konieczność ładowania co najmniej dwóch pojazdów jednocześnie.

Wybór kolejnych lokalizacji stanowisk do budowy stacji ładowania szybkiego, w tym trzeciego stanowiska w wariacie 2B, zostanie zdeterminowany przez wybór linii przeznaczonych do obsługi taborem zeroemisyjnym.

W tabeli 11 przedstawiono charakterystykę – przez pryzmat określonych cech – wybranych linii autobusowych, które mogą być przeznaczone do obsługi taborem zeroemisyjnym. Tabela 11 zawiera wszystkie linie miejskie oraz nową linię zastępującą likwidowaną linię tramwajową 41. Kolorem zielonym zacięniowano komórki wskazujące na spełnianie danego kryterium oraz największą liczbę wykonywanych kursów.

Każda z wymienionych linii obsługuje obszary najintensywniejszej wielorodzinnej zabudowy mieszkaniowej w południowo-zachodniej części Pabianic. W przypadku linii o wielowariantowych trasach, długość dwóch par kursów określono dla podstawowych wariantów tras.

Spośród linii przedstawionych w tabeli, jedynie linię nazwaną roboczo A41 charakteryzuje długość trasy w jednym kierunku osiagająca 16 km, w związku z czym jej obsługa taborem zeroemisyjnym – przy założeniu możliwości doładowania autobusów co drugie kółko (dwie pary kursów) – wymagałaby pojazdów o większej pojemności baterii.

Tab. 11. Charakterystyka linii wytypowanych do ewentualnej obsługi taborem zeroemisyjnym

Linia	Długość dwóch par kursów [km]	Liczba kursów w dniu powszednim	Całogodniowa obsługa	Kryterium obsługi taborem zeroemisyjnym określonych rejonów			Ranking obsługi taborem zeroemisyjnym
				ściśle centrum	Stary Rynek	dworzec kolejowy	
Linie priorytetowe							
1	37,8	97	tak	tak	nie	tak	1*
7	17,8	70	tak	tak	nie	nie	2**
Linie podstawowe							
2	32,8	70	tak	tak	nie	nie	2**
3	29,1	60	nie	nie	nie	tak	1*
5	25,1	38	tak	nie	nie	tak	1*
Linie uzupełniające (miejskie)							
4	31,5	25	tak	tak	tak	nie	3
6	30,9	29	tak	tak	tak	nie	4
Nowa linia na trasie linii tramwajowej 41 – tylko wariant 2B							
A41	64,0	93	tak	tak	tak	tak	1^

* – wynikowo, ze względu na wspólny obieg taboru na liniach: 1, 3 i 5.

** – wspólny obieg taboru na liniach 2 i 7.

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 12 przedstawiono liczbę pasażerów (potoki pasażerskie) korzystających z proponowanych do objęcia taborem zeroemisyjnym linii komunikacyjnych, którą przyjęto na podstawie wyników badań marketingowych przeprowadzonych w pabianickiej komunikacji miejskiej wiosną 2016 r. Wyróżnieniem w kolorze zielonym (stosując gradację zacieniowania), zaznaczono wartości najwyższe.

Zdecydowanie najwięcej pasażerów we wszystkich rodzajach dni tygodnia skorzystało z linii tramwajowej 41. W segmencie linii autobusowych, najwięcej pasażerów w dniu powszednim i w sobotę skorzystało z linii 1. W niedzielę najwięcej pasażerów skorzystało z linii 5, przy czym liczba pasażerów linii 1 w niedzielę była tylko nieznacznie niższa.

W dniu powszednim względnie dużą liczbą pasażerów charakteryzowały się także linie 2 i 3 oraz 7, a w sobotę, poza opisaną wcześniej linią 1, również linie 2 i 3.

W niedzielę znacząca wielkość popytu wystąpiła ponadto na linii 2 (linia 3 w niedzielę nie funkcjonuje).

Tab. 12. Liczba pasażerów wybranych linii wytypowanych do ewentualnej obsługi taborem zeroemisyjnym

Linia	Pasażerowie ogółem			Pasażerowie na 1 km		
	dzień powszedni	sobota	niedziela	dzień powszedni	sobota	niedziela
Linie priorytetowe						
1	3 656	1 746	1 016	4,0	3,2	2,1
7	1 231	218	2	3,9	3,1	0,3
Linie podstawowe						
2	1 543	1 187	707	2,8	2,5	1,7
3	1 521	819	nie funkcjonuje	3,4	3,6	nie funkcjonuje
5	911	392	1 065	3,7	3,5	3,8
Linie uzupełniające (miejskie)						
4	856	322	260	4,4	2,6	2,3
6	919	446	289	4,0	2,6	2,1
Linia tramwajowa						
41	8 686	5 033	2 866	5,6	4,9	4,5

Źródło: „Badania marketingowe wielkości i struktury popytu oraz przychodowości pabianickiej komunikacji miejskiej – wiosna 2016 r.”, luty-lipiec 2016 r.

Linie tramwajową charakteryzowało najwyższe wykorzystanie pojazdów w przeliczeniu na kilometr kursowy (5,6 pasażerów na kilometr w dniu powszednim, 4,9 w sobotę i 4,5 w niedzielę). Wśród linii miejskich największe wykorzystanie charakteryzowało linię 4, a jedynie niewiele niższe było na liniach 1 i 6. Z kolei w sobotę zdecydowanie najwyższe wykorzystanie pojazdów odnotowano, poza linią tramwajową, na liniach autobusowych 3 i 5, a w niedzielę – na linii 5.

Najślabszym wykorzystaniem pojazdów w niedzielę charakteryzowała się linia 7. Wynika to jednak z faktu, że w niedzielę na tej linii wykonywany był tylko jeden kurs zjazdowy – w godzinach wieczornych.

W wariantach inwestycyjnych oznaczonych literą A, tabor zeroemisyjny obsługiwałby linie wewnątrzmijskie. Zarówno pętla przy Dworcu PKP, jak i pętla Waltera-Jankego, mają wystarczająco dużo miejsca, aby usytuować na ich obszarze ładowarki pantografowe. Te dwie pętle całkowicie zaspokoją potrzeby ładowania szybkiego autobusów obsługujących wszystkie linie miejskie, a nawet dodatkowo – większość linii podmiejskich (wszystkie poza 265 oraz szkolną 264 i kościelną W).

Ponadto, długość trasy żadnej z linii miejskich nie przekracza 19 km w obu kierunkach, najdłuższa jest trasa linii 1 (18,9 km). Konieczne byłoby jednak zwiększenie liczby autobusów obsługujących podstawowe linie – z uwagi na niezbędne wydłużenie czasów postojów. Do obsługi pakietu linii 1, 3 i 5 konieczny byłby minimum jeden dodatkowy pojazd – aby zwiększyć postoje na pętli Dworzec PKP do około 20 minut. Dodatkowy pojazd potrzebny byłby z tego samego powodu na liniach 2 i 7 – wówczas łącznie na tych dwóch liniach byłoby eksploatowanych pięć pojazdów, a postoje na pętli Waltera-Jankego także miałyby długość około 20 minut. Do obsługi linii 4 i 6 jeden dodatkowy pojazd konieczny byłby tylko w godzinach szczytu, kiedy częstotliwość na obydwu tych liniach wynosi 60 minut – wówczas te dwie linie obsługiwałyby łącznie 3 pojazdy. W godzinach międzyszczytowych oraz w soboty i niedziele długości postojów są wystarczające.

W wariantcie oznaczonym literą B do obsługi taborem zeroemisyjnym w pierwszej kolejności wytypowano linię 41 – zastępującą obecną linię tramwajową, co uzasadnia największa liczba pasażerów oraz największe, całotygodniowe wykorzystanie jej pojazdów na całej trasie. Ponadto, najpilniejsze potrzeby Miasta w zakresie zakupów taboru o standardowej pojemności, zaspokaja realizacja projektu „Modernizacja i rozwój komunikacji miejskiej w Pabianicach”, w ramach której w latach 2018-2019 wprowadzana jest do eksploatacji partia aż 18 fabrycznie nowych autobusów standardowych. Zarówno Miasto, jak i MZK, nie dysponują natomiast autobusami przegubowymi, które mogłyby zostać wprowadzone do eksploatacji w zamian za tramwaje linii 41.

W kontekście powyższych rozważań proponuje się, aby przydział linii do obsługi taborem zeroemisyjnym przedstawiał się następująco:

- w wariantach 1A i 2A:
 - w pierwszej kolejności – linia 1, ze stacją ładowania szybkiego na pętli przy dworcu kolejowym;
 - w drugiej kolejności – linie 3 i 5, obsługiwane zamiennie tym samym taborem, ewentualnie z dodatkowym stanowiskiem ładowania (przy czym autobusy linii 5 po realizacji kolejnych etapów będą mogły być ładowane także na pętli Waltera-Jankego);
 - w trzeciej kolejności – linie 2 i 7, korzystające z dodatkowej, dedykowanej tym liniom stacji ładowania na pętli Waltera-Jankego;
 - w dalszej kolejności linie 4 i 6, korzystające z dodatkowych stanowisk ładowania na pętli Waltera-Jankego;

- w wariantach 1B i 2B:
 - w pierwszej kolejności – nowa linia autobusowa o roboczym oznaczeniu A41 (za linię tramwajową 41), obsługiwana taborem klasy mega, ze stanowiskami do ładowania w rejonie Szpitala;
 - w drugiej kolejności – linia 1, ze stacją ładowania szybkiego na pętli przy dworcu kolejowym, a uzupełniająco linie 3 i 5 – obsługiwane zamiennie tym samym taborem;
 - w trzeciej kolejności – linie 2, 4, 6 i 7 – korzystające z dodatkowej, dedykowanej tym liniom stacji ładowania na pętli Waltera-Jankego.

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 chińskich autobusach marki BYD. Pomimo to, zastosowanie ogrzewania elektrycznego, nie zapewnia w polskich warunkach klimatycznych pewności pokonania przez autobus 200 km bez konieczności doładowania (doświadczenia z testów w Gdyni). Większe pojemności baterii stosuje się 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 zależy 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,

łączość 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 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 standardowym dla pabianickiej 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. Dla autobusu przegubowego, eksploatowanego na linii międzymiejskiej, o lepszych parametrach ruchowych, można przyjąć, że zużycie energii będzie tylko o 1/3 wyższe i wyniesie 1,6 kWh na kilometr trasy.

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 elektrycznym 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 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.

W Gdyni i w Lublinie, określone na podstawie wieloletnich doświadczeń z eksploatacji trolejbusów zużycie energii na ogrzewanie wnętrza pojazdu w mroźnej zimie, można szacować nawet do 0,9 kWh w przeliczeniu na każdy 1 km pokonywanej trasy. Nawet w takich warunkach klimatycznych komunikacja miejska musi sprawnie dowieźć pasażerów do ich celów podróży, a więc w pabianickich 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, a autobusu klasy mega – na poziomie $1,6 + 1,0 = 2,6$ kWh na kilometr trasy.

W tabeli 13 przedstawiono szacunkowe wyliczenia niezbędnej pojemności baterii dla autobusów kursujących na poszczególnych liniach przeznaczonych do obsługi taborem zeroemisyjnym. Przyjęto, że bateria autobusu nie może się rozładować poniżej 80% jej pojemności nominalnej, uwzględniając także spadek pojemności baterii związany z jej wiekiem – na poziomie 1,5% rocznie. Aby zapewnić racjonalny czas ładowania szybkiego autobusów elektrycznych na przystankach krańcowych, przyjęto ponadto, że moc ładowarki zainstalowanej na pętli powinna wynosić 400 kW (przy sprawności wynoszącej 90%).

Tab. 13. Szacunek wymaganej pojemności baterii autobusów elektrycznych w celu obsługi linii wybranych do ewentualnej elektryfikacji

Linia	Przeciętna długość dwóch kółek (par kursów)	Zużycie energii		Czas ładowania		Pojemność baterii	
		lato	zima	lato	zima	obliczona lato/zima	proponowana
	[km]	[kWh]	[kWh]	[min]	[min]	[kWh]	[kWh]
Linie priorytetowe							
1	37,8	43,5	71,8	7,2	12,0	62/102	120*
7	17,8	20,5	33,9	3,4	5,6	29/48	90
Linie podstawowe							
2	32,8	37,7	62,3	6,3	10,4	54/88	90
3	29,1	33,5	55,3	5,6	9,2	48/78	90
5	25,1	28,8	47,7	4,8	7,9	41/68	90
Linie uzupełniające (miejskie)							
4	31,5	36,2	59,9	6,0	10,0	52/85	90
6	30,9	35,5	58,7	5,9	10,0	51/83	90
Nowa linia na trasie linii tramwajowej 41 – tylko wariant 2B							
A41	64,0	102,4	166,2	17,1	27,7	145/235	160/240**

* – dla pojemności baterii 90 kWh w sezonie zimowym wymagane jest dwukrotnie częstsze ładowanie.

** – 160 kWh w wersji z ogrzewaniem olejowym.

Źródło: opracowanie własne.

Obsługę dwóch par kursów na krótszych liniach umożliwią autobusy z bateriami o mniejszej pojemności – 90 kWh. Zalecane jest jednak wprowadzanie autobusów elektrycznych o ujednoczonej pojemności baterii (120 kWh) – w celu umożliwienia swobodnego dysponowania pojazdami na poszczególnych liniach i pewności eksploatacji w każdych warunkach pogodowych oraz ruchowych (taką pojemność baterii autobusu standardowego przyjęto szacując

nakłady inwestycyjne i odtworzeniowe). Przy zastosowaniu baterii o pojemności 90 kWh, autobusy obsługujące linię 1 w okresie zimowym powinny być ładowane dwukrotnie częściej (po każdym kółku).

Wykorzystanie pojazdów elektrycznych można zwiększyć, stosując cykliczne zmiany w przypisaniu autobusów do obsługiwanych linii, które odbywać się będą w obrębie pętli integrujących grupy linii i spowodują skrócenie czasu oczekiwania na pętlach na rozpoczęcie kolejnego kursu, a w konsekwencji – zmniejszą liczbę ekspediowanych na trasy autobusów. Taka technika planowania rozkładów jazdy jest już w Pabianicach od wielu lat stosowana.

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 ładowania szybkiego.

W wariantcie 2B niezbędna pojemność baterii dla autobusów przegubowych jest znacznie wyższa. Dla autobusu przegubowego w szacunku nakładów przyjęto baterie o pojemności 240 kWh, aczkolwiek możliwym rozwiązaniem jest zastosowanie ogrzewania z wykorzystaniem oleju napędowego lub LPG – wymagana pojemność baterii byłaby wówczas znacznie niższa (160 kWh), co wpłynęłoby na obniżenie kosztu zakupów takich autobusów.

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

W tabeli 14 zaprezentowano proponowany przydział linii do obsługi taborem zeroemisyjnym w poszczególnych latach. Liczbę pojazdów zeroemisyjnych, które mogą być codziennie skierowane do obsługi linii pabianickiej komunikacji miejskiej określono przyjmując konieczność zachowania 15% rezerwy taborowej (awarie, przeglądy, usuwanie skutków kolizji, itp.) w stosunku do stanu floty.

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

W przypadku decyzji o zakupie i wprowadzeniu do eksploatacji autobusów elektrycznych, przewiduje się realizację inwestycji wspomagających – budowy stacji ładowania wolnego – w bazie MZK Sp. z o.o., o mocy pozwalającej na naładowanie autobusu w czasie nie dłuższym niż 4-5 godzin, z odpowiednią rozbudową stacji transformatorowych, rozdzielni i sieci zasilających.

Moc ładowarek zajezdniowych może przyjmować różne wartości. Na ogół przyjmuje się 30-50 kW na jeden autobus. Stosowane są także ładowarki o większej mocy, rzędu 80-100 kW na autobus, 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.

Rozwiązanie takie wymaga także posiadania placu pozwalającego na parkowanie obok stanowiska podłączeniowego dwóch autobusów. Przeszwanie pojazdów w okresie postępu nocnego wymagałoby ponadto dodatkowej pracy kierowcy w porze nocnej i obarczone jest większym ryzykiem kolizji, w związku z czym nie jest rekomendowane. MZK Sp. z o.o. posiada place odpowiedniej wielkości dla instalacji ładowarek w obydwu systemach.

Tab. 14. Proponowany przydział linii do obsługi taboru zeroemisyjnym w latach 2021-2028

Wyszczególnienie	Pojazdy w ruchu na linii	Liczba autobusów zeroemisyjnych w danym roku							
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Wariant 2A – bez linii autobusowej zastępującej linię tramwajową 41									
Pojazdy we flocie	-	2	2	4	4	7	7	7	11
Pojazdy w ruchu	-	2	2	3	3	6	6	6	8
- w tym obsługujące pakiet linii 1+3+5	7	2	2	3	3	6	6	6	7
- w tym obsługujące pakiet linii 2+7	4	-	-	-	-	-	-	-	1
Udział taboru zeroemisyjnego we flocie [%]	-	6,32	6,3	12,1	12,1	21,2	21,2	21,2	32,4
Wariant 2B – z dodatkową linią autobusową za linię tramwajową 41									
Pojazdy we flocie	-	10	10	10	10	10	10	10	13
Pojazdy w ruchu	-	8	8	8	8	8	8	8	11
- w tym na nowej linii A41 (za 41)	8	8	8	8	8	8	8	8	8
- w tym obsługujące pakiet linii 1+3+5	7	-	-	-	-	-	-	-	3
Udział taboru zeroemisyjnego we flocie [%]	-	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	30,2

Źródło: opracowanie własne.

Elementem inwestycji związanej z systemem ładowania nocnego autobusów, jest konieczność dostosowania instalacji doprowadzających energię elektryczną do ładowarek. W wariantcie 2A przyjmuje się rozpoczęcie eksploatacji taboru elektrycznego dwoma autobusami

zeroemisyjnymi, co przy jednoczesnym użytkowaniu ładowarek o mocy 60 kW każda, wymaga mocy przyłączeniowej 120 kW. Obecna moc transformatora zainstalowanego na zajezdni, to jednak tylko 100 kW, które nie umożliwi ładowania nawet tylko dwóch autobusów zeroemisyjnych jednocześnie. Niezbędna byłaby więc szybka rozbudowa rozdzielni z wymianą stacji transformatorowej.

Przy docelowym użytkowaniu w wariantcie 2A już 10 autobusów elektrycznych, moc wymagana wynosi ponad 0,6 MW, a przy 13 w wariantcie 2B – 0,78 MW i do takich mocy powinna być rozbudowana instalacja zasilająca zajezdni. W wariantcie 2B taka rozbudowa byłaby konieczna już w pierwszym etapie – przed wprowadzeniem do ruchu pierwszych przegubowych pojazdów elektrycznych. Koszt takiej inwestycji dla potrzeb zasilania 10-13 autobusów elektrycznych może sięgać kwoty 1,0 mln zł.

Przy ładowarkach większej mocy, np. 80 kW, umożliwiających ładowanie kolejno dwóch pojazdów w ciągu jednej nocy, zapotrzebowanie na moc przyłączeniową będzie odpowiednio niższe.

Ryczałtowy koszt instalacji do ładowania wolnego (ładowarki z przyłączami do rozdzielni i adaptacją placu manewrowego) na terenie zajezdni operatora przyjęto w analizie na uśrednionym poziomie 100 tys. zł na autobus.

Ryczałtowy koszt instalacji do ładowania szybkiego (na pętli), przyjęto w wysokości 800 tys. zł na jedno stanowisko.

W przypadku instalacji każdego typu ładowarki, na pętli lub w zajezdni, zwykle konieczne jest także kompleksowe dostosowanie dróg i placów do postoju autobusów – wraz z umożliwieniem ich omijania podczas ładowania, co również generuje dodatkowe koszty inwestycyjne.

Nakłady niezbędne do poniesienia na zakup taboru i instalacje zasilające przedstawiono w tabeli 15. Nakłady na infrastrukturę uwzględniają planowane do poniesienia wydatki MZK Sp. z o.o. na przebudowę zajezdni (dotyczące: zasilania, stacji paliw, myjni, Centrum Zarządzania Ruchem i placów manewrowych) oraz konieczność wymiany baterii w pojazdach elektrycznych (żywność tych baterii przewidziano na 8 lat).

Tab. 15. Planowane nakłady inwestycyjne i odtworzeniowe dla poszczególnych wariantów w latach 2019-2033 [mln zł]

Lp.	Wariant napędu autobusów	Rozpatrywany rok														
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
1	Wariant 1A – konwencjonalny, bez linii autobusowej zastępującej linię tramwajową 41															
1.1	Autobusy hybrydowe	21,42	0,00	0,00	0,00	0,00	13,77	0,00	0,00	7,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.2	Autobusy elektryczne	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	0,00	0,00
1.3	Inwestycje MZK Sp. z o.o.	0,00	0,40	3,00	3,00	0,00	1,75	1,75	0,00	2,67	2,67	2,67	0,00	0,00	0,00	0,00
1.4	Ogółem	21,42	0,40	3,00	3,00	0,00	15,52	1,75	0,00	10,32	2,67	2,67	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Wariant 2A – elektryczny, bez linii autobusowej zastępującej linię tramwajową 41															
2.1	Autobusy hybrydowe	21,42	0,00	0,00	0,00	0,00	4,59	0,00	0,00	3,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.2	Autobusy elektryczne	0,00	4,20	0,00	4,20	0,00	6,30	0,00	0,00	8,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.3	Inwestycje MZK Sp. z o.o.	0,00	0,40	3,00	3,00	0,00	1,75	1,75	0,00	2,67	2,67	2,67	0,00	0,00	0,00	0,00
2.4	Infrastruktura ładowania, wymiana baterii	0,00	2,00	0,00	0,20	0,00	1,10	0,00	0,00	1,20	0,52	0,00	0,52	0,00	0,79	0,00
2.5	Ogółem	21,42	6,60	3,00	7,40	0,00	13,74	1,75	0,00	15,33	3,19	2,67	0,52	0,00	0,79	0,00

Lp.	Wariant napędu autobusów	Rozpatrywany rok														
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
1	Wariant 1B – konwencjonalny, z dodatkową linią autobusową za linię tramwajową 41															
1.1	Autobusy hybrydowe	21,42	20,61	0,00	0,00	0,00	13,77	0,00	0,00	7,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.2	Autobusy elektryczne	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	0,00	0,00
1.3	Inwestycje MZK Sp. z o.o.	0,00	0,40	3,00	3,00	0,00	1,75	1,75	0,00	2,67	2,67	2,67	0,00	0,00	0,00	0,00
1.4	Ogółem	21,42	21,01	3,00	3,00	0,00	15,52	1,75	0,00	10,32	2,67	2,67	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Wariant 2B – elektryczny, z dodatkową linią autobusową za linię tramwajową 41															
2.1	Autobusy hybrydowe	21,42	0,00	0,00	0,00	0,00	13,77	0,00	0,00	4,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.2	Autobusy elektryczne	0,00	31,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.3	Inwestycje MZK Sp. z o.o.	0,00	0,40	3,00	3,00	0,00	1,75	1,75	0,00	2,67	2,67	2,67	0,00	0,00	0,00	0,00
2.4	Infrastruktura ładowania, wymiana baterii	0,00	3,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,10	5,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.5	Ogółem	21,42	35,50	3,00	3,00	0,00	15,52	1,75	0,00	14,67	7,91	2,67	0,00	0,00	0,00	0,00

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 16 zestawiono nakłady inwestycyjne na infrastrukturę do poniesienia w wariantach 2A i 2B wraz z innymi inwestycjami MZK – ponad nakłady przewidziane do poniesienia w ramach obecnie realizowanych projektów inwestycyjnych.

Tab. 16. Planowane nakłady netto na inwestycje w infrastrukturę w wariantach 2A i 2B

Lokalizacja	Określenie infrastruktury	Docelowa liczba	Koszt jednostkowy [mln zł]	Koszt łączny [mln zł]
Wariant 2A – elektryczny, bez linii autobusowej zastępującej linię tramwajową 41				
Zajezdnia MZK Sp. z o.o.	Rozdzielnia z zasilaniem zewnętrznym	1	1,00	1,00
	Ładowarki wolnego ładowania z kablami zasilającymi	11 szt.	0,10	1,10
	Przełożenie sieci SN 15 kV	1	0,40	0,40
	Budowa stacji paliw	1	3,50	3,50
	Modernizacja i rozbudowa budynku myjni	1	2,50	2,50
	Budowa Centrum Zarządzania Ruchem	1	3,50	3,50
	Modernizacja placów manewrowych	1	8,00	8,00
Razem zajezdnia				20,00
Pętla Waltera-Jankego	Stacja ładowania szybkiego z zasilaniem	2	0,80	1,60
Pętla Dworzec PKP	Stacja ładowania szybkiego z zasilaniem	1	0,80	0,80
Razem pętle				2,40
Autobusy elektryczne	Baterie do wymiany	11 kpl.	0,262	1,83
Ogółem				24,23
Wariant 2B – elektryczny, z dodatkową linią autobusową za linię tramwajową 41				
Zajezdnia MZK Sp. z o.o.	Rozdzielnia z zasilaniem zewnętrznym	1	1,00	1,00
	Ładowarki wolnego ładowania z kablami zasilającymi	13 szt.	0,10	1,30
	Przełożenie sieci SN 15 kV	1	0,40	0,40
	Budowa stacji paliw	1	3,50	3,50
	Modernizacja i rozbudowa budynku myjni	1	2,50	2,50
	Budowa Centrum Zarządzania Ruchem	1	3,50	3,50
	Modernizacja placów manewrowych	1	8,00	8,00
Razem zajezdnia				20,20

Lokalizacja	Określenie infrastruktury	Docelowa liczba	Koszt jednostkowy [mln zł]	Koszt łączny [mln zł]
Pętla Szpital	Stacja ładowania szybkiego z zasilaniem	2	0,80	1,60
Pętla Dworzec PKP	Stacja ładowania szybkiego z zasilaniem	1	0,80	0,80
Razem pętle				2,40
Autobusy elektryczne	Baterie do wymiany	10 kpl.	0,524	5,24
Ogółem				27,84

Źródło: opracowanie własne.

6. Analiza kosztów i korzyści

6.1. 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 Diesla i CNG jako „pozostały okres żywotności autobusów” – w tych przypadkach, gdy przewidziano ich odtworzenie po 13 latach eksploatacji.

Koszty utrzymania taboru zostały w analizie finansowej zaprognozowane na podstawie prognozy dla 2018 i 2019 r. przedstawionej w opracowaniu „Prognoza poziomu rekompensaty w okresie 2019-2023 dla Miejskiego Zakładu Komunikacyjnego Sp. z o.o. w Pabianicach”.

Roczne koszty eksploatacji ponoszone aktualnie przez MZK Sp. z o.o. przedstawiono w tabeli 17. 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 oraz Punktów Sprzedaży Biletów. Wprowadzenie do użytkowania pojazdów elektrycznych spowoduje wzrost zużycia energii. Pomimo to, można ograniczyć koszty jednostkowe z tym związane, gdyż ładowanie autobusów elektrycznych odbywać się będzie przede wszystkim w porze nocnej, w której koszty energii elektrycznej są niższe.

Wzrost kosztów jednostkowych energii może natomiast wystąpić w wyniku znacznego poboru mocy zamówionej energii w okresie szczytowym przez stację ładowania szybkiego. Do obliczeń przyjęto koszt jednostkowy kilowatogodziny – na podstawie danych MZK Sp. z o.o. – w wysokości 0,505 zł netto.

Tab. 17. Prognozowane roczne koszty eksploatacji taboru MZK Sp. z o.o. w 2018 r. i 2019 r. [tys. zł]

Kategoria kosztu	Wartość prognozowana dla	
	2018 r.	2019 r.
Amortyzacja	626,8	627,5
Zużycie paliwa	1 993,0	1916,7
Energia	127,5	132,3
Ogumienie	27,0	17,5
Części zamienne	346,0	273,2
Pozostałe materiały	195,3	200,6
Naprawy i remonty	82,1	84,3
Usługi obce pozostałe	206,8	222,7
Wynagrodzenia razem	5 406,8	6 202,9
– w tym kierowcy	2 964,4	3 364,8
Narzuty na wynagrodzenia	1 296,4	1 483,3
– w tym kierowcy	616,6	699,9
Podatki i opłaty	341,0	348,6
Ubezpieczenie	286,3	440,9
Pozostałe koszty	53,1	59,2
Razem koszty eksploatacji	10 988,1	12 009,7

Źródło: dane „Prognoza poziomu rekompensaty w okresie 2019-2023 dla Miejskiego Zakładu Komunikacyjnego Sp. z o.o. w Pabianicach”.

W tabeli 18 przedstawiono podstawowe wskaźniki eksploatacyjne przyjęte do obliczeń dla autobusów z napędem Diesla oraz elektrycznych.

Dla autobusów elektrycznych przyjęto parametry kosztów eksploatacji (bez uwzględnienia 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. 18. Wskaźniki kosztów eksploatacyjnych przyjęte do analizy

Kategoria	Jednostka	Podstawa	Wartość
Średnioroczne spalanie autobusu o długości 12 m z silnikiem na olej napędowy	dm ³ /100 km	dane MZK Sp. z o.o.	39,7
Średnia cena oleju napędowego	zł/dm ³	dane MZK Sp. z o.o.	3,69
Cena energii elektrycznej	zł/kWh	dane MZK Sp. z o.o.	0,505
Koszty eksploatacji autobusów – zużycie materiałów	zł/km	dane MZK Sp. z o.o.	0,42
Koszty eksploatacji autobusów – naprawy i usługi obce	zł/km	dane MZK Sp. z o.o.	0,21
Współczynnik kosztów eksploatacji autobusów elektrycznych do autobusów z silnikiem Diesla (materiały i usługi)	-	dane producentów	0,70
Współczynnik kosztów eksploatacji autobusów na ON – EURO 6 do autobusów na ON – EURO 2-5 (materiały i usługi)	-	szacunek własny	0,85
Średnie zużycie energii autobusu elektrycznego o długości 12 m	kWh/km	dane producentów	1,35
Średnie zużycie energii autobusu elektrycznego o długości 18 m	kWh/km	dane producentów	2,00
Przyjęte okresy użytkowania zakupionych pojazdów: – autobusy na ON (używane) – autobusy ON (nowe) – autobusy elektryczne	lat	przewidywany okres użytkowania	10 15 15

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych MZK Sp. z o.o. i producentów autobusów.

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 Pabianice, 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. 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, czyli zakładającego po zakończeniu realizacji obecnych inwestycji kontynuację funkcjonowania transportu publicznego w podobnym jak obecnie kształcie.

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 (dostęp: 30.11.2018 r.).

Kalkulacja ilości emisji CO₂ dla autobusów elektrycznych została oparta o zużycie energii elektrycznej oraz o wskaźnik emisyjności dla miksu energetycznego Polski, przyjęte zgodnie z powyższą metodologią EBI.

Emisja gazów innych niż cieplarniane

Koszt związany z emisją substancji szkodliwych innych niż gazy cieplarniane (NO_x, 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 19.

Tab. 19. Emisja zanieczyszczeń przez autobusy elektryczne w Polsce [g/km]

Substancja zanieczyszczająca atmosferę	Krajowy miks energetyczny
NMHC/NMVOC	0,007
SO ₂	3,652
NO _x	1,516
PM	0,042

Źródło: opracowanie własne na podstawie Ricardo-AEA, Kalkulator emisji zanieczyszczeń i kosztów klimatu dla środków transportu publicznego CUPT, dostęp: 30.11.2018 r.

Dla wariantów 1A i 2A – z autobusami z silnikami Diesla zasilanymi olejem napędowym i spełniającymi normy EURO 6, 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 Pabianic w stosunku do przeciętnej gęstości zaludnienia w miastach w Polsce, przedstawionego w tabeli 10 – oraz udziału emisji zanieczyszczeń z ciężkich pojazdów drogowych i autobusów w ogólnej emisji zanieczyszczeń transportu drogowego w Polsce².

Emisja hałasu

Dla nowych autobusów z silnikiem Diesla, spełniających normę EURO 6, założono 5% redukcję hałasu. Obecnie stosowane silniki elektryczne, w porównaniu do silników spalinywych, 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.

6.2. 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 6.1 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 dwóch 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

² <http://www.kobize.pl/pl/fileCategory/id/16/krajowa-inwentaryzacja-emisji>, tabela POL_2016_2014_23052016_102704_submitted.

zewnętrznego jest kosztem, natomiast w przypadku, gdy różnica jest wynikiem ujemnym, dana kategoria efektu zewnętrznego traktowana jest jako korzyść społeczna realizacji wariantu.

W tabeli 20 przedstawiono wskaźniki oceny opłacalności efektywności finansowej porównywanych wariantów konwencjonalnego i elektrycznego w stosunku do scenariusza bazowego.

Tab. 20. Wskaźniki efektywności finansowej porównywanych wariantów

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant			
		konwencjonalny		elektryczny	
		1A	1B	2A	2B
Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (FNPV/c)	tys. zł	-11 050,3	-34 787,8	-22 005,1	-55 366,60
Finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji (FRR/c)	%	niepoliczalna	niepoliczalna	niepoliczalna	niepoliczalna

Źródło: opracowanie własne.

Żaden z wariantów nie wykazał dodatnich wartości wskaźników FNPV/c i FRR/c – ich realizacja wymaga więc udzielenia zewnętrznego wsparcia finansowego. Różnice pomiędzy efektami finansowymi wariantów elektrycznych i konwencjonalnych – w odpowiednich wersjach A i B – są jednak dość duże.

W tabeli 21 przedstawiono wyniki podsumowania analizy dla wariantów konwencjonalnego oraz elektrycznego w zakresie emisji zanieczyszczeń, a w tabeli 22 – efekty ekonomiczne tej analizy.

We wszystkich wariantach wartości ENPV 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 z grup A i B. 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 wariantów 1A i 1B – konwencjonalnych, w porównaniu do wariantów 2A i 2B z zakupem taboru zeroemisyjnego.

Z uwagi na znaczące różnice w wartości nakładów inwestycyjnych ocenianych wariantów, ENPV nie jest najważniejszą determinantą, a na pewno nie jedyną, która powinna być uwzględniona w ocenie. Należy odnieść się do efektywności ekonomicznej wariantów. Wskaź-

nikami, które informują o efektywności ekonomicznej, są EIRR oraz BCR. Z uwagi na charakterystykę przepływów ekonomicznych, EIRR jest niepoliczalna. Wskaźnik BCR wykazuje wyższą wartość dla wariantu 1A – konwencjonalnego wobec wariantu 1B – elektrycznego i jednocześnie wartość wyższą dla wariantu 2B – elektrycznego wobec wariantu 2A – konwencjonalnego.

Tab. 21. Emisja zanieczyszczeń i jej koszt w poszczególnych wariantach w latach 2019-2033

Lp.	Czas badania	Jednostka	Wielkość i koszt emisji			
			CO ₂	NO _x	NM _{VOC}	PM
Scenariusz bazowy – tabor używany, bez linii autobusowej zastępującej linię tramwajową 41						
1.1	Średniorocznie	tona	1 377,8	4,4	3,4	0,1
1.2		tys. zł	278,2	359,5	34,1	134,8
1.3	Cały okres analizy	tona	22 045,0	69,6	53,8	1,6
1.4		tys. zł	4 451,7	5 751,2	545,8	2 156,8
Wariant 1A konwencjonalny – tabor z silnikami spalinowymi, bez linii autobusowej zastępującej linię tramwajową 41						
2.1	Średniorocznie	tona	1 328,8	4,3	3,3	0,1
2.2		tys. zł	267,4	352,3	33,8	131,8
2.3	Cały okres analizy	tona	21 261,6	68,5	53,4	1,6
2.4		tys. zł	4 278,2	5 636,1	541,2	2 109,4
Wariant 2A elektryczny – tabor zeroemisyjny, bez linii autobusowej zastępującej linię tramwajową 41						
3.1	Średniorocznie	tona	1 251,4	4,4	2,8	0,1
3.2		tys. zł	250,0	361,5	28,4	134,6
3.3	Cały okres analizy	tona	20 022,0	70,1	45,3	1,6
3.4		tys. zł	4 000,2	5 784,7	454,2	2 153,2
Różnica wysokości emisji i jej kosztów – wariant 2A elektryczny versus wariant 1A konwencjonalny						
4.1	Średniorocznie	tona	-77,5	0,1	-0,5	0,0
4.2		tys. zł	-17,4	9,3	-5,4	2,7
4.3	Cały okres analizy	tona	-1 239,6	1,6	-8,1	0,0
4.4		tys. zł	-278,1	148,6	-86,9	43,8
Ograniczenie emisji w wariantcie 2A w porównaniu do wariantu 1A [%]						
5.1	Średniorocznie	tona	5,8	-2,3	15,1	-1,6
5.2		tys. zł	6,5	-2,6	16,1	-2,1
5.3	Cały okres analizy	tona	5,8	-2,3	15,1	-1,6
5.4		tys. zł	6,5	-2,6	16,1	-2,1

Lp.	Czas badania	Jednostka	Wielkość i koszt emisji			
			CO ₂	NO _x	NM ₁₀ VOC	PM
Wariant 1B konwencjonalny – tabor z silnikami spalinowymi, z dodatkową linią autobusową za linię tramwajową 41						
6.1	Średniorocznie	tona	1 833,1	4,9	3,7	0,1
6.2		tys. zł	373,0	407,8	37,7	161,4
6.3	Cały okres analizy	tona	29 330,4	78,0	59,0	1,9
6.4		tys. zł	5 967,6	6 524,9	603,9	2 582,9
Wariant 2B elektryczny – tabor zeroemisyjny, z dodatkową linią autobusową za linię tramwajową 41						
7.1	Średniorocznie	tona	1 783,2	5,3	3,4	0,1
7.2		tys. zł	359,3	447,0	34,6	174,3
7.3	Cały okres analizy	tona	28 530,9	84,8	54,6	2,0
7.4		tys. zł	5 749,6	7 151,3	553,3	2 788,4
Różnica wysokości emisji i jej kosztów – wariant 2B elektryczny versus wariant 1B konwencjonalny						
8.1	Średniorocznie	tona	-50,0	0,4	-0,3	0,0
8.2		tys. zł	-13,6	39,1	-3,1	-12,8
8.3	Cały okres analizy	tona	-799,4	6,7	-4,4	0,1
8.4		tys. zł	-218,0	626,4	-50,6	-205,5
Ograniczenie emisji w wariantcie 2B w porównaniu do wariantu 1B [%]						
9.1	Średniorocznie	tona	2,7	-8,6	7,4	-7,2
9.2		tys. zł	3,7	-9,6	8,4	-8,0
9.3	Cały okres analizy	tona	2,7	-8,6	7,4	-7,2
9.4		tys. zł	3,7	-9,6	8,4	-8,0

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. 22. Podsumowanie wyników finansowo-ekonomicznych poszczególnych wariantów w stosunku do scenariusza bazowego w latach 2019-2033

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant			
		konwencjonalny		elektryczny	
		1A	1B	2A	2B
Koszty inwestycyjne	tys. zł	15 670,0	36 280,0	29 500,0	55 110,0
Infrastruktura i pozostałe koszty	tys. zł	0,0	0,0	4 500,0	4 700,0
Autobusy z wyposażeniem	tys. zł	15 670,0	36 280,0	25 000,0	50 410,0
Zmiany kosztów eksploatacyjnych	tys. zł/rok	-79,5	1 360,7	-201,9	1 409,1
Zdyskontowane efekty zewnętrzne	tys. zł	1 118,6	-1 829,0	1 565,7	-1 862,8
Emisja lokalna – wartość zdyskontowana	tys. zł	115,5	-982,5	137,8	-1 377,6
Emisja CO ₂ – wartość zdyskontowana	tys. zł	105,0	-1 031,2	269,1	-947,1
Redukcja hałasu	tys. zł	898,1	184,7	1 158,8	461,9
Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)	tys. zł	-7 591,0	-40 270,9	-16 180,4	-57 611,6
Ekonomiczna stopa zwrotu (EIRR)	%	niepoliczalna	niepoliczalna	niepoliczalna	niepoliczalna
Wskaźnik przychód/koszty (BCR)	-	0,26	-0,45	0,19	-0,38

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 wariantcie. Czynnikiem krytycznym dla wyników analizy jest zatem cena autobusu elektrycznego wraz z infrastrukturą ładującą.

Uzyskane w analizie wyniki oznaczają – przy przyjętych założeniach – brak osiągniętych korzyści z tytułu zastosowania w pabianickiej komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych – zarówno w wariantcie inwestycyjnym bez linii autobusowej zastępującej linię tramwajową 41 (2A), jak i w wariantcie z dodatkową linią autobusową (2B).

6.3. Trwałość finansowa

Miejski Zakład Komunikacyjny Sp. z o.o. jako operator – podmiot wewnętrzny, posiada umowę wieloletnią z organizatorem – gminą miejską Pabianice, zawartą w dniu 30 grudnia 2013 r. na okres 10 lat – do 31 grudnia 2023 r. W ramach tej umowy operator otrzymuje rekompensatę wyliczaną według iloczynu stawki za wozokilometr oraz liczby zrealizowanych wozokilometrów w danym okresie.

Rada Miejska w Pabianicach, podejmując uchwałę w sprawie przekształcenia zakładu budżetowego w spółkę MZK Sp. z o.o., w 2005 r. określiła, że przedmiotem działalności Spółki będzie w szczególności wykonywanie zadania własnego gminy miejskiej, polegającego na zapewnieniu komunikacji miejskiej.

W tabeli 23 przedstawiono wykonanie budżetu gminy miejskiej Pabianice w latach 2015-2017 oraz plan na 2018 r. – według stanu na 30 czerwca 2018 r.

Tab. 23. Budżet Gminy Miejskiej Pabianice w latach 2015-2017 i plan na 2018 r.
[mln zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach			Plan na 2018 r.
		2015	2016	2017	
1	Dochody	187,16	216,41	228,18	286,18
1a	– dochody bieżące	181,54	209,21	223,11	225,59
1aa	– w tym lokalny transport zbiorowy	4,77	4,63	4,46	3,21
1b	– dochody majątkowe	5,62	7,21	5,07	60,59
1bb	– w tym lokalny transport zbiorowy	0,0	0,0	0,0	40,42
2	Wydatki	178,11	220,22	236,04	312,09
2a	– wydatki bieżące	172,91	204,06	213,51	218,11
2aa	– w tym lokalny transport zbiorowy	11,44	11,75	11,58	11,60
2b	– wydatki majątkowe	5,19	16,16	22,53	93,98
2bb	– w tym lokalny transport zbiorowy	0,48	0,0	1,56	62,23
3	Deficyt/nadwyżka	9,05	-3,81	-7,87	-25,91
4	Deficyt/nadwyżka operacyjna	8,63	5,15	9,60	7,48
5	Finansowanie	-1,20	16,56	22,06	25,90
5a	– w tym przychody	10,53	19,85	24,07	28,00
5b	– w tym rozchody	11,73	3,29	2,13	2,10

Źródło: www.bip.um.pabianice.pl, dostęp: 30.11.2018 r.

Miasto Pabianice w latach 2015-2017 osiągało niewielki, lecz stale dodatni wynik budżetu operacyjnego. Oznacza to, że jest w stanie pokryć rosnące wydatki bieżące, w tym związane z rekompensatą dla MZK Sp. z o.o. W pozycji dochodów z lokalnego transportu zbiorowego największą pozycję stanowią wpływy z biletów komunikacji miejskiej – 3,3 mln zł w 2017 r., a w pozycji wydatków w ramach lokalnego transportu zbiorowego – wydatki na usługi związane z wykonywaniem przewozów publicznego transportu zbiorowego przez MZK Sp. z o.o. – 11,6 mln zł w 2017 r.

Sytuacja finansowa Miasta charakteryzuje się od trzech lat występowaniem deficytu budżetowego, szczególnie wysokiego zaplanowanego na 2018 r. Stwarza to pewne ryzyko spłat zobowiązań Miasta, zwłaszcza że w 2015 r. zakończono trwający od 2011 r. program naprawczy.

Wpływy z biletów systematycznie spadają, w porównaniu do wykonania w 2015 r. zmniejszyły się o 0,89 mln zł, czyli o ok. 22%. Spadek ten wynika z wprowadzenia nowych ulg dla mieszkańców posiadających Kartę Pabianiczana. Wydatki na zakup wozokilometrów operatora w analizowanym okresie utrzymały się na zbliżonym poziomie.

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 Pabianicach, choć wysokość tej nadwyżki jest niewielka.

Realizowane i planowane wydatki na lokalny transport zbiorowy determinowane są także prowadzonymi i przewidywanymi inwestycjami taborowymi. W 2018 r. zaplanowano kwotę 40,4 mln zł m.in. na realizację projektu „Modernizacja i rozwój komunikacji miejskiej w Pabianicach”.

Wielkość realizowanych średniorocznie wydatków inwestycyjnych Miasta wskazuje na ograniczoną zdolność do zrealizowania programu odnowy taboru – zarówno w wariantach konwencjonalnych, jak i elektrycznych. W tych drugich zwiększone wydatki na zakup taboru wymagałyby zwiększenia wydatków 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 wariantach konwencjonalnych pełną odnowę taboru bez wsparcia środkami pomocowymi także należy uznać za problematyczną.

W tabeli 24 przedstawiono rachunek zysków i strat MZK Sp. z o.o. – wykonanie w latach 2015-2017. W tabelach 25 i 26 przedstawiono bilans, a w tabeli 27 – przepływy pieniężne MZK Sp. z o.o. – wykonanie w latach 2015-2017.

Tab. 24. Rachunek zysków i strat MZK Sp. z o.o. – wykonanie w latach 2015-2017 [tys. zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach		
		2015	2016	2017
1	Przychody ze sprzedaży	14 432,5	14 716,8	14 578,6
1a	– w tym przychody ze sprzedaży produktów	10 721,7	10 716,1	10 739,6
1b	– w tym przychody ze sprzedaży towarów i mat.	4 007,7	4 089,2	3 784,7
2	Koszty działalności operacyjnej	14 322,8	14 357,4	14 201,1
2a	– w tym amortyzacja	716,3	684,1	544,8
5	Zysk ze sprzedaży	109,8	359,3	377,5
6	Pozostałe przychody operacyjne	509,9	506,2	448,1
7	Pozostałe koszty operacyjne	423,6	573,0	422,5
8	Zysk z działalności operacyjnej	196,1	292,6	403,0
9	Saldo przychodów i kosztów finansowych	-170,0	-127,2	-104,2
10	Zysk brutto	26,1	165,4	298,8
11	Podatek dochodowy i inne obciążenia	-252,2	-123,3	170,8
12	Zysk netto	278,3	288,7	128,0

Źródło: dane MZK Sp. z o.o.

Tab. 25. Bilans MZK Sp. z o.o. – aktywa, wykonanie w latach 2015-2017 [tys. zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach		
		2015	2016	2017
A	Aktywa trwałe	10 029,3	8 699,8	8 235,3
I	Wartości niematerialne i prawne	663,0	596,2	529,4
II	Rzeczowe aktywa trwałe	8 130,4	7 568,5	7 344,2
1	Środki trwałe	8 130,4	7 568,5	7 344,2
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	Inwestycje długoterminowe	0,0	0,0	0,0
V	Długoterminowe rozliczenia międzyokresowe	493,3	535,1	361,7

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach		
		2015	2016	2017
B	Aktywa obrotowe	1 563,5	1 546,6	1 156,1
I	Zapasy	280,7	261,2	252,7
II	Należności krótkoterminowe	671,8	492,3	428,6
III	Inwestycje krótkoterminowe	563,4	801,2	413,2
IV	Krótkoterminowe rozliczenia międzyokresowe	47,6	54,9	61,6
-	Aktywa razem	10 850,3	10 246,4	9 391,4

Źródło: dane MZK Sp. z o.o.

Tab. 26. Bilans MZK Sp. z o.o. – pasywa – wykonanie w latach 2015-2017 [tys. zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach		
		2015	2016	2017
A	Kapitał własny	943,4	932,1	1 060,1
I	Kapitał podstawowy	9 727,0	9 727,0	9 727,0
II	Kapitał zapasowy	859,0	859,0	859,0
III	Kapitał z aktualizacji wyceny	0,0	0,0	
IV	Pozostałe kapitały rezerwowe	0,0	0,0	
V	Zysk z lat ubiegłych	-9 362,8	-9 084,5	-8 795,8
VIII	Zysk/strata netto	278,3	288,7	128,0
B	Zobowiązania i rezerwy na zobowiązania	10 206,9	9 314,3	8 331,3
I	Rezerwy na zobowiązania	2 218,1	2 358,0	2 280,8
II	Zobowiązania długoterminowe	5 449,1	4 610,0	3 840,0
III	Zobowiązania krótkoterminowe	2 539,7	2 346,3	2 210,5
IV	Rozliczenia międzyokresowe	0,0	0,0	0,0
-	Pasywa razem	10 850,3	10 246,4	9 391,4

Źródło: dane MZK Sp. z o.o.

Przyznana MZK Sp. z o.o. rekompensata podlega corocznemu rozliczeniu. W celu określenia prawidłowości wysokości przekazanej rekompensaty, rozliczenie to może zostać dokonane przez zewnętrznego audytora.

Sytuację finansową MZK Sp. z o.o. należy uznać za stabilną, ale niekorzystną dla realizacji procesu odnowy taboru. W celu zrealizowania inwestycji Spółka wspomaga się zewnętrznym finansowaniem w znacznej skali, ponadto z części środków transportu korzysta na podstawie umowy użyczenia. Wartość amortyzacji w MZK Sp. z o.o. jest niska – realizacja inwestycji

przewidzianych w każdym z wariantów jest możliwa jedynie w niewielkiej części z wykorzystaniem środków własnych MZK Sp. z o.o. Wykonanie całego programu inwestycyjnego przedstawionego w analizie wymagałoby pozyskania przez MZK Sp. z o.o. dodatkowego wsparcia ze strony Miasta lub zewnętrznego finansowania albo też pozyskania środków pomocowych.

Tab. 27. Rachunek przepływów pieniężnych MZK Sp. z o.o.

– wykonanie w latach 2015-2017 [tys. zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach		
		2015	2016	2017
A	Przepływy środków pieniężnych z działalności operacyjnej			
I	Zysk netto	278,3	288,7	128,0
II	Korekty razem	406,9	392,2	24,0
<i>IIa</i>	<i>– w tym amortyzacja</i>	<i>782,3</i>	<i>750,1</i>	<i>610,8</i>
III	Przepływy pieniężne z działalności operacyjnej	685,3	680,9	152,1
B	Przepływy środków pieniężnych z działalności inwestycyjnej			
I	Wpływy	16,8	4,3	6,3
<i>Ia</i>	<i>– w tym zbycie środków trwałych</i>	<i>16,8</i>	<i>4,3</i>	<i>6,3</i>
II	Wydatki	154,3	128,0	360,9
<i>IIa</i>	<i>– w tym nabycie środków trwałych</i>	<i>154,3</i>	<i>127,9</i>	<i>360,9</i>
III	Przepływy pieniężne netto z działalności inwestycyjnej	-137,5	-123,6	-354,7
C	Przepływy środków pieniężnych z działalności finansowej			
I	Wpływy	0,0	0,0	0,0
<i>Ia</i>	<i>– w tym kredyty i pożyczki</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>
II	Wydatki	634,5	319,4	185,4
<i>IIa</i>	<i>– w tym spłaty kredytów i pożyczek</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>
III	Przepływy pieniężne netto z działalności finansowej	-634,5	-319,4	-185,4
D	Przepływy pieniężne netto	-86,8	237,8	-388,0
E	Środki pieniężne na początek okresu	650,2	563,4	801,2
F	Środki pieniężne na koniec okresu	563,4	801,2	413,2

Źródło: dane MZK Sp. z o.o.

Zrealizowanie inwestycji przewidzianych w wariantach elektrycznych – 2A, a szczególnie 2B – wyłącznie przez MZK Sp. z o.o., nawet z aplikowaniem o dodatkowe środki pomocowe,

nie jest możliwe. Realizacja tych wariantów wymaga więc dodatkowego zaangażowania finansowego Miasta, na przykład poprzez realizację zakupów taboru zeroemisyjnego z infrastrukturą zasilającą z wykorzystaniem programów pomocowych krajowych i europejskich.

W 2017 r. koszty działalności przewozowej MZK Sp. z o.o. w komunikacji miejskiej (po pomniejszeniu o obrót biletami) wyniosły 10 587,7 tys. zł, co przy zrealizowanej pracy eksploatacyjnej w wysokości 1 355,8 tys. wozokilometrów, odpowiada stawce 7,80 zł za wozokilometr. Dla przedsiębiorstwa komunikacji miejskiej tej wielkości co MZK Sp. z o.o. i nieeksploatującego autobusów wielkopojemnych (przegubowych), 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 takiej wysokości, aby odnowa taboru według wybranego wariantu była możliwa do zrealizowania.

Zewnętrzne finansowanie pozyskane przez MZK Sp. z o.o. zwiększa wysokość należnej rekompensaty, co oznacza w rezultacie konieczność pokrycia kosztów takiego finansowania przez Miasto. W przypadku korzystania przez MZK Sp. z o.o. ze środków pomocowych dedykowanych wymianie taboru – krajowych lub ze środków Unii Europejskiej – MZK Sp. z o.o. musi zostać także wyposażone w niezbędne środki finansowe na pokrycie udziału własnego Spółki.

6.4. Analiza wrażliwości i ryzyka

Dla przyjętych założeń wykazano brak korzyści z wykorzystywania autobusów zeroemisyjnych w pabianickiej 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.

Docelową strukturę użytkowanego taboru determinować będzie decyzja o realizacji projektu „Łódzki Tramwaj Metropolitalny: etap Pabianice – Ksawerów”. W przypadku wdrożenia tego projektu, znacząca wartość niezbędnego wkładu własnego Miasta wydatnie ograniczy możliwości dalszego inwestowania w odnowę taboru w pabianickiej komunikacji miejskiej. MZK Sp. z o.o. nie posiada możliwości finansowych do samodzielnej realizacji programu wymiany taboru na zeroemisyjny. Wykonanie wariantu elektrycznego zdeterminowane jest także decyzjami Miasta o realizacji kolejnych projektów odnowy taboru dla komunikacji miejskiej w latach przyszłych. Wdrożenie wariantu elektrycznego zależne jest od dostępnego wsparcia realizacji projektów inwestycyjnych w ramach publicznego transportu zbiorowego środkami pomoco-

wymi. W przypadku realizacji projektu tramwajowego, nie wystąpi potrzeba eksploatacji w pabianickiej komunikacji miejskiej autobusów przegubowych (zarówno w wariantcie konwencjonalnym, jak i elektrycznym).

Zakup autobusów zeroemisyjnych wiąże się z poniesieniem ponad 2,5-krotnie wyższych jednostkowych nakładów inwestycyjnych niż przy zakupie analogicznego taboru z napędem Diesla. Nie istnieje jeszcze rynek używanych autobusów zeroemisyjnych – nie można więc nabyć tańszego pojazdu używanego.

Niezwykłe 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 w każdej z jego wersji (A lub B), 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 MZK Sp. z o.o. pełnego programu odnowy taboru oraz brak możliwości poniesienia przez gminę Miasto 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 znacznie by wzrosła, gdyby ceny takich pojazdów były znacznie niższe. W tabeli 28 przedstawiono zmiany efektywności finansowej i ekonomicznej przyjętych do analizy wariantów – przy zmniejszeniu kosztu nabywanego autobusu zeroemisyjnego odpowiednio o 15 i 25%, np. w wyniku otrzymanej dotacji bezzwrotnej.

Jak wynika z tabeli 28, nawet spadek ceny autobusów elektrycznych wraz z infrastrukturą zasilającą o 25%, nie wykazuje osiągnięcia korzyści wynikających ze zmniejszenia emisji zanieczyszczeń w wariantach 1B i 2B – elektrycznych w porównaniu do odpowiednich wariantów 1A i 2A – konwencjonalnych. Wskaźnik BCR jest wyższy dla wariantu konwencjonalnego 1A dla każdego poziomu spadku cen autobusów zeroemisyjnych i dla wariantu elektrycznego 2B – przy spadku cen o 5 i 15%.

Tab. 28. Zmiany efektywności finansowej wariantów 2A i 2B pod wpływem zmniejszenia kosztu jednostkowego nabywanego taboru – w latach 2019-2033

Lp.	Wyszczególnienie	Jednostka	Zmniejszenie ceny autobusu zeroemisyjnego		
			o 5%	o 15%	o 25%
Wariant 2A – elektryczny, bez linii autobusowej zastępującej linię tramwajową 41					
1	Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (FNPV/c)	tys. zł	-21 029,6	-19 078,6	-17 127,7
2	Finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji (FRR/c)	%	niepoliczalna	niepoliczalna	niepoliczalna
3	Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)	tys. zł	-15 360,9	-13 721,9	-12 082,9
4	Ekonomiczna wewnętrzna stopa zwrotu (ERR)	%	niepoliczalna	niepoliczalna	niepoliczalna
5	Różnica ENPV wobec wariantu 1 – konwencjonalnego	tys. zł	-7 769,9	-6 130,9	-4 492,0
6	Wskaźnik przychód/koszty (BCR)	-	0,20	0,22	0,24
Wariant 2B – elektryczny, z dodatkową linią autobusową za linię tramwajową 41					
1	Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (FNPV/c)	tys. zł	-53 601,2	-50 070,3	-46 539,3
2	Finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji (FRR/c)	%	niepoliczalna	niepoliczalna	niepoliczalna
3	Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)	tys. zł	-56 105,9	-53 094,6	-50 083,3
4	Ekonomiczna wewnętrzna stopa zwrotu (ERR)	%	niepoliczalna	niepoliczalna	niepoliczalna
5	Różnica ENPV wobec wariantu 1 – konwencjonalnego	tys. zł	-15 835,0	-12 823,7	-9 812,4
6	Wskaźnik przychód/koszty (BCR)	-	-0,39	-0,42	-0,45

Źródło: opracowanie własne.

Wartość progowa ceny standardowego autobusu zeroemisyjnego klasy maxi – o długości około 12 m, przy której ekonomiczna bieżąca wartość netto ENPV byłaby wyższa dla wariantu z taboru elektrycznym w porównaniu do wariantu z taboru konwencjonalnym, to dla Pabianic w wariantcie 2A – elektrycznym, bez linii autobusowej zastępującej linię tramwajową 41 – kwota 999,4 tys. zł (o 52,4% niższa od przyjętej od analizy).

W wariantcie 2B – elektrycznym, z dodatkową linią autobusową za linię tramwajową 41, wartość progowa standardowego autobusu zeroemisyjnego wyniosła 890,7 tys. zł, a przegubowego – 1 336,1 tys. zł. (czyli o 57,6% mniej od kwot przyjętych do analizy).

Dopiero przy takich cenach pojazdów zeroemisyjnych wystąpiłaby ekonomiczna opłacalność zakupu taboru zeroemisyjnego, czyli wystąpiłby obowiązek zakupu taboru zeroemisyjnego, przy uwzględnieniu parametru ENPV.

Identyfikację podstawowych czynników ryzyka, które mogą mieć wpływ na realizację wariantów, przedstawiono w tabeli 29. 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.

W wariantach 1 – konwencjonalnym i 2 – elektrycznym, ryzyka popytowe zostały już skonsumowane poprzez wprowadzenie katalogu dodatkowych ulg dla posiadaczy Karty Pabiańszanina. Dalsze ryzyka tego rodzaju należy uznać za znikome – z uwagi na zaliczanie wpływów z biletów do dochodów Miasta, w których stanowią one poniżej 1,5% dochodów budżetu ogółem.

Bardzo wysokim ryzykiem jest ograniczona możliwość sfinansowania zakupów taboru przez MZK Sp. z o.o. Spółka charakteryzuje się niskim poziomem kapitałów własnych i jednocześnie niską wysokością amortyzacji. W obecnym stanie finansowo-ekonomicznym MZK Sp. z o.o. w żadnym z wariantów nie posiada zdolności do nabycia większej liczby pojazdów.

Bardzo wysokim ryzykiem jest brak lub zbyt niskie zaangażowanie finansowe Miasta Pabianice 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 wariantcie 2 (w każdej z jego wersji – A lub B) można uznać za niemal nierealną. Niewielka nadwyżka dochodów bieżących na wydatkami bieżącymi mocno ogranicza też możliwość realizacji przez Miasto znaczących inwestycji, w tym w odnowę taboru komunikacji miejskiej.

Tab. 29. Wynikowa ocena ryzyka w okresie analizy

Rodzaj ryzyka	Prawdopodobieństwo	Siła oddziaływania	Poziom ryzyka	Strategia przeciwdziałania
Warianty konwencjonalne				
Brak środków własnych MZK Sp. z o.o. na odnowę taboru	D	IV	bardzo wysoki	coroczne przekazywanie przez Miasto rekompensaty w pełnej wysokości określonej audytem, pokrycie nierozliczonej straty z lat ubiegłych
Brak możliwości lub niedostateczne sfinansowanie zakupów taboru przez Miasto	D	IV	bardzo wysoki	występowanie o środki pomocowe krajowe i europejskie, planowanie długookresowe inwestycji
Opóźnienia w dostawach taboru	A	III	niski	wyprzedzające ogłaszanie przetargów
Wyższe lub zbyt wysokie ceny taboru hybrydowego	B	III	średni	zmiany kompletacji, częściowy zakup standardowych autobusów na olej napędowy
Wyższe ceny oleju napędowego	B	III	średni	dywersyfikacja napędów autobusów
Wyższe ceny energii elektrycznej	C	I	niski	-
Warianty elektryczne				
Brak środków własnych MZK Sp. z o.o. na odnowę taboru	C	IV	wysoki	zakup pojazdów elektrycznych i budowa infrastruktury przez Miasto, przekazywanie rekompensaty w pełnej wysokości
Brak możliwości lub niedostateczne sfinansowanie zakupów taboru przez Miasto	D	V	bardzo wysoki	udział Miasta w projektach i konkursach pozwalających na dofinansowanie zakupów
Opóźnienie dostaw taboru	C	IV	wysoki	przetargi z wyprzedzeniem
Wyższe ceny taboru	C	II	średni	przetargi z wyprzedzeniem, ograniczenie kompletacji, opóźnienie wymiany taboru
Wyższe koszty infrastruktury	B	II	niski	-
Opóźnienie w realizacji infrastruktury	C	IV	wysoki	przetargi z wyprzedzeniem
Wyższe ceny oleju napędowego	B	III	średni	dywersyfikacja napędów autobusów
Wyższe ceny energii elektrycznej	C	III	średni	głównie nocne ładowanie, dodatkowe baterie
Wzrost cen baterii	C	II	średni	wydłużona eksploatacja

Źródło: opracowanie własne.

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 wariantu elektrycznego obarczona jest także budowa niezbędnej infrastruktury zasilającej, związana z procesem uzyskiwania pozwoleń na budowę oraz realizacją inwestycji w obszarach zabudowy miejskiej.

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. Umiarkowane ryzyko związane jest także ze stabilnością cen pojazdów hybrydowych.

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.

6.5. 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 17 lutego 2017 r. przez Ministerstwo Rozwoju i Finansów.

Wysokość wyliczonej luki w finansowaniu przedstawiono w tabeli 30.

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 wariantcie,

DNR – oznacza sumę zdyskontowanych dochodów powiększonych o wartość rezydualną.

Tab. 30. Wysokość luki w finansowaniu dla poszczególnych wariantów w okresie analizy (2019-2033)

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant			
		konwencjonalny		elektryczny	
		1A	1B	2A	2B
Suma zdyskontowanych nakładów inwestycyjnych DIC	tys. zł	50 575,0	69 630,1	62 181,6	86 076,1
Razem zdyskontowane dochody i wartość rezydualna (DNR)	tys. zł	820,4	-3 431,0	1 060,5	-7 563,8
Wskaźnik luki w finansowaniu (R)	%	98,38	100,00	98,29	100,00
Całkowite nakłady inwestycyjne	tys. zł	60 740,0	81 350,0	74 570,0	100 180,0
Koszty kwalifikowane skorygowane	tys. zł	59 754,7	81 350,0	73 298,2	100 180,0
Wysokość maksymalnej dotacji przy stopie współfinansowania 85%	tys. zł	50 791,5	69 147,5	62 303,5	85 153,0
Udział własny (dla 85%)	tys. zł	9 948,5	12 202,5	12 266,5	15 027,0

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki obliczeń wskazują, że udział własny w wyższej wysokości występuje dla wariantów elektrycznych 2A i 2B. W przypadku decyzji o realizacji wariantu 2A, wysokość wkładu własnego byłaby wyższa jedynie o ok. 23% (2,3 mln zł). W przypadku decyzji o realizacji wariantu 2B, wysokość wkładu własnego także byłaby wyższa jedynie o ok. 23% (ale kwotowo już 2,8 mln zł).

7. Podsumowanie

Miasto Pabianice 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.

Linie pabianickiej komunikacji miejskiej obsługują także sąsiadujące gminy wiejskie, łączna liczba ludności obsługiwanych jednostek samorządu terytorialnego osiąga niemal 91 tys. osób

Według stanu na dzień 30 listopada 2018 r., sieć połączeń pabianickiej komunikacji miejskiej tworzyło 17 linii autobusowych – 16 dziennych i 1 nocna – i jedna linia tramwajowa. Linie oznaczone są handlowo numerami – autobusowe: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 260, 261, 262, 263, 264 i 265, a tramwajowa – 41, a także literowo: D, T i W lub literowo-cyfrowo – N4B.

Organizatorem linii tramwajowej 41 oraz nocnej linii autobusowej N4B jest Zarząd Dróg i Transportu w Łodzi, a obsługuje je MPK – Łódź Sp. z o.o. – podmiot wewnętrzny Miasta Łódź. Linie te funkcjonują na podstawie porozumień międzygminnych zawartych pomiędzy miastem Łódź, gminą Ksawerów oraz miastem Pabianice.

Organizatorem linii D jest Gmina Łask, a obsługuje ją Zakład Komunikacji Miejskiej w Łasku – samorządowy zakład budżetowy Gminy Łask. Połączenie to jest realizowane na podstawie porozumienia międzygminnego zawartego pomiędzy miastem Pabianice, gminą Dobroń i gminą Łask.

Pozostałe linie organizowane były przez miasto Pabianice. Jedynym operatorem pabianickiej komunikacji miejskiej – w segmencie połączeń organizowanych przez miasto Pabianice – a jednocześnie podmiotem wewnętrznym, jest Miejski Zakład Komunikacyjny Sp. z o.o. w Pabianicach, wykonujący w ramach komunikacji miejskiej ok. 1,4 mln wozokilometrów rocznie i posiadający flotę przeciętnie 29 pojazdów komunikacji miejskiej, w tym średnio 22 w ruchu.

Autobusy eksploatowane przez MZK Sp. z o.o., według stanu na 30 listopada 2018 r., posiadały jedynie silniki na olej napędowy. Średni wiek taboru wynosił 13 lat, jednak ponad jedna trzecia wszystkich autobusów miała 15 lub więcej lat.

W 2017 r. Miasto rozpoczęło realizację projektu inwestycyjnego „Modernizacja i rozwój komunikacji miejskiej w Pabianicach” z dofinansowaniem w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Łódzkiego na lata 2014-2020. W ramach tego projektu, w wyniku rozstrzygniętego przetargu, Miasto zakupiło 18 szt. autobusów klasy maxi – z silnikami na olej napędowy, z napędem hybrydowym.

Miasto Pabianice w partnerstwie z gminą Ksawerów, w ramach perspektywy finansowej 2014-2020, realizuje projekt inwestycyjny „Łódzki Tramwaj Metropolitalny: etap Pabianice – Ksawerów”, w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Łódzkiego na lata

2014-2020. Projekt ten przewiduje kompleksową modernizację linii tramwajowej 41 na obszarze Ksawerowa i Pabianic. W przetargu w trybie Prawa zamówień publicznych w formule „zaprojektuj i wybuduj” wpłynęło kilka ofert, jednak przekraczających budżet przewidziany przez Miasto. Do dnia opracowania niniejszej analizy nie podjęto decyzji odnośnie wyboru oferty i – tym samym – realizacji projektu. W przypadku podjęcia takiej decyzji, linia 41 z Pabianic do Łodzi pozostałaby nadal linią tramwajową organizowaną przez ZDiT w Łodzi i obsługiwaną przez MPK – Łódź Sp. z o.o., natomiast w przypadku rezygnacji z realizacji tego projektu z powodu konieczności poniesienia zbyt wysokich wydatków przez uczestniczące w nim gminy, linia tramwajowa zastąpiona byłaby linią autobusową organizowaną przez Miasto Pabianice.

W najbliższych latach Miasto nie zaplanowało kolejnych zakupów taboru, w szczególności udziału w konkursach w ramach programów pomocowych, choć takiego udziału nie wyklucza. MZK Sp. z o.o. planuje natomiast sukcesywną wymianę wyeksploatowanego taboru na fabrycznie nowy z napędem hybrydowym, w miarę posiadanych możliwości finansowych.

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.

W rezultacie przyjęcia dwóch możliwych rozwiązań zapewniania połączenia komunikacją miejską Pabianic z Łodzią, zidentyfikowano cztery warianty zmian wyposażenia taborowego pabianickiej komunikacji miejskiej (w jej części organizowanej przez Prezydenta Pabianic):

- wariant 1A – konwencjonalny – w którym założono realizację polityki sukcesywnej wymiany taboru na nowe autobusy hybrydowe oraz pełną realizację projektu „Łódzki Tramwaj Metropolitalny: etap Pabianice – Ksawerów”;
- wariant 1B – konwencjonalny – w którym założono realizację polityki sukcesywnej wymiany taboru na nowe autobusy hybrydowe i zaniechanie realizacji projektu „Łódzki Tramwaj Metropolitalny: etap Pabianice – Ksawerów” oraz uruchomienie przez Miasto Pabianice nowej linii komunikacyjnej po trasie zbliżonej do trasy linii tramwajowej 41;
- wariant 2A – elektryczny – w którym założono sukcesywne wprowadzanie taboru z bateryjnym zasilaniem elektrycznym, w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności, przy pełnej realizacji projektu „Łódzki Tramwaj Metropolitalny: etap Pabianice – Ksawerów”;
- wariant 2B – elektryczny – w którym założono sukcesywne wprowadzanie taboru z bateryjnym zasilaniem elektrycznym, w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności i zaniechanie realizacji projektu „Łódzki Tramwaj Metropolitalny: etap Pabianice – Ksawerów” oraz uruchomienie przez Miasto Pabianice nowej linii komunikacyjnej po trasie zbliżonej do trasy linii tramwajowej 41.

We wszystkich wariantach uwzględniono pełną realizację projektu inwestycyjnego „Modernizacja i rozwój komunikacji miejskiej w Pabianicach”. Warianty te porównano ze scenariuszem kontynuacji wymiany taboru na autobusy używane, z silnikami na olej napędowy – jako scenariuszem bazowym.

Proponuje się, aby przydział linii do obsługi taborem zeroemisyjnym przedstawiał się następująco:

- w wariantach 1A i 2A:
 - w pierwszej kolejności – linia 1, ze stacją ładowania szybkiego na pętli przy dworcu kolejowym;
 - w drugiej kolejności – linie 3 i 5, obsługiwane zamiennie tym samym taborem, ewentualnie z dodatkowym stanowiskiem ładowania (przy czym autobusy linii 5 po realizacji kolejnych etapów będą mogły być ładowane także na pętli Waltera-Jankego);
 - w trzeciej kolejności – linie 2 i 7, korzystające z dodatkowej, dedykowanej tym liniom stacji ładowania na pętli Waltera-Jankego;
 - w dalszej kolejności linie 4 i 6, korzystające z dodatkowych stanowisk ładowania na pętli Waltera-Jankego;
- w wariantach 1B i 2B:
 - w pierwszej kolejności – nowa linia autobusowa o roboczym oznaczeniu A41 (za linię tramwajową 41), obsługiwana taborem klasy mega, ze stanowiskami do ładowania w rejonie Szpitala;
 - w drugiej kolejności – linia 1, ze stacją ładowania szybkiego na pętli przy dworcu kolejowym, a uzupełniająco linie 3 i 5 – obsługiwane zamiennie tym samym taborem;
 - w trzeciej kolejności – linie 2, 4, 6 i 7 – korzystające z dodatkowej, dedykowanej tym liniom stacji ładowania na pętli Waltera-Jankego.

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 wypadły warianty 1A i 1B – konwencjonalne. **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, konieczność ponoszenia znaczących dodatkowych nakładów na instalacje zasilające

oraz niekorzystne wskaźniki emisji zanieczyszczeń emitowanych przy produkcji energii elektrycznej w Polsce.

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 ekologicznej komunikacji miejskiej;
- wpływ zastosowania taboru zeroemisyjnego na ocenę postrzegania miasta;
- skumulowane efekty poprawy warunków życia w centrum Pabianic, wynikające ze zmniejszenia niskiej emisji zanieczyszczeń;
- wpływ zastosowania taboru ekologicznego 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 Pabianic wartość progowa ceny standardowego autobusu zeroemisyjnego klasy maxi, przy której ekonomiczna bieżąca wartość netto ENPV byłaby wyższa dla wariantu z taborzem elektrycznym w porównaniu do wariantu z taborzem konwencjonalnym, to w wariantcie 2A – elektrycznym, bez linii autobusowej zastępującej linię tramwajową 41 – kwota 999,4 tys. zł (o 52,4% niższa od przyjętej od analizy).

W wariantcie 2B – elektrycznym, z dodatkową linią autobusową za linię tramwajową 41, wartość progowa standardowego autobusu zeroemisyjnego wyniosła 890,7 tys. zł, a przegubowego – 1 336,1 tys. zł. (czyli o 57,6% mniej od kwot przyjętych 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 dla wariantu eksploatacji autobusów elektrycznych. Korzyści z zakupu autobusów elektrycznych dla jednostki samorządu terytorialnego znacznie wzrosną przy zmniejszeniu wkładu własnego w nabywanym taborze – jako efektu wykorzystania zewnętrznych źródeł finansowania inwestycji (np. otrzymania bezzwrotnej dotacji).

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

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 2017 r. poz. 1405, 1566 i 1999). 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 pabianickiej komunikacji miejskiej. Analiza kosztów i korzyści nie podlega więc obowiązkowi przeprowadzenia strategicznej oceny oddziaływania na środowisko.

8. Informacja o udziale społeczeństwa w postępowaniu (projekt)

Niniejsza analiza została wyłożona do wglądu w Wydziale Infrastruktury Technicznej i Komunikacji Urzędu Miejskiego w Pabianicach, 95-200 Pabianice, ul. św. Jana 4, II piętro, pok. 26 – w dniach od do 2019 r. z możliwością składania uwag i wniosków. Analiza została ponadto zamieszczona do wglądu na stronie bip.um.pabianice.pl w dniu 2018 r. oraz pozostała dostępną dla zainteresowanych do dnia 2019 r.

Uwagi i wnioski można było składać w terminie 21 dni od dnia wyłożenia, za pomocą formularza internetowego, na opracowanym druku do pobrania w Wydziale Infrastruktury Technicznej i Komunikacji Urzędu Miejskiego w Pabianicach, ul. św. Jana 4, p. 26 lub przesyłać je drogą elektroniczną na adres komunikacja@um.pabianice.pl.

W okresie tym wpłynęły ...

Uwagi i wnioski zostały w następujący sposób uwzględnione w dokumencie ...