



# **ANALIZA KOSZTÓW I KORZYŚCI**

## **ZWIĄZANYCH Z WYKORZYSTANIEM**

### **PRZY ŚWIADCZENIU USŁUG KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ**

#### **AUTOBUSÓW ZEROEMISYJNYCH**

##### **DLA MIASTA TOMASZÓW MAZOWIECKI**

Tomaszów Mazowiecki, styczeń 2019 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 Tomaszowie Mazowieckim.....	17
4. Tabor tomaszowskiej komunikacji miejskiej.....	23
4.1. Aktualny stan taboru.....	23
4.2. Planowane zamierzenia inwestycyjne.....	25
5. Identyfikacja wariantów.....	27
5.1. Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych Tomaszowa Mazowieckiego.....	27
5.2. Wybór rodzaju napędu .....	32
5.3. Rozwiązania sposobów ładowania autobusów zeroemisyjnych .....	35
5.4. Proponowane warianty.....	37
5.5. Wybór linii do obsługi taboru zeroemisyjnym .....	43
6. Analiza kosztów i korzyści .....	57
6.1. Przyjęte założenia analizy kosztów i korzyści .....	57
6.2. Wyniki analizy kosztów i korzyści .....	63
6.3. Trwałość finansowa .....	66
6.4. Analiza wrażliwości i ryzyka .....	72
6.5. Określenie luki w finansowaniu .....	76
7. Podsumowanie .....	78
8. Informacja o udziale społeczeństwa w postępowaniu .....	81

## 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.

Gmina – Miasto Tomaszów Mazowiecki jest jednostką samorządu terytorialnego, której liczba mieszkańców – według danych GUS – w latach 2012-2017 wynosiła ponad 63 tys. osób i tym samym przekraczała przywołany limit demograficzny wynikający z art. 36 ust. 1 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych. Gmina – Miasto Tomaszów Mazowiecki jest więc prawnie zobowiązana 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 tomaszowskiej 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/wdrazenie-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](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](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 – Miasto Tomaszów Mazowiecki;
- **MZK** – Miejski Zakład Komunikacyjny w Tomaszowie Mazowieckim Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością, z siedzibą przy ul. Warszawskiej 109/111, 97-200 Tomaszów Mazowiecki, określana 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.);
- **Zarząd** – Zarząd Dróg i Utrzymania Miasta w Tomaszowie Mazowieckim, ul. Warszawska 119, 97-200 Tomaszów Mazowiecki, wykonujący zadania organizatora publicznego transportu zbiorowego na obszarze właściwości Gminy – Miasto Tomaszów Mazowiecki.

## 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 ogniach 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.

Tomaszów Mazowiecki 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 – CO<sub>2</sub>), 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 (H<sub>2</sub>) – 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. Biorąc pod uwagę obowiązkowe konsultacje społeczne projektu planu transportowego i zdefiniowany minimalny czas ich trwania (21 dni), projekt zmienianego planu należy de facto opracować także do końca 2018 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 Warszawie<sup>1</sup>. 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.

---

<sup>1</sup> „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 kosztów i korzyści wykonywana na potrzeby wniosków o dofinansowanie z Unii Europejskiej składa się z kilku obowiązkowych elementów, takich jak:

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

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

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 ujmuje się w rachunku przepływów z analizy finansowej i w efekcie powstaje ilościowa analiza kosztów i korzyści.

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

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

W przypadku projektów z dofinansowaniem unijnym niezaliczanych do projektów dużych, tj. o całkowitym koszcie kwalifikowalnym przekraczającym 50 mln euro, „Wytyczne w zakresie zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód i projektów hybrydowych na lata 2014-2020” zalecają w 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 Tomaszowie Mazowieckim**

Miasto Tomaszów Mazowiecki położone jest w centralnej Polsce, w południowo-wschodniej części województwa łódzkiego w odległości ok. 50 km od Łodzi, na obu brzegach Pilicy. W pobliżu miasta zlokalizowany jest stopień wodny na Pilicy, tworzący sztuczny zbiornik nazywany Zalewem Sulejowskim. Miasto jest ośrodkiem o charakterze regionalnym.

Tomaszów Mazowiecki jest siedzibą władz miejskich, gminy wiejskiej Tomaszów Mazowiecki oraz powiatu tomaszowskiego.

Większość obszaru miasta zlokalizowana jest na lewym brzegu Pilicy. Równoleżnikowo przez miasto przepływa niewielki dopływ Pilicy – rzeka Wolbórka. Zabudowa miejska Tomaszowa Mazowieckiego ma charakter koncentryczny, z punktem centralnym w okolicy Placu Kościuszki – historycznego centrum miasta. Obszary zabudowy wielorodzinnej zlokalizowane są w centrum, w południowej części Tomaszowa Mazowieckiego – osiedla: Hubala, Tysiąclecia, Strzelecka i Wyzwolenia oraz w jego części północnej – osiedle Obrońców Tomaszowa z 1939 r. z wielokondygnacyjnymi blokami mieszkaniowymi.

Północną część miasta zajmują tereny przemysłowo-składowe. Wzdłuż północno-zachodniej granicy miasta prowadzi droga ekspresowa S-8.

Obszar miasta przecina dolina Pilicy z położonym w granicach miasta rezerwatem Niebieskie Źródła (obszar Natura 2000 (kod PLH 100005). Na prawym brzegu Pilicy zlokalizowanych jest kilka rozproszonych osiedli zabudowy jednorodzinnej i zagrodowej oraz tereny łąk i upraw rolnych, objętych ochroną w ramach obszaru Natura 2000 pod nazwą Łąki Ciebłowickie (kod PLH 100035).

Rejon południowy lewobrzeżnej części Tomaszowa Mazowieckiego to kompleks leśny, objęty ochroną w ramach Spalskiego Parku Krajobrazowego i zaliczony do obszarów Natura 2000 (kod PLH 100003) oraz tereny upraw rolnych.

Według Banku Danych Lokalnych GUS, w dniu 31 grudnia 2017 r. liczba ludności miasta wynosiła 63 238 osób, co oznacza przekroczenie limitu 50 000 mieszkańców, obligującego do sporządzenia analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych w komunikacji miejskiej.

Liczba ludności miasta systematycznie maleje, co jest typowym zjawiskiem w skali kraju. Spadek ten wynika z ujemnego salda migracji, stanowiącego efekt procesów suburbanizacji oraz z ujemnego przyrostu naturalnego. Rezultatem powyższego jest spadek średniej gęstości zaludnienia. W tabeli 1 przedstawiono zmiany liczby ludności, powierzchni i gęstości zaludnienia Tomaszowa Mazowieckiego w latach 2010-2017.

Według stanu na 31 grudnia 2017 r. miasto Tomaszów Mazowiecki zajmowało 64. miejsce w kraju pod względem liczby ludności oraz 103. miejsce pod względem zajmowanej powierzchni. Gęstość zaludnienia Tomaszowa Mazowieckiego jest więc wyższa od średniej krajowej dla miast.

Organizatorem tomaszowskiej komunikacji miejskiej jest Prezydent Tomaszowa Mazowieckiego. Zadania organizatora wypełnia jednostka budżetowa Miasta – Zarząd Dróg i Utrzymania Miasta, ul. Warszawska 119, 97-200 Tomaszów Mazowiecki. Statut Zarządu określa zadania m.in. w zakresie organizacji publicznego transportu zbiorowego, w tym w szczególności zawieranie umów o świadczenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego oraz ocenę i kontrolę realizacji tych usług przez operatora.

**Tab. 1. Liczba ludności i powierzchnia Tomaszowa Mazowieckiego w latach 2010-2017**

Wyszczególnienie	Jedn.	Rok							
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Liczba mieszkańców	[osób]	66 173	65 834	65 454	64 893	64 513	63 960	63 601	63 238
Powierzchnia ogółem	[ha]	4 130	4 130	4 130	4 130	4 130	4 130	4 130	4 130
Gęstość zaludnienia	[osób/km <sup>2</sup> ]	1 602	1 594	1 584	1 571	1 562	1 549	1 540	1 531

Źródło: Bank Danych Lokalnych GUS.

Linie komunikacji miejskiej obsługują, poza miastem Tomaszowem Mazowieckim, na podstawie zawartych porozumień komunalnych, także gminę miejsko-wiejską Wolbórz w powiecie piotrkowskim oraz gminy wiejskie Inowłódz, Lubochnia, Tomaszów Mazowiecki i Ujazd w powiecie tomaszowskim.

Na koniec 2017 r. w zasięgu funkcjonowania tomaszowskiej komunikacji, według Banku Danych Lokalnych GUS, zamieszkiwało łącznie około 100 tys. osób.

Wg stanu na dzień 30 września 2018 r. Miasto wykorzystywało do realizacji usług przewozowych jednego operatora – MZK – będącego podmiotem wewnętrznym i realizującego przewozy na podstawie umowy wykonawczej zawartej w dniu 31 grudnia 2013 r. na okres 10 lat, tj. do 31 grudnia 2028 r. (okres obowiązywania umowy przedłużono Aneksm nr 9).

Według stanu na dzień 30 września 2018 r., sieć połączeń tomaszowskiej komunikacji miejskiej tworzyły 22 całoroczne linie autobusowe. Trasy wszystkich linii obejmowały swoim zasięgiem Miasto Tomaszów Mazowiecki, aczkolwiek dwie – 31 i 32 – dedykowano wyłącznie

obsłudze relacji pozamiejskich. Siedem linii – 1, 4, 6, 7, 8, 9 i 12 – swoją trasą nie przekraczało granic miasta, obsługując jedynie obszar Tomaszowa Mazowieckiego (linia 1 korzystała z pętli położonej tuż przy granicy miasta).

Według kryterium zakresu funkcjonowania można podzielić linie tomaszowskiej komunikacji miejskiej na trzy kategorie:

- siedemnaście linii dziennych całotygodniowych – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 33, 34, 35, 37, 39, 40 i 45;
- dwie całoroczne linie dzienne funkcjonujące w dni powszednie od poniedziałku do piątku oraz w soboty – 36 i 38;
- trzy linie funkcjonujące tylko w dni powszednie nauki szkolnej – 31, 32 i S1.

Oferta przewozowa tomaszowskiej komunikacji miejskiej charakteryzuje się występowaniem linii miejskich o stałym, powtarzalnym takcie kursowania oraz relatywnie dużej liczby linii podmiejskich, mających dość niskie częstotliwości kursowania i w większości z kursami tylko w porach przed- i popołudniowych. Funkcjonowanie sieci linii o w miarę stałych taktach częstotliwości kursów, jest dla pasażerów podróżujących w granicach miasta niewątpliwym walorem tomaszowskiej komunikacji miejskiej.

Wśród linii tworzących sieć komunikacyjną można wyróżnić następujące kategorie połączeń:

- linie podstawowe – z liczbą co najmniej 28 par kursów w dniu powszednim – osiem linii: 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8 i 9;
- linie zindywidualizowane – wszystkie pozostałe linie.

Wszystkie linie z kursami podmiejskimi mają trasy wielowariantowe. Na pięciu liniach – 12, 31, 32, 34 i 36 – wykonuje się tylko kilka par kursów w ciągu doby.

Linie określane jako miejskie, oznaczone są numerami od 1 do 9 i 12. Poza liniami 2 i 12 linie te funkcjonują z jednakową częstotliwością: w dniu powszednim w godzinach od 5 do 17 wynoszącą 30 minut, natomiast po godzinie 17 oraz w sobotę i niedzielę – 60 minut. Wyjątek od tej reguły stanowi linia 8, na której zaplanowano dodatkowe kursy bisowe w godzinach dojazdów i powrotów z zakładów pracy, a kursy z częstotliwością co 30 minut są na niej wykonywane w dniu powszednim aż do godziny 21. Dodatkowo, na liniach 4 i 8 w sobotę, w godzinach tradycyjnych sobotnich zakupów zaplanowano częstotliwość dwukrotnie wyższą od godzinnej – dwa kursy na godzinę, jednak z nierówną częstotliwością co 24/36 minut – w celu lepszego skoordynowania ich rozkładów jazdy z innymi liniami, funkcjonującymi w tym czasie z częstotliwością godzinną.

Na linii 2 zaplanowano kursy co około 60 minut w godzinach szczytów przewozowych w dniu powszednim oraz co 90-120 minut w pozostałych porach dnia powszedniego, a także

w sobotę i niedzielę. Na linii 12 wykonuje się tylko trzy pary kursów na dobę – dedykowanych obsłudze dowozów pracowników do dużych zakładów – FM Logistic i Roldrob.

Rozkłady jazdy wszystkich miejskich linii zostały ze sobą powiązane, zapewniając wspólną, rytmiczną wysoką częstotliwość kursowania z poszczególnych rejonów miasta i skoordynowaną obsługę głównych ciągów ulic. Autobusy z opisywanego segmentu połączeń obsługują obszar podmiejski wyłącznie w sytuacjach, w których w żaden sposób nie zakłóca to rozkładu jazdy na terenie miasta (a więc w przypadku kursów do miejscowości położonych niedaleko granicy miasta, tj. do Komorowa, Zaborowa i Niebrowa oraz skrajnego kursu linii 5 do Ujazdu i Niewiadowa).

Wśród połączeń miejskich linie: 4, 6, 9 i 12 posiadały tylko jeden wariant trasy w jednym kierunku, pozostałe były wielowariantowe.

Cechą charakterystyczną tomaszowskiej komunikacji miejskiej jest wytrasowanie większości linii przez obszar ścisłego centrum, z wykorzystaniem przystanków:

- Plac Kościuszki;
- Prez. Mościckiego – Urząd Miasta/Urząd Gminy;
- św. Antoniego – PSS Społem.

Z placu Kościuszki odjeżdża także większość autobusów linii podmiejskich.

Połączenia wschodniego i zachodniego brzegu Pilicy wytrasowano dwoma mostami: w ul. Modrzejewskiego (linie miejskie 8 i 9 oraz podmiejskie 38 i 40) oraz w ul. Białobrzeskiej, w ciągu drogi wojewódzkiej nr 713 (linie miejskie 3 i 12 oraz podmiejskie 36 i 37).

Część pętli autobusowych tomaszowskiej komunikacji miejskiej skupia po kilka linii:

- położony w centralnej części miasta plac Kościuszki – osiem linii podmiejskich: 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39 i 45 oraz dwie linie miejskie – pojedynczymi kursami (5 i 8);
- Dworzec PKS/PKP – jedną linię podmiejską 40 oraz cztery linie miejskie: 2 i 9 oraz większością kursów – 7 i wybranymi kursami – 1;
- Dąbrowska – Gen. Bema – dwie linie, wybranymi kursami: 1 i 5;
- Dąbrowa pętla – dwie linie, wybranymi kursami: 1 i 5;
- Białobrzezi pętla – dwie linie: 8 i 9;
- Ludwików Jana – dwie linie: 3 i 12;
- Zawadzka pętla – dwie linie: 1 (część kursów) i 4.

Jest to okoliczność umożliwiająca nie tylko wprowadzenie nowoczesnych technik zarządzania ofertą przewozową – zmian w przypisaniu pojazdów do linii w ciągu dnia, przeprowadzanych w celu zoptymalizowania liczby użytkowanych w ruchu autobusów, ale i ułatwiająca ewentualną eksploatację autobusów zeroemisyjnych – elektrycznych z zasilaniem bateryjnym.

W tabeli 2 przedstawiono liczbę wykonanych i planowanych do wykonania wozokilometrów w podziale na wielkość taboru, średnią liczbę autobusów w ruchu, szacunkową liczbę pasażerów oraz osiągnięte i przewidywane przychody z biletów w tomaszowskiej komunikacji miejskiej w latach 2016-2018.

**Tab. 2. Parametry tomaszowskiej komunikacji miejskiej w latach 2016-2018**

Wyszczególnienie	Jedn.	Rok		
		2016	2017	2018 – prognoza
Liczba wozokilometrów		1 637,2	1 619,7	2 259,2
– w tym pojazdami maxi	tys. km	719,3	733,1	2 003,5
– w tym pojazdami mini i midi		917,9	886,6	255,7
Średnia liczba pojazdów w ruchu	szt.	29	29	30
Udział w pracy eksploatacyjnej:				
– autobusy maxi	%	43,9	45,3	88,7
– autobusy mini i midi		56,1	54,7	11,3
Liczba pasażerów	tys. osób	2 731,3	2 405,4	5 674,8
Przychody z biletów:				
– bilety normalne	tys. zł	1 928,1	1 727,1	499,6
– bilety ulgowe		1 683,5	1 458,3	447,8

Źródło: dane MZK.

Jak wynika z tabeli 2, w latach 2016-2017 wielkość oferty przewozowej, wyrażonej liczbą wozokilometrów i pojazdów w ruchu, była ustabilizowana. Względnie stała liczba wozokilometrów była rezultatem braku wzrostu liczby mieszkańców miasta Tomaszowa Mazowieckiego oraz wynikiem braku większych zmian w zakresie obsługi obszarów gmin ościennych tomaszowską komunikacją miejską.

W dniu 28 września 2017 r. Rada Miejska Tomaszowa Mazowieckiego podjęła uchwałę nr LI/455/2017 w sprawie ustalenia cen i opłat za usługi przewozowe w publicznym transporcie zbiorowym w Tomaszowie Mazowieckim, w której nadała uprawnienie do bezpłatnych przejazdów w granicach administracyjnych Gminy Miasto Tomaszów Mazowiecki mieszkańcom Tomaszowa Mazowieckiego, którzy legitymują się „Tomaszowską Kartą Mieszkańca”. Kartę taką może otrzymać każdy mieszkaniec Miasta, który rozlicza podatek dochodowy od osób fizycznych w Urzędzie Skarbowym w Tomaszowie Mazowieckim i deklaruje w swoim zeznaniu podatkowym, że jego miejscem zamieszkania jest miasto Tomaszów Mazowiecki – bez względu na to, czy osiąga dochód – a także niepełnoletni członkowie jego rodziny w wieku powyżej 7. roku życia. Dzieci w wieku do 7 lat korzystają ze zwolnień na podstawie Karty rodzica lub opiekuna prawnego.

W tej samej uchwale prawo do bezpłatnych przejazdów tomaszowską komunikacją miejską przyznano mieszkańcom Gminy Tomaszów Mazowiecki (otaczającej miasto gminy wiejskiej) – na podstawie Tomaszowskiej Karty Komunikacyjnej.

Oczekując wzrostu wielkości popytu z powyższego tytułu, Miasto wprowadziło z dniem 15 stycznia 2018 r. nowy rozkład jazdy, zakładający duży wzrost intensywności obsługi komunikacyjnej obszarów miasta – stąd zwiększenie pracy eksploatacyjnej w 2018 r.

W 2018 r. występowała duża zmienność miesięcznej pracy eksploatacyjnej – z jej kumulacją w okresie II i III kwartału. Spółka zmuszona została nawet do korzystania z podwykonawstwa w świadczeniu usług przewozowych.

Miasto, wspólnie z MZK, planuje w 2019 r. wprowadzić optymalizację rozkładów jazdy – wykorzystując wskazania wynikające z przeprowadzonych wiosną 2018 r. badań marketingowych popytu i ograniczając wielkość pracy eksploatacyjnej do poziomu 2,0 mln wozokilometrów rocznie.

W kolejnych latach planowana jest polityka stabilizacji wielkości pracy eksploatacyjnej. Dokonywane będą jedynie korekty części rozkładów jazdy – w celu dostosowywania oferty przewozowej do bieżących potrzeb mieszkańców miasta Tomaszowa Mazowieckiego i okolicznych miejscowości.

Wysokość przychodów ze sprzedaży biletów, osiągniętych w latach 2016-2017 wykazywała spadek o 11,8%, w tym o ok. 10,4% ze sprzedaży biletów normalnych i o ok. 13,4% ze sprzedaży biletów ulgowych. Znacznie niższa wielkość sprzedaży biletów w 2018 r. wynika z opłat wnoszonych wyłącznie przez pasażerów nieposiadających Tomaszowskiej Karty Mieszkańca.

Objęcie trasą niemal wszystkich linii komunikacyjnych ścisłego centrum miasta, charakteryzującego się bardzo wysokim obciążeniem ruchem, a także wąskich uliczek osiedlowych wewnątrz dość gęstej, wielorodzinnej zabudowy mieszkaniowej, stanowi znaczną uciążliwość – związaną z wysokim poziomem hałasu i emisją zanieczyszczeń do atmosfery. Wymierną korzyścią dla mieszkańców byłoby więc zmniejszenie poziomu hałasu i emisji zanieczyszczeń komunikacyjnych – przynajmniej na ulicach, którymi poruszają się autobusy komunikacji miejskiej.

## 4. Tabor tomaszowskiej komunikacji miejskiej

### 4.1. Aktualny stan taboru

Linie tomaszowskiej komunikacji miejskiej obsługiwane są wyłącznie autobusami. Wszystkimi pojazdami dysponuje podmiot wewnętrzny – Miejski Zakład Komunikacyjny w Tomaszowie Mazowieckim Sp. z o.o.

Według stanu na 30 września 2018 r., park taborowy Spółki był bardzo zróżnicowany. W 61% składał się z niespełna rocznych niskopodłogowych autobusów hybrydowych marki Solaris Urbino 12 Hybrid (25 szt.), a pozostałe 39% stanowiły pojazdy wyeksploatowane – w wieku od 12 do nawet 24 lat. Większość pojazdów było niskopodłogowych lub przynajmniej niskowejściowych (93%), a jedynie cztery autobusy marki DAB były wysokopodłogowe.

Wszystkie autobusy wyposażone zostały w silniki spalinowe zasilane olejem napędowym, przy czym w 25 z nich zastosowano napęd hybrydowy – spalinowo-elektryczny. W strukturze taboru MZK dominowały autobusy standardowe (klasy pojemnościowej maxi), które stanowiły 87,8% floty (36 szt.). Autobusy klasy midi stanowiły 7,3% (3 szt.), a klasy mini – 4,9% (2 szt.) parku taborowego Spółki.

W tabeli 3 przedstawiono strukturę taboru posiadanego przez MZK – wg kryterium wieku i spełniania norm czystości spalin.

**Tab. 3. Struktura taboru MZK wg kryterium wieku i spełnianych norm czystości spalin – stan na 30 września 2018 r.**

Lp.	Typ taboru	Rodzaj napędu	Liczba sztuk	Długość [m]	Rok produkcji	Wiek [lat]	Norma czystości spalin
1	Neoplan N4009	ON	1	9,0	1994	24	EURO 1
2	DAB 12-1200B	ON	2	12,0	1995	23	EURO 2
3	DAB 12-1200B	ON	2	12,0	1996	22	EURO 2
4	MAN NL202	ON	2	11,5	1998	20	EURO 2
5	K 4016td	ON	1	12,0	1999	19	EURO 2
6	MAN A21	ON	1	12,0	1999	19	EURO 2
7	Jelcz M081MB	ON	2	7,7	2002	16	EURO 2
8	Neoplan N4411	ON	2	10,5	2003	15	EURO 3
9	MAN A78	ON	3	12,0	2006	12	EURO 4
10	Solaris Urbino 12 Hybrid	hybryda	25	12,0	2017	1	EURO 6
<b>11</b>	<b>Ogółem tabor</b>	<b>ON / hybryda</b>	<b>41</b>	<b>7,7-12,0</b>	<b>1994-2017</b>	<b>1-24</b>	<b>EURO 1-6</b>

Źródło: dane MZK.

Od czasu wyodrębnienia w 1992 r. ze struktur Wojewódzkiego Przedsiębiorstwa Komunikacji Miejskiej w Piotrkowie Trybunalskim zakładu budżetowego – Miejskiego Zakładu Komunikacyjnego w Tomaszowie Mazowieckim – do końca jego funkcjonowania w grudniu 2013 r., sytuacja taborowa operatora tomaszowskiej komunikacji miejskiej nie była dobra. Jedyne zakupy fabrycznie nowych pojazdów, to wprowadzenie w latach 1995-97 partii 13 średniopodłogowych autobusów Jelcz 120M (zastępujących wyeksploatowane, starsze Jelcze PR110M i M11 oraz przegubowe Ikarusy 280) i 4 szt. minibusów marki Jelcz M081MB, zakupionych w 2002 r. Poza tymi inwestycjami, nabywano wyłącznie autobusy używane, często kilkunastoletnie w momencie zakupu. W rezultacie, pod koniec funkcjonowania zakładu budżetowego, średni wiek taboru osiągnął 19 lat.

Od 1 stycznia 2014 r. MZK rozpoczął działalność w formie spółki z o.o. Początkowo nie miało to jednak większego wpływu na inwestycje taborowe – kontynuowano zakupy autobusów używanych, w liczbie co najwyżej umożliwiającej świadczenie usług przewozowych bez większych zakłóceń.

Radykalna zmiana nastąpiła w 2016 r. kiedy to Gmina Miasto Tomaszów Mazowiecki oraz MZK ogłosiły przetargi na zakup odpowiednio 20 i 5 szt. fabrycznie nowych autobusów hybrydowych klasy maxi. W wyniku rozstrzygnięć tych przetargów zakupiono autobusy marki Solaris Urbino 12 Hybrid, wycofując najstarsze, bardzo już wyeksploatowane pojazdy.

Zakupy zrealizowane zostały w wyniku realizacji projektów:

- „Zakup niskoemisyjnego taboru publicznego transportu zbiorowego w Tomaszowie Mazowieckim wraz z infrastrukturą towarzyszącą” – przez Miasto;
- „Niskoemisyjne autobusy hybrydowe wraz z zapleczem technicznym do ich obsługi elementami nowoczesnego systemu transportu zbiorowego w Tomaszowie Mazowieckim” – przez MZK.

Obydwa projekty pozyskały dofinansowanie ze środków pomocowych Unii Europejskiej w ramach regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Łódzkiego na lata 2014-2020. Nowe autobusy dostarczono w czwartym kwartale 2017 r.

Pomimo dokonanej w 2017 r. wymiany dużej partii taboru, nadal 39% posiadanych przez MZK autobusów ma już przynajmniej 10 lat, a 32% pojazdów operatora przekroczyło nawet wiek 15 lat.

Średni wiek pojazdów MZK jest względnie niski – wg stanu na 30 września 2018 r. wynosił tylko 7,7 lat, czyli był zbliżony do połowy zakładanego w analizach 13-letniego okresu planowej eksploatacji autobusów z tradycyjnymi silnikami na olej napędowy. W celu uzyskania średniego wieku taboru na poziomie 6,5 roku, niezbędna byłaby wymiana w 2019 r. kolejnych



4 autobusów na fabrycznie nowe, a przez kilka kolejnych lat – dla utrzymania wskaźnika na tym samym poziomie – coroczna wymiana 1-2 pojazdów.

W tabeli 4 przedstawiono strukturę taboru tomaszowskiej komunikacji miejskiej pod kątem spełniania norm czystości spalin EURO – wg stanu na 30 września 2018 r.

**Tab. 4. Struktura taboru tomaszowskiej komunikacji miejskiej w podziale na normy emisji spalin – stan na 30 września 2018 r.**

Pojazdy	Jedn.	Norma czystości spalin EURO						Razem
		1	2	3	4	5	6	
Liczba	szt.	1	10	2	3	-	25	41
Struktura	%	2,4	24,4	4,9	7,3	-	61,0	100,0

Źródło: dane MZK.

Do niniejszej analizy przyjęto ilośc taboru tomaszowskiej komunikacji miejskiej w wariacie bez zakupów taboru zeroemisyjnego – uwzględniając przewidywane przez Miasto i MZK zmniejszenie w 2019 r. liczby pojazdów w ruchu do poziomu 27 autobusów, a także utrzymanie poziomu 25% rezerwy taborowej – w liczbie 36 autobusów. 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 pętlach, niezbędnych w celu doładowania pojazdów.

#### 4.2. Planowane zamierzenia inwestycyjne

Miasto Tomaszów Mazowiecki w ramach perspektywy finansowej 2014-2020 zrealizowało w 2017 r. zakup 20 autobusów w ramach projektu inwestycyjnego „Zakup niskoemisyjnego taboru publicznego transportu zbiorowego w Tomaszowie Mazowieckim wraz z infrastrukturą towarzyszącą”, natomiast MZK zrealizowało w tym samym czasie zakup 5 pojazdów w ramach projektu „Niskoemisyjne autobusy hybrydowe wraz z zapleczem technicznym do ich obsługi elementami nowoczesnego systemu transportu zbiorowego w Tomaszowie Mazowieckim”. Obydwa projekty zrealizowane były ze wsparciem finansowym środkami pomocowymi Unii Europejskiej z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Łódzkiego na lata 2014-2020, w ramach Osi Priorytetowej nr III – Transport, Działanie nr 1 – Niskoemisyjny transport miejski, poddziałanie nr 1.2.2 – Niskoemisyjny transport miejski.

Wskutek realizacji opisanych inwestycji tabor tomaszowskiej komunikacji miejskiej wzbogacił się o 25 szt. autobusów hybrydowych klasy maxi. Wszystkie pojazdy zakupione przez Miasto zostały w grudniu 2017 r. przekazane aporem MZK. Spółka obecnie eksploatuje je do wykonywania przewozów w komunikacji miejskiej.

Projekt „Zakup niskoemisyjnego taboru publicznego transportu zbiorowego w Tomaszowie Mazowieckim wraz z infrastrukturą towarzyszącą” realizowany przez Miasto obejmował także budowę 5 parkingów bike&ride, przebudowę węzła przesiadkowego oraz montaż 15 szt. tablic informacji pasażerskiej.

W ramach projektu „Niskoemisyjne autobusy hybrydowe wraz z zapleczem technicznym do ich obsługi elementami nowoczesnego systemu transportu zbiorowego w Tomaszowie Mazowieckim” zrealizowano także modernizację bazy autobusowej MZK, czyli zaplecza do obsługi autobusów hybrydowych.

Modernizacja zajezdni objęła:

- rozbiórkę istniejących obiektów;
- budowę obiektu zawierającego stanowiska serwisowe obsługi autobusów, stację kontroli pojazdów, myjnię automatyczną, magazyny i zaplecze socjalne;
- budowę wiaty dla autobusów i wiaty dla rowerów;
- utwardzenie placu manewrowego i parkingów – wraz z instalacjami;
- ogrodzenie terenu.

Miasto Tomaszów Mazowiecki nie planuje uczestnictwa w ogłoszonym postępowaniu konkursowym w ramach POiIŚ Działanie 6.1 – z uwagi na właśnie zrealizowany zakup autobusów hybrydowych, który stanowił znaczące obciążenie dla jego budżetu.

Miasto Tomaszów Mazowiecki rozważy udział w następnych naborach konkursowych na dofinansowanie ze środków krajowych i unijnych zakupu autobusów elektrycznych wraz z infrastrukturą zasilającą, w zależności od występujących potrzeb odnowy taboru i możliwości pozyskania dofinansowania. Z kolei MZK, w ramach posiadanych możliwości finansowych, dokonywać będzie sukcesywnej odnowy posiadanego taboru zasilanego olejem napędowym, wycofując jednocześnie pojazdy najbardziej wyeksploatowane.

## 5. Identyfikacja wariantów

### 5.1. Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych

#### Tomaszowa Mazowieckiego

Przedmiotem niniejszej analizy jest identyfikacja kosztów i korzyści powstałych w wyniku zapewnienia przez Gminę Miasto Tomaszów Mazowiecki świadczenia usług w ramach komunikacji miejskiej autobusami zeroemisyjnymi – zgodnie z wymogami art. 36 oraz art. 68 ust. 4 ustawy o elektromobilności.

Stan taboru posiadanego przez MZK na dzień 30 września 2018 r. przedstawiono w tabeli 3.

Problematyka odnowy taboru tomaszowskiej komunikacji miejskiej zawarta została w różnych dokumentach strategicznych miasta oraz jego obszaru funkcjonalnego.

„Strategia Rozwoju Obszaru Funkcjonalnego Dolina Rzeki Pilicy w powiecie tomaszowskim”<sup>2</sup> określa wizję i misję oraz pięć domen strategicznych rozwoju Obszaru Funkcjonalnego. W każdej z domen zdefiniowano cele strategiczne.

Domena nr 3 – „Zintegrowana infrastruktura transportowa, komunikacyjna i komunalna w obrębie Obszaru Funkcjonalnego” zawiera trzy cele strategiczne, w tym cel nr 1 – „Rozwój funkcjonalnej sieci transportowej Obszaru Funkcjonalnego oraz zwiększenie dostępności komunikacyjnej w obrębie obszaru” i cel nr 2 – „Poprawa systemu transportu publicznego po terenie OF”. W ramach pierwszego z celów kierunki projektów i zadań dotyczą budowy obwodnicy wschodniej Tomaszowa Mazowieckiego oraz budowy dróg i infrastruktury rowerowej. Drugi z celów zawiera natomiast następujące kierunki projektów/zadań:

- realizacja badań potrzeb i natężenia ruchu pasażerskiego w Obszarze Funkcjonalnym oraz dostosowanie rozkładów komunikacji publicznej do potrzeb mieszkańców i turystów;
- wdrożenie pilotażowego, badawczego projektu diagnozującego możliwość i rentowność uruchomienia nowych połączeń komunikacji publicznej na terenie OF;
- rozwój połączeń komunikacji publicznej pomiędzy poszczególnymi jednostkami samorządu terytorialnego wchodzącymi w skład Obszaru Funkcjonalnego i Tomaszowem Mazowieckim.

„Studium ruchowe poprawy dostępności transportowej projektowanego obszaru funkcjonalnego w ramach realizacji projektu pn. Partnerstwo na rzecz rozwoju obszaru funkcjonalnego Dolina Rzeki Pilicy w powiecie tomaszowskim”<sup>3</sup>, będące opracowaniem wykonawczym opisaną wyżej Strategii Rozwoju Obszaru Funkcjonalnego, stanowi przede wszystkim diagnozę

---

<sup>2</sup> [www.powiat-tomaszowski.pl/239-dokumenty-strategiczne.html](http://www.powiat-tomaszowski.pl/239-dokumenty-strategiczne.html), dostęp: 30.11.2018 r.

<sup>3</sup> [www.powiat-tomaszowski.pl/239-dokumenty-strategiczne.html](http://www.powiat-tomaszowski.pl/239-dokumenty-strategiczne.html), dostęp: 30.11.2018 r.

stanu i wielowariantowe prognozy ruchu – w zależności od przyjętych rozwiązań: modernizacji dróg w Tomaszowie Mazowieckim lub budowy wschodniej obwodnicy miasta. Dokument zawiera także skróconą koncepcję systemu ruchu rowerowego w Obszarze Funkcjonalnym oraz zrównoważony plan poprawy dostępności transportowej w zakresie modernizacji i budowy dróg. Opracowanie nie odnosi się do problematyki publicznego transportu zbiorowego.

Projekt „Strategii Rozwoju Miasta Tomaszowa Mazowieckiego na lata 2015-2020”, definiuje trzy domeny:

- nr 1 – „Miasto aktywnych, rozwijających się i zdrowych mieszkańców”;
- nr 2 – „Zrewitalizowany i silny gospodarczo Tomaszów Mazowiecki”;
- nr 3 – „Miasto, które przyciąga ciekawą ofertą rekreacyjno-sportową, kulturalną, opiekuńczą”.

W każdej z domen określono cele strategiczne. W ramach domeny nr 2 wymieniono cztery takie cele i określono cele operacyjne dla każdego z celów strategicznych, a także zdefiniowano proponowane zadania w poszczególnych celach operacyjnych.

W celu strategicznym nr 3 – „Stworzenie warunków sprzyjających rozwojowi przedsiębiorczości” określono m.in. cel operacyjny nr 1 – „Wspieranie przedsiębiorczości wśród różnych grup wiekowych ze szczególnym uwzględnieniem osób młodych”, a wśród zadań tego celu zdefiniowano zadanie nr 4 – „Zapewnienie dostępności transportowej do wyznaczonych terenów inwestycyjnych (budowa wschodniej obwodnicy Tomaszowa Mazowieckiego) oraz poprawa wewnętrznej infrastruktury komunikacyjnej”.

Z kolei w ramach celu strategicznego nr 5 – „Poprawa stanu infrastruktury technicznej na terenie miasta” określono dwa cele strategiczne odnoszące się do infrastruktury drogowej: nr 1 – „Modernizacja sieci dróg lokalnych na terenie miasta” i nr 2 – „Wspieranie realizacji projektów w zakresie infrastruktury drogowej sprzyjających wzrostowi atrakcyjności inwestycyjnej miasta, jako centrum gospodarczego Obszaru Funkcjonalnego”. Strategia nie odnosi się do rozwoju publicznego transportu zbiorowego, w tym do stanu taboru tomaszowskiej komunikacji miejskiej.

„Strategia adaptacji do zmian klimatu miasta Tomaszowa Mazowieckiego do roku 2025 z perspektywą do 2030 r. Projekt”<sup>4</sup> także nie odnosi się do problematyki publicznego transportu zbiorowego.

---

<sup>4</sup> bip.tomaszow.miasta.pl, dostęp: 30.11.2018 r.

„Program rewitalizacji miasta Tomaszowa Mazowieckiego na lata 2016-2020 z perspektywą do 2023 r.” dotyczący wybranych obszarów miasta, został przyjęty uchwałą Rady Miejskiej Tomaszowa Mazowieckiego nr XXXVII/337/2016 z dnia 7 grudnia 2016 r. Dokument obejmuje swoim zasięgiem następujące obszary:

- Śródmieście – ograniczony doliną rzeki Wolbórki i ulicami Legionów, Słowackiego, Bohaterów Getta Warszawskiego, Żwirki i Wigury, Szkolną, Bohaterów 14 Brygady i Nowowiejską;
- Niebrów – ograniczony ulicami: Ostrowskiego, Niebrowską, Paszkowskiego, Koplina, Kwiatową i Dzieci Polskich;
- niewielki obszar Michałówek we wschodniej części miasta – obejmujący osiedle domów jednorodzinnych przy ul. Nadrzeczej i Park Michałówek.

Program określa trzy cele strategiczne, a w nich wyznacza cele operacyjne. Cele strategiczne i operacyjne oraz wymienione w programie przedsięwzięcia rewitalizacyjne, nie odnoszą się jednak do problematyki publicznego transportu zbiorowego.

„Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego w Tomaszowie Mazowieckim”, przyjęty przez Radę Miejską Tomaszowa Mazowieckiego uchwałą nr IX/70/2015 z dnia 29 kwietnia 2015 r., określa strategię zrównoważonego rozwoju transportu publicznego w mieście jako następujące działania:

- wprowadzenie bezpłatnej komunikacji miejskiej dla mieszkańców miasta w granicach administracyjnych Tomaszowa Mazowieckiego;
- zapewnienie dostępności do usług publicznego transportu wszystkim osobom, w tym zwłaszcza niepełnosprawnym;
- redukcję negatywnego oddziaływania transportu na środowisko, zdrowie i bezpieczeństwo mieszkańców oraz wizerunek miasta;
- zwiększanie efektywności ekonomicznej transportu osób;
- poprawę jakości usług transportu publicznego – poprzez dostosowanie oferty przewozowej do preferencji i zachowań transportowych mieszkańców.

Plan zakłada docelowy dwuwariantowy podział zadań przewozowych. W wariantcie pesymistycznym w całym obszarze Tomaszowa Mazowieckiego plan przyjmuje 68% udziału transportu indywidualnego w podróżach miejskich i 32% udziału komunikacji miejskiej. W Śródmieściu założono w tym wariantcie odpowiednio 58% dla transportu indywidualnego i 42% dla komunikacji miejskiej. W wariantcie optymistycznym przewidziano natomiast w całym obszarze miasta realizację 55% podróży miejskich samochodem osobowym i 45% komunikacją miejską, zaś w Śródmieściu – po 50%.

W zakresie realizacji postulatów przewozowych wymienia się w planie transportowym m.in.:

- zwiększenie częstotliwości kursów – po wprowadzeniu komunikacji bezpłatnej;
- rezygnację z autobusów wysokopodłogowych na rzecz niskopodłogowych (także w ramach preferencji wyboru rodzaju środków transportu wynikającego z potrzeb osób niepełnosprawnych);
- wprowadzenie na przystankach informacji dynamicznej;
- wprowadzenie – w razie konieczności – priorytetów dla pojazdów transportu publicznego w przejeździe na skrzyżowaniach.

W ramach pożądanego, docelowego poziomu realizacji usług w 2020 r., wymieniono w zakresie realizacji wygody, jako postulatu przewozowego, osiągnięcie wskaźnika przeciętnego wieku taboru do 6 lat oraz dodatkowe wyposażenie pojazdów zapewniające komfort i bezpieczeństwo podróżowania.

Plan zaleca zakup nowego taboru wyposażonego w silniki spełniające normę co najmniej EURO 6, a za optymalny uznaje zakup autobusów wyposażonych w napęd hybrydowy lub elektryczny – z założeniem intensywnego eksploataowania nowego taboru.

Wielkość pracy eksploatacyjnej określono w planie na ok. 1,6 mln wozokilometrów rocznie, a liczbę pojazdów do obsługi linii – na 28-35 szt. Plan przewidywał wprowadzenie do eksploatacji w tomaszowskiej komunikacji miejskiej do 2020 r. minimum 20 szt. autobusów o napędzie hybrydowym lub elektrycznym. Zakupione pojazdy zostaną – zgodnie z planem transportowym – udostępnione MZK. W przypadku wyboru taboru elektrycznego plan zakłada także budowę 7 stacji ładowania na zajezdni oraz budowę ładowarek szybkich, o mocy do 300 kW, na wybranych pętlach. Plan transportowy zawiera więc plany rozwoju elektromobilności w tomaszowskiej komunikacji miejskiej, które jak na dokument uchwalony w pierwszej połowie 2015 r., należy uznać za bardzo ambitne i innowacyjne.

„Plan zrównoważonej mobilności miejskiej dla Miasta Tomaszów Mazowiecki. Założenia na lata 2015-2020”, przyjęty uchwałą nr XXII/230/2016 Rady Miejskiej Tomaszowa Mazowieckiego z dnia 21 stycznia 2016 r., jest dokumentem strategicznym zgodnym z zasadami zrównoważonego rozwoju. Plan wskazuje pożądane kierunki interwencji, określa obszary problemowe, definiuje cel główny oraz cele szczegółowe, a także proponuje pakiet działań i zadań w kontekście zarządzania mobilnością miejską.

Celem głównym planu jest „zmiana schematów zachowań i postaw w obszarze mobilności miejskiej w kierunku mobilności zrównoważonej, a tym samym systematyczna poprawa jakości życia mieszkańców poprzez świadome kształtowanie multimodalnego systemu trans-

portowego oraz przestrzeni publicznej (w tym infrastruktury) – w taki sposób, aby zagwarantować bezpieczny, przyjazny dla środowiska oraz wydajny transport miejski. Jako jeden z obszarów problemowych plan wymienia publiczny transport zbiorowy.

Jako kierunki działań plan mobilności miejskiej wskazuje:

- systematyczną wymianę taboru autobusowego – aby nowe autobusy spełniały zarówno normy środowiskowe, jak i stanowiły dla mieszkańców gwarancję podróży w komfortowych warunkach, także dla osób o ograniczonej sprawności ruchowej;
- wdrożenie zaleceń i wytycznych wynikających z badań popytu na usługi transportowe przeprowadzonych w 2013 r. – w tym racjonalna reorganizacja siatki połączeń, wprowadzenie rytmiczności i cykliczności kursów oraz wielkości pojazdów dopasowanych do popytu;
- rozważenie możliwości wprowadzenia bezpłatnej komunikacji miejskiej dla mieszkańców Tomaszowa Mazowieckiego (analiza zapotrzebowania, konsultacje społeczne oraz prognoza relacji potencjalnych kosztów i korzyści);
- integrację różnych form przemieszczania się w szczególności w zakresie stworzenia spójnego systemu parkingów Park&Ride (Parkuj i Jedź) oraz Bike&Ride (Parkuj rower i Jedź), a także zapewnienie funkcjonalnych ciągów pieszych umożliwiających sprawne dotarcie do węzłów i przystanków transportu zbiorowego;
- priorytetyzację w zakresie obsługi transportem zbiorowym kluczowych dla miasta przestrzeni publicznych, w tym skupisk instytucji publicznych, administracyjnych, lokalnych centrów kultury i rekreacji, jednostek handlowych, zakładów pracy oraz innych dużych generatorów ruchu;
- analizę możliwości wprowadzenia systemów zarządzania ruchem drogowym (ITS) w celu wdrożenia przywilejów dla autobusów komunikacji miejskiej w stosunku do pozostałych pojazdów ruchu drogowego;
- wdrożenie planu utrzymania wysokiej jakości infrastruktury transportu zbiorowego, ze szczególnym uwzględnieniem przystanków autobusowych;
- wdrożenie zaawansowanych, dynamicznych systemów informacji pasażerskiej.

Za cele szczegółowe w obszarze transportu zbiorowego uznano w planie:

- zwiększenie udziału transportu zbiorowego w podziale modalnym podróży miejskich – jako fundamentu zrównoważonej mobilności miejskiej;
- poprawę jakości infrastruktury transportowej;
- integrację systemów transportowych miasta;
- poprawę jakości i niskoemisyjności transportu zbiorowego;
- ograniczanie negatywnego oddziaływania transportu zmotoryzowanego na warunki życia mieszkańców i środowisko naturalne.

W ramach listy zadań priorytetowych plan wymienia na pozycji nr 1.1 – „Zakup niskoemisyjnego taboru do obsługi transportu zbiorowego w Tomaszowie Mazowieckim”, z szacunkowymi kosztami w wysokości 32,0 mln zł i okresem realizacji do 2020 r. Z kolei wśród zadań fakultatywnych, dokument wymienia na pozycji nr 2.4 – „Opracowanie programu uprzywilejowania transportu zbiorowego”.

„Plan gospodarki niskoemisyjnej dla Gminy Miasto Tomaszów Mazowiecki” został przyjęty uchwałą Rady Miejskiej Tomaszowa Mazowieckiego nr XII/99/2015 z dnia 29 października 2015 r., jednak ze względu na kilkakrotne aktualizacje jego treści, ostatnią wersję dokumentu przyjęto ponownie uchwałą nr XLIV/71/2018 z dnia 5 czerwca 2018 r. Zgodnie z ujednoliconym tekstem planu, za jeden z celów szczegółowych przewidzianych do realizacji do 2020 r., uznano „utrzymanie na niskim poziomie zużycia paliw przez środki transportu”. W harmonogramie działań – w wykazie przedsięwzięć – wymieniono w punkcie nr 3.1 projekt pn. „Rozwój zrównoważonego transportu zbiorowego poprzez poprawę efektywności energetycznej, wdrażanie technologii niskoemisyjnej w Tomaszowie Mazowieckim”, o wartości 33,1 mln zł, a w nim wymianę – w ramach programu Gazela – 12 autobusów na niskoemisyjne, rozbudowę pętli autobusowych oraz systemów karty miejskiej i informacji pasażerskiej, a także przebudowę dworca kolejowo-autobusowego na nowoczesne centrum przesiadkowe.

„Aktualizacja programu ochrony środowiska dla miasta Tomaszowa Mazowieckiego na lata 2016-2019 z perspektywą na lata 2020-2023”, przyjęta uchwałą Rady Miejskiej Tomaszowa Mazowieckiego nr XIX/180/2015 z dnia 26 listopada 2015 r., za główne problemy w zakresie jakości powietrza atmosferycznego uznaje:

- „wzrost emisji zanieczyszczeń komunikacyjnych, związany z rozwojem transportu samochodowego, wzrastającą liczbę pojazdów samochodowych i często o przestarzałej technologii spalania oraz zbyt małą płynność ruchu drogowego”;
- „wzrost cen nośników energii uznawanych za ekologiczne, drogie technologie związane z wdrażaniem paliw odnawialnych”.

Jako kierunek działań wymieniono w planie dwukrotnie – na pozycji nr 5 w celu „Poprawa jakości powietrza atmosferycznego” i na pozycji nr 2 w celu „Zmniejszenie zagrożenia hałasem” – kierunek pn. „Wymiana taboru MZK w Tomaszowie Mazowieckim na niskoemisyjny, przyjazny środowisku i energooszczędny”.

## **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 przedsiębiorstwa eksploatującego dany typ taboru.

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. Aktualnie udział takich autobusów w strukturze taboru operatorów komunikacji miejskiej jest znikomy. Tempo wzrostu tego udziału, wynikające z przepisów ustawy o elektromobilności, należy uznać za wysokie.

Miasto Tomaszów Mazowiecki, w wyniku realizacji projektów inwestycyjnych: „Zakup niskoemisyjnego taboru publicznego transportu zbiorowego w Tomaszowie Mazowieckim wraz z infrastrukturą towarzyszącą” i „Niskoemisyjne autobusy hybrydowe wraz z zapleczem technicznym do ich obsługi elementami nowoczesnego systemu transportu zbiorowego w Tomaszowie Mazowieckim”, w ramach których zakupiono 25 fabrycznie nowych autobusów hybry-

dowych oraz przebudowano zajezdnię MZK, dokonało znaczącej zmiany struktury taboru autobusowego, wymieniając ponad połowę wyeksploatowanego stanu taborowego. Nowe pojazdy nie są jednak zeroemisyjne w rozumieniu ustawy o elektromobilności.

Dotychczasowe zastosowanie CNG do zasilania autobusów determinował głównie koszt zakupu gazu. Jego cena 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.

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 ewentualnej eksploatacji taboru zasilanego CNG, jest fakt, że w Tomaszowie Mazowieckim nie ma stacji tankowania tym paliwem, a najbliższa znajduje się dopiero w oddalonym o 90 km Radomiu. Brak stacji do tankowania CNG, przy bardzo wysokich kosztach jej budowy, w zasadzie wyklucza możliwość zastosowania takiego napędu w tomaszowskich 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 aktualnie na rynku autobusami zeroemisyjnymi – nieemitującymi gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych – są pojazdy z napędem elektrycznym zasilane bateryjnie, zasilane z sieci zewnętrznej (trolejbusy) oraz zasilane z energii elektrycznej wytwarzanej w ogniach paliwowych, ale tylko takich, w których w efekcie spalania paliwa nie występuje emisja CO<sub>2</sub>, co – przy obecnym stanie zaawansowania techniki – w praktyce ogranicza je do ogni wodorowych.

Pojazdy zeroemisyjne zasilane z sieci zewnętrznej – trolejbusy – eksploatowane są jedynie w trzech sieciach komunikacyjnych w Polsce, najbliższej Tomaszowa Mazowieckiego w Lublinie. Głównym problemem ograniczającym rozwój tego rodzaju napędu jest bardzo wysoki koszt budowy sieci zasilającej wzdłuż trasy linii, wymagający dużych dodatkowych nakładów inwestycyjnych, na które większość miast średnich, takich jak Tomaszów Mazowiecki, nie posiada wystarczających środków finansowych.

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 (CO<sub>2</sub> i inne

zanieczyszczenia powstające w wyniku spalania oleju napędowego), ale pomimo to spełniają ustawową definicję autobusu zeroemisyjnego.

~~Najbliżej Tomaszowa Mazowieckiego trolejbusy eksploatowane są w Tychach i w Lublinie – w każdym przypadku odległych o około 200 km. Nie ma zatem technicznej możliwości wykorzystania do ładowania trolejbusów w Tomaszowie Mazowieckim sieci trakcyjnej zlokalizowanej w tak odległych, innych miastach.~~

W celu spełnienia wymogów ustawy o elektromobilności, Miasto Tomaszów Mazowiecki 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**

Ewentualne rozpoczęcie od 2021 r. eksploatacji w tomaszowskiej komunikacji miejskiej elektrycznych autobusów zeroemisyjnych, przewidziane w wariantcie 2 – elektrycznym, wiązać się będzie z wprowadzeniem do parku taborowego pojazdów z nowym rodzajem napędu, nieemitującego z zastosowanych silników, w miejscu ich użytkowania, gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń gazowych.

Decyzja o zmianie rodzaju napędu w użytkowanych autobusach wymaga nie tylko nabycia pojazdów o innym źródle zasilania, ale także dostosowania do nich obiektów zajezdni, istotnej zmiany wyposażenia stanowisk obsługowych, diagnostycznych, naprawczych i remontowych, jak również gruntownego przeszkolenia załogi. 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, aczkolwiek w przypadku MZK, dotychczasowe doświadczenia z autobusów hybrydowych, znacznie ten proces ułatwiają. Pewna część tych wydatków została też już poniesiona w związku z zakupem autobusów hybrydowych.

Autobusy zasilane z baterii stanowią obecnie większość nowowprowadzanych do użytkowania autobusów komunikacji miejskiej z napędem elektrycznym. Istotną kwestią związaną z ich wprowadzeniem do codziennego ruchu, jest wybór sposobu zasilania baterii, w tym uzupełniania energii w czasie eksploatacji.

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 przynajmniej 250 km 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, 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.

Celem organizatorów i operatorów jest zwykle optymalizacja masy baterii, umożliwiająca zmniejszenie zużycia energii i likwidacja koniecznych do zrealizowania przejazdów technicznych do i z bazy autobusowej w celu podłączenia do źródła zasilania – poprzez zastosowanie dodatkowych punktów ładowania prądu na trasie linii. 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. Doładowywanie pojazdu w innym wybranym punkcie na trasie linii wymagałoby dłuższego postoju, co – ze względu na masowość przewozów – w Polsce jest nieakceptowane przez pasażerów.

W Chinach oraz w wybranych krajach Europy Zachodniej użytkowane są 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. Ładowaniu indukcyjnemu na przystankach nie sprzyja także polski klimat, w którym normalnym zjawiskiem atmosferycznym są opady śniegu.

W celu doładowania autobusów w ciągu pracy na linii, na pętlach stosuje się ładowarki szybkie, o dużej mocy (nawet do 800 kW) z systemem pantografowym, rzadziej są to urządzenia typu „plug-in”. Zdecydowanie najczęściej stosowane jest ładowanie pantografowe, które – przy odpowiednio dużej mocy ładowania – odbywa się w czasie od 10 do 20 minut – co najmniej kilka razy w czasie użytkowania autobusu w ciągu dnia, a niekiedy nawet co określonej liczbie kursów lub ich par. Ładowanie odbywa się zwykle podczas planowanych postojów wyrównawczych oraz przerw wynikających z przepisów o czasie pracy kierowców.

Niezależnie od powyższego, w celu codziennego pełnego naładowania baterii oraz ich ustabilizowania, przewiduje się montaż w zajezdni ładowarek stacjonarnych – po jednym punkcie zasilającym na każdy autobus.

Odmiernym rozwiązaniem jest zastosowanie autobusów z napędem elektrycznym, z podstawowym zasilaniem energią elektryczną wytwarzaną podczas jazdy w ogniwie paliwowym – zasilanym wodorem ( $H_2$ ). Autobus taki wyposażony jest w znacznie mniejsze baterie, mające charakter jedynie wyrównawczy, podobnie jak zestawy baterii w autobusach hybrydowych, z rekuperacją energii, czy z systemem start-stop.

Pojazdy wyposażone w ogniwa paliwowe zasilane H<sub>2</sub>, mają zbiorniki sprężonego wodoru zainstalowane na dachu, o pojemności wystarczającej na przejazd nawet do 400 km.

Wadą tego rodzaju rozwiązania jest wysoki koszt wytworzenia 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, 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.

Bardzo istotnym i – w przypadku Tomaszowa Mazowieckiego – zasadniczym utrudnieniem w eksploatacji autobusów z ogniwami paliwowymi, jest brak w okolicy dostępnych magazynów wodoru do tankowania pojazdów. Instalacja taka musiałaby więc być tworzona od podstaw. Brak jest także w Polsce pewnego dostawcy wodoru o wysokiej czystości w niskiej cenie.

Z powyższego względu, wariantu zastosowania autobusów z ogniwami paliwowymi nie ujęto w analizie.

#### **5.4. Proponowane warianty**

W ramach realizowanego przez Miasto projektu inwestycyjnego „Zakup niskoemisyjnego taboru publicznego transportu zbiorowego w Tomaszowie Mazowieckim wraz z infrastrukturą towarzyszącą” w Studium Wykonalności projektu przeprowadzono analizę wariantów zakresu realizacji inwestycji oraz potencjalnych opcji kształtujących model wdrożenia projektu w ramach wybranego wariantu inwestycyjnego. Przeanalizowano dwa warianty inwestycyjne: zakupu nowych autobusów oraz zakupu autobusów wraz z infrastrukturą zajezdniową, wskazując drugie rozwiązanie jako korzystniejsze. W ramach wybranego wariantu przeanalizowano trzy opcje napędów pojazdów: spalinowy, hybrydowy i elektryczny, dla których przeprowadzono analizę DGC. W wyniku tej analizy wybrano opcję pojazdów z napędem hybrydowym.

W rezultacie przeprowadzonej w poprzednich podrozdziałach wstępnej analizy, zidentyfikowano dwa warianty zmian wyposażenia taborowego tomaszowskiej komunikacji miejskiej:

- wariant 1 – konwencjonalny – w którym założono prowadzenie sukcesywnej wymiany taboru na nowe pojazdy zasilane olejem napędowym;

- wariant 2 – elektryczny – w którym założono sukcesywne wprowadzanie taboru z bateryjnym zasilaniem elektrycznym, w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności.

W wariantcie 1 – konwencjonalnym – uwzględniono planowany przez MZK w najbliższym czasie zakup 6 fabrycznie nowych jednostek taborowych klasy maxi z silnikami na olej napędowy. Przyjmując ogłoszenie postępowania przetargowego w I połowie 2019 r., za realny termin dostawy tych jednostek przyjęto 2020 r. Do tego roku założono utrzymanie obecnego ilostanu floty – w celu zabezpieczenia pełnej realizacji zadań przewozowych przy używaniu w blisko 40% stanu floty niezmiernie wyeksploatowanego taboru. Po wprowadzeniu do eksploatacji kolejnych 6 fabrycznie nowych jednostek taborowych przyjęto redukcję stanu floty do docelowego poziomu 36 jednostek, wskutek wycofania pojazdów klasy mini oraz innych najstarszych.

W kolejnych latach przyjęto sukcesywną wymianę autobusów po upływie 17 lat eksploatacji, z założeniem nabywania jednostek standardowych – klasy maxi. Dla autobusów hybrydowych założono po zakończeniu okresu 14-letniej eksploatacji rozpoczęcie sukcesywnej ich wymiany na fabrycznie nowe autobusy hybrydowe klasy maxi (w okresie analizy dwukrotnie po 5 jednostek).

W wariantcie 2 – elektrycznym – przyjęto założenie, że autobusy zeroemisyjne będą nabywane w liczbie zapewniającej spełnienie wymogów ustawy 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. Założono, że każde pięć obecnie eksploatowanych autobusów z silnikiem Diesla zastąpionych zostanie sześcioma autobusami elektrycznymi.

Przyjęto także, że struktura jednostek taborowych ulegnie zmianie, tzn. autobusy wycofywane z napędem Diesla będą zastępowane autobusami maxi – zeroemisyjnymi. W celu uniknięcia sytuacji jednoczesnej eksploatacji nowoczesnego taboru hybrydowego i elektrycznego wraz z mocno wyeksploatowanymi autobusami z silnikami Diesla – o wieku ponad 20 lat, przyjęto także, że zakupione zostaną w 2019 r. uzupełniająco 4 pojazdy 8-letnie – aby średnia wieku taboru nie przekraczała 8 lat.

Założono także, że MZK we własnym zakresie będzie po 2028 r. odnawiać tabor z napędem Diesla, w tym hybrydowy, według zasad przedstawionych w wariantcie konwencjonalnym. Zakup pojazdów zasilanych olejem napędowym byłby realizowany wyłącznie w tych latach, w których nie będą nabywane pojazdy zeroemisyjne. Okres eksploatacji elektrycznego przyjęto jako 15 lat.

W wariantcie elektrycznym nakłady na utworzenie niezbędnej infrastruktury zasilającej podzielono na dwie grupy. W pierwszej 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 szybkiego – po jednej ładowarce dla każdej kolejnej dostarczanej partii pięciu autobusów elektrycznych.

Z uwagi na brak zdolności MZK do zakupu drogich autobusów elektrycznych w dużej liczbie, niezbędne będzie zaangażowanie finansowe Gminy Miasto Tomaszów Mazowiecki w to przedsięwzięcie. Przyjęto, że w okresie analizy zakupy pojazdów elektrycznych realizować będzie Miasto, wydierżawiając je następnie lub wnosząc aportem do MZK.

Utworzono także scenariusz bazowy, o charakterze wyłącznie porównawczym, w którym założono wykonywanie przewozów w tomaszowskiej komunikacji miejskiej autobusami zasilanymi olejem napędowym, przy jednoczesnym ponoszeniu przez operatora niższych nakładów finansowych na odtwarzanie taboru.

W koncepcji tej przyjęto prowadzenie polityki minimalizacji nakładów, przy spełnieniu tylko najważniejszych oczekiwań pasażerów. Założono, że MZK zrezygnuje z zakupu pojazdów fabrycznie nowych i będzie wprowadzać do ruchu pozyskiwany na rynku wtórnym tabor klasy maxi – 8-letni, wymieniając rocznie 3 autobusy. Początkowo wymieniane będą autobusy o małej pojemności pasażerskiej i najstarsze, a następnie standardowej wielkości – po osiągnięciu wieku 18 lat. Wymianę autobusów hybrydowych na nowe przyjęto jak dla wariantów konwencjonalnego i elektrycznego. Docelowy ilostan taboru w wariantcie bazowym przyjęto o jedną jednostkę wyższy – jako 37 autobusów, z uwagi na potrzebę utrzymywania wyższej rezerwy wyeksploatowanych pojazdów.

Cenę zakupu pojazdu używanego z wyposażeniem i dostosowaniem do potrzeb tomaszowskiej komunikacji miejskiej przyjęto na poziomie 250 tys. zł za autobus klasy maxi. Jednocześnie, ze względu na fakt, że starzejący się tabor będzie wymagał coraz wyższych nakładów na jego utrzymanie w sprawności przyjęto, że nakłady na części zamienne i usługi naprawcze będą wzrastać o 5% rocznie, aż do osiągnięcia dwukrotnego poziomu wydatków z 2017 r.

W tabeli 5 przedstawiono planowane zmiany struktury taboru w wariantcie 1 – konwencjonalnym, a w tabeli 6 w wariantcie 2 – elektrycznym.

Planowaną w okresie analizy wielkość pracy eksploatacyjnej tomaszowskiej komunikacji miejskiej przyjęto w planowanej przez Miasto wysokości 2,0 mln wozokilometrów, natomiast przychody z biletów – na poziomie prognozy wykonania w 2018 r.

**Tab. 5. Harmonogram wymiany taboru tomaszowskiej komunikacji miejskiej w latach 2019-2033 w wariantcie 1 – konwencjonalnym**

Lp.	Typ taboru – napęd	Rozpatrywany rok														
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
<b>1</b>	<b>Autobusy ON – hybrydowe</b>															
1a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	5/5
1b	Stan na koniec roku	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
<b>2</b>	<b>Autobusy ON – pozostałe</b>															
2a	Zakup/wycofanie	-/-	6/11	2/2	-/-	-/-	3/3	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
2b	Stan na koniec roku	16	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
<b>3</b>	<b>Autobusy elektryczne</b>															
3a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
3b	Stan na koniec roku	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>4</b>	<b>Ogółem stan taboru na koniec roku</b>															
4a	ON – razem	41	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
4b	Zeroemisyjne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4c	Udział [%]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4d	Średni wiek taboru [lat]	8,7	4,2	4,2	5,2	6,2	5,7	6,7	7,7	8,7	9,7	10,7	11,7	12,7	13,7	12,5

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MZK.



**Tab. 6. Harmonogram wymiany taboru tomaszowskiej komunikacji miejskiej w latach 2019-2033 w wariantcie 2 – elektrycznym**

Lp.	Typ taboru – napęd	Rozpatrywany rok														
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
<b>1</b>	<b>Autobusy ON – hybrydowe</b>															
1a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	5/5	5/5
1b	Stan na koniec roku	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
<b>2</b>	<b>Autobusy ON – pozostałe</b>															
2a	Zakup/wycofanie	4/4	-/7	-/-	-/2	-/-	-/3	-/-	-/-	-/3	-/-	1/1	-/-	-/-	-/-	-/-
2b	Stan na koniec roku	16	9	9	7	7	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1
<b>3</b>	<b>Autobusy elektryczne</b>															
3a	Zakup/wycofanie	-/-	2/-	-/-	3/-	-/-	3/-	-/-	-/-	4/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
3b	Stan na koniec roku	0	2	2	5	5	8	8	8	12	12	12	12	12	12	12
<b>4</b>	<b>Ogółem stan taboru na koniec roku</b>															
4a	ON – razem	41	34	34	32	32	29	29	29	26	26	26	26	26	26	26
4b	Zeroemisyjne	0	2	2	5	5	8	8	8	12	12	12	12	12	12	12
4c	<i>udział [%]</i>	<i>0,0</i>	<i>5,6</i>	<i>5,6</i>	<i>13,5</i>	<i>13,5</i>	<i>21,6</i>	<i>21,6</i>	<i>21,6</i>	<i>31,6</i>	<i>31,6</i>	<i>31,6</i>	<i>31,6</i>	<i>31,6</i>	<i>31,6</i>	<i>31,6</i>
4d	Średni wiek taboru [lat]	7,1	5,2	6,2	6,0	7,0	6,5	7,5	8,5	8,0	9,0	9,5	10,5	11,5	10,6	9,5

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MZK.

W każdym wariantcie założono, że nabywane pojazdy – również używane – będą niskopodłogowe, a ich wyposażenie będzie obejmować co najmniej klimatyzację całopojazdową, monitoring oraz elektroniczną informację pasażerską.

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 wariantcie 1 – konwencjonalnym i w wariantcie 2 – elektrycznym:
  - 0,98 mln zł za nowy z silnikiem na olej napędowy – klasy maxi;
  - 1,47 mln zł za nowy hybrydowy – klasy maxi;
  - 2,10 mln zł za nowy autobus elektryczny – klasy maxi.

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

- 1,00 mln zł na budowę nowego przyłącza energetycznego i rozdzielni;
- 0,10 mln zł za ładowarki zajezdniowe wolnego ładowania – na każdy zakupiony autobus elektryczny;
- 0,80 mln zł za ładowarki szybkie na przystankach krańcowych – jedna na każde 5 autobusów elektrycznych.

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

Koszty nabywanych pojazdów używanych określono przyjmując konieczność doprowadzenia ich przed wyjazdem na trasy do pełnej sprawności technicznej – wraz z odpowiednim malowaniem oraz wyposażeniem w monitoring wewnętrzny i urządzenia informacji pasażerskiej – zgodnie ze standardami obowiązującymi obecnie w tomaszowskiej komunikacji miejskiej.

Średnia gęstość zaludnienia miasta Tomaszowa Mazowieckiego – wg stanu na koniec 2017 r. – wynosiła 1 531 osób/km<sup>2</sup>, natomiast miasta wraz z obszarem wszystkich gmin, które z Gminą – Miasto Tomaszów Mazowiecki zawarły porozumienia międzygminne – już tylko 151 osób/km<sup>2</sup>. Średnia gęstość zaludnienia w Polsce na koniec 2017 r. wynosiła – według GUS – 123 osoby/km<sup>2</sup>, a w miastach – 1 050 osób/km<sup>2</sup>. Średnia gęstość zaludnienia w województwie łódzkim wynosiła 136 osób/km<sup>2</sup>, w tym w miastach – 1 342 osób/km<sup>2</sup>.

W tabeli 7 przedstawiono wskaźniki krotności – o ile razy większa jest gęstość zaludnienia w obszarze obsługiwanym tomaszowską komunikacją w stosunku do średniej dla miast w Polsce i terenu całej Polski oraz wskaźniki wzrostu – o ile procent jest wyższa gęstość zaludnienia

w obszarze obsługiwanym tomaszowską komunikacją miejską 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. 7. Ekspozycja mieszkańców Tomaszowa Mazowieckiego na niskie emisje na tle wartości charakteryzujących kraj i miasta w kraju – stan na 31 grudnia 2017 r.**

Liczba mieszkańców [tys.]	Powierzchnia [km <sup>2</sup> ]	Gęstość zaludnienia [osób/km <sup>2</sup> ]	Wskaźnik			
			krotności w stosunku do			wzrostu [%]
			obsługiwanego obszaru	miast w Polsce	Polski	wobec miast w Polsce
63,24	41,3	1 532	10,13	1,46	12,46	46

Źródło: dane Banku Danych Lokalnych GUS.

Zaprezentowane w tabeli 7 dane wskazują, że gęstość zaludnienia Tomaszowa Mazowieckiego jest znacznie wyższa niż przeciętna dla kraju (ponad 12-krotnie) i wyższa niż przeciętna dla miast w kraju (o ok. 50%), a więc liczba mieszkańców narażonych na niską emisję zanieczyszczeń ze środków transportowych jest także w Tomaszowie Mazowieckim proporcjonalnie większa.

Emisja zanieczyszczeń w obszarach o dużej gęstości zaludnienia wpływa więc w większym stopniu na stan zdrowia mieszkańców Tomaszowa Mazowieckiego, 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, które 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).

Uzyskane odpowiedzi umożliwiły wyodrębnienie czterech grup przesłanek:

- środowiskowych (ekologicznych);
- społecznych;
- wizerunkowych (prestż, innowacyjność);
- ekonomicznych.

Niemal we wszystkich miastach reprezentowanych w warsztatach, zaplanowano wykorzystanie autobusów elektrycznych do uruchomienia nowych połączeń. Obejmować miałyby one ścisłe centra miast i osiedla mieszkaniowe o intensywnej zabudowie (stanowiące istotę kampanii promujących takie rozwiązania). Ponadto, autobusy zeroemisyjne miałyby obsługiwać połączenia w ramach istniejących siatek połączeń. Zastrzegano przy tym, że kształt sieci komunikacyjnych może, a nawet powinien ewoluować, np. pod wpływem wyników badań marketingowych, które powinny stanowić jedną z determinant podejmowania decyzji o alokacji pojazdów elektrycznych na poszczególnych trasach.

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 tego rodzaju komunikacji autobusowej do ścisłych centrów miast, wewnątrz stref uzdrowiskowych i innych miejsc, w których nie ma zgody społecznej na eksploatację tradycyjnych autobusów. Zauważalne i kompleksowe unowocześnienie taboru komunikacji miejskiej – związane z wprowadzeniem do eksploatacji autobusów elektrycznych – skutkuje także zwiększeniem akceptacji społecznej dla wprowadzenia restrykcji wobec motoryzacji indywidualnej.

Przedstawiciele największych miast wyrazili przekonanie, że ze względu na relatywnie wysoki koszt zakupu autobusów elektrycznych, rozpoczęcie ich eksploatacji ułatwi też przeformowanie wyznaczenia 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 zachęcają mieszkańców w większym stopniu 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 charakterystyki zastosowanego w nich napędu, stwarzają określone bariery w przeznaczaniu danej linii do obsługi tym rodzajem taboru. Autobusy elektryczne nie nadają się do obsługi linii na trasach poprowadzonych drogami o podwyższonej maksymalnej prędkości przejazdu dotyczącej autobusów (np. drogami ekspresowymi, wykorzystywanymi przez linie pociągowe), 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 dla 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;
- funkcjonowanie sieci komunikacyjnej składającej się przede wszystkim z linii o krótkich trasach – ze względu na częstszą możliwość ładowania pojazdów na pętach krańcowych.

Efektom 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 pętłach 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 tomaszowskiej komunikacji miejskiej.

Liniami komunikacyjnymi pretendowanymi do obsługi taborem zeroemisyjnym, są linie podstawowe, których trasa przebiega przez centralną część miasta i największe osiedla o gęstej zabudowie mieszkaniowej. Jak przedstawiono w rozdziale 3, w tomaszowskiej komunikacji miejskiej status linii podstawowych posiada osiem linii: 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8 i 9.

Trasa linii 1 wybranymi kursami prowadzi z pętli „Zawadzka” przez północną część Niebrowa (ul. Dzieci Polskich) i dalej ul. Chopina do dworców kolejowego i autobusowego, gdzie rozpoczynają się kursy wczesnoporanne i późnopołudniowe oraz wszystkie kursy weekendowe. Następnie trasa linii biegnie przez Michałówek do ul. Mireckiego, którą obejmuje tylko na krótkim odcinku i prowadzi dalej ulicami Zacisze i Mazowiecką – przez intensywnie zabudowane osiedla Strzelecka i Wyzwolenia II – do ul. Św. Antoniego, którą autobusy linii 1 docierają do ścisłego centrum – pl. Kościuszki. Następny odcinek trasy prowadzi w kierunku południowym ulicami Joselewicza (z powrotem ul. Grunwaldzką) i Jana Pawła II do ul. Podleśnej i przez

osiedle Zielone do ul. Dąbrowskiej (pętla przy ul. Bema, gdzie kończy się część kursów) lub do peryferyjnej pętli „Dąbrowa” przy granicy miasta.

Linia 3 łączy prawobrzeżne osiedle Ludwików z Rolandówką (pętla przy ul. Mostowej), a dwie pary kursów w dzień powszedni są wydłużone do miejscowości Niebrów, położonej bezpośrednio przy granicy miasta, w sąsiedztwie drogi ekspresowej S-8. Podstawowy wariant trasy linii 3 prowadzi z pętli przy ul. Jana w Ludwikowie – ulicami: Ludwikowską, Białobrzeską, Mireckiego, Zacisze, Mazowiecką i św. Antoniego do pl. Kościuszki, skąd następnie al. Piłsudskiego oraz ulicami Legionów i Hallera do pętli „Mostowa” przy tej ulicy – tuż za rzeką Wolbórką.

Linia 4 łączy ul. Zawadzka z centrum i z osiedlem Hubala. Przebieg trasy tej linii rozpoczyna się na pętli „Zawadzka”, następnie prowadzi ulicami: Zawadzka, Dzieci Polskich i Warszawską do centralnie położonego pl. Kościuszki, skąd dalej ulicami: Joselewicza (z powrotem ul. Grunwaldzką) i Jana Pawła II do osiedla Hubala, które penetruje głównymi ulicami – Wandy Panfil i Św. Antoniego – i następnie do pętli „Brzustówka”.

Linia 5 łączy południowe rejony Tomaszowa Mazowieckiego, rozpoczynając swoją trasę na pętli „Dąbrowa” lub „Dąbrowska – Bema” oraz prowadząc ulicami: Legionów, Piłsudskiego, pl. Kościuszki, Warszawską i Ujezdzką z północną częścią Tomaszowa Mazowieckiego i z miejscowościami podmiejskimi – Zaborów, Ujazd i Niewiadów. Część kursów linii 5 kończy się na pętli „Ujezdzka Szkoła”, przy granicy miasta. Linia ta funkcjonuje więc w wybranych kursach jako podmiejska, ponadto w jej rozkładzie jazdy przewidziano kursy o mocno zróżnicowanej długości trasy, wskutek czego nie nadaje się do obsługi taborem zeroemisyjnym w pierwszym etapie jego wprowadzania do sieci komunikacyjnej tomaszowskiej komunikacji miejskiej.

Trasa linii 6 rozpoczyna się na osiedlu Obrońców Tomaszowa z 1939 r. – na krańcówce Koplina. Autobusy linii 6 objeżdżają to osiedle ulicami: Orzeszkowej, Dzieci Polskich i Warszawską i następnie dojeżdżają do ul. św. Antoniego w centrum miasta. Dalszy odcinek trasy tej linii prowadzi ulicami: Mościckiego, Głowackiego, Niską i Zacisze w os. Tysiąclecia, a następnie osiedlowymi uliczkami do pętli „PCK – OSiR” w os. Nowy Port. Linia 6 ma w każdym kierunku tylko po jednym wariantcie trasy.

Linia 7 łączy osiedla Hubala i Zielone z centrum i z dworcami kolejowym i autobusowym. Jej trasa rozpoczyna się na pętli „Smugowa”, następnie okrąża os. Hubala ulicami: Graniczną i Wandy Panfil, po czym ul. Legionów i al. Piłsudskiego prowadzi do pl. Kościuszki. Dalszy odcinek trasy linii 7 prowadzi ulicami Warszawską i Główną – do pętli przy zespole dworców, gdzie kończy się podstawowy wariant trasy. Trzy pary kursów porannych i jedna para popołudniowych, zostały przedłużone do zakładów Wistom – z przekroczeniem linii kolejowej przejazdem w ciągu ul. Spalskiej.

Trasa linii 8 charakteryzuje się wysoką wielowariantowością. Linia 8 łączy prawobrzeżne rejony miasta z centrum oraz z północnymi dzielnicami mieszkaniowymi i północno-wschodnim rejonem przemysłowym. Podstawowy wariant trasy linii 8 prowadzi z pętli „Białobrzegi” ulicami Opoczyńską, Radomską, Ludwikowską i Robotniczą do pętli „Modrzewskiego – Niebieskie Źródła”, z której po przekroczeniu Pilicy prowadzi dalej ulicami: Św. Antoniego, Głowackiego i Mościckiego do centrum i ul. Warszawską do zajezdni MZK.

Ponad połowa kursów na linii 8 – w różnych godzinach – jest realizowana w wydłużonych wariantach trasy: od zajezdni MZK ul. Warszawską i stanowiącą drogę krajową nr 48 ul. Wysoką do granicy miasta (pętla „ZBiEDiM”). Pojedyncze kursy linii 8 kierowane są do zakładów Wistom, a trzy pary kursów – w godzinach rozpoczęcia i zakończenia pracy – wykonują także zajazd do zakładu Chipita.

Niektóre kursy są wykonywane w jeszcze innych, skróconych wariantach trasy.

Linia 9 łączy prawobrzeżny obszar miasta poprzez centrum z dworcami kolejowym i autobusowym. Jej trasa z pętli „Białobrzegi” do przystanku Warszawska Galeria jest identyczna jak linii 8. Dalsza trasa linii 9 prowadzi ulicami Warszawską i Szeroką do ronda gen. Andersa, a następnie – po zawróceniu – ulicami: Szeroką, gen. Grota-Roweckiego, Popiełuszki i Skłodowskiej-Curie do pętli „Dworzec PKS/PKP”. W kierunku powrotnym od ul. Gen. Grota-Roweckiego obowiązuje inna trasa, wytyczona ulicami: Szeroka, Kwiatowa, Koplina, Paszkowskiego, Szeroką, rondo gen. Andersa i Barlickiego – do ul. Warszawskiej. Linia 9 ma tylko po jednym wariantcie trasy w każdym z kierunków.

Liniami przeznaczonymi do obsługi taborem zeroemisyjnym powinny być takie, na których tabor ten byłby intensywnie wykorzystywany, a przy tym obejmujące obszary o dużej gęstości zabudowy i zaludnienia. Warunek pierwszy spełniają wszystkie linie podstawowe, natomiast warunku drugiego nie spełnia linia 5 o podmiejskim charakterze znacznej części trasy.

Miasto w porozumieniu z MZK wskazało linie: 7, 8 i 9 – jako przeznaczone w pierwszej kolejności do ewentualnej elektryfikacji. Lokalizację stacji do szybkiego ładowania autobusów zaproponowano na pętli „Dworzec PKS/PKP” oraz w zajezdni MZK.

Linia 7, z uwagi na kursy poranne wydłużone do Wistomu, powinna być w dniu powszednim ładowana co dwa kółka, z wykorzystaniem czasów wyrównawczych. Obsługa linii przez autobusy elektryczne nie wymagałaby istotnych zmian w rozkładach jazdy – wystarczyłyby jedynie kosmetyczne korekty. Linia 7 w dniu powszednim do godziny 18 obsługiwana jest dwoma autobusami, a po godzinie 18 w dniu powszednim oraz w weekendy – jednym.

Autobusy linii 9 z nieskomplikowaną trasą (tylko po jednym wariantcie trasy w każdym kierunku) mogą korzystać po każdym kółku ze stacji ładowania przy ul. Dworcowej. Proponowana przez MZK – na wniosek mieszkańców – niewielka zmiana trasy, polegająca na rezygnacji



z przejazdu w jednym kierunku ul. Koplina i skierowaniu jej w obydwie strony ulicami Szeroką i Barlickiego, nie stanowi bariery elektryfikacji.

Linia 8 ma bardziej skomplikowany rozkład jazdy, gdyż tylko część kursów wykonywana jest do i z zajezdni, natomiast w godzinach 13-16 wszystkie kursy linii 8 kończą się na pętlach „ZBiEDiM” lub „Wistom”. W okresie tym wymagana byłaby wymiana pojazdów np. linii 8 i 9 z doładowywaniem na pętli Dworzec PKS/PKP.

Barierą w przeznaczeniu do ewentualnej elektryfikacji linii 4 i 6 w pierwszej kolejności, jest konieczność modyfikacji ich rozkładów jazdy – eliminacji opóźnień i wydłużenia czasów wyrównawczych, a być może nawet przeprowadzenia korekty przebiegów ich tras. Konieczna byłaby ponadto budowa kolejnych ładowarek (np. przy pętli „PCK-OSiR” wyłącznie na potrzeby linii 6).

Wybór linii do obsługi przez autobusy elektryczne determinuje lokalizację stanowisk do ładowania szybkiego. Wraz z przeznaczeniem do obsługi taborem zeroemisyjnym linii 7, 8 i 9, niezbędna byłaby realizacja inwestycji budowy stacji ładowania szybkiego na wybranych krańcach. Miasto i MZK przewidują montaż ładowarek pantografowych na pętli przy dworcach kolejowym i autobusowym oraz w zajezdni MZK. Dobrym rozwiązaniem byłaby lokalizacja stacji ładowania szybkiego dla linii 8 i 9 na pętli „Białobrzegi”, ale inwestycja ta wymagałaby jednocześnie docelowego zagospodarowania obszaru pętli.

Pozostałe linie podstawowe o charakterze linii wewnątrzmijskich – 1 i 3 – także mogłyby być objęte taborem zeroemisyjnym. Są jednak pewne przesłanki, aby nastąpiło to dopiero w dalszej kolejności.

W przypadku linii 1 jedynie część jej kursów (wczesnoporanne, późnopołudniowe i wieczorne) kończy się na pętli „Dworzec PKS/PKP”. Elektryfikacja tej linii wymagałaby więc budowy dodatkowej stacji ładowania, np. na pętli „Zawadzka” lub obsługi wspólnym obiegiem taboru z innymi liniami. Z kolei linia 3 posiada krańcówki w innych lokalizacjach, a więc jej elektryfikacja także wymagałaby budowy dodatkowej stacji ładowania np. na pętli „Ludwików Jana”.

W tabeli 8 przedstawiono charakterystykę – przez pryzmat określonych cech – wybranych linii autobusowych, które mogą być przeznaczone do obsługi taborem zeroemisyjnym. Tabela 8 zawiera wszystkie linie podstawowe. Kolorem zielonym zacieniowano komórki wskazujące na spełnianie danego kryterium.

Tylko jedną linię spośród połączeń przedstawionych w tabeli 8 charakteryzuje znaczna długość trasy (powyżej 19 km), ale dotyczy to tylko kursu w najdłuższym jej wariantcie (pojedynczego). Dość długą, liczącą ponad 14 km trasę, posiada także linia 1, w związku z czym jej obsługa taborem zeroemisyjnym wymagałaby pojazdów o większej pojemności baterii.

**Tab. 8. Charakterystyka linii podstawowych – wytypowanych do ewentualnej obsługi taborem zeroemisyjnym**

Linia	Średnia długość trasy – w różnych wariantach [km]	Kryterium obsługi taborem zeroemisyjnym – obsługa określonych rejonów lub obszarów				Ranking obsługi taborem zeroemisyjnym
		osiedla: Hubala, Zielone, Wyzwolenia	ściśle centrum	os. Obrońców Tomaszowa z 1939 r.	rejon dworców	
1	14,2	tak	tak	nie	tak	4
3	8,0	tak	tak	nie	nie	6
4	7,7	tak	tak	tak	nie	3
5	7,5/10/19,7	nie	tak	tak	nie	-
6	8,0	nie	tak	tak	nie	5
7	7,5	tak	tak	tak	tak	2
8	10,0/13,2	tak	tak	tak	nie	1
9	12,6	tak	tak	tak	tak	1

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 9 przedstawiono liczbę pasażerów korzystających z linii proponowanych do objęcia taborem zeroemisyjnym, którą przyjęto na podstawie wyników badań marketingowych przeprowadzonych w tomaszowskiej komunikacji miejskiej wiosną 2018 r. Wyróżnieniem w kolorze zielonym (stosując gradację zacielenia), zaznaczono wartości najwyższe.

**Tab. 9. 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
<b>Linie podstawowe</b>						
1	2 008	1 050	858	2,6	2,9	2,5
3	1 152	653	411	2,2	2,1	1,5
4	2 770	1 964	952	5,7	4,8	3,4
5	1 433	628	502	2,7	2,7	2,0
6	1 505	783	586	3,3	3,0	2,5
7	1 539	872	504	3,3	3,7	2,5
8	3 087	2 280	1 132	3,2	3,4	2,2
9	1 853	1 061	984	2,5	2,3	2,1

Źródło: „Badania marketingowe wielkości i struktury popytu na usługi komunikacji miejskiej w Tomaszowie Mazowieckim – wiosna 2018 r.”, kwiecień-czerwiec 2018 r.

Zdecydowanie największa liczba pasażerów w każdym rodzaju dnia tygodnia skorzystała z linii 8. Do linii z dużą liczbą pasażerów należała także linia 4. Dość wysoki popyt charakteryzował również linie 1 i 9 w dniu powszednim i w sobotę. Najslabiej wypadają natomiast linie 3 i 5. W przeliczeniu na kilometr, najintensywniej wykorzystywane przez pasażerów były pojazdy linii 4.

W rankingu obsługi taborem zeroemisyjnym przedstawionym w tabeli 8, liniom 8 i 9 a priori przyznano pozycję pierwszą, a drugą linii 7 – ze względu na ich wytypowanie przez Miasto i MZK w pierwszej kolejności do obsługi autobusami elektrycznymi. Wybór ten okazuje się trafny w świetle wielkości popytu i wykorzystania pojazdów na tych liniach, a także obsługiwanych rejonów miasta.

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

- w pierwszej kolejności, zgodnie propozycją Miasta i MZK – linie 8 i 9, z podstawową stacją ładowania szybkiego na pętli „Dworzec PKS/PKP” oraz uzupełniającą w zajezdni MZK;
- w drugiej kolejności – linia 7, z ewentualnym dodatkowym stanowiskiem ładowania szybkiego na pętli „Dworzec PKS/PKP”;
- w trzeciej kolejności – linia 4, korzystająca z dodatkowego stanowiska ładowania na pętli „Zawadzka”;
- w czwartej kolejności – linia 1, korzystająca z już wybudowanych stacji ładowania na pętlach „Dworzec PKS/PKP” i „Zawadzka”.

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, co do zasady nie jest zalecane.

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

Zużycie energii przez pojazd elektryczny waha się w dość szerokich granicach, wynikających z warunków jazdy oraz 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 tomaszowskiej komunikacji miejskiej wyposażeniu autobusu, bez ogrzewania elektrycznego, dla warunków klimatycznych panujących w Tomaszowie Mazowieckim, zużycie energii wyniesie ok. 1,1 kWh/km.

Bardzo istotnym czynnikiem wpływającym na zużycie energii w eksploatowanych autobusach jest ich system ogrzewania wnętrza w okresie zimowym. Ustawa o elektromobilności za autobus zeroemisyjny uznaje autobus, którego silnik nie emituje gazów cieplarnianych i innych substancji szkodliwych (art. 2 pkt 1), nie odnosząc się do innych systemów pokładowych. Autobusem zeroemisyjnym będzie więc także autobus z elektrycznym ogrzewaniem wnętrza z zastosowaniem oleju opałowego. Nagrzewnice olejowe zużywają nawet kilka dm<sup>3</sup> 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 żaden sposób 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 tomaszowskich warunkach ruchowych i klimatycznych, należy przyjąć maksymalne zużycie energii przez autobus elektryczny z ogrzewaniem elektrycznym na poziomie  $1,1+0,7 = 1,8$  kWh w przeliczeniu na każdy 1 km trasy.

W tabeli 10 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. W związku z tym moc ładowarki zainstalowanej na pętli powinna wynosić 400 kW (przy sprawności wynoszącej 90%). Obliczone zapotrzebowanie na energię dla zimy uwzględnia ogrzewanie elektryczne. Przeprowadzone wyliczenia mają charakter szacunkowy i nie mogą stanowić jedynej podstawy do ostatecznego doboru pojemności baterii autobusów.

W celu niezawodnej obsługi w zimie linii o największej długości trasy, aby umożliwić ładowanie co dwa kółka (a nie po każdej parze kursów), należy przyjąć minimalną pojemność baterii w pojazdach dedykowanych liniom 8 i 9 na poziomie 130 kWh, a linii 1 – 150 kWh.

Obsługę linii o krótszych trasach umożliwią baterie o mniejszej pojemności – nawet tylko 60 kWh w przypadku ogrzewania innego niż elektryczne i 90 kWh – przy zastosowaniu ogrzewania elektrycznego.

Zdecydowanie zalecane jest jednak wprowadzanie autobusów elektrycznych o ujednoliconej pojemności baterii – w celu umożliwienia swobodnego dysponowania pojazdami na poszczególnych liniach. Do wspólnej obsługi linii 8 i 9 z ładowaniem na pętli „Dworzec PKS/PKP” oraz do obsługi najdłuższej linii 1, przy ogrzewaniu elektrycznym zimą, niezbędne byłyby autobusy z bateriami o pojemności około 150 kWh. Przy ogrzewaniu olejowym autobusów zeroemisyjnych niezbędna minimalna pojemność baterii dla pojazdów obsługujących wymienione linie, to 90 kWh.

**Tab. 10. 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 lato/zima
	[km]	[kWh]	[kWh]	[min]	[min]	[kWh]	[kWh]
1	57,0	62,7	102,6	10,5	17,1	89/145	90-150
4	30,8	33,8	55,4	5,6	9,2	48/78	60-90
7	33,9	37,3	61,0	6,2	10,2	53/86	60-90
8	52,7	58,0	94,9	9,7	15,8	82/134	90-130
9	50,2	55,3	90,4	9,2	15,1	78/128	90-130
8/9	51,5	56,6	92,6	9,4	15,4	80/131	90-130

Źródło: opracowanie własne.

Wykorzystanie pojazdów elektrycznych można zwiększyć, stosując cykliczne zmiany w przypisaniu autobusów do obsługiwanych linii, odbywające się w obrębie pętli integrujących grupy linii i powodujące skrócenie czasu oczekiwania na pętlach na rozpoczęcie kolejnego kursu, a w konsekwencji – zmniejszające liczbę ekspediowanych na trasy autobusów. Linie przeznaczone do obsługi taborem zeroemisyjnym mogą też być w określonych porach dnia obsługiwane pojazdami z tradycyjnym napędem Diesla, w tym autobusami hybrydowymi. Analogicznie, autobusy zeroemisyjne mogą być wykorzystywane na innych liniach, których trasy kończą się na pętlach ze stacją ładowania szybkiego.

W przypadku decyzji o zakupie i wprowadzeniu do eksploatacji kolejnych autobusów elektrycznych, przewiduje się realizację inwestycji wspomagających – budowę stacji ładowania wolnego – w bazie MZK, 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. Rozwiązanie takie wymaga posiadania placu pozwalającego na parkowanie obok stanowiska podłączeniowego dwóch autobusów.

Możliwość ładowania dwóch pojazdów w czasie przerwy nocnej jeden po drugim zmniejsza zapotrzebowanie na jednostkowy pobór mocy, co pozwala na obniżenie kosztów inwestycji

w instalację sieci i rozdzielni oraz zmniejszenie wysokości opłat operatora za moc zamówioną, ale wymaga zapewnienia odpowiedniej obsługi na zmianie nocnej.

Rozwiązanie takie wymaga także posiadania placu pozwalającego na parkowanie obok stanowiska podłączeniowego dwóch autobusów. Przystawianie pojazdów w okresie postoju nocnego wymagałoby dodatkowej pracy kierowcy w porze nocnej i obarczone jest większym ryzykiem kolizji. Po modernizacji zajezdni, MZK posiada place odpowiedniej wielkości dla instalacji ładowarek w obydwu systemach, nawet przy 12 jednostkach taboru zeroemisyjnego.

Istotnym elementem instalacji do ładowania nocnego jest konieczność dostosowania instalacji doprowadzających energię elektryczną do ładowarek. W wariantcie elektrycznym w pierwszych okresach użytkowane będą dwa, a następnie pięć autobusów zeroemisyjnych, co przy jednoczesnym użytkowaniu wszystkich ładowarek o mocy 60 kW każda, wymaga mocy przyłączeniowej odpowiednio 120 i 300 kW. Przy docelowym użytkowaniu 12 autobusów, moc wymagana wynosi ponad 0,66 MW.

Przy ładowarkach większej mocy, np. 80 kW, umożliwiającym ładowanie kolejno dwóch pojazdów w ciągu jednej nocy, zapotrzebowanie na moc przyłączeniową będzie odpowiednio niższe. Należy przypuszczać, że niezbędna będzie docelowo budowa nowych przyłączy elektroenergetycznych, rozbudowa lub budowa rozdzielni, a być może także nowej trafostacji. Koszt takiej inwestycji dla potrzeb zasilania 12 autobusów elektrycznych może sięgać kwoty 1,0 mln zł.

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

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

Nakłady niezbędne do poniesienia na zakup taboru i instalacje zasilające przedstawiono w tabeli 11. Nakłady uwzględniają konieczność wymiany baterii w pojazdach elektrycznych – żywotność baterii określono na 8 lat.

**Tab. 11. 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
<b>1</b>	<b>Wariant 1 – konwencjonalny</b>															
1.1	Autobusy ON	0,00	5,88	1,96	0,00	0,00	2,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.2	Autobusy hybrydowe	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	7,35
1.3	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
1.4	Infrastruktura ładowania	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
<b>1.5</b>	<b>Ogółem</b>	<b>0,00</b>	<b>5,88</b>	<b>1,96</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>2,94</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>7,35</b>
<b>2</b>	<b>Wariant 2 – elektryczny</b>															
2.1	Autobusy ON	3,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,98	0,00	0,00	0,00	0,00
2.2	Autobusy hybrydowe	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	7,35	7,35
2.3	Autobusy elektryczne	0,00	4,20	0,00	6,30	0,00	6,30	0,00	0,00	8,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79	0,00
2.4	Infrastruktura ładowania	0,00	2,00	0,00	1,10	0,00	1,10	0,00	0,00	1,20	0,52	0,00	0,79	0,00	0,00	0,00
<b>2.5</b>	<b>Ogółem</b>	<b>3,92</b>	<b>6,20</b>	<b>0,00</b>	<b>7,40</b>	<b>0,00</b>	<b>7,40</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>9,60</b>	<b>0,52</b>	<b>0,98</b>	<b>0,79</b>	<b>0,00</b>	<b>8,14</b>	<b>7,35</b>

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 18-letni okres analizy, odpowiadający okresowi używalności (trwałości) pojazdów elektrycznych zasilanych energią bateryjną. W scenariuszu bazowym przyjęto zasadę wymiany taboru na używany.

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.

Przychody z biletów przyjęto na poziomie prognozowanym dla 2018 r. – ze względu na istotne zmiany w strukturze taryfy opłat – wprowadzenie w tym roku przejazdów bezpłatnych dla posiadaczy Tomaszowskiej Karty Mieszkańca oraz Tomaszowskiej Karty Komunikacyjnej.

Wartość rezydualną obliczono metodą dochodową. Okres żywotności poza analizą został ujęty dla autobusów z napędem Diesla 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 danych rzeczywistych MZK za 2017 r. oraz planowanych na 2018 r., z uwzględnieniem zmian kosztów spowodowanych zmienioną strukturą taboru Spółki. Na podstawie powyższych danych obliczono następnie wskaźniki jednostkowe kosztów (zł/km).

Z uwagi na brak eksploatowanych autobusów elektrycznych, MZK ponosi aktualnie koszty energii elektrycznej wynikające z jej zużycia na potrzeby eksploatacji zajezdni. 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 zatem koszt jednostkowy kilowatogodziny na górnym poziomie osiąganym przez MZK Sp. z o.o. w 2017 i 2018 r. – w wysokości 0,45 zł netto.

**Tab. 12. Roczne koszty eksploatacji taboru MZK w 2017 r. oraz plan na 2018 r.**  
[tys. zł]

Kategoria kosztu	Wartość	
	2017 r.	plan 2018 r.
Amortyzacja	108,1	5 591,1
Paliwa płynne	1 641,8	2 425,4
Ogumienie	42,7	16,2
Materiały i części zamienne	364,7	174,1
Energia i woda	0,1	93,0
Koszty remontów zewnętrznych	75,0	108,0
Pozostałe usługi obce	398,6	1 403,7
Wynagrodzenia z pochodnymi	3 704,8	5 001,6
Ubezpieczenie pojazdów	118,0	487,2
Podatki i opłaty	153,1	92,7
Koszty sprzedaży biletów	33,5	8,5
<b>Razem koszty eksploatacji</b>	<b>6 640,2</b>	<b>15 401,2</b>

Źródło: dane MZK.

W tabeli 13 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.

**Tab. 13. Wskaźniki kosztów eksploatacyjnych przyjęte do analizy**

Kategoria	Jednostka	Podstawa	Wartość
Średnia cena oleju napędowego	zł/dm <sup>3</sup>	dane MZK	3,81
Cena energii elektrycznej obecna/w wariacie elektrycznym	zł/kWh	dane MZK/ szacunek własny	0,67/0,45
Koszty eksploatacji autobusów – zużycie materiałów	zł/km	dane MZK	0,09
Koszty eksploatacji autobusów – naprawy i usługi obce	zł/km	dane MZK	0,67
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 spalanie nowego autobusu na ON – EURO 6	dm <sup>3</sup> /100 km	dane producentów	35,0
Średnie spalanie nowego autobusu hybrydowego – EURO 6	dm <sup>3</sup> /100 km	dane producentów	29,8
Średnie zużycie energii autobusu elektrycznego 12 m	kWh/km	dane producentów	1,35
Przyjęte okresy użytkowania zakupionych pojazdów: autobusy na ON (używane) autobusy ON (nowe) autobusy elektryczne	lata	przewidywany okres użytkowania	10 15 18

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

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

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 i Miasta, 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 (CO<sub>2</sub>);
- 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. 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 unikać 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, a zatem nie dokonywano 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 CO<sub>2</sub>, 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 CO<sub>2</sub>. Wielkość emisji gazów została pomnożona przez współczynnik kosztu jednostkowego CO<sub>2</sub>, czego wynikiem jest całkowity koszt zmian klimatycznych.

Koszt jednostkowy emisji CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> oszacowano na 25 euro. Indeksacja tego kosztu polega na dodaniu do wartości dla roku poprzedniego, wzrostu rocznego w wysokości 1 euro na 1 tonę CO<sub>2</sub> (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 CO<sub>2</sub> 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<sub>x</sub>, PM, NMHC/NMVOC) został oszacowany dla scenariusza bazowego i wariantów zgodnie z aktualnymi wartościami dopuszczalnych zanieczyszczeń dla poszczególnych norm EURO użytkownika 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 14.

**Tab. 14. Emisja zanieczyszczeń przez autobusy elektryczne w Polsce [g/km]**

Substancja zanieczyszczająca atmosferę	Krajowy miks energetyczny
NMHC/NMVOC	0,007
SO <sub>2</sub>	3,652
NO <sub>x</sub>	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 wariantu 1 – konwencjonalnego – z autobusami z silnikami Diesla spełniającymi normę 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 Tomaszowa Mazowieckiego w stosunku do przeciętnej gęstości zaludnienia w miastach w Polsce, przedstawionego w tabeli 11 – oraz udziału emisji zanieczyszczeń z ciężkich pojazdów drogowych i autobusów w ogólnej emisji zanieczyszczeń transportu drogowego w Polsce<sup>5</sup>.

#### 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. Redukcję hałasu dla autobusów elektrycznych – w stosunku do używanych autobusów zasilanych olejem napędowym – przyjęto w wysokości 80%, a dla autobusów hybrydowych – w wysokości 65%.

Wskaźniki kosztów efektów zewnętrznych emisji hałasu określono na podstawie „Tabeli 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 wariantów: konwencjonalnego i elektrycznego, 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

---

<sup>5</sup> <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 15 przedstawiono wskaźniki oceny opłacalności efektywności finansowej porównywanych wariantów konwencjonalnego i elektrycznego w stosunku do scenariusza bazowego.

**Tab. 15. Wskaźniki efektywności finansowej porównywanych wariantów w latach 2019-2033**

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant 1 konwencjonalny	Wariant 2 elektryczny
Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji ( <b>FNPV/c</b> )	tys. zł	-6 618,7	-27 916,4
Finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji ( <b>FRR/c</b> )	%	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. Różnica pomiędzy efektami finansowymi wariantu elektrycznego i konwencjonalnego jest jednak duża.

W tabeli 16 przedstawiono wyniki podsumowania analizy dla wariantów konwencjonalnego oraz elektrycznego w zakresie emisji zanieczyszczeń, a w tabeli 17 – efekty ekonomiczne tej analizy osiągnięte w latach 2019-2033.

W obydwu 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. Scenariusz bazowy nie będzie bowiem realizowany i ma znaczenie wyłącznie porównawcze, ponieważ służy zaprognozowaniu przepływów dla poszczególnych wariantów przy zastosowaniu metody różnicowej.

Zdecydowanie korzystniejszą wartość ENPV osiągnięto dla wariantu konwencjonalnego, w porównaniu do wariantu z zakupem taboru zeroemisyjnego.

Z uwagi na znaczące różnice w wartości nakładów inwestycyjnych obu 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. Wskaźnikami, które informują o efektywności ekonomicznej, są EIRR oraz BCR. Z uwagi na charakterystykę przepływów ekonomicznych, EIRR jest niepoliczalna. Wskaźnik BCR wskazuje natomiast, iż bardziej efektywne ekonomicznie będzie wdrożenie wariantu elektrycznego.



**Tab. 16. Emisja zanieczyszczeń i jej koszt w poszczególnych wariantach w latach 2019-2033**

Lp.	Czas badania	Jednostka	Wielkość i koszt emisji			
			CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NM VOC	PM
<b>Scenariusz bazowy – tabor używany</b>						
1.1	Średniorocznie	tona	1 479,4	6,5	1,3	0,1
1.2		tys. zł	301,3	518,2	13,7	197,7
1.3	Cały okres analizy	tona	23 670,5	103,6	21,4	2,4
1.4		tys. zł	4 820,6	8 291,6	219,6	3 163,8
<b>Wariant 1 konwencjonalny – tabor z silnikami Diesla</b>						
2.1	Średniorocznie	tona	1 672,2	6,1	1,3	0,1
2.2		tys. zł	341,2	492,0	13,8	190,4
2.3	Cały okres analizy	tona	26 755,5	98,0	21,4	2,3
2.4		tys. zł	5 458,8	7 872,0	221,5	3 046,2
<b>Wariant 2 elektryczny – tabor zeroemisyjny</b>						
3.1	Średniorocznie	tona	1 557,0	6,0	1,2	0,1
3.2		tys. zł	314,9	487,9	11,7	189,5
3.3	Cały okres analizy	tona	24 911,6	96,7	18,4	2,3
3.4		tys. zł	5 038,6	7 806,3	187,5	3 032,4
<b>Różnica wysokości emisji i jej kosztów – wariant 2 elektryczny versus wariant 1 konwencjonalny</b>						
4.1	Średniorocznie	tona	-115,2	-0,1	-0,2	0,0
4.2		tys. zł	-26,3	-4,1	-2,1	-0,9
4.3	Cały okres analizy	tona	-1 843,9	-1,3	-3,0	0,0
4.4		tys. zł	-420,2	-65,7	-34,0	-13,8
<b>Ograniczenie emisji w wariant 2 w porównaniu do wariantu 1 [%]</b>						
5.1	Średniorocznie	tona	6,9	1,3	13,8	1,1
5.2		tys. zł	7,7	0,8	15,4	0,5
5.3	Cały okres analizy	tona	6,9	1,3	13,8	1,1
5.4		tys. zł	7,7	0,8	15,4	0,5

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

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant	
		1 konwencjonalny	2 elektryczny
<b>Koszty inwestycyjne</b>	<b>tys. zł</b>	<b>4 780,0</b>	<b>36 850,0</b>
Infrastruktura i pozostałe koszty	tys. zł	0,0	5 400,0
Autobusy z wyposażeniem	tys. zł	4 780,0	31 450,0
Zmiany kosztów eksploatacyjnych	tys. zł/rok	129,7	-97,7
Zdyskontowane efekty zewnętrzne	tys. zł	222,4	1 770,8
Emisja lokalna – wartość zdyskontowana	tys. zł	545,6	775,8
Emisja CO <sub>2</sub> – wartość zdyskontowana	tys. zł	- 446,8	-201,7
Redukcja hałasu	tys. zł	123,6	1 196,6
<b>Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)</b>	<b>tys. zł</b>	<b>-5 370,3</b>	<b>-21 461,5</b>
Ekonomiczna stopa zwrotu (EIRR)	%	niepoliczalna	niepoliczalna
<b>Wskaźnik przychód/koszty (BCR)</b>	<b>-</b>	<b>-0,08</b>	<b>0,13</b>

Źródło: opracowanie własne.

Ocena wyników ekonomicznych obu wariantów i same wyniki wskazują, iż podstawowym czynnikiem wpływającym na wartości wskaźników są nakłady inwestycyjne, tj. cena autobusu w danym wariantcie. Wariant z zakupem autobusów elektrycznych niewątpliwie generuje wyższe korzyści w postaci oszczędności kosztów eksploatacyjnych, zmniejszenia hałasu i niskiej emisji. Czynnikiem krytycznym dla wyników analizy jest zatem cena autobusu elektrycznego wraz z infrastrukturą ładującą.

**Osiągnięte obecnie wyniki oznaczają – przy przyjętych założeniach – brak osiągniętych korzyści z tytułu zastosowania w tomaszowskiej komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych.**

### 6.3. Trwałość finansowa

Miejski Zakład Komunikacyjny w Tomaszowie Mazowieckim Sp. z o.o. jako operator – podmiot wewnętrzny, posiada umowę wieloletnią z organizatorem (Gminą – Miasto Tomaszów Mazowiecki), zawartą w dniu 31 grudnia 2013 r. na okres do 31 grudnia 2023 r. i przedłużoną do dnia 31 grudnia 2028 r. W ramach tej umowy operator otrzymuje rekompensatę pokrywającą jego uzasadnione koszty i gwarantującą rentowność przewozów prowadzonych w ramach komunikacji miejskiej. Zgodnie z umową, Miasto zobowiązane jest do corocznej weryfikacji

wysokości należnej rekompensaty, a rekompensata nadmierna i niedopłata rekompensaty, są rozliczane w wyniku przeprowadzonej weryfikacji.

Gmina – Miasto Tomaszów Mazowiecki, wykorzystując dofinansowanie ze środków pomocowych Unii Europejskiej, w 2018 r. przeprowadziła przetarg na zakup 20 fabrycznie nowych autobusów hybrydowych w ramach realizacji projektu „Zakup niskoemisyjnego taboru publicznego transportu zbiorowego w Tomaszowie Mazowieckim wraz z infrastrukturą towarzyszącą”. Pojazdy te zostały przekazane aportem operatorowi wewnętrznemu – MZK do eksploatacji w komunikacji miejskiej.

W tabeli 18 przedstawiono wykonanie budżetu Gminy – Miasto Tomaszów Mazowiecki w latach 2015-2017 oraz plan na 2018 r. – według stanu na 30 czerwca 2018 r.

**Tab. 18. Budżet Gminy – Miasto Tomaszów Mazowiecki w latach 2015-2017 i plan na 2018 r. [mln zł]**

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach			Plan na 2018 r.
		2015	2016	2017	
<b>1</b>	<b>Dochody</b>	<b>188,99</b>	<b>245,66</b>	<b>286,45</b>	<b>284,08</b>
1a	dochody bieżące	179,64	221,82	245,39	250,27
1aa	– w tym lokalny transport zbiorowy	1,56	1,39	3,38	2,40
1b	dochody majątkowe	9,35	23,85	41,06	33,82
1ba	– w tym lokalny transport zbiorowy	0,00	0,00	19,85	4,96
<b>2</b>	<b>Wydatki</b>	<b>181,23</b>	<b>235,98</b>	<b>306,81</b>	<b>287,67</b>
2a	wydatki bieżące	165,47	201,38	218,73	232,86
2aa	– w tym lokalny transport zbiorowy	6,38	6,61	6,79	11,17
2b	wydatki majątkowe	15,77	34,61	88,08	54,82
2ba	– w tym lokalny transport zbiorowy	0,23	2,02	38,09	0,00
<b>3</b>	<b>Deficyt/nadwyżka</b>	<b>7,76</b>	<b>-0,33</b>	<b>-20,37</b>	<b>-3,59</b>
4	Deficyt/nadwyżka operacyjna	14,18	20,44	26,66	17,41
5	Finansowanie	8,31	12,40	42,05	3,59
5a	– w tym przychody	14,34	24,53	51,77	15,07
5b	– w tym rozchody	6,03	12,13	9,72	11,48

Źródło: [www.bip.tomaszow.miasta.pl](http://www.bip.tomaszow.miasta.pl), dostęp: 30.11.2018 r.

Gmina – Miasto Tomaszów Mazowiecki w latach 2015-2017 osiągała stale dodatni wynik budżetu operacyjnego. Oznacza to, że jest w stanie pokryć rosnące wydatki bieżące, w tym związane z rekompensatą dla MZK.

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 Tomaszowie Mazowieckim.

Wielkość wydatków budżetowych przeznaczanych na lokalny transport zbiorowy determinowana jest po części także wydatkami inwestycyjnymi – na odnowę taboru komunikacji miejskiej wraz niezbędną infrastrukturą. W 2017 r. wydatkowano na realizację projektu „Zakup niskoemisyjnego taboru publicznego transportu zbiorowego w Tomaszowie Mazowieckim wraz z infrastrukturą towarzyszącą” kwotę 37,86 mln zł.

Poziom realizowanych średniorocznie wydatków inwestycyjnych Gminy Miasto Tomaszów Mazowiecki wskazuje na zdolność do zrealizowania programu odnowy taboru w wariantach 1 – konwencjonalnym. W wariantach 2 – elektrycznym, zwiększone wydatki na zakup taboru wymagałyby odpowiedniego 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 tabeli 19 przedstawiono rachunek zysków i strat, w tabelach 20 i 21 – bilans, a w tabeli 22 – przepływy pieniężne MZK w latach 2016-2017.

Znaczące zmiany pozycji bilansowych wynikały z realizacji przez MZK projektu inwestycyjnego „Niskoemisyjne autobusy hybrydowe wraz z zapleczem technicznym do ich obsługi elementami nowoczesnego systemu transportu zbiorowego w Tomaszowie Mazowieckim”. W latach 2016-2017 Spółka otrzymywała dodatkowe wsparcie finansowe ze strony Miasta – związane z realizacją tego projektu. W grudniu 2017 r. Miasto wniosło do MZK aportem 20 autobusów hybrydowych nabytych w ramach projektu „Zakup niskoemisyjnego taboru publicznego transportu zbiorowego w Tomaszowie Mazowieckim wraz z infrastrukturą towarzyszącą”, co znacząco powiększyło aktywa Spółki.

**Tab. 19. Rachunek zysków i strat MZK w latach 2016-2017 [tys. zł]**

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach	
		2016	2017
<b>1</b>	<b>Przychody ze sprzedaży</b>	<b>3 140,7</b>	<b>2 978,7</b>
1a	– w tym przychody ze sprzedaży produktów	3 297,5	2 915,3
<b>2</b>	<b>Koszty działalności operacyjnej</b>	<b>9 815,6</b>	<b>10 121,6</b>
<b>3</b>	<b>Zysk ze sprzedaży</b>	<b>-6 675,0</b>	<b>-7 142,9</b>
4	Pozostałe przychody operacyjne	6 925,0	7 430,8
5	Pozostałe koszty operacyjne	5,7	486,8
<b>6</b>	<b>Zysk z działalności operacyjnej</b>	<b>244,3</b>	<b>164,0</b>
7	Saldo przychodów i kosztów finansowych	10,0	2,2
<b>8</b>	<b>Zysk brutto</b>	<b>254,3</b>	<b>166,2</b>
12	Podatek dochodowy i inne obciążenia	58,5	77,8
<b>13</b>	<b>Zysk netto</b>	<b>195,8</b>	<b>88,4</b>

Źródło: dane MZK.

**Tab. 20. Bilans MZK – aktywa w latach 2016-2017 [tys. zł]**

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach	
		2016	2017
<b>A</b>	<b>Aktywa trwałe</b>	<b>3 792,0</b>	<b>51 708,5</b>
<b>I</b>	<b>Wartości niematerialne i prawne</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>II</b>	<b>Rzeczowe aktywa trwałe</b>	<b>3 685,5</b>	<b>51 524,9</b>
1	Środki trwałe	3 558,5	41 546,2
2	Środki trwałe w budowie	127,0	9 978,6
3	Zaliczki na środki trwałe w budowie	0,0	0,0
<b>III</b>	<b>Należności długoterminowe</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>IV</b>	<b>Inwestycje długoterminowe</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>V</b>	<b>Długoterminowe rozliczenia międzyokresowe</b>	<b>106,5</b>	<b>103,4</b>
<b>B</b>	<b>Aktywa obrotowe</b>	<b>3 985,7</b>	<b>11 740,6</b>
<b>I</b>	<b>Zapasy</b>	<b>149,1</b>	<b>27,7</b>
<b>II</b>	<b>Należności krótkoterminowe</b>	<b>487,5</b>	<b>10 310,6</b>
<b>III</b>	<b>Inwestycje krótkoterminowe</b>	<b>3 316,3</b>	<b>1 374,1</b>
<b>IV</b>	<b>Krótkoterminowe rozliczenia międzyokresowe</b>	<b>32,8</b>	<b>28,2</b>
-	<b>Aktywa razem</b>	<b>7 777,7</b>	<b>69 449,1</b>

Źródło: dane MZK.

**Tab. 21. Bilans MZK – pasywa w latach 2016-2017 [tys. zł]**

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach	
		2016	2017
<b>A</b>	<b>Kapitał własny</b>	<b>5 408,1</b>	<b>36 513,7</b>
I	Kapitał podstawowy	3 930,0	5 930,0
II	Kapitał zapasowy	0,0	0,4
III	Kapitał z aktualizacji wyceny	0,0	0,0
IV	Pozostałe kapitały rezerwowe	2 000,0	31 021,0
V	Zysk z lat ubiegłych	-717,7	-526,0
VIII	Zysk/strata netto	195,8	88,4
<b>B</b>	<b>Zobowiązania i rezerwy na zobowiązania</b>	<b>2 369,6</b>	<b>26 935,4</b>
<b>I</b>	<b>Rezerwy na zobowiązania</b>	<b>560,6</b>	<b>544,0</b>
<b>II</b>	<b>Zobowiązania długoterminowe</b>	<b>0,0</b>	<b>7 306,8</b>
<b>III</b>	<b>Zobowiązania krótkoterminowe</b>	<b>1 809,0</b>	<b>13 873,9</b>
<b>IV</b>	<b>Rozliczenia międzyokresowe</b>	<b>0,0</b>	<b>5 210,7</b>
-	<b>Pasywa razem</b>	<b>7 777,7</b>	<b>63 449,1</b>

Źródło: dane MZK.

**Tab. 22. Rachunek przepływów pieniężnych MZK w latach 2016-2017 [tys. zł]**

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach	
		2016	2017
<b>A</b>	<b>Przepływy środków pieniężnych z działalności operacyjnej</b>		
<b>I</b>	<b>Zysk netto</b>	<b>195,8</b>	<b>88,4</b>
<b>II</b>	<b>Korekty razem</b>	<b>-6 563,6</b>	<b>-9 248,9</b>
<i>IIa</i>	<i>– w tym amortyzacja</i>	<i>85,2</i>	<i>191,7</i>
<b>III</b>	<b>Przepływy pieniężne z działalności operacyjnej</b>	<b>-6 367,9</b>	<b>-9 160,5</b>
<b>B</b>	<b>Przepływy środków pieniężnych z działalności inwestycyjnej</b>		
<b>I</b>	<b>Wpływy</b>	<b>600,0</b>	<b>16,4</b>
<i>Ia</i>	<i>– w tym zbycie środków trwałych</i>	<i>0,0</i>	<i>16,4</i>
<i>Ib</i>	<i>– w tym inne wpływy inwestycyjne</i>	<i>600,0</i>	<i>0,0</i>
<b>II</b>	<b>Wydatki</b>	<b>127,0</b>	<b>14 180,3</b>
<i>IIa</i>	<i>– w tym nabycie środków trwałych</i>	<i>127,0</i>	<i>13 580,3</i>
<i>IIb</i>	<i>– w tym inne wydatki inwestycyjne</i>	<i>0,0</i>	<i>600,0</i>
<b>III</b>	<b>Przepływy pieniężne netto z działalności inwestycyjnej</b>	<b>473,0</b>	<b>-14 163,8</b>

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach	
		2016	2017
<b>C</b>	<b>Przepływy środków pieniężnych z działalności finansowej</b>		
<b>I</b>	<b>Wpływy</b>	<b>8 588,4</b>	<b>25 338,4</b>
<i>Ia</i>	<i>– w tym wpłaty na kapitał</i>	<i>2 000,0</i>	<i>230,0</i>
<i>Ib</i>	<i>– w tym kredyty i pożyczki</i>	<i>0,0</i>	<i>13 034,4</i>
<i>Ic</i>	<i>– w tym inne wpływy finansowe</i>	<i>6 588,4</i>	<i>12 074,0</i>
<b>II</b>	<b>Wydatki</b>	<b>0,0</b>	<b>3 959,3</b>
<i>IIa</i>	<i>– w tym spłaty kredytów i pożyczek</i>	<i>0,0</i>	<i>3 956,3</i>
<b>III</b>	<b>Przepływy pieniężne netto z działalności finansowej</b>	<b>8 588,4</b>	<b>21 382,1</b>
<b>D</b>	<b>Przepływy pieniężne netto</b>	<b>2 693,5</b>	<b>-1 942,3</b>
<b>E</b>	<b>Środki pieniężne na początek okresu</b>	<b>622,8</b>	<b>3 316,3</b>
<b>F</b>	<b>Środki pieniężne na koniec okresu</b>	<b>3 316,3</b>	<b>1 374,1</b>

Źródło: dane MZK.

Sytuacja finansowa MZK jest dość stabilna. Przekazywana przez Miasto rekompensata została w 2018 r. zwiększona w związku ze wzrostem wielkości pracy eksploatacyjnej – jako reakcja na spodziewany wzrost popytu spowodowany wprowadzeniem przejazdów bezpłatnych dla posiadaczy Tomaszowskiej Karty Mieszkańca lub Tomaszowskiej Karty Komunikacyjnej (wzrost ten rzeczywiście wystąpił).

Wysoka wartość amortyzacji pozwoli MZK na realizację w wariantcie 1 konwencjonalnym w znacznej części procesu odnowy taboru z wykorzystaniem środków własnych, aczkolwiek wykonanie całego programu inwestycyjnego przedstawionego w analizie, wymagałoby pozyskania przez MZK dodatkowego wsparcia ze strony Miasta albo też pozyskania zewnętrznych środków pomocowych.

Realizacja kosztownych inwestycji, przewidzianych w wariantcie elektrycznym, wyłącznie przez MZK – bez udziału Miasta – nie jest możliwa, nawet przy aplikowaniu przez Spółkę o dodatkowe środki pomocowe. Realizacja tego wariantu wymaga więc 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 operacyjnej MZK wyniosły 10 121,5 tys. zł, co przy zrealizowanej pracy eksploatacyjnej w wysokości 1 622,4 tys. wozokilometrów, odpowiada stawce 6,24 zł za wozokilometr. Dla przedsiębiorstwa komunikacji miejskiej tej wielkości co MZK, stawkę tę należy uznać za relatywnie niską.

Stawka rekompensaty przyznanej Spółce w 2017 r. wyniosła 4,22 zł za wozokilometr, ale w 2018 r. stawka ta znacząco wzrosła – z uwagi na wprowadzenie bezpłatnych przejazdów dla posiadaczy Tomaszowskiej Karty Mieszkańca lub Tomaszowskiej Karty Komunikacyjnej oraz ze względu na wzrost amortyzacji – w związku z przeprowadzoną wymianą taboru.

Założono, że Miasto w okresie analizy będzie przekazywało MZK środki finansowe w postaci należnej rekompensaty w takiej wysokości, aby odnowa taboru według wybranego wariantu była możliwa do zrealizowania.

Zewnętrzne finansowanie pozyskane przez MZK zwiększa wysokość należnej rekompensaty, co oznacza w rezultacie konieczność pokrycia kosztów takiego finansowania przez Miasto. W przypadku korzystania przez MZK ze środków pomocowych dedykowanych wymianie taboru – krajowych lub ze środków Unii Europejskiej – MZK 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 tomaszowskiej komunikacji miejskiej. Zastosowanie autobusów elektrycznych z napędem bateryjnym pozwala wprawdzie na zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych, lecz brak korzyści społeczno-ekonomicznych zdeterminowała wysoka cena zakupu autobusów wraz z infrastrukturą zasilającą.

Strukturę użytkowanego taboru determinować będzie decyzja o rodzaju taboru nabywanego w ramach przewidywanych do realizacji projektów inwestycyjnych. MZK nie posiada możliwości finansowych dla samodzielnej realizacji programu wymiany taboru na zeroemisyjny. Brak decyzji Miasta o realizacji nowych projektów zakupu taboru, w zasadzie uniemożliwi realizację wariantu elektrycznego. Sytuacja ta może ulec zmianie przy wsparciu projektów inwestycyjnych środkami pomocowymi.

Zakup pojazdów elektrycznych wraz z ładowarkami wiąże się z koniecznością poniesienia ponad 2,5-krotnie wyższych jednostkowych nakładów inwestycyjnych niż przy zakupie analogicznego taboru z napędem Diesla. Nie istnieje jeszcze rynek używanych autobusów elektrycznych, nie można więc nabyć tańszych pojazdów używanych.

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



Za największe ryzyko realizacji obydwu wariantów należy uznać brak możliwości finansowych MZK zrealizowania programu odnowy taboru oraz brak możliwości poniesienia przez Gminę – Miasto Tomaszów Mazowiecki dostatecznych wydatków budżetowych związanych z wymianą taboru komunikacji miejskiej, np. wskutek braku możliwości lub zbyt niskiego dofinansowania ze środków pomocowych.

Z punktu widzenia jednostki samorządu terytorialnego, efektywność zastosowania autobusów zeroemisyjnych znacznie by wzrosła, gdyby ceny takich pojazdów były zdecydowanie niższe. W tabeli 23 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.

**Tab. 23. Zmiany efektywności finansowej wariantu 2 – elektrycznego pod wpływem zmniejszenia kosztu jednostkowego nabywanego taboru w okresie analizy (2019-2033)**

Lp.	Wyszczególnienie	Jednostka	Zmniejszenie ceny autobusu zeroemisyjnego		
			o 5%	o 15%	o 25%
1	Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji ( <b>FNPV/c</b> )	tys. zł	-26 909,0	-24 894,1	-22 879,2
2	Finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji ( <b>FRR/c</b> )	%	niepoliczalna	niepoliczalna	niepoliczalna
3	Ekonomiczna bieżąca wartość netto ( <b>ENPV</b> )	tys. zł	-20 608,0	-18 901,2	-17 194,3
4	Ekonomiczna wewnętrzna stopa zwrotu ( <b>ERR</b> )	%	niepoliczalna	niepoliczalna	niepoliczalna
5	Różnica <b>ENPV</b> wobec wariantu 1 – konwencjonalnego	tys. zł	-15 237,8	-13 530,9	-11 824,0
6	Wskaźnik przychód/koszty ( <b>BCR</b> )	-	0,13	0,14	0,15

Źródło: opracowanie własne.

Spadek ceny autobusów elektrycznych wraz z infrastrukturą zasilającą nawet o 25% nie wykazuje osiągnięcia korzyści wynikających ze zmniejszenia emisji zanieczyszczeń w porównaniu do wariantu konwencjonalnego. Wskaźnik BCR jest wyższy dla wariantu elektrycznego, w porównaniu do wariantu konwencjonalnego, dla każdego poziomu spadku cen autobusów zeroemisyjnych.

**Wartość progowa ceny autobusu zeroemisyjnego, przy której ekonomiczna bieżąca wartość netto ENPV byłaby wyższa dla wariantu z taboru elektrycznym**

**w porównaniu do wariantu z taborem konwencjonalnym, to dla Tomaszowa Mazowieckiego kwota 120,2 tys. zł. Jest to wartość aż o ok. 94% niższa od przyjętej do analizy.**

**Z uwagi na to, że jest to cena niemożliwa do osiągnięcia, przy przyjętych założeniach nie wystąpi ekonomiczna opłacalność zakupu taboru zeroemisyjnego, czyli obowiązek zakupu taboru zeroemisyjnego, przy uwzględnieniu parametru ENPV.**

**Obliczenia zdeterminował wysoki koszt autobusów zeroemisyjnych oraz dodatkowy koszt infrastruktury zasilającej, niewystępujący w wariantcie konwencjonalnym. Wynik wyjątkowo niekorzystny dla wariantu elektrycznego jest także rezultatem wysokiego udziału nowego taboru hybrydowego we flocie pojazdów tomaszowskiej komunikacji miejskiej.**

Identyfikację podstawowych czynników ryzyka, które mogą mieć wpływ na realizację wariantów, przedstawiono w tabeli 24. 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 są znikome, z uwagi na zaliczanie wpływów z biletów do dochodów Gminy – Miasto Tomaszów Mazowiecki, w których stanowią one poniżej 0,5% dochodów budżetu ogółem.

Bardzo wysokim ryzykiem jest brak lub zbyt niskie zaangażowanie finansowe Gminy – Miasto Tomaszów Mazowiecki w zakup taboru zeroemisyjnego. Konieczne jest nabywanie autobusów zeroemisyjnych jako fabrycznie nowych, co wiąże się z wysokimi nakładami finansowymi. W obecnym stanie finansowo-ekonomicznym MZK nie posiada zdolności do nabycia większej liczby takich pojazdów, a więc bez zaangażowania finansowego Miasta, odnowę taboru założoną w wariantcie 2 można uznać za nierealną.

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. Średnim ryzykiem realizacji

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

**Tab. 24. Wynikowa ocena ryzyka w okresie analizy**

Rodzaj ryzyka	Prawdopodobieństwo	Siła oddziaływania	Poziom ryzyka	Strategia przeciwdziałania
<b>Wariant 1 konwencjonalny (silnik Diesla)</b>				
Brak środków własnych MZK na odnowę taboru	D	IV	bardzo wysoki	coroczne przekazywanie przez Gminę – Miasto Tomaszów Mazowiecki rekompensaty w pełnej wysokości określonej audytem
Opóźnienia w dostawach taboru	A	III	niski	wyprzedzające ogłaszanie przetargów
Wyższe ceny taboru	A	III	niski	-
Wyższe ceny oleju napędowego	B	III	średni	dywersyfikacja napędów autobusów
<b>Wariant 2 elektryczny</b>				
Brak środków własnych MZK na odnowę taboru	C	IV	wysoki	zakupy taboru zeroemisyjnego realizowane przez Gminę – Miasto Tomaszów Mazowiecki
Brak lub zbyt niskie zaangażowanie finansowe Gminy – Miasto Tomaszów Mazowiecki w zakup taboru zeroemisyjnego	D	V	bardzo wysoki	udział Gminy – Miasto Tomaszów Mazowiecki 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 energii elektrycznej	B	IV	średni	głównie nocne ładowanie, dodatkowe baterie
Wzrost cen baterii	C	II	średni	wydłużona eksploatacja

Źródło: opracowanie własne.

Umiarkowane ryzyko związane jest ze stabilnością cen pojazdów zeroemisyjnych, gdyż pomimo że obecne ich ceny należy uznać za dość wysokie, to obowiązek ich wprowadzenia

do eksploatacji w znacznej liczbie w dość krótkim okresie (kilku lat), może wpłynąć na ograniczoną ich dostępność. To z kolei wywoła wzrost cen, związany z koniecznością realizacji zwiększonych zamówień – przekraczających normalne zdolności produkcyjne dostawców taboru i komponentów.

Umiarkowane ryzyko dotyczy także stabilności cen oleju napędowego oraz 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 25.

**Tab. 25. Wysokość luki w finansowaniu dla poszczególnych wariantów**

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant	
		1	2
		konwencjonalny	elektryczny
Suma zdyskontowanych nakładów inwestycyjnych <b>DIC</b>	tys. zł	13 583,5	37 382,4
Razem zdyskontowane dochody i wartość rezydualna ( <b>DNR</b> )	tys. zł	-1 456,0	-499,8
Wskaźnik luki w finansowaniu ( <b>R</b> )	%	100,00	100,00
Całkowite nakłady inwestycyjne	tys. zł	18 130,0	50 200,0
Koszty kwalifikowane skorygowane	tys. zł	18 130,0	50 200,0
Wysokość maksymalnej dotacji przy stopie współfinansowania 85%	tys. zł	15 410,0	42 670,0
Udział własny (dla 85%)	tys. zł	2 719,5	7 530,0

Źródło: opracowanie własne.

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

$$R = (DIC - DNR)/DIC$$

gdzie:

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

DNR – oznacza sumę zdyskontowanych dochodów powiększonych o wartość rezydualną.

Udział własny w wyższej wysokości występuje dla wariantu elektrycznego. W przypadku decyzji o realizacji wariantu 2, wysokość wkładu własnego byłaby niemal 2,8 razy wyższa (o 4,8 mln zł). Kwota taka jest jednak możliwa do poniesienia przez Gminę – Miasto Tomaszów Mazowiecki.

## 7. Podsumowanie

Miasto Tomaszów Mazowiecki przekracza próg 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 tomaszowskiej komunikacji miejskiej obsługują także okoliczne miasta i gminy, łączna liczba ludności obsługiwanych gmin przekracza 67 tys. osób. Eksploatowane są wyłącznie autobusy.

Jedynym operatorem tomaszowskiej komunikacji miejskiej, a jednocześnie podmiotem wewnętrznym, jest Miejski Zakład Komunikacyjny w Tomaszowie Mazowieckim Sp. z o.o.

W 2018 r. w tomaszowskiej komunikacji miejskiej przewidziano wykonanie 2,26 mln wozokilometrów – w całości przez MZK – przy wykorzystaniu floty 41 pojazdów, w tym średnio 30 w ruchu.

Autobusy eksploatowane przez MZK, według stanu na 30 września 2018 r., wykorzystywały jedynie silniki na olej napędowy, przy czym 25 pojazdów posiadało napęd hybrydowy. Pojazdy hybrydowe zakupione zostały w 2017 r. przez Miasto Tomaszów Mazowiecki oraz MZK w ramach dwóch projektów z dofinansowaniem środkami pomocowymi Unii Europejskiej. Miasto nabyło 20 takich autobusów i wniosło je aportem do Spółki, pozostałe 5 zakupił MZK.

Analizę kosztów i korzyści wykonano zgodnie z wymogami ustawy o elektromobilności, korzystając z wytycznych i przewodników do sporządzania takich analiz, opracowanych dla potrzeb projektów z dofinansowaniem unijnym. Zidentyfikowano w niej dwa możliwe do zastosowania scenariusze wymiany taboru:

- wariant 1 konwencjonalny – w którym założono prowadzenie sukcesywnej wymiany taboru na nowe pojazdy zasilane olejem napędowym;
- wariant 2 elektryczny – w którym założono sukcesywne wprowadzanie taboru z bateryjnym zasilaniem elektrycznym, w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności.

Warianty te porównano ze scenariuszem 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 pierwszej kolejności, zgodnie propozycją Miasta i MZK – linie 8 i 9, z podstawową stacją ładowania szybkiego na pętli „Dworzec PKS/PKP” oraz uzupełniającą w zajezdni MZK;
- w drugiej kolejności – linia 7, z ewentualnym dodatkowym stanowiskiem ładowania szybkiego na pętli „Dworzec PKS/PKP”;

- w trzeciej kolejności – linia 4, korzystająca z dodatkowego stanowiska ładowania na pętli „Zawadzka”;
- w czwartej kolejności – linia 1, korzystająca z już wybudowanych stacji ładowania na pętlach „Dworzec PKS/PKP” i „Zawadzka”.

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

Obliczone w analizie wskaźniki finansowe FNPV/c oraz FRR/c, są ujemne dla obydwu wariantów. Ujemne wartości osiągnęły także wskaźniki ENPV. W porównaniu do scenariusza bazowego najkorzystniej wypadł wariant 1 – konwencjonalny. Przy przyjętych założeniach, analiza wykazała brak korzyści ze stosowania taboru zeroemisyjnego, a zatem i brak obowiązku jego stosowania.

Głównym powodem negatywnych wyników analizy są wysokie ceny autobusów zeroemisyjnych, konieczność ponoszenia znaczących dodatkowych nakładów na instalacje zasilające oraz niekorzystne wskaźniki emisji zanieczyszczeń emitowanych przy produkcji energii elektrycznej w Polsce, a także wysoki standard pojazdów (już spełniane normy czystości spalin) w momencie startowym przeprowadzenia analizy.

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 Tomaszowa Mazowieckiego, 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 Tomaszowa Mazowieckiego – z uwagi na duże różnice kosztów do poniesienia w obydwu wariantach – spadek ceny autobusów elektrycznych nawet znacznie poniżej ceny autobusu zasilanego olejem napędowym, nie wskazuje na osiągnięcie 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 Tomaszów Mazowiecki zamierza nabywać dla swojego operatora wewnętrznego autobusy elektryczne tylko w sytuacji możliwości pozyskania dofinansowania do 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 tomaszowskiej komunikacji miejskiej. Analiza kosztów i korzyści nie podlega więc obowiązkowi przeprowadzenia strategicznej oceny oddziaływania na środowisko.



## **8. Informacja o udziale społeczeństwa w postępowaniu**

Na podstawie Zarządzenia nr 1/2019 Prezydenta Tomaszowa Mazowieckiego z dnia 2 stycznia 2019 r., projekt analizy został poddany konsultacjom społecznym z mieszkańcami Tomaszowa Mazowieckiego. Celem konsultacji było zebranie uwag i wniosków dotyczących projektu analizy. Konsultacje odbyły się w terminie od 3 do 24 stycznia 2019 r.

Projekt analizy udostępniony został:

- w Biuletynie Informacji Publicznej Urzędu Miasta Tomaszowa Mazowieckiego – pod adresem: [www.bip.tomaszow.miasta.pl](http://www.bip.tomaszow.miasta.pl);
- na stronie internetowej Urzędu Miasta Tomaszowa Mazowieckiego – pod adresem: [www.tomaszow-maz.pl](http://www.tomaszow-maz.pl);
- na stronie internetowej Zarządu Dróg i Utrzymania Miasta w Tomaszowie Mazowieckim – pod adresem: [www.zdum-tomaszowmaz.bip.eur.pl](http://www.zdum-tomaszowmaz.bip.eur.pl);
- w Zarządzie Dróg i Utrzymania Miasta w Tomaszowie Mazowieckim, p. nr 4, ul. Warszawska 119, 97-200 Tomaszów Mazowiecki.

Konsultacje prowadzono w postaci zbierania uwag i wniosków w formie papierowej lub elektronicznej – z wykorzystaniem specjalnie opracowanego formularza konsultacyjnego. Druk formularza udostępniono:

- w Biuletynie Informacji Publicznej Urzędu Miasta Tomaszowa Mazowieckiego – pod adresem: [www.bip.tomaszow.miasta.pl](http://www.bip.tomaszow.miasta.pl);
- na stronie internetowej Urzędu Miasta Tomaszowa Mazowieckiego – pod adresem: [www.tomaszow-maz.pl](http://www.tomaszow-maz.pl);
- na stronie internetowej Zarządu Dróg i Utrzymania Miasta w Tomaszowie Mazowieckim – pod adresem: [www.zdum-tomaszowmaz.bip.eur.pl](http://www.zdum-tomaszowmaz.bip.eur.pl);
- w Zarządzie Dróg i Utrzymania Miasta w Tomaszowie Mazowieckim, p. nr 4, ul. Warszawska 119, 97-200 Tomaszów Mazowiecki.

Wypełnione formularze należało składać drogą elektroniczną na adres: [jakub.zieba@tomaszow-maz.pl](mailto:jakub.zieba@tomaszow-maz.pl), tytułując wiadomość: „Konsultacje społeczne” albo drogą bezpośrednią lub korespondencyjną na adres: Zarząd Dróg i Utrzymania Miasta w Tomaszowie Mazowieckim, ul. Warszawska 119, 97-200 Tomaszów Mazowiecki, z dopiskiem „Konsultacje społeczne Analiza kosztów i korzyści”.

W okresie konsultacji wpłynęło pięć uwag od jednego wnioskodawcy. Cztery pierwsze uwagi miały charakter redakcyjny i uwzględniono je w ostatecznej wersji dokumentu. Uwaga piąta dotyczyła zamiany linii 9 – jako przeznaczonej w pierwszej kolejności do ewentualnej

elektryfikacji – na linię 1. Autor uwagi uzasadnił swój wniosek stwierdzeniem, że linie 8 i 9 mają zbliżone (częściowo pokrywające się trasy), linia 8 ma co prawda skomplikowaną trasę, ale jest też najbardziej obciążoną pasażerami, natomiast linia 1 ma jedną z najdłuższych tras, o równie dużym obciążeniu pasażerami. Poza tym, zarówno dla linii 1, jak 8 i 9, konieczne jest wybudowanie stacji ładowania szybkiego na dworcu PKP/PKS. Zdaniem autora nie bez znaczenia jest też argument, że zeroemisyjny autobus na tej linii będzie najbardziej widoczny w mieście i w połączeniu z trasami linii 7 oraz 8, transport zeroemisyjny obejmie wszystkie dzielnice Tomaszowa Mazowieckiego.

Niezależnie od przytoczonych argumentów, uwagi nie uwzględniono – wyłącznie ze względów techniczno-eksploatacyjnych. Założono bowiem, że w przypadku wprowadzenia autobusów elektrycznych do obsługi tomaszowskiej komunikacji miejskiej, linie 8 i 9 zostaną połączone wspólnym obiegiem taboru, tzn. że autobusy je obsługujące na pętli Białobrzegi zmieniałyby rytmicznie przypisanie do linii. Dzięki temu każdy z obsługujących obie te linie siedmiu autobusów (nie licząc kursów bisowych) po wykonaniu jednej pary kursów na linii 8 i 9 miałby dłuższą przerwę na pętli Dworzec PKP, która przeznaczona byłaby na niezbędne ładowanie. Z kolei linia 1 ma obecnie po dwie pętle z każdej ze stron trasy – obowiązujące w zależności od kursu (Dąbrowa oraz Dąbrowska / Bema i dworzec PKP oraz Zawadzka), co uniemożliwia jej elektryfikację bez zasadniczej przebudowy trasy i rozkładu jazdy.