

**ANALIZA KOSZTÓW I KORZYŚCI**  
**ZWIĄZANYCH Z WYKORZYSTANIEM**  
**PRZY ŚWIADCZENIU USŁUG KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ**  
**AUTOBUSÓW ZEROEMISYJNYCH**  
**DLA GMINY MIEJSKIEJ TCZEW**

## 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 .....	11
3. Charakterystyka komunikacji miejskiej w Tczewie .....	18
4. Tabor tczewskiej komunikacji miejskiej .....	25
4.1. Aktualny stan taboru.....	25
4.2. Planowane zamierzenia inwestycyjne.....	27
5. Identyfikacja wariantów.....	30
5.1. Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych Tczewa.....	30
5.2. Wybór rodzaju napędu .....	34
5.3. Rozwiązania sposobów ładowania autobusów zeroemisyjnych .....	37
5.4. Proponowane warianty.....	39
5.5. Wybór linii do obsługi taborem zeroemisyjnym .....	45
6. Analiza kosztów i korzyści .....	60
6.1. Przyjęte założenia analizy kosztów i korzyści .....	60
6.2. Wyniki analizy kosztów i korzyści .....	66
6.3. Trwałość finansowa .....	69
6.4. Analiza wrażliwości i ryzyka .....	72
6.5. Określenie luki w finansowaniu .....	77
7. Podsumowanie .....	79

## 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 Miejska Tczew jest jednostką samorządu terytorialnego, której liczba mieszkańców – według danych GUS – w latach 2012-2017 wynosiła ponad 60 tys. osób i tym samym przekraczała przywołany limit demograficzny wynikający z art. 36 ust. 1 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych. Gmina Miejska Tczew 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 tczewskiej 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-publicnego-infrastruktury-drogowej-oraz-kolejowej/>, dostęp: 30.11.2018 r.);
  - „Analiza kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej. Vademecum Beneficjenta”, opracowanie CUPT Warszawa, 2016 r.

- (<https://www.cupt.gov.pl/wdrazanie-projektow/analiza-kosztow-i-korzysci/metodyka-analazy-kosztow-i-korzysci/vademecum-beneficjenta>, dostęp: 30.11.2018 r.);
- „Przewodnik po analizie kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych. Narzędzie analizy ekonomicznej polityki spójności 2014-2020”, opracowanie Komisja Europejska, grudzień 2014 r. ([https://www.mos.gov.pl/fileadmin/user\\_upload/fundusze/Przewodnik\\_do\\_analazy\\_kosztow.pdf](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;
- **Meteor Sp. z o.o.** – Meteor Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością, z siedzibą przy ul. Sądowej 24, 41-605 Świętochłowice – według stanu na 15 grudnia 2018 r. operator w tczewskiej komunikacji miejskiej;
- **Miasto** – Gmina Miejska Tczew;
- **NCBR** – Narodowe Centrum Badań i Rozwoju z siedzibą w Warszawie, przy ul. Nowogrodzkiej 47a, 00-695 Warszawa;
- **organizator** – organizator publicznego transportu zbiorowego, właściwa jednostka samorządu terytorialnego albo minister właściwy do spraw transportu, zapewniający funkcjonowanie publicznego transportu zbiorowego na danym obszarze;
- **operator** – operator publicznego transportu zbiorowego, samorządowy zakład budżetowy oraz przedsiębiorca uprawniony do prowadzenia działalności gospodarczej w zakresie przewozu osób, który zawarł z organizatorem publicznego transportu zbiorowego umowę o świadczenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego na linii komunikacyjnej określonej w umowie;
- **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;
- **Rozporządzenie** – Rozporządzenie (WE) nr 1370/2007 Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 23 października 2007 r. dotyczące usług publicznych w zakresie kolejowego i drogowego transportu pasażerskiego oraz uchylające rozporządzenia Rady (EWG) nr 1191/69 i (EWG) nr 1107/70 (Dz. Urz. UE, l. 315/1 z dnia 3.12.2007 r.), zmienione Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/2338 z dnia 14 grudnia 2016 r. (Dz. Urz. UE, l. 354/22 z dnia 23.12.2016 r.);
- **sieć komunikacyjna** – układ linii komunikacyjnych obejmujących obszar działania organizatora publicznego transportu zbiorowego lub część tego obszaru;
- **stacja ładowania** – urządzenie budowlane obejmujące punkt ładowania o normalnej mocy lub punkt ładowania o dużej mocy, związane z obiektem budowlanym, lub wyposażone w oprogramowanie umożliwiające świadczenie usług ładowania, wraz ze stanowiskiem postojowym oraz instalacją prowadzącą od punktu ładowania do przyłącza elektroenergetycznego;
- **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.);

- **ZUK** – Zakład Usług Komunalnych w Tczewie, ul. Czatkowska 2e, 83-110 Tczew, wykonujący zadania organizatora publicznego transportu zbiorowego na obszarze właściwości Gminy Miejskiej Tczew.

## 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 ogniwoch paliwowych – oraz trolejbus.

Kryteriów zeroemisyjności nie spełnia autobus hybrydowy, jeżeli do jego napędu wykorzystywany jest w jakimkolwiek zakresie silnik emitujący gazy cieplarniane, np. silnik Diesla.

Tczew 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 przewoźów 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 przewoźów 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 ogniach 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

---

<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.

i korzyści dla planowanych projektów inwestycyjnych w sektorze transportu publicznego w Polsce określa także „Niebieska Księga...”, opracowana przez Inicjatywę Jaspers i również wymieniona w rozdziale 1.1 opracowania.

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

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

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

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 ujmują 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 Tczewie

Miasto Tczew położone jest w północnej Polsce, we wschodniej części województwa pomorskiego – w odległości ok. 35 km od Gdańska. Tczew jest siedzibą władz miejskich, gminy wiejskiej Tczew oraz powiatu tczewskiego. Całość obszaru miasta (z wyjątkiem przyczółków mostów na Wiśle położonych na prawym brzegu) zlokalizowana jest na lewym brzegu Wisły, a rzeka stanowi wschodnią granicę miasta. Miasto z trzech stron otacza gmina wiejska Tczew, natomiast poprzez granicę na Wiśle miasto graniczy z gminami Lichnowy i Miłoradz.

Miasto Tczew wraz z gminą wiejską Tczew i powiatem tczewskim należy do Obszaru Metropolitalnego Gdańsk-Gdynia-Sopot.

Przez miasto południkowo przebiega droga krajowa nr 91, stanowiąc barierę pomiędzy położonymi na wschód i zachód od niej obszarami miasta. Przez miasto prowadzi także kilka linii kolejowych, a stacja Tczew stanowi ważny węzeł kolejowy. Przebiegające przez miasto odcinki dwutorowych, zelektryfikowanych linii kolejowych: nr 9 – z Gdańska do stacji Tczew oraz nr 131 – ze stacji Tczew w kierunku Laskowic Pomorskich, także południkowo przedzielają obszar zabudowy miejskiej. Od północy i zachodu obszar zurbanizowany ograniczony jest trasą linii kolejowej nr 203 – prowadzącej ze stacji Tczew przez Starogard Gdański do Chojnic. Na południe od centralnej zabudowy miasta przebiega ponadto trasa torów kolejowych łącznika pomiędzy liniami 131 i 203. Miasto jest więc poprzedzielane liniami kolejowymi oraz drogą krajową na odrębne obszary – z ograniczonymi możliwościami przejścia pieszego.

W granicach Tczewa nie ma aktualnie czynnej drogowej przeprawy mostowej przez Wisłę – czynny jest jedynie most kolejowy w ciągu linii nr 9, a równoległy do niego zabytkowy most drogowy jest nieczynny. Najbliższa przeprawa drogowa przez Wisłę zlokalizowana jest na południe od Tczewa w ciągu drogi krajowej nr 22, w odległości ok. 6 km od nieczynnego mostu kolejowego.

Po zachodniej stronie Tczewa, już poza jego granicami (ok. 4 km od granic miasta), przebiega autostrada A1 z węzłem Stanisławie, który skomunikowany jest z miastem drogą wojewódzką nr 224.

Historyczna część miasta zlokalizowana jest w pobliżu rzeki Wisły. Od pozostałej zabudowy miejskiej oddzielają ją obszary kolejowe wzdłuż linii nr 9 i 131, a jej połączenie drogowe z resztą miasta zapewniają wiadukty: w ciągu ul. Wojska Polskiego oraz w ciągu ulic 1 Maja i Gdańskiej. Linię kolejową nr 131 w południowej części Tczewa przekracza ponadto wiaduktem drogowym ul. 30 Stycznia.

Część centralną Tczewa stanowi obszar zwartej zabudowy mieszkaniowej wielo- i jednorodzinnej oraz – w sąsiedztwie linii kolejowych – obszar zabudowy przemysłowo-składowej.

Południowe obszary miasta to osiedle zwartej zabudowy wielorodzinnej Czyżykowo oraz jednorodzinna zabudowa mieszkaniowa osiedli Witosa (Górki) i gen. Bema, a także tereny zielone na południe od tych osiedli – aż do granic miasta.

Część miasta położona na północ od linii kolejowej nr 9, w której znajduje się port rzeczny, osiedla zabudowy wielorodzinnej (Zatorze) i jednorodzinnej (Staszica) oraz obszary przemysłowe Pomorskiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej (PSSE), skomunikowana jest z pozostałą częścią miasta trzema połączeniami drogowymi – wiaduktami w ciągu ulic 1 Maja i Mostowej oraz tunelami i przejazdem kolejowym w ciągu ul. Malinowskiej.

Według Banku Danych Lokalnych GUS, w dniu 31 grudnia 2017 r. liczba ludności miasta wynosiła 60 257 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 w latach 2010-2015 systematycznie malała, co było typowym zjawiskiem w skali kraju. Spadek ten wynikał z ujemnego salda migracji, stanowiącego efekt procesów suburbanizacji. Rezultatem powyższego był spadek średniej gęstości zaludnienia. W latach 2015-2017 proces ten uległ zahamowaniu. W tabeli 1 przedstawiono zmiany liczby ludności, powierzchni i gęstości zaludnienia Tczewa w latach 2010-2017.

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

Wyszczególnienie	Jedn.	Rok							
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Liczba mieszkańców	[osób]	60 982	60 809	60 769	60 610	60 573	60 052	60 276	60 257
Powierzchnia ogółem	[ha]	2 238	2 238	2 238	2 238	2 238	2 238	2 238	2 238
Gęstość zaludnienia	[osób/km <sup>2</sup> ]	2 725	2 717	2 715	2 708	2 707	2 683	2 693	2 692

Źródło: Bank Danych Lokalnych GUS.

Według stanu na 31 grudnia 2017 r., miasto Tczew zajmowało 74. miejsce w kraju pod względem liczby ludności i 247. miejsce pod względem zajmowanej powierzchni. Gęstość zaludnienia Tczewa jest więc znacznie wyższa od średniej krajowej dla miast.

Organizatorem tczewskiej komunikacji miejskiej jest Prezydent Tczewa. Zadania organizatora wypełnia jednostka budżetowa Miasta – Zakład Usług Komunalnych (ZUK), ul. Czatkowska 2e, 83-110 Tczew.

Statut ZUK określa zadania jednostki, w tym: organizowanie regularnego przewozu osób w publicznym transporcie zbiorowym i nadzór nad funkcjonowaniem komunikacji publicznej na terenie miasta. W strukturze ZUK funkcjonuje Dział Zarządzania Komunikacją Miejską, który wykonuje zadania organizatora publicznego transportu zbiorowego.

Linie komunikacji miejskiej obsługują wyłącznie obszar miasta. Na koniec 2017 r. w zasięgu funkcjonowania tczewskiej komunikacji, według Banku Danych Lokalnych GUS, zamieszkiwało więc łącznie około 60 tys. osób.

Wg stanu na dzień 30 listopada 2018 r. Miasto wykorzystywało do realizacji usług przewozowych jednego operatora – Meteor Sp. z o.o. – wyłonionego w drodze przetargu nieograniczonego. Meteor Sp. z o.o. wykonuje przewozy na podstawie umowy o świadczenie usług przewozowych transportu zbiorowego dla potrzeb komunikacji miejskiej w Tczewie w latach 2015-2019, która obowiązuje do dnia 30 czerwca 2019 r.

Według stanu na dzień 30 listopada 2018 r., sieć połączeń tczewskiej komunikacji miejskiej tworzyło 10 całorocznych linii autobusowych.

Charakterystyczną cechą tczewskiej komunikacji miejskiej jest brak obsługi terenu pozamiejskiego. Co prawda w niektórych miejscach trasy przebiegają tuż za granicą miasta, ale wynika to wyłącznie z potrzeby obsługi przystanków na terenie Tczewa. Dotyczy to odcinków pomiędzy przystankami Rokicka – Cmentarz i Skarszewska – Gemalto (linie 7 i 17), Czatkowska – Urząd Celny i Czatkowska – Przepompownia (linia 6) oraz Głowackiego i 30 Stycznia – Paged (linie 2 i 12), gdzie we wszystkich tych przypadkach konieczny jest przejazd krótkimi odcinkami poza granicami Tczewa.

Kryterium zakresu funkcjonowania dzieli linie tczewskiej komunikacji miejskiej na trzy kategorie, na które składają się następujące grupy linii:

- osiem linii dziennych całotygodniowych – 1, 2, 3, 4, 7, 8, 12 i 17;
- jedna całoroczna linia szczytowa dzienna funkcjonująca w dni powszednie od poniedziałku do piątku oraz w wykonująca jeden kurs w soboty – 6;
- jedna linia, na której wykonywane są tylko kursy w dni powszednie (jeden kurs) – 14.

Oferta przewozowa tczewskiej komunikacji miejskiej charakteryzuje się występowaniem dla większości linii stałego, powtarzalnego taktu kursowania, co jest dla pasażerów niewątpliwym walorem.

Wszystkie linie mają trasy wielowariantowe.

Z uwagi na zmniejszenie popytu w dni powszednie wolne od nauki szkolnej, w okresie zimowych ferii szkolnych oraz w wakacje, wprowadza się ograniczenia w wielkości podaży.

Rozkłady jazdy obowiązujące w dni powszednie w tych okresach nawiązują do rozkładów sobotnich, ze wzmocnieniami w godzinach realizacji porannych dowozów do pracy na wybranych liniach (3, 4, 7 i 17).

Charakterystyczną cechą tczewskiej komunikacji miejskiej jest rozwiązanie funkcjonujące w niewielu polskich miastach – polegające na braku w taryfie biletu okresowego, umożliwiającego nieograniczoną liczbę przejazdów w określonym czasie (np. tygodnia czy miesiąca) i umożliwieniu wnoszenia opłat wyłącznie poprzez nabycie biletu jednorazowego bądź w formie elektronicznej portmonetki – ściągnięciu z karty elektronicznej należności za każdy zrealizowany przejazd (bezpośredni lub z przesiadką). Taryfa opłat nie przewiduje rozwiązania, w którym stały klient mógłby wnieść opłatę tylko raz na określony czas i korzystać w jej ramach z komunikacji miejskiej bez ograniczeń.

Inną charakterystyczną cechą tczewskiej komunikacji miejskiej jest wyznaczenie w mieście jedynie dwóch pętli autobusowych – istotnych z punktu obsługi sieci komunikacyjnej – Tczewski Węzeł Integracyjny / Dworzec i Czyżykowo. Tylko w tych dwóch miejscach autobusy odbywają postoje wyrównawcze po wykonaniu kursów. Poza tym, wyznaczono trzy miejsca, w których autobusy jedynie zawracają po obsłudze przystanku, bez odbywania postojów wyrównawczych: Skarszewska – Gemalto, Rokicka Cmentarz (obie obsługiwane przez okrężne linie 7 i 17) i przy zakładzie Huber+Suhner Sp. z o.o. (który obsługują zajazdy autobusów linii 3). Dwie pętle znajdują się jeszcze przy ulicy Czatkowskiej – jedna przy Urzędzie Celnym, a druga przy Przepompowni – i obydwie są wykorzystywane wyłącznie przez mało znaczącą linię 6, na której w porównaniu do innych linii, realizowana jest niewielka liczba kursów,

Opisany układ sieci komunikacyjnej powoduje, że na dziesięć funkcjonujących w mieście linii autobusowych, aż pięć ma wyznaczoną trasę pomiędzy pętlą TWI / Dworzec a Czyżykowem (są to linie: 1, 3, 4, 8 i 14), kolejne cztery są liniami okrężnymi rozpoczynającymi i kończącymi kursy na pętli TWI / Dworzec (linie: 2, 7, 12 i 17), a tylko jedna rozpoczyna bieg od pętli TWI / Dworzec i kończy w innym miejscu niż pozostałe (linia 6).

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 tczewskiej komunikacji miejskiej funkcjonuje rozwiązanie, w którym żaden pojazd w ciągu danego dnia nie obsługuje jednej – wyznaczonej linii – ale zawsze kilka, wyrównując przerwy pomiędzy kursami na różnych liniach. Zadania przewozowe na wszystkich liniach są bardzo mocno ze sobą powiązane. Na rysunku 1 przedstawiono mapę przebiegu linii tczewskiej komunikacji miejskiej.



Rys. 1. Mapa tras linii tczewskiej komunikacji miejskiej

Źródło: meteor.tczew.pl/www.planmiasta.html, dostęp 10.12.2018 r.

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 tczewskiej komunikacji miejskiej w latach 2015-2018. Umowa z operatorem rozróżnia dwa typy pojazdów: SN – autobus standardowy (klasy pojemnościowej maxi) i KN – autobus o długości 9-11 m (klasy midi).

**Tab. 2. Liczba pojazdów w ruchu, liczba pasażerów oraz przychody z biletów tczewskiej komunikacji miejskiej w latach 2015-2018**

Wyszczególnienie	Jedn.	Rok			
		2015	2016	2017	2018 – plan
Liczba realizowanych wozokilometrów		1 439,3	1 434,1	1 443,6	1 433,2
- pojazdami typu KN	tys. km	230,3	229,5	231,0	229,3
- pojazdami typu SN		1 209,0	1 204,6	1 212,7	1 203,9
Średnia liczba pojazdów w ruchu		25	25	24	25
- typu KN	szt.	5	5	3,8	4
- typu SN		20	20	20,2	21
Udział w pracy eksploatacyjnej:					
- autobusy typu KN	%	16,0	16,0	16,0	16,0
- autobusy typu SN		84,0	84,0	84,0	84,0
Średnia liczba pojazdów we flocie		30	30	30	33
- typu KN	szt.	6	6	6	6
- typu SN		24	24	24	27
Liczba pasażerów	tys. osób	5 548,0	5 521,3	5 410,7	5 440,0
Przychody z biletów				4 920,0	4 943,5
- normalne	tys. zł	b.d.	b.d.	3 248,6	3 264,0
- ulgowe				1 671,4	1 678,5

Źródło: dane ZUK w Tczewie.

Jak wynika z tabeli 2, w latach 2015-2017 wielkość oferty przewozowej, wyrażonej liczbą wozokilometrów i pojazdów w ruchu, była ustabilizowana. Względnie stała liczba wozokilometrów była rezultatem braku większych zmian w zakresie obsługi obszarów miasta komunikacją miejską. Nie zmieniały się też proporcje wykorzystania autobusów typu KN i SN.

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.

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 tczewskiej komunikacji miejskiej

### 4.1. Aktualny stan taboru

Linie tczewskiej komunikacji miejskiej obsługiwane są wyłącznie autobusami. Wszystkimi pojazdami dysponuje operator wybrany w wyniku przeprowadzonego przetargu nieograniczonego, którym w okresie sporządzania analizy jest Meteor Sp. z o.o. z siedzibą w Świętochłowicach.

Według stanu na 30 listopada 2018 r., park taborowy Meteor Sp. z o.o. był w całości niskopodłogowy – w 81% składał się z autobusów standardowych, klasy maxi (27 szt.), a jedynie 6 autobusów stanowiły pojazdy klasy midi.

Wszystkie autobusy wyposażone zostały w silniki spalinowe zasilane olejem napędowym. Największy udział w parku taborowym Meteor Sp. z o.o. posiadały autobusy marek: MAN (36%, 12 szt.) oraz MAZ (30%, 10 szt.), poza tym występowały autobusy marki Mercedes-Benz (7 szt.), Solaris (3 szt.) i Neoplan (1 szt.).

Większość jednostek taborowych była już mocno wyeksploatowana – ponad połowa stanu taboru (52%) to pojazdy w wieku przekraczającym 15 lat.

W tabeli 3 przedstawiono strukturę taboru przeznaczanego przez Meteor Sp. z o.o. do obsługi tczewskiej komunikacji miejskiej – wg kryterium wieku i spełniania norm czystości spalin – stan na 30 listopada 2018 r.

**Tab. 3. Struktura taboru Meteor Sp. z o.o. w tczewskiej komunikacji miejskiej wg kryterium wieku i spełnianych norm czystości spalin – stan na 30 listopada 2018 r.**

Typ taboru	Rodzaj napędu	Liczba sztuk	Długość [m]	Rok produkcji	Wiek [lat]	Norma czystości spalin
MAN NM222	ON	1	10,4	1996	22	EURO 2
MAN NL202	ON	1	11,7	1997	21	EURO 2
MAN NL202	ON	4	11,7	1998	20	EURO 2
MAN NL202	ON	2	11,5	1998	20	EURO 2
Mercedes-Benz O530 Citaro	ON	2	12,0	2000	18	EURO 3
MAN NL202	ON	1	12,0	2000	18	EURO 3
Mercedes-Benz O530 Citaro	ON	1	12,0	2000	18	EURO 5
MAN 14.220 HOCL-NL /Berkhof Junior	ON	5	10,4	2001	17	EURO 3
Solaris Urbino 12	ON	1	12,0	2002	16	EURO 3
Solaris Urbino 12	ON	1	12,0	2003	15	EURO 3

Typ taboru	Rodzaj napędu	Liczba sztuk	Długość [m]	Rok produkcji	Wiek [lat]	Norma czystości spalin
Solaris Urbino 12	ON	1	12,0	2004	14	EURO 3
MAZ 103	ON	1	12,0	2006	12	EURO 3
Noeplan 4516/486	ON	1	11,7	2006	12	EURO 3
Mercedes-Benz Conecto LF	ON	3	12,0	2009	9	EURO 5
MAZ 203	ON	2	12,0	2013	5	EURO 5
Mercedes-Benz Conecto LF	ON	1	12,0	2013	5	EURO 5
MAZ 103	ON	6	12,0	2014	4	EURO 5
MAZ 203	ON	1	12,0	2014	4	EURO 5
<b>Ogółem tabor</b>	<b>ON</b>	<b>33</b>	<b>10,4-12,0</b>	<b>1996-2014</b>	<b>4-22</b>	<b>EURO 3-5</b>

Źródło: dane ZUK w Tczewie.

Średni wiek pojazdów operatora jest dość wysoki – wg stanu na 30 listopada 2018 r. wynosił 12,7 lat, czyli był zbliżony do zakładanego w analizach upływu 13-letniego okresu planowej eksploatacji autobusów z tradycyjnymi silnikami na olej napędowy. W celu uzyskania średniego wieku taboru na poziomie 6,5 lat, niezbędna byłaby wymiana w 2019 r. połowy autobusów na fabrycznie nowe.

ZUK planuje wybór operatora na najbliższe 18 miesięcy, w postępowaniu przewidzianym w I kwartale 2019 r., w którym zostanie ustanowione kryterium wieku taboru nieprzekraczającego 14 lat. W kolejnym postępowaniu wyboru operatora na okres 8-letni przewiduje się natomiast ustalenie kryterium nieprzekraczania średniego wieku taboru 8 lat.

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

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

Pojazdy	Jedn.	Norma czystości spalin EURO						Razem
		1	2	3	4	5	6	
Liczba	szt.	0	6	19	0	8	0	33
Struktura	%	0,0	18,2	57,6	0,0	24,2	0,0	100,0

Źródło: dane ZUK w Tczewie.

Zgodnie z informacjami przekazanymi przez ZUK, jeszcze w 2018 r. jeden autobus MAN NL202 został zastąpiony autobusem marki MAZ, spełniającym normę EURO 5.

Występujący na koniec listopada 2018 r. ilostan taboru operatora Meteor Sp. z o.o., przeznaczanego do obsługi tczewskiej komunikacji miejskiej – 33 pojazdy, wobec 25 w ruchu – zapewnia 24% rezerwę, co należy uznać za rezerwę znaczącą. Wysoki stan rezerwy zdeterminowany jest dużą awaryjnością wyeksploatowanego już taboru.

W okresie analizy zakłada się utrzymanie poziomu 25 autobusów w ruchu. ZUK przewiduje, że w przypadku wprowadzenia do ruchu autobusów zeroemisyjnych, rozkłady jazdy zostaną dostosowane w taki sposób, aby zapewniane były niezbędne przerwy w celu doładowania pojazdów. Po wprowadzeniu taboru zeroemisyjnego nie planuje się w całym okresie analizy zwiększania liczby pojazdów w ruchu ponad 25 jednostek. Nie wystąpi więc w Tczewie często spotykana w innych miastach konieczność zwiększenia liczby pojazdów w ruchu, np. w wyniku zastępowania każdego pięciu pojazdów spalinowych w ruchu sześcioma autobusami zeroemisyjnymi – w celu zagwarantowania wydłużonych postojów na ładowanie na pętlach.

#### **4.2. Planowane zamierzenia inwestycyjne**

Gmina Miejska Tczew w ramach perspektywy finansowej 2014-2020 nie realizuje żadnego projektu inwestycyjnego związanego z zakupem taboru dla potrzeb komunikacji miejskiej ze wsparciem środkami pomocowymi Unii Europejskiej.

Miasto realizuje natomiast ważny projekt związany z funkcjonowaniem publicznego transportu zbiorowego pn. „Budowa węzła integracyjnego Tczew wraz z trasami dojazdowymi” – z dofinansowaniem z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Pomorskiego na lata 2014-2020, Oś Priorytetowa 9 „Mobilność”, Działanie 9.1 „Transport Miejski”, Poddziałanie 9.1.1 „Transport Miejski – Mechanizm ZIT”. Projekt ten obejmuje budowę bezpłatnego parkingu w okolicy dworca kolejowego, budowę i przebudowę ciągów pieszo-rowerowych i dróg dla rowerów oraz przebudowę ul. Gdańskiej.

Zasadnicza przebudowa rejonu dworca kolejowego wraz z likwidacją dworca autobusowego i utworzeniem Transportowego Węzła Integracyjnego, została zrealizowana w 2012 r. Wykonano w tym czasie obiekty nowego dworca autobusowego, ze skierowaniem ruchu pojazdów w strefę podziemną i z bezkolizyjnym dojściem pieszym z dworca kolejowego. W bezpośrednim sąsiedztwie dworca autobusowego zlokalizowano zadaszony peron przystanku autobusów komunikacji miejskiej.

Do końca 2020 r. Miasto planuje wybudowanie jednostanowiskowej stacji ładowania szybkiego autobusów elektrycznych na placu postojowym przy Galerii Kociewskiej, w pobliżu dworca kolejowego – z systemem ładowania za pomocą odwróconego pantografu, o mocy 200 kW wraz z okablowaniem zasilającym i przebudową trafostacji. Stacja ta umożliwi ładowanie autobusów elektrycznych tczewskiej komunikacji miejskiej, których wprowadzenie do

eksploatacji w ramach nowej umowy z operatorem przewidywane jest od początku 2021 r. Szacunkowy koszt tej inwestycji wynosi 905,1 tys. netto.

Obecna umowa z operatorem została zawarta w dniu 31 grudnia 2014 r. i obowiązuje od 1 stycznia 2015 r. do 30 czerwca 2019 r. W dniu 11 kwietnia 2018 r. ZUK zamieścił wstępne ogłoszenie informacyjne o zamiarze bezpośredniego udzielenia zamówienia, dotyczące świadczenia usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego na sieci komunikacyjnej obejmującej obszar Gminy Miejskiej Tczew oraz gmin, które z Gminą Miejską Tczew zawarły porozumienie komunalne, z planowaną datą rozpoczęcia przewozów od 1 lipca 2019 r. Okres, na który zawarta byłaby umowa, określono w powyższym ogłoszeniu na 18 miesięcy, a tryb jej zawarcia – jako zgodny z art. 5 ust. 4 Rozporządzenia. Elastyczne ujęcie w ogłoszeniu innych gmin umożliwia ewentualne poszerzenie zakresu przestrzennego tczewskiej komunikacji miejskiej w przyszłości.

W tym samym dniu zamieszczone zostało także drugie ogłoszenie, o zamiarze udzielenia zamówienia wykonywania przewozów w tczewskiej komunikacji miejskiej w procedurze otwartej, ze wskazaną datą rozpoczęcia ich wykonywania od dnia 1 stycznia 2021 r. oraz wskazanym okresem, na który zostanie zawarta umowa – wynoszącym 96 miesięcy (8 lat).

Pierwsza z umów obowiązywałaby więc od 1 lipca 2019 r. do 31 grudnia 2020 r., a druga – od 1 stycznia 2021 r. do 31 grudnia 2028 r.

ZUK przewiduje, że w umowie zawartej w ramach pierwszego ogłoszenia, obowiązującej przez 18 miesięcy, wskazany zostanie obowiązek użytkowania pojazdów nie starszych niż 14-letnie.

W umowie, która będzie obowiązywała od dnia 1 stycznia 2021 r., ZUK zakłada natomiast przyjęcie wymogu użytkowania przez operatora, w ramach obsługi sieci linii komunikacyjnych, autobusów zeroemisyjnych w liczbie stanowiącej co najmniej 30% floty eksploatowanych autobusów w tczewskiej komunikacji miejskiej. Dla wszystkich jednostek taborowych planuje się także określenie wymogu nieprzekraczania wieku taboru 8 lat. Wobec braku na rynku używanych autobusów elektrycznych, należy przypuszczać, że operator, który wygra postępowanie przetargowe, będzie zmuszony nabyć pojazdy zeroemisyjne fabrycznie nowe.

Dla potrzeb niniejszej analizy przyjęto liczbę autobusów w ruchu na obecnym poziomie – 25 sztuk. W okresie obowiązywania pierwszej umowy (18-miesięcznej), z uwagi na przewidywany niższy niż obecnie, lecz nadal znaczny wiek eksploatowanego taboru, założono rezerwę taborową w wysokości 20% całej floty. Wyliczony wymagany ilostan pojazdów floty obsługującej tczewską komunikację miejską wynosi więc 31,3 sztuk (zaokrąglając w górę przyjęto 32 autobusy).

Dla nowej, 8-letniej umowy obowiązującej od początku 2021 do końca 2028 r., ZUK wymagać będzie znacznie nowszego taboru, zatem tak wysoka rezerwa taborowa nie będzie konieczna. Przyjęto więc rezerwę na poziomie 15%, co oznacza, że wymagany ilostan taboru wyniesie 30 sztuk.

W wariantcie z taborem zeroemisyjnym nie zakładano, z przyczyn wskazanych wcześniej, konieczności zwiększenia stanu floty ponad 30 jednostek.

Gmina Miejska Tczew zawarła z Narodowym Centrum Badań i Rozwoju w Warszawie w dniu 30 czerwca 2017 r. Porozumienie w sprawie wspólnej realizacji programu bezemisyjnego transportu publicznego, w którym Gmina Miejska Tczew zobowiązała się do przeprowadzenia na wybranej linii testów autobusów zeroemisyjnych dostarczonych przez NCBR. W ramach przywołanego Porozumienia, Gmina Miejska Tczew uzyskała prawo do skorzystania z opcji na zakup 6 szt. pojazdów o długości 12 m oraz 5 szt. o długości 10 m wraz z infrastrukturą umożliwiającą testowanie pojazdów. W celu realizacji tego porozumienia Rada Miejska w Tczewie podjęła w dniu 29 czerwca 2017 r. uchwałę nr XXXI/258/2017 w sprawie zmian Wieloletniej Prognozy Finansowej, uwzględniając zakup 4 autobusów zeroemisyjnych (Program E-bus) w 2020 r. Cesja praw zakupu tych 4 autobusów zeroemisyjnych stała się, zgodnie z Porozumieniem, obowiązkiem Gminy Miejskiej Tczew, przy czym cenę pojazdu określono jako nie wyższą niż 2,2 mln zł netto za pojazd o długości 12 m i 1,8 mln zł netto za pojazd o długości 10 m, przy czym dla pierwszych czterech pojazdów łączna cena nie przekroczy 8,0 mln zł netto i – zgodnie z Porozumieniem – Gmina Miejska Tczew pozyska bezzwrotne dofinansowanie w wysokości 60% powyższej wartości.

Aktualnie program bezemisyjnego transportu publicznego znajduje się we wstępnej fazie przygotowania. W styczniu 2019 r. NCBR dokonało w ramach ogłoszonego przetargu ostatecznego wyboru firmy, która ma zaprojektować nowy autobus elektryczny.

Gmina Miejska Tczew weźmie więc udział w kolejnych naborach konkursowych na dofinansowanie ze środków krajowych i unijnych zakupu autobusów elektrycznych wraz z infrastrukturą zasilającą. W przypadku pozyskania dofinansowania w znacznym stopniu, Miasto może podjąć decyzję o zakupie kolejnych, poza planowanymi czterema, autobusów zeroemisyjnych (bez ogniw paliwowych) w celu udostępnienia ich operatorowi do eksploatacji, spełniając w ten sposób wymóg – lub jego część – skierowania do eksploatacji w tczewskiej komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych stanowiących co najmniej 30% floty eksploatowanych pojazdów.

## 5. Identyfikacja wariantów

### 5.1. Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych Tczewa

Przedmiotem niniejszej analizy jest identyfikacja kosztów i korzyści powstałych w wyniku zapewnienia przez Gminę Miejską Tczew i świadczenia usług w ramach komunikacji miejskiej autobusami zeroemisyjnymi – zgodnie z wymogami art. 36 oraz art. 68 ust. 4 ustawy o elektromobilności. Zdefiniowanie wariantów możliwych inwestycji taborowych wymaga analizy – pod kątem zakładanych w tym zakresie inwestycji – opracowań strategicznych Tczewa i szerzej, obszaru metropolitalnego.

„Strategia Obszaru Metropolitalnego Gdańsk – Gdynia – Sopot do roku 2030”<sup>2</sup> określa wizję rozwoju Obszaru Metropolitalnego oraz trzy scenariusze rozwoju – progresywny, stagnacyjny i regresywny. Strategia zakłada, że rozwój Obszaru do 2030 r. koncentrował się będzie w strefach, w tym w strefie silnej urbanizacji od Tczewa, poprzez Pruszcz Gdański, do rdzenia Obszaru. Miasto Tczew należy do strategicznej osi rozwojowej, łączącej Tczew – poprzez Trójmiasto – z Wejherowem.

Strategia wyznacza cele strategiczne, priorytetowe obszary współpracy oraz cele tematyczne. W ramach celu strategicznego „Zrównoważona przestrzeń” w obszarze priorytetowym nr 5 – „Transport” zdefiniowano cele tematyczne: nr 5.2 – „Poprawa wewnętrznej dostępności transportowej oraz usprawnienie sieci transportu publicznego” oraz nr 5.4 – „Usprawnienie zarządzania oraz priorytetyzacja metropolitalnego transportu zbiorowego, multimodalnego oraz mobilności aktywnej”.

„Strategia Transportu i Mobilności Obszaru Metropolitalnego Gdańsk-Gdynia-Sopot do roku 2030”<sup>3</sup> określa trzy możliwe scenariusze rozwoju: promotoryzacyjny, restrykcyjny i zrównoważony, rekomendując do wdrożenia ten ostatni. W dokumencie przyjęto wizję rozwoju systemu transportowego oraz zdefiniowano cele strategiczne w obszarze interwencji zewnętrznych i wewnętrznych. W strategii jako cel B.2. wymieniono „Poprawę obsługi transportem zbiorowym i niezmotoryzowanym, a jako cel B.3. – „Zmniejszenie negatywnych skutków funkcjonowania transportu”.

W opracowaniu wymieniono sześć programów współpracy, w tym program nr 3 – „Zrównoważony System Transportu Metropolitalnego”. Celami szczegółowymi w ramach tego programu są m.in. cel nr 2 – „Rozwój atrakcyjnego i ekologicznego transportu zbiorowego” oraz cel nr 3 – „Budowa transportowych węzłów integracyjnych”.

<sup>2</sup> [www.metropoliagdansk.pl/strategia-rozwoju-metropolii-2030/strategia-2030-i-diagnozy](http://www.metropoliagdansk.pl/strategia-rozwoju-metropolii-2030/strategia-2030-i-diagnozy), dostęp: 15.12.2018 r.

<sup>3</sup> [www.metropoliagdansk.pl/strategia-transportu-i-mobilnosci/stim-do-pobrania](http://www.metropoliagdansk.pl/strategia-transportu-i-mobilnosci/stim-do-pobrania), dostęp: 15.12.2018 r.

W ramach wymienionych celów szczegółowych strategia określa poszczególne zadania, w tym m.in.:

- nr 3.2.5 – „Wspieranie zakupu niskoemisyjnych pojazdów transportu zbiorowego i budowy infrastruktury związanej z ich eksploatacją (tramwaje, trolejbusy, elektrobusy, ekologiczne autobusy, kolej elektryczna itp.)”
- nr 3.2.6 – „Wspieranie rozbudowy miejskiej sieci autobusowej” (zadanie obejmuje budowę wydzielonych pasów dla autobusów, przystanków, systemów informacji pasażerskich, punktów doładowania baterii dla elektrobusów itp.);
- nr 3.4.1 – „Rozbudowa sieci węzłów integracyjnych (w tym węzła krajowego K-3 Tczew) wg przyjętych standardów”;
- nr 3.5.2 – „Ułatwianie korzystania z transportu zbiorowego” (zadanie polega na opracowaniu zasad ułatwiania korzystania z samochodu jako elementu łańcucha podróży metropolitalnych i lokalnych oraz wspieranie budowy dogodnych parkingów P&R oraz K&R).

Strategia zdefiniowała także program współpracy nr 4 – „Efektywny system zarządzania transportem OM”, w którym zakłada się budowę Metropolitalnego Inteligentnego Systemu Transportu (MISTAR), obejmującego także organizatora komunikacji miejskiej w Tczewie. Jako kluczowe wymieniono w tym programie m.in. zadanie nr 4.2 – „Zwiększenie poziomu integracji transportu pasażerskiego”, obejmujące utworzenie wspólnego zarządu transportu publicznego, weryfikację i planowanie systemu metropolitalnych węzłów integracyjnych, poszerzenie zakresu integracji taryfowo-biletowej transportu miejskiego, koordynację rozkładów jazdy transportu zbiorowego.

Stanowiący załącznik do Strategii „Program Rozwoju Transportu Obszaru Metropolitalnego w perspektywie finansowej 2014-2020” określa trzy cele priorytetowe, w tym cel nr 3 – „Zwiększenie konkurencyjności systemu transportu zbiorowego i mobilności aktywnej w OM”. Wśród zadań inwestycyjnych w ramach tego celu wymieniono m.in.:

- nr Z3/3 – „Zakup taboru transportu publicznego”;
- nr Z3/5 – „Dostosowanie infrastruktury transportu do potrzeb osób niepełnosprawnych”;
- nr Z3/9 – „Przebudowa i rozbudowa istniejącej infrastruktury transportu publicznego”;
- nr Z3/10 „Budowa/modernizacja węzłów integracyjnych wraz z trasami dojazdowymi, [...] poprawa obsługi węzłów transportem indywidualnym, rowerowym, jak również uprzywilejowanie i dostosowanie infrastruktury dla transportu zbiorowego, obejmujących węzły integracyjne i przystanki zintegrowane [...] 18. Tczew [...]”.

Załącznikiem nr 3.1 do strategii jest „Karta przedsięwzięcia wchodzącego w skład pakietu w ramach Zintegrowanego Porozumienia Terytorialnego (ZPT)/Zintegrowanych Inwestycji Te-

rytorialnych (ZIT) dla Obszaru Metropolitalnego Trójmiasta (OMT)”, obejmująca przedsięwzięcie utworzenia spójnej sieci węzłów integrujących systemy transportowe, w tym węzeł Tczew (Transportowy Węzeł Integracyjny Tczew).

„Strategia Rozwoju Powiatu Tczewskiego na lata 2007-2020”, przyjęta uchwałą nr XI/77/07 Rady Powiatu Tczewskiego z dnia 26 czerwca 2007 r., określiła dwa podstawowe kierunki rozwoju: pro-społeczny i pro-gospodarczy, a w nim dziedzinę – komunikacja. Strategia wyznaczyła także sześć celów nadrzędnych, w tym cel nr 5 – „Poprawa infrastruktury komunikacyjnej w Powiecie Tczewskim”, ale w ramach wymienionych celów szczegółowych nie ujęto transportu publicznego.

„Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla Powiatu Tczewskiego”, przyjęty uchwałą nr XXV/181/2017 Rady Powiatu Tczewskiego z dnia 31 stycznia 2017 r., określa planowaną sieć komunikacyjną, która może być zorganizowana przez powiat, na którą w większości składają się linie łączące poszczególne miejscowości powiatu z Tczewem. Plan uznaje Tczew za ważny węzeł przesiadkowy.

Dokument wskazuje na rolę komunikacji zbiorowej w zakresie zapewnienia mobilności osobom niepełnosprawnym oraz o ograniczonej sprawności ruchowej – zaleca wybór taboru niskowejściowego z miejscem na wózek inwalidzki, wyposażenie w system informacji pasażerskiej oraz odpowiednie lokalizowanie i urządzanie przystanków.

Plan nie odnosi się do problematyki komunikacji miejskiej w Tczewie.

„Strategia Rozwoju Tczewa do roku 2020”, przyjęta uchwałą Rady Miejskiej w Tczewie nr XVI/138/2012 z dnia 26 stycznia 2012 r., wyznacza wizję Tczewa oraz pięć celów strategicznych. Celem strategicznym nr 3 jest „Wzmocnienie systemu komunikacyjnego”. Strategia zakłada, że w ramach tego celu podejmowane będą wyzwania na rzecz podnoszenia standardów systemu komunikacyjnego dotyczących funkcji tranzytowych, połączeń regionalnych i lokalnych. Główne obszary działań, to poprawa jakości dróg, wzmacnianie transportu publicznego w celu odciążania komunikacji indywidualnej oraz wdrażanie alternatywnych form transportu i przemieszczania się uczestników ruchu drogowego.

W ramach opisanego celu, strategia określa sześć celów operacyjnych, w tym:

- nr 7.3.2 – „Integrowanie systemu komunikacyjnego z systemem metropolii trójmiejskiej, w tym wdrożenie biletu metropolitalnego”;
- nr 7.3.3 – „Wzmacnianie transportu publicznego oraz promowanie zrównoważonego transportu”;
- nr 7.3.4 – „Usprawnienie systemu parkowania”;
- nr 7.3.5 – „Ograniczanie ruchu samochodowego w strefach ochrony konserwatorskiej”.



W ramach celu operacyjnego nr 7.3.3 przewiduje się poprawę efektywności transportu publicznego autobusowego oraz promowanie korzystania z tego środka transportu, a także promowanie ruchu rowerowego w ruchu miejskim i pieszego w przypadku małych odległości, w szczególności w staromiejskim centrum. Przewiduje się także ograniczanie czasu parkowania oraz ograniczanie ruchu samochodowego na terenie staromiejskim.

„Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla Miasta Tczewa na lata 2014-2020”, został przyjęty uchwałą nr XLII/348/2014 Rady Miejskiej w Tczewie z dnia 24 kwietnia 2014 r. W dokumencie zakłada się utrzymanie planowanej sieci komunikacyjnej w zbliżonym kształcie do obowiązującej w 2014 r. Ewentualne modyfikacje oferty przewozowej uzależnia się od wyników przyszłych badań marketingowych w tym zakresie i ewentualnych zmian w obwodowym układzie transportowym miasta, za sprawą zagospodarowania terenów rozwojowych.

Plan przyjmuje, że zahamowanie spadku popytu na przewozy w tczewskiej komunikacji miejskiej, możliwe będzie w przypadku znaczącego wzrostu jakości świadczonych usług.

W planie przyjęto utrzymanie modelu kontraktowania usług przewozowych, w którym całość inwestycji taborowych finansowana jest przez operatora, zalecając w nowych kontraktach wprowadzenie wyłącznie pojazdów niskopodłogowych, wyposażonych w miejsca na wózek, platformę wjazdową dla wózków inwalidzkich i przyklęk oraz monitoring i elektroniczną informację pasażerską. Plan zaleca przyjęcie większego udziału autobusów trzydrzwiowych, wprowadzenie systemu kontroli ruchu pojazdów z wykorzystaniem GPS oraz ustalenie wymogu maksymalnego średniego wieku taboru, obowiązującego przez cały czas trwania umowy (sugerowany 12 lat).

„Gminny Program Rewitalizacji Miasta Tczewa na lata 2016-2030”, przyjęty uchwałą Rady Miejskiej w Tczewie nr XXXV/298/2017 z dnia 26 października 2017 r., jest zmianą dotychczasowego Programu Rewitalizacji Miasta Tczewa na lata 2016-2030, przyjętego uchwałą nr XXVII/225/2017 z dnia 23 lutego 2017 r. Program dotyczy obszaru objętego rewitalizacją – Starego Miasta i Zatorza. W dokumencie wyznaczono cele strategiczne i kierunki działań, a wśród nich cel strategiczny nr 2 – „Atrakcyjne warunki zamieszkania”, w którym zawarto cel operacyjny nr 8 – „Wysoka jakość systemu komunikacji i mobilności.

Kierunkami działania w ramach celu operacyjnego nr 8 są:

- rozwój komunikacji i sieci infrastruktury technicznej;
- zwiększenie mobilności mieszkańców;
- poprawa bezpieczeństwa ruchu.

Wskazane w opracowaniu przedsięwzięcia rewitalizacyjne nie obejmują komunikacji miejskiej, w części dotyczą natomiast przebudowy dróg i budowy parkingów. W pozostałych

dopuszczalnych przedsięwzięciach w zakresie podsystemu przestrzennego zakłada się natomiast rozwój sieci komunikacji publicznej, w tym rozwój sieci przystanków komunikacji miejskiej oraz zmianę systemu organizacji ruchu na Zatorzu i wprowadzenie na to osiedle komunikacji miejskiej.

„Plan gospodarki niskoemisyjnej dla Gminy Miejskiej Tczew – aktualizacja” został przyjęty uchwałą nr XXVII/223/2017 Rady Miejskiej w Tczewie z dnia 23 lutego 2017 r. W ramach przewidywanych działań długoterminowych plan nie obejmuje problematyki transportu zbiorowego – w sektorze transportu wymieniono jedynie budowę południowej obwodnicy Tczewa.

W ramach działań średnio- i krótkoterminowych plan wymienia natomiast w obszarze nr II – „Transport” działanie nr II.1 – „Modernizacja środków transportu w instytucjach podległych Miastu poprzez sukcesywną wymianę pojazdów mechanicznych na nowe pojazdy bardziej przyjazne środowisku, o mniejszej emisji CO<sub>2</sub>”, z przewidywaną realizacją w latach 2015-2020. W dokumencie przewiduje się wymianę pojazdów floty miejskiej (poza pojazdami transportu publicznego) – stopniowe zastępowanie pojazdów nowymi, o mniejszym zużyciu paliwa, w miarę możliwości finansowych i organizacyjnych z wykorzystaniem pojazdów zasilanych alternatywnymi paliwami (energią elektryczną, pojazdy hybrydowe). W planie zakłada się średni spadek zużycia energii i emisji CO<sub>2</sub> całej floty o 10%.

Wśród innych zadań w tym obszarze plan wymienia dla terenu miasta działania:

- nr II.2 „Rozwój infrastruktury rowerowej i pieszej w Gminie Miejskiej Tczew”;
- nr II.3 „Kontynuacja działań reorganizacji ruchu drogowego poprzez ograniczanie wjazdów do strefy o szczególnie wysokim zanieczyszczeniu powietrza – Stare Miasto”;
- nr II.4 „Budowa węzła integracyjnego Tczew wraz z trasami dojazdowymi”.

„Aktualizacja Programu Ochrony Środowiska dla Miasta Tczewa na lata 2016-2020 z uwzględnieniem perspektywy na lata 2021-2024”, przyjęta uchwałą Rady Miejskiej w Tczewie nr XVII/135/2016 z dnia 31 marca 2016 r., w obszarze interwencji „zagrożenie hałasem” wskazuje jako kierunek interwencji m.in. dalsze promowanie i wspieranie zbiorowego transportu – np. poprzez dopłaty do biletów miesięcznych na środki komunikacji miejskiej.

## 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 Tczew nie dokonywało dotychczas zakupu jednostek taborowych dla potrzeb komunikacji miejskiej, zadanie to należało do operatora wybranego w postępowaniu przetargowym. W postępowaniach tych dotychczas wymagane były pojazdy z klasycznym napędem Diesla, nie były też wymagane pojazdy nowe.

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 wzrosła po wejściu w życie ustawy o elektromobilności, która stanowi podstawę do utworzenia ogólnopolskiej sieci tankowania pojazdów zasilanych tymi paliwami gazowymi.

Istotny przy podejmowaniu decyzji o ewentualnej eksploatacji taboru zasilanego CNG jest fakt, że w Tczewie nie ma stacji tankowania tym paliwem, a najbliższa znajduje się dopiero w oddalonej o 55 km Gdyni (w zajezdni PKM Sp. z o.o.). Brak stacji do tankowania CNG, przy bardzo wysokich kosztach jej budowy, w zasadzie wyklucza możliwość zastosowania takiego napędu w tczewskich 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. W przypadku zastosowania trybu wyboru operatora w postępowaniu przetargowym, to on musiałby ponieść ten koszt.

Dostępnymi aktualnie na rynku autobusami zeroemisyjnymi – nieemitującymi gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych – są pojazdy z napędem elektrycznym zasilane bateryjnie, z sieci zewnętrznej (trolejbusy) oraz 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, najbliżej Tczewa w Gdyni i w Sopocie. Nie ma technicznej możliwości wykorzystania do ładowania trolejbusów w Tczewie sieci trakcyjnej zlokalizowanej w tak odległych, innych miastach.

Barierą ograniczającą rozwój tego rodzaju zasilania napędów pojazdów elektrycznych jest bardzo wysoki koszt budowy sieci trakcyjnej wzdłuż trasy linii.

W celu spełnienia wymogów ustawy o elektromobilności, Miasto 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 eksploatacji w tczewskiej komunikacji miejskiej elektrycznych autobusów zeroemisyjnych, 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, w szczególności z uwagi na nieużytkowanie przez obecnego operatora komunikacji miejskiej w Tczewie wyspecjalizowanego obiektu zajezdni. Operator wybrany w postępowaniu przetargowym niemal na pewno będzie poszukiwał odpowiedniego obiektu na wynajem z przeznaczeniem na zajezdnię, z możliwością jego dostosowania do obsługi pojazdów elektrycznych.

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  $H_2$ , 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 Tczewa – 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. Nadzieję na możliwe zastosowanie w przyszłości tego typów napędów dają plany LOTOS S.A. w zakresie rozbudowy instalacji produkcji czystego wodoru oraz zainteresowanie tego producenta paliw rozwojem rynku odbiorców wodoru, czego przejawem są m.in. podpisane już przez LOTOS S.A. listy intencyjne z organizatorami komunikacji miejskiej w Trójmieście.

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

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

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

- wariant 1 – konwencjonalny – w którym założono prowadzenie sukcesywnej wymiany taboru na nowe pojazdy zasilane olejem napędowym;
- wariant 2 – elektryczny – w którym założono wprowadzanie taboru z bateryjnym zasilaniem elektrycznym począwszy od 2021 r., w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności.

W obydwu wariantach uwzględniono przeprowadzenie planowanego przez ZUK postępowania wyboru operatora w celu wykonywania przewozów w tczewskiej komunikacji miejskiej w okresie od 1 lipca 2019 r. do 31 grudnia 2020 r., z zachowaniem obecnej struktury taboru. Uwzględniono także założenie przyjęte przez ZUK – dotyczące obsługi linii komunikacyjnych w tym okresie taborem nie starszym niż 14-letni.

W kolejnych okresach przyjęto zawieranie umów z operatorem (operatorami) – zgodnie z założeniem ZUK – na kolejne okresy 8-letnie, przyjmując jednocześnie, że użytkowane pojazdy nie będą starsze niż 8-letnie, a struktura pojemnościowa taboru będzie identyczna jak obecna (wg stanu na 30 listopada 2018 r.)

W wariantcie 1 – konwencjonalnym przyjęto, że operator użytkował będzie w okresie umowy 6 używanych pojazdów typu KN (krótszych niż standardowe) i 24 pojazdy SN (standardowe – o długości 11,5-12,5 m), w tym jedna trzecia wprowadzonych do ruchu jako fabrycznie nowe – wszystkie zasilane olejem napędowym. W części dotyczącej taboru używanego przyjęto, że operator wprowadzi do eksploatacji pojazdy używane w średnim wieku 5 lat i w okresie umowy wymieni je na nowsze, także w średnim wieku 5 lat. Wprowadzane pojazdy fabrycznie nowe eksploatowane byłyby natomiast przez cały okres obowiązywania umowy.

W wariantcie 2 – elektrycznym przyjęto – także zgodnie z założeniem ZUK – że w kolejnych umowach z operatorem (operatorami) eksploatowany tabor w 30% stanowiłyby pojazdy zeroemisyjne (9 szt. z liczącej 30 szt. floty pojazdów). Ze względu na ograniczoną dostępność na rynku autobusów zeroemisyjnych o długości około 10-11 m (takich pojazdów nie ma np. w ofercie dominującego polskiego producenta autobusów zeroemisyjnych – firmy Solaris) przyjęto, że autobusy zeroemisyjne będą wyłącznie klasy maxi, a pozostałe pojazdy – z klasycznym napędem Diesla – będą klasy midi i maxi.

Pojazdy zeroemisyjne korzystać będą ze stacji ładowania zainstalowanych przez Miasto na placu przed dworcem kolejowym. Zgodnie ze wskazaniem ZUK założono również, że rozkłady jazdy zostaną dostosowane do potrzeb eksploatacji autobusów zeroemisyjnych w taki sposób, aby nie wystąpiła często spotykana konieczność zwiększania liczby autobusów w ruchu – z uwagi na konieczność korzystania z dłuższych przerw podczas postojów na pętlach dla doładowania baterii.

Operator (operatorzy) ponosiłby natomiast koszty adaptacji wynajętych hal do obsługi codziennej i napraw pojazdów dla potrzeb obsługi autobusów elektrycznych oraz koszty budowy instalacji ładowania nocnego baterii, w tym kabli zasilających i rozdzielni.

W wariantcie 2 – elektrycznym, z uwagi na brak na rynku dostępnych używanych autobusów elektrycznych przyjęto, że pojazdy zeroemisyjne będą zakupione przez operatora jako fabrycznie nowe. Dla pozostałych autobusów założono, podobnie jak dla wariantu 1 – konwencjonalnego – wprowadzenie do ruchu przez operatora autobusów zasilanych olejem napędowym, w jednej trzeciej jako fabrycznie nowych, a w dwóch trzecich – jako używanych, w średnim wieku 5 lat (w tym 6 pojazdów klasy midi), z jedнокrotną wymianą na kolejne autobusy 5-letnie w celu utrzymania średniego wieku pojazdów nieprzekraczającego 8 lat.

W kolejnych okresach zawieranych umów w obydwu wariantach przyjęto zastosowanie analogicznych warunków dla operatorów, jak opisane powyżej.

Autobusy z silnikiem Diesla mają teoretyczny okres eksploatacji (do naprawy głównej) określony na 13 lat, natomiast autobusy zeroemisyjne – jak wynika z doświadczeń przedsiębiorstw komunikacji miejskiej eksploatujących trolejbusy – mają znacznie dłuższy teoretyczny



okres eksploatacji – przyjmuje się że wynosi on co najmniej 15 lat, choć trolejbusy eksploatuje się bez napraw głównych nawet 18 lat lub dłużej.

Przyjęcie okresu eksploatacji 15 lat dla autobusów zeroemisyjnych skutkuje, że po zakończeniu wykonywania 8-letniej umowy przewozowej będą one nadal pojazdami pełnowartościowymi, które mogą być eksploatowane co najmniej przez kolejne 7 lat. W uzgodnieniu z ZUK dla potrzeb analizy przyjęto jednak ich wymianę na nowe – w celu utrzymania wymaganego maksymalnego wieku taboru 8 lat. Autobusy zeroemisyjne wycofane z eksploatacji w tczewskiej komunikacji miejskiej będą mogły być wykorzystane przez operatora do wykonywania zadań w ramach innych umów lub odsprzedane, co odpowiednio odzwierciedlono w obliczeniach.

W nowych uwarunkowaniach formalno-prawnych, jakie tworzy obowiązywanie od 22 lutego 2018 r. ustawy o elektromobilności, organizator tczewskiej komunikacji miejskiej powinien jednak rozważyć celowość zawierania umowy tylko 8-letniej – przede wszystkim z uwagi na konieczność poniesienia przez operatora wysokich nakładów nie tylko na tabor zeroemisyjny, ale i na instalacje zasilające oraz adaptację hali obsługi taboru wykorzystywanych pojazdów zeroemisyjnych. Ustawa o ptz oraz Rozporządzenie (WE) nr 1370/2007 określają okres, na który może być zawarta umowa, na maksymalnie 10 lat. Jeśli jednak operator zapewnia środki trwałe o istotnym znaczeniu, to w celu uniknięcia nadmiernej wysokości stawki amortyzacji, okres ten może być przedłużony o połowę (art. 27 ust. 1 ustawy o ptz oraz art. 4 ust. 4 Rozporządzenia). Nic zatem nie stoi na przeszkodzie w zastosowaniu dłuższego okresu obowiązywania umowy – w celu rozliczenia poniesionych przez operatora nakładów na zakup taboru i budowę instalacji zasilających w dłuższym okresie czasu, nawet zbliżonym do teoretycznego okresu używalności autobusów elektrycznych (15 lat).

W przypadku odnowienia umowy na kolejny okres eksploatacji taboru zeroemisyjnego, założono możliwość dalszego wykorzystania już wybudowanych rozdzielni z siecią zasilającą oraz stacji zasilania wolnego nocnego, bez ponoszenia ponownie nakładów inwestycyjnych.

Przyjęto także, że struktura jednostek taborowych nie ulegnie zmianie, tzn. wycofywane autobusy maxi z napędem Diesla, będą zastępowane autobusami maxi, ale już zeroemisyjnymi.

W wariantcie 2 – elektrycznym, w nakładach na utworzenie niezbędnej infrastruktury zasilającej znalazły się wydatki związane z budową przez Miasto nowej stacji zasilania szybkiego w rejonie dworca kolejowego i wydatki związane z budową przez operatora rozdzielni prądu wraz z jej zasilaniem z zewnętrznej sieci energetycznej oraz stacji zasilania wolnego – w liczbie odpowiadającej nowo nabywanym autobusom zeroemisyjnym (wydatki te operator musi ponieść przed wprowadzeniem do ruchu pierwszej partii autobusów zeroemisyjnych).

Utworzono także scenariusz bazowy, o charakterze wyłącznie porównawczym, w którym założono wykonywanie przewozów w tczewskiej komunikacji miejskiej używanymi autobusami zasilanymi olejem napędowym, przy jednoczesnym ponoszeniu przez operatora niższych nakładów finansowych na odtwarzanie taboru. W scenariuszu tym przyjęto prowadzenie polityki minimalizacji nakładów, przy spełnieniu tylko najważniejszych oczekiwań pasażerów. Założono, że nie będzie wymagany zakup pojazdów fabrycznie nowych, a operator (operatorzy) będzie wprowadzać do ruchu pozyskiwany na rynku wtórnym tabor klasy maxi – 10-14-letni, zaś okres, na który będą zawierane kolejne umowy, wynosił będzie 6 lat. Docelowy ilostan taboru w wariantcie bazowym przyjęto o jedną jednostkę wyższy – jako 32 autobusy, z uwagi na potrzebę utrzymywania wyższej rezerwy wyeksploatowanych, bardziej awaryjnych pojazdów.

Cenę zakupu pojazdu używanego z wyposażeniem i dostosowaniem do potrzeb tczewskiej komunikacji miejskiej przyjęto na poziomie 200 tys. zł – zarówno za autobus klasy midi, jak i maxi – w wieku 10 lat lub starszym oraz 300 tys. zł – w średnim wieku 5 lat. 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 oraz w wariantcie 2 – elektrycznym.

Planowaną w okresie analizy wielkość pracy eksploatacyjnej tczewskiej komunikacji miejskiej przyjęto w określonej przez Miasto wysokości 1,43 mln wozokilometrów, natomiast przychody z biletów – na poziomie prognozy wykonania w 2018 r.

**Tab. 5. Harmonogram wymiany taboru tczewskiej komunikacji miejskiej w latach 2019-2033**

Lp.	Typ taboru – napęd	Rozpatrywany rok														
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
<b>Wariant 1 – konwencjonalny</b>																
<b>1</b>	<b>Autobusy zasilane ON</b>															
1a	Zakup/wycofanie	32/33	30/32	-/-	-/-	-/-	22/22	-/-	-/-	-/-	30/30	-/-	-/-	-/-	22/22	-/-
1b	Stan na koniec roku	32	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
<b>2</b>	<b>Autobusy elektryczne</b>															
2a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
2b	Stan na koniec roku	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>3</b>	<b>Ogółem stan taboru na koniec roku</b>															
3a	Razem stan floty	32	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
3b	– w tym elektryczne [%]	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
3c	Średni wiek taboru [lat]	11,2	12,2	3,7	4,7	5,7	6,7	4,7	5,7	6,7	7,7	3,7	4,7	5,7	6,7	4,7
<b>Wariant 2 – elektryczny</b>																
<b>1</b>	<b>Autobusy zasilane ON</b>															
1a	Zakup/wycofanie	32/33	21/32	-/-	-/-	-/-	16/16	-/-	-/-	-/-	21/21	-/-	-/-	-/-	16/16	-/-
1b	Stan na koniec roku	32	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
<b>2</b>	<b>Autobusy elektryczne</b>															
2a	Zakup/wycofanie	-/-	9/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	9/9	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
2b	Stan na koniec roku	0	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
<b>3</b>	<b>Ogółem stan taboru na koniec roku</b>															
3a	Razem stan floty	32	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
3b	– w tym elektryczne [%]	0,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
3c	Średni wiek taboru [lat]	11,2	12,2	2,7	3,7	4,7	6,7	4,5	5,5	6,5	7,5	2,7	3,7	4,7	5,7	4,5

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ZUK.

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:
  - 0,20 mln zł za używany z silnikiem na olej napędowy – klasy midi i maxi;
- w wariantcie 1 – konwencjonalnym i w wariantcie 2 – elektrycznym:
  - 0,20 mln zł za używany w wieku 10 lat i wyższym z silnikiem na olej napędowy – klasy midi i maxi;
  - 0,30 mln zł za używany w średnim wieku 5 lat z silnikiem na olej napędowy – klasy midi i maxi;
  - 0,84 mln zł za nowy z silnikiem na olej napędowy – klasy midi;
  - 0,98 mln zł za nowy z silnikiem na olej napędowy – 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;
- 0,91 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 operatora 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 tczewskiej komunikacji miejskiej.

Średnia gęstość zaludnienia miasta Tczewa – wg stanu na koniec 2017 r. – wynosiła 2 292 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 pomorskim wynosiła 127 osób/km<sup>2</sup>, w tym w miastach – 1 388 osób/km<sup>2</sup>.

W tabeli 6 przedstawiono wskaźniki krotności – o ile razy większa jest gęstość zaludnienia w obszarze obsługiwanym tczewską 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 tczewską 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. 6. Ekspozycja mieszkańców Tczewa 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 [%]
			miast w Polsce	Polski	wobec miast w Polsce
60,26	2,24	2 692	2,56	21,21	56

Źródło: dane Banku Danych Lokalnych GUS.

Zaprezentowane w tabeli 6 dane wskazują, że gęstość zaludnienia Tczewa jest znacznie wyższa niż przeciętna dla kraju (ponad 20-krotnie) i wyższa niż przeciętna dla miast w kraju (o ok. 56%), a więc liczba mieszkańców narażonych na niską emisję zanieczyszczeń ze środków transportowych jest także w Tczewie proporcjonalnie większa.

Emisja zanieczyszczeń w obszarach o dużej gęstości zaludnienia wpływa więc w większym stopniu na stan zdrowia mieszkańców Tczewa, 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 pospieszne), gdyż w takich warunkach zużycie energii elektrycznej bardzo mocno się zwiększa.

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

- funkcjonowanie na danym obszarze (mieście lub jego rejonie) komunikacji tramwajowej bądź trolejbusowej, umożliwiające wpięcie się z infrastrukturą zasilającą w już istniejący system – korzyścią jest brak konieczności budowy kosztownego przyłącza 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 autobusów 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 autobusów 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 tczewskiej komunikacji miejskiej. Liniami komunikacyjnymi pretendowanymi do obsługi taborem zeroemisyjnym są linie, których trasa przebiega przez centralną część miasta i największe osiedla o gęstej zabudowie mieszkaniowej.

Trasa linii 1 łączy Tczewski Węzeł Integracyjny przy Dworcu PKP w Tczewie z pętlą Czyżykowo, prowadząc ulicami: Pomorską, Gdańską, Jana III Sobieskiego, Wojska Polskiego i pl. Piłsudskiego – mijając od zachodniej strony Stare Miasto, a następnie: 30 Stycznia, Bałdowską, Nowowiejską i Konarskiego. Długość trasy w kierunku Czyżykowa wynosi 3,5 km, natomiast w kierunku powrotnym – 3,6 km. Jest to najszybsze i najkrótsze połączenie Czyżykowa z Dworcem PKP.

Nieznacznie dłuższą trasę pomiędzy tymi samymi pętlami ma linia 8. Jej trasa prowadzi ulicami: Pomorską, Gdańską, Jedności Narodu, Wojska Polskiego i dalej jak trasa linii 1 do pl. Piłsudskiego, a następnie ulicami: 30 Stycznia, Bema, Bałdowską, Nowowiejską i Konarskiego do pętli w Czyżkowie. Długość trasy linii 8 w każdym kierunku wynosi 4,8 km.



Znacznie dłuższe trasy od opisanych wyżej tras linii 1 i 8, mają linie 3 i 4. Trasa linii 3 od Dworca PKP prowadzi ulicami: Pomorską, Gdańską, al. Solidarności i Armii Krajowej przez osiedle Suchostrzygi, a następnie ul. Jagiellońską do ul. Wojska Polskiego i dalej trasą linii 8 do Czyżykowa. Wybrane kursy linii 3 wyznaczono dodatkowo zajazdem do zakładu Huber+Suchner Sp. z o.o., zapewniając dojazdy i powroty do i z pracy. Długość wariantu trasy w kierunku Czyżykowa wynosi 8,2 km, a w kierunku powrotnym – 8,3 km. W przypadku wariantu przez Huber+Suchner Sp. z o.o. jest to odpowiednio 10,9 i 11,0 km.

Z pięciu linii, których trasa została wyznaczona pomiędzy TWI a Czyżykowem, najdłuższą trasę ma linia 4. Dłuższy wariant trasy tej linii prowadzi z Dworca PKP ulicami: Pomorską, Gdańską, Mostową, Kolejową, Łąkową, Czatkowską, Szkolną i Malinowską do przystanków przy zakładzie Flextronics, a następnie przez osiedle Suchostrzygi ulicami: Armii Krajowej, Żwirki i Wigury oraz Suchostrzycką do Jagiellońskiej i dalej trasą linii 3 do Czyżykowa. Krótszy wariant trasy prowadzi bezpośrednio z Dworca PKO do ul. Armii Krajowej ulicami: Pomorską, Gdańską i al. Solidarności, a więc fragmentem trasy linii 3. Długość wariantu trasy przez Flextronics wynosi 11,5 km w kierunku Czyżykowa i 11,6 km w kierunku Dworca PKP, natomiast wariant z wykorzystaniem al. Solidarności jest krótszy nawet od długości trasy linii 3 i wynosi odpowiednio 7,8 i 7,9 km.

Wszystkie wymienione wyżej linie: 1, 3, 4 i 8 funkcjonują z jednakową częstotliwością – co 15 minut w godzinach szczytu (pomiędzy godzinami 6:30 i 16:30 w dni powszednie), co 20 minut w soboty w godzinach od 9 do 15:30 oraz co 30 minut w pozostałych godzinach wymienionych rodzajów dni, a także w niedziele i święta. Linia 1 funkcjonuje w nieco węższym zakresie godzinowym w stosunku do pozostałych linii – ostatnie odjazdy w ciągu dnia odbywają się około godziny 19, a w niedziele pierwsze odjazdy pojawiają się około godziny 6. Powyższa częstotliwość, zwłaszcza w godzinach wczesnoporannych i późnowieczornych, nie jest czysto rytmiczna, gdyż konieczne jest dostosowanie rozkładu jazdy w tych godzinach, w których częstotliwości są mniejsze, do rozkładu jazdy pociągów, które również nie kursują z rytmiczną częstotliwością.

Ostatnią linią na trasie TWI / Dworzec – Czyżykowo jest linia 14, na której przewidziano tylko jeden kurs w dni nauki szkolnej, umożliwiający dojazd do szkół na godzinę 8. Trasa tej linii prowadzi ulicami: Gdańską, Sobieskiego, Grunwaldzką przez osiedle Kolejarskie, Kazimierza Wielkiego do al. Solidarności, a następnie al. Solidarności do os. Witosy, przez które trasa prowadzi ulicami: Norwida, Broniewskiego i Głowackiego do al. 30 Stycznia i dalej tą ulicą, a następnie ulicami: Bema, Bałdowską, Nowowiejską i Konarskiego – do os. Czyżykowo. Długość trasy linii 14 wynosi 7,4 km.

Kolejne cztery linie są liniami okrężnymi – z tylko jedną pętlą przy Tczewskim Węźle Integracyjnym.

Trasa linii 2 prowadzi ulicami: Pomorską, Gdańską, Jana III Sobieskiego i Wojska Polskiego do placu Piłsudskiego, następnie ul. 30 Stycznia do osiedla Witosą, obsługując je ulicami: Głowackiego, Broniewskiego i Norwida z powrotem do 30 Stycznia, następnie przez os. Bajkowe Piotrowo al. Kociewską do osiedla Suchostrzygi oraz ulicami: Suchostrzycką, al. Kociewską, Gdańską i Pomorską – do węzła przy Dworcu PKP. Wybrane kursy prowadzą dodatkowo przez południową przemysłową część miasta – ul. 30 Stycznia i al. Solidarności. Długość trasy w wariantcie podstawowym wynosi 10,2 km, a w wariantcie wydłużonym – 12,0 km.

Trasa linii 12 prowadzi trasą przeciwbieżną do trasy linii 2, a jej długość wynosi odpowiednio 10,7 km w wariantcie podstawowym i 12,4 km w wariantcie wydłużonym.

Trasa linii 7 prowadzi ulicami: Pomorską i Gdańską – w kierunku wschodniej części Starego Miasta, dalej ulicami: 1 Maja, Obrońców Westerplatte, Wyszyńskiego, Sambora, Zamkową, Okrzei, Chopina, Czyżykowską i Konarskiego do pętli Czyżykowo, a następnie – po zawróceniu – ulicami: Konarskiego, Nowowiejską i Bałdowską do pl. Piłsudskiego, skąd dalej ul. Wojska Polskiego, przez os. Kolejarz ulicami: Grunwaldzką i Kazimierza Wielkiego, przez os. Bajkowe Piotrowo al. Kociewską i ul. Rokicką do przystanku Rokicka Cmentarz i znów po zawróceniu – ulicami: Rokicką, al. Kociewską, Jagiellońską, Armii Krajowej, al. Solidarności, Gdańską i Pomorską do węzła integracyjnego przy Dworcu PKP. Część kursów wykonywana jest na trasie dłuższej w stosunku do podstawowej – z zajazdem na przystanek Skarszewska – Gemalto, a część na krótszej – z pominięciem ul. Rokickiej i Cmentarza. W niedziele i święta realizowane są jeszcze kursy na trasie skróconej – tylko na odcinku Dworzec PKP – Czyżykowo. Długość wariantów trasy wynosi: 12,6 km dla podstawowego, 11,4 km – dla wariantu z pominięciem cmentarza, 13,7 km – z zajazdem na ul. Skarszewską oraz 3,7 km – dla kursów niedzielnych wykonywanych tylko na części trasy.

Linia przeciwbieżną do 7 jest 17. Długości wariantów wynoszą odpowiednio: 13,2 km dla podstawowego, 12,0 km – z pominięciem cmentarza, 14,3 km – z zajazdem na ul. Skarszewską i 3,6 km – dla kursów niedzielnych wykonywanych na trasie z Czyżykowa przez Stare Miasto do Dworca.

Na opisanych powyżej czterech liniach kursy wykonywane są z częstotliwością dwukrotnie niższą niż na liniach: 1, 3, 4 i 8. W godzinach szczytu, rozumianego jako dni powszednie od godziny 6:30 do 16:30 w dni powszednie, odjazdy zaplanowano co 30 minut, w soboty w godzinach od 9 do 15:30 – co 40 minut, a w pozostałych godzinach dnia powszedniego

i w soboty oraz w niedziele i święta – częstotliwość zbliżona do godzinnej. Podobnie jak w przypadku linii priorytetowych, rytmiczność obsługi tych linii jest zakłócona koniecznością dostosowania rozkładów jazdy do przyjazdów i odjazdów pociągów.

Ostatnią, niewymienioną do tej pory linią tczewskiej komunikacji miejskiej, jest linia 6. Trasa tej linii prowadzi z Dworca PKP ulicami: Pomorską, Gdańską, Mostową, Kolejową, Łąkową i Czatkowską do pętli Urząd Celny bądź – w wydłużonym wariantcie – do pętli przy Przepompowni. Na linii 6 wykonywanych jest jednak niewiele kursów: 10 kursów z dworca PKP w dni powszednie (z powrotem 11), tylko 1 para kursów w soboty i tylko jeden kurs powrotny (do Dworca PKP) w niedziele. Linia 6 jest jedynie uzupełnieniem kursów linii 4. Długość wariantu trasy do pętli Czatkowska – Urząd Celny wynosi 2,8 km w każdym kierunku, natomiast dłuższego wariantu – 3,8 km do Przepompowni i 3,6 w kierunku Dworca.

W tabeli 8 przedstawiono charakterystykę – przez pryzmat określonych cech – poszczególnych tczewskich linii autobusowych. Kolorem zielonym zacięniowano komórki wskazujące na spełnianie danego kryterium.

Tylko jedna linia spośród połączeń przedstawionych w tabeli 8 charakteryzuje znaczną długość trasy (powyżej 14 km), ale dotyczy to tylko kursu w najdłuższym jej wariantcie. Przeciętna długość trasy poszczególnych linii wynosi od 8 do nieco ponad 12 km.

**Tab. 7. Charakterystyka linii tczewskiej komunikacji miejskiej pod kątem ewentualnej obsługi taborem zeroemisyjnym**

Linia	Długość trasy (od-do) [km]	Kryterium obsługi taborem zeroemisyjnym – obsługa określonych rejonów lub obszarów					Ranking obsługi taborem zeroemisyjnym
		osiedla: Suchostrzygi, Bajkowie Piotrowo	Stare Miasto	osiedle Górki	dworzec kolejowy	osiedla: Za Parkiem, Czyżykowo	
1	3,5-3,6	nie	nie	nie	tak	tak	
2	10,2-12,0	tak	nie	tak	tak	nie	3
3	8,2-11,0	tak	nie	nie	tak	tak	5
4	7,8-11,6	tak	nie	nie	tak	tak	6
6	2,8-3,8	nie	nie	nie	tak	nie	
7	3,7-13,7	tak	tak	nie	tak	tak	1
8	4,8	nie	nie	nie	tak	tak	
12	10,7-12,4	tak	nie	tak	tak	nie	4
14	7,4	nie	nie	tak	tak	tak	
17	3,6-14,3	tak	tak	nie	tak	tak	2

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 9 przedstawiono liczbę pasażerów korzystających z linii tczewskiej komunikacji miejskiej, którą przyjęto na podstawie wyników badań marketingowych przeprowadzonych jesienią 2017 r. Wyróżnieniem w kolorze zielonym (stosując gradację zacieniowania), zaznaczono wartości najwyższe.

**Tab. 8. 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
1	1 884	999	558	6,5	3,9	3,3
2	1 038	468	248	3,1	2,1	1,4
3	5 276	3 298	2 042	4,8	4,1	3,0
4	5 998	3 041	1 853	5,0	3,6	2,6
6	96	8	3	1,5	1,4	0,5
7	1 330	601	399	3,6	2,4	1,8
8	1 856	1 103	875	4,5	3,0	3,2
12	1 037	443	nie kursuje	nie kursuje	2,1	1,4
14	32	nie kursuje	nie kursuje	4,3	nie kursuje	nie kursuje
17	1 469	699	726	3,4	2,5	2,8

Źródło: dane z badań marketingowych zleconych przez ZUK.

W dniu powszednim największa liczba pasażerów skorzystała z linii 4, przy niewiele niższym popycie na usługi linii 3, w sobotę i niedzielę było zaś odwrotnie. Dość wysoki popyt charakteryzował również linie 1 i 8 w dniu powszednim oraz w sobotę, a także linie 8 i 17 w niedzielę. W przeliczeniu na kilometr, najintensywniej wykorzystywane przez pasażerów były pojazdy linii: 1, 4 i 3.

Miasto Tczew wskazało linie 7 i 17 jako przeznaczone do obsługi taborem zeroemisyjnym w pierwszej kolejności – odpowiednio od 2021 r. i od 2023 r. W dalszej kolejności zaproponowano skierowanie taboru zeroemisyjnego do obsługi linii 2 i 12, obsługujących dzielnice domków jednorodzinnych, w których występują duże zanieczyszczenia powietrza, spowodowane stosowaniem paliw stałych w piecach grzewczych i w których hałas silników autobusów zasilanych olejem napędowym jest najdotkliwszy.

Wybór linii do obsługi przez autobusy elektryczne determinuje lokalizację stanowisk do ładowania szybkiego. Miasto przewiduje montaż ładowarek pantografowych na pętli w obrębie Tczewskiego Węzła Integracyjnego przy dworcu kolejowym w Tczewie, z uzupełniającym

doładowywaniem pojazdów w bazie wybranego operatora. Z uwagi na dążenie do minimalizacji czasu ładowania pojazdów, powinny zostać zainstalowane dwa stanowiska o mocy 400 kW każde. W obecnym projekcie przewidywany jest jednak montaż tylko jednej ładowarki o mocy 200 kW.

Pozostałe linie przewidziane do obsługi taborem zeroemisyjnym także mogłyby być ładowane na pętli TWI/Dworzec, lecz wymagałyby instalacji dodatkowej ładowarki z nowym stanowiskiem do postoju autobusu.

W przypadku najbardziej wykorzystywanych przez pasażerów linii 3 i 4 posiadają one krańcówki na osiedlu Czyżykowo, a więc ich elektryfikację można byłoby uzyskać poprzez budowę dodatkowej dwustanowiskowej stacji ładowania na pętli Czyżykowo.

W rankingu obsługi taborem zeroemisyjnym przedstawionym w tabeli 8, liniom 7 i 17 a priori przyznano pozycję pierwszą i drugą, a kolejną liniom 2 i 12 – ze względu na ich wytypowanie przez Miasto w pierwszej kolejności do obsługi autobusami elektrycznymi.

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

- w pierwszej kolejności, zgodnie propozycją Miasta – linie 7 i 17, z podstawową stacją ładowania szybkiego na pętli TWI/Dworzec oraz uzupełniającymi ładowarkami w bazie operatora;
- w drugiej kolejności – linie 2 i 12, z dodatkowym stanowiskiem ładowania szybkiego na pętli TWI/Dworzec;
- w trzeciej kolejności – linie 3 i 4, z dodatkowym stanowiskiem ładowania na pętli Czyżykowo.

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 wyposażony został 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 tczewskiej komunikacji miejskiej wyposażeniu autobusu, bez ogrzewania elektrycznego, dla warunków klimatycznych panujących w Tczewie, zużycie energii wyniesie ok. 1,1 kWh/km.

Bardzo istotnym czynnikiem, wpływającym na zużycie energii w eksploatowanych autobusach elektrycznych, 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 tczewskich warunkach ruchowych i klimatycznych, należy przyjąć maksymalne zużycie energii przez autobus elektryczny z ogrzewaniem elektrycznym na poziomie 1,1+0,7, czyli 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. Dla wyliczenia długości dwóch par kółek przyjęto realizację najdłuższych kursów – ze względu na występującą w praktyce w okresie wielu lat zmienność przebiegu kolejnych kursów danej brygady. 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 autobusów na liniach dwukierunkowych co dwa kółka (a nie po każdej parze kursów), należy przyjąć minimalną pojemność baterii w pojazdach dedykowanych liniom 7 i 12 na poziomie 140 kWh, a linii 17 – nawet 150 kWh – przy przyjęciu ogrzewania elektrycznego oraz 90 kWh – przy ogrzewaniu olejowym.

Obsługę wszystkich linii o krótszych trasach umożliwią baterie o mniejszej pojemności – 80 kWh w przypadku ogrzewania innego niż elektryczne i 130 kWh – przy zastosowaniu ogrzewania elektrycznego. Dla linii: 1 i 8, o najkrótszych trasach, zastosowane mogą być nawet baterie o znacznie mniejszej pojemności – odpowiednio 30 i 50 kWh.

**Tab. 9. Szacunek wymaganej pojemności baterii autobusów elektrycznych w celu obsługi linii tczewskiej komunikacji miejskiej**

Linia	Przyjęta 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	14,4	15,8	25,9	2,6	4,3	23/37	60
2	48,0	52,8	86,4	8,8	14,4	75/122	130
3	48,0	52,8	86,4	8,8	14,4	75/122	130
4	44,0	48,4	79,2	8,1	13,2	69/112	120
5	46,4	51,0	83,5	8,5	13,9	72/118	120
6	15,2	16,7	27,4	2,8	4,6	24/39	60
7	54,8	60,3	98,6	10,1	16,4	85/139	140
8	19,2	21,1	34,6	2,5	5,8	30/49	60
12	49,6	54,6	89,3	9,1	14,9	77/126	130
14	29,6	21,6	53,3	5,4	8,9	46/76	90
17	57,2	62,9	103,0	10,5	17,6	89/146	150

Źródło: opracowanie własne.

Zdecydowanie zalecane jest jednak wprowadzanie autobusów elektrycznych o ujednoliconej pojemności baterii – w celu umożliwienia swobodnego dysponowania pojazdami na poszczególnych liniach. Do obsługi większości linii, poza linią 17, przy ogrzewaniu elektrycznym zimą niezbędne byłyby autobusy z bateriami o pojemności około 140 kWh. Przy ogrzewaniu olejowym autobusów zeroemisyjnych, niezbędna minimalna pojemność baterii dla pojazdów obsługujących większość linii wynosi 90 kWh.

Przeprowadzona analiza rozkładów jazdy wykazała, że dla pary linii 7 i 17 – przy obecnych rozkładach jazdy – konieczne byłoby skierowanie do ruchu jednego dodatkowego pojazdu zeroemisyjnego, aby zapewnić czas postoju wystarczający dla doładowania baterii, przy wspólnej obsłudze linii. Nie występuje natomiast potrzeba angażowania dodatkowego pojazdu do obsługi par linii 2 i 12, gdyż zaplanowany czas postoju około 20-25 minut jest wystarczający. Łączna liczba pojazdów w ruchu do obsługi tych czterech linii wynosiłaby więc 9 sztuk, co stanowi ponad 30% obecnej liczby pojazdów w ruchu i wyczerpywałoby w całości zamiar obsługi 30% zadań przewozowych taboru zeroemisyjnym. Obecna liczba 25 pojazdów w ruchu wzrosłaby do 26, co przy stanie taboru wynoszącym 30 jednostek, zapewniałoby 13%



rezerwę. Dla pojazdów fabrycznie nowych lub o niewielkim stopniu wyeksploatowania, rezerwa taka wydaje się wystarczająca.

Odmierna sytuacja występuje w przypadku skierowania taboru zeroemisyjnego do obsługi linii 3 i 4 – dla każdej z tych linii konieczny byłby jeden dodatkowy pojazd, aby zapewnić możliwość doładowania baterii. Przeznaczenie tych linii do obsługi taborem zeroemisyjnym wymagałoby więc zwiększenia floty nawet do 33 jednostek taborowych (przy zapewnieniu ok. 15% rezerwy).

Identyczna sytuacja występuje w przypadku obsługi taborem zeroemisyjnym linii 1 i 8 – tu także niezbędne byłyby dodatkowe pojazdy w ruchu. Łącznie, obsługa całej sieci tczewskiej komunikacji miejskiej taborem zeroemisyjnym wymagałaby wzrostu liczby pojazdów w ruchu do 30 jednostek, a całej floty – do poziomu ok. 35-36 autobusów (w tym rezerwowe).

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. Taka praktyka – w odniesieniu do autobusów zasilanych olejem napędowym – jest już w Tczewie stosowana.

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

W wariantcie 2 – elektrycznym, w którym zostaną wprowadzone do eksploatacji autobusy elektryczne, niezbędna jest realizacja inwestycji wspomagających – budowy stacji ładowania wolnego – w bazie operatora, 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. Przesławianie pojazdów w okresie postoju nocnego wymagałoby dodatkowej pracy kierowcy w porze nocnej i obarczone jest większym ryzykiem kolizji. Problem doboru odpowiedniego placu i instalacji ładowarek musi być rozwiązany przez przyszłego operatora we własnym zakresie.

Istotnym elementem instalacji do ładowania nocnego jest konieczność dostosowania instalacji doprowadzających energię elektryczną do ładowarek. W wariantcie elektrycznym już w pierwszym okresie użytkowanych będzie dziewięć autobusów zeroemisyjnych, co przy jednoczesnym użytkowaniu wszystkich ładowarek o mocy 60 kW każda, wymaga mocy przyłączeniowej ok. 600 kW.

Przy ładowarkach większej mocy, np. 80 kW, umożliwiającym ładowanie kolejno dwóch pojazdów w ciągu jednej nocy, zapotrzebowanie na moc przyłączeniową będzie odpowiednio niższe (ok. 300 kW). Należy przypuszczać, że niezbędna będzie docelowo budowa nowych przyłączy elektroenergetycznych, budowa rozdzielni i instalacji pomiarowo-sterującej, a być może także nowej trafostacji. Koszt takiej inwestycji dla potrzeb zasilania 9 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 70 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 10. Uwzględniono konieczność wymiany baterii w pojazdach elektrycznych – żywotność baterii określono na 8 lat. W nakładach inwestycyjnych na zakup autobusów zeroemisyjnych uwzględniono autobusy, które będą zakupione przez Gminę Miejską Tczew w ramach zawartego Porozumienia z NCBR.

**Tab. 10. 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 zasilane ON	6,40	14,44	1,96	0,00	0,00	6,60	0,00	0,00	0,00	14,44	0,00	0,00	0,00	6,60	0,00
1.2	Autobusy elektryczne	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.3	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>1.4</b>	<b>Ogółem</b>	<b>6,40</b>	<b>14,44</b>	<b>1,96</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>6,60</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>14,44</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>6,60</b>	<b>0,00</b>
<b>2</b>	<b>Wariant 2 – elektryczny</b>															
2.1	Autobusy zasilane ON	6,40	0,00	9,70	0,00	0,00	4,80	0,00	0,00	0,00	9,70	0,00	0,00	0,00	4,80	0,00
2.2	Autobusy elektryczne	0,00	0,00	19,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,80	0,00	0,00	0,00	0,79	0,00
2.3	Infrastruktura ładowania	0,00	0,00	3,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>2.4</b>	<b>Ogółem</b>	<b>6,40</b>	<b>0,00</b>	<b>32,93</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>4,80</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,52</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>4,80</b>	<b>0,00</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 15-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 do analizy na poziomie prognozowanym dla 2018 r.

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 w analizie finansowej z uwagi na brak danych rzeczywistych zostały zaprognozowane na podstawie wskaźników jednostkowych kosztów osiągniętych dla innych miast podobnej wielkości (zł/km). Wskaźniki eksploatacyjne przyjęte do obliczeń oraz oszacowane koszty dla autobusów z napędem Diesla przedstawiono w tabeli 11.

Wprowadzenie do użytkowania pojazdów elektrycznych spowoduje znaczne zużycie energii. Pomimo to, można ograniczyć koszty jednostkowe z tym związane, poprzez zamawianie energii wspólnie przez Miasto oraz podległe spółki i instytucje. Koszt energii przeznaczonej do ładowania nocnego zależny będzie od taryfy wynegocjowanej przez operatora.

Wzrost kosztów jednostkowych energii może także 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 operatorów średniej wielkości miast – w wysokości 0,45 zł netto.

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.

**Tab. 11. Wskaźniki kosztów eksploatacji taboru przyjęte do analizy**

Kategoria kosztu	Wartość	
	Wskaźnik [zł/km]	Koszt roczny [tys. zł]
Paliwa płynne	1,34	1 920,5
Ogumienie	0,06	86,0
Części zamienne	0,12	172,0
Naprawy i remonty	0,31	444,3
Pozostałe usługi obce	0,14	200,7
Wynagrodzenia z pochodnymi	2,85	4 084,7
Ubezpieczenie	0,14	200,7
Podatki i opłaty	0,03	43,0
<b>Razem koszty eksploatacji</b>	<b>4,99</b>	<b>7 151,8</b>

Źródło: opracowanie własne.

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

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

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.

**Tab. 12. Wskaźniki kosztów eksploatacyjnych przyjęte do analizy**

Kategoria	Jednostka	Podstawa	Wartość
Średnia cena oleju napędowego	zł/dm <sup>3</sup>	szacunek własny	3,50
Cena energii elektrycznej w wariantcie elektrycznym	zł/kWh	szacunek własny	0,45
Koszty eksploatacji autobusów – zużycie materiałów	zł/km	szacunek własny	0,18
Koszty eksploatacji autobusów – naprawy i usługi obce	zł/km	szacunek własny	0,45
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 do 11,5 m / 11,5-12,5 m	dm <sup>3</sup> /100 km	dane producentów	37,0/42,0
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 z innych miast i producentów autobusów.

Analiza korzyści użytkowników koncentruje się na efektach inwestycji z perspektywy dobrobytu społecznego, dlatego wyłączono z niej przychody operatora 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 poziomu liczby pasażerów dla każdego z wariantów.

Analizę przeprowadzono metodą różnicową, polegającą na porównaniu przepływów danego wariantu z przepływami scenariusza bazowego, czyli zakładającego po zakończeniu realizacji obecnych inwestycji kontynuację funkcjonowania transportu publicznego w podobnym jak obecnie kształcie.

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

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

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

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

Zastosowane w analizie finansowej kategorie kosztowe nie zawierają podatku VAT ani innych ukrytych opłat pośrednich, 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 użytkownego 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 13.

**Tab. 13. Emisja zanieczyszczeń przez autobusy elektryczne w Polsce [g/km]**

Substancja zanieczyszczająca atmosferę	Emisja wynikająca z krajowego mixu energetycznego
NMHC/NMVOG	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 Tczewa w stosunku do przeciętnej gęstości zaludnienia w miastach w Polsce, przedstawionego w tabeli 6 – oraz udziału emisji zanieczyszczeń z ciężkich pojazdów drogowych i autobusów w ogólnej emisji zanieczyszczeń transportu drogowego w Polsce<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> <http://www.kobize.pl/pl/fileCategory/id/16/krajowa-inwentaryzacja-emisji>, tabela POL\_2016\_2014\_23052016\_102704\_submitted.

### 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%.

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

### **6.2. Wyniki analizy kosztów i korzyści**

Obliczenia analizy finansowej i społeczno-ekonomicznej dla 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 zewnętrznego jest kosztem, natomiast w przypadku, gdy różnica jest wynikiem ujemnym, dana kategoria efektu zewnętrznego traktowana jest jako korzyść społeczna realizacji wariantu.

W tabeli 14 przedstawiono wskaźniki oceny opłacalności efektywności finansowej porównywanych wariantów konwencjonalnego i elektrycznego w stosunku do scenariusza bazowego.

**Tab. 14. 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	-20 247,2	-39 414,7
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 15 przedstawiono wyniki podsumowania analizy dla wariantów konwencjonalnego oraz elektrycznego w zakresie emisji zanieczyszczeń, a w tabeli 16 – 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 efektywnie ekonomicznie będzie wdrożenie wariantu konwencjonalnego.

**Tab. 15. 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	1 646,6	9,6	2,3	0,2
1.2		tys. zł	333,1	806,9	24,8	211,0
1.3	Cały okres analizy	tona	26 346,2	152,9	37,2	2,5
1.4		tys. zł	5 329,7	12 910,4	396,3	3 375,7
<b>Wariant 1 konwencjonalny – tabor z silnikami Diesla</b>						
2.1	Średniorocznie	tona	1 647,0	5,3	1,3	0,1
2.2		tys. zł	333,4	432,3	13,5	148,0
2.3	Cały okres analizy	tona	26 352,7	85,1	20,5	1,7
2.4		tys. zł	5 334,2	6 916,9	215,2	2 368,5
<b>Wariant 2 elektryczny – tabor zeroemisyjny</b>						
3.1	Średniorocznie	tona	1 493,2	5,3	1,1	0,1
3.2		tys. zł	299,3	428,5	11,0	148,7
3.3	Cały okres analizy	tona	23 892,0	84,4	17,2	1,7
3.4		tys. zł	4 788,1	6 856,8	176,7	2 379,3
<b>Różnica wysokości emisji i jej kosztów – wariant 2 elektryczny versus wariant 1 konwencjonalny</b>						
4.1	Średniorocznie	tona	153,8	0,0	-0,2	0,0
4.2		tys. zł	34,1	3,7	-2,4	0,7
4.3	Cały okres analizy	tona	2 460,7	0,6	-3,3	0,0
4.4		tys. zł	546,14	-60,1	-38,5	10,8
<b>Ograniczenie emisji w wariantie 2 w porównaniu do wariantu 1 [%]</b>						
5.1	Średniorocznie	tona	-9,3	-0,8	-16,1	0,4
5.2		tys. zł	-10,2	-0,9	-17,9	0,5
5.3	Cały okres analizy	tona	-9,3	-0,8	-16,1	0,4
5.4		tys. zł	-10,2	-0,9	-17,9	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. 16. 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>29 280,0</b>	<b>59 860,0</b>
Infrastruktura i pozostałe koszty	tys. zł	0,0	4 060,0
Autobusy z wyposażeniem	tys. zł	29 280,0	55 800,0
Zmiany kosztów eksploatacyjnych	tys. zł/rok	-149,5	-630,1
Zdyskontowane efekty zewnętrzne	tys. zł	6 848,3	8 756,4
Emisja lokalna – wartość zdyskontowana	tys. zł	6 633,9	6 923,2
Emisja CO <sub>2</sub> – wartość zdyskontowana	tys. zł	0,8	329,9
Redukcja hałasu	tys. zł	213,6	1 503,2
<b>Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)</b>	<b>tys. zł</b>	<b>-10 434,7</b>	<b>-24 501,3</b>
Ekonomiczna stopa zwrotu (EIRR)	%	niepoliczalna	niepoliczalna
<b>Wskaźnik przychód/koszty (BCR)</b>	<b>-</b>	<b>0,45</b>	<b>0,39</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 tczewskiej komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych.**

### 6.3. Trwałość finansowa

Meteor Sp. z o.o. jako operator, posiada umowę z organizatorem (Gminą Miejską Tczew), zawartą w dniu 31 grudnia 2014 r. na okres do 30 czerwca 2019 r., czyli na 4,5 roku. W ramach tej umowy operator otrzymuje wynagrodzenie będące iloczynem zrealizowanych wozokilometrów oraz ceny wozokilometra (netto), zgodnie z przedstawioną ofertą w postępowaniu przetargowym. Stawka jednostkowa ceny wozokilometra jest waloryzowana wskaźnikiem cen towarów i usług konsumpcyjnych za rok poprzedni. Przyjęty system wynagradzania Miasto zamierza utrzymać w całym okresie analizy.

Gmina Miejska Tczew nie wykorzystywała dofinansowania ze środków pomocowych Unii Europejskiej w celu zrealizowania zakupu jednostek taborowych. Zadanie zapewnienia pojazdów o odpowiednim standardzie oraz w wymaganej liczbie wypełnia zakontraktowany operator. Taki system finansowania Miasto zamierza utrzymać w całym okresie analizy, także w przypadku realizacji wariantu elektrycznego.

W tabeli 17 przedstawiono wykonanie budżetu Gminy Miejskiej Tczew w latach 2015-2017 oraz projekt na 2018 r. – według stanu przedstawionego w uchwale budżetowej w dniu 10.11.2017 r.

**Tab. 17. Budżet Gminy Miejskiej Tczew w latach 2015-2017 i plan na 2018 r. [mln zł]**

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach			Projekt na 2018 r.
		2015	2016	2017	
<b>1</b>	<b>Dochody</b>	<b>184,57</b>	<b>232,42</b>	<b>251,19</b>	<b>247,75</b>
1a	dochody bieżące	174,71	216,53	236,51	229,26
1aa	– w tym lokalny transport zbiorowy	0,21	0,18	0,23	0,21
1b	dochody majątkowe	9,86	15,89	14,68	16,49
1ba	– w tym lokalny transport zbiorowy	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>2</b>	<b>Wydatki</b>	<b>186,89</b>	<b>212,16</b>	<b>254,62</b>	<b>257,80</b>
2a	wydatki bieżące	165,22	198,27	221,11	225,66
2aa	– w tym lokalny transport zbiorowy	3,56	3,27	3,72	3,79
2b	wydatki majątkowe	21,68	13,88	33,51	32,14
2ba	– w tym lokalny transport zbiorowy	0,00	0,01	0,10	0,16
<b>3</b>	<b>Deficyt/nadwyżka</b>	<b>-2,33</b>	<b>20,26</b>	<b>-3,43</b>	<b>-12,05</b>
4	Deficyt/nadwyżka operacyjna	9,49	18,26	15,40	3,60
5	Finansowanie	9,52	2,30	24,42	12,05
5a	– w tym przychody	14,77	7,30	30,42	18,05
5b	– w tym rozchody	5,25	5,00	6,00	6,00

Źródło: www.bip.tczew.pl, dostęp: 30.11.2018 r.

Gmina Miejska Tczew w latach 2015-2017 osiągała stale dodatni wynik budżetu operacyjnego. Oznacza to, że jest w stanie pokryć rosnące wydatki bieżące, w tym związane z wynagrodzeniem dla operatora.

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 Tczewie, aczkolwiek występująca nadwyżka dochodów nad wydatkami bieżącymi jest niewielka.

Wielkość wydatków budżetowych przeznaczanych na lokalny transport zbiorowy determinowana jest w wielu miastach także wydatkami inwestycyjnymi – na odnowę taboru komunikacji miejskiej wraz niezbędną infrastrukturą. Gmina Miejska Tczew w 2017 r. wydatkowała kwotę jedynie 100 tys. zł na zakup wiat przystankowych, a w 2018 r. zaplanowała do wydatkowania kwotę 163 tys. zł na wymianę wiat przystankowych oraz wykonanie dokumentacji linii kablowej i stacji ładowania autobusu elektrycznego. W ostatnich latach Miasto nie dokonywało inwestycji zakupu jednostek taborowych.

W nowej, wieloletniej umowie z operatorem, Miasto zamierza utrzymać zasadę finansowania zakupu taboru przez operatora wyłonionego w postępowaniu przetargowym. Konieczność poniesienia przez operatora wysokich nakładów na zakup autobusów elektrycznych, dostosowanie obiektów przeznaczonych na zajezdnię do ich obsługi oraz budowę instalacji zasilania wolnego, wpłynie na znaczny wzrost oczekiwanej przez operatora stawki wynagrodzenia, – zwłaszcza, że proponowany okres umowy jest krótszy niż przeciętny okres używalności pojazdów i instalacji zasilających. Zwiększenie stawki jednostkowej za wykonaną pracę eksploatacyjną wpłynie niestety na znaczny wzrost wydatków z budżetu Miasta na lokalny transport zbiorowy. Niewielka obecnie nadwyżka dochodów bieżących nad wydatkami bieżącymi może być niewystarczająca, co oznaczałoby konieczność ograniczania przez Miasto nie tylko innych wydatków bieżących, ale i ograniczenie zdolności do realizacji przez Miasto inwestycji. Miasto powinno więc rozważyć możliwość zakupu taboru elektrycznego wraz z urządzeniami do zasilania wolnego we własnym zakresie – z wykorzystaniem dostępnych źródeł wsparcia finansowego krajowych i europejskich.

Poziom realizowanych średniorocznie wydatków inwestycyjnych Gminy Miejskiej Tczew wskazuje na zdolność do zrealizowania programu odnowy taboru w wariantcie 2 – elektrycznym, zwiększone wydatki na zakup taboru i instalacji zasilających wymagałyby jednak skorzystania ze środków pomocowych – w celu zmniejszenia wysokości udziału własnego w kosztach zakupu autobusów zeroemisyjnych.

W 2017 r. wysokość wynagrodzenia dla operatora (Meteor Sp. z o.o.) osiągnęła kwotę 2 915,6 tys. zł, co przy uwzględnieniu przychodów z biletów w wysokości 4 920,0 tys. zł, odpowiada stawce 5,43 zł za wozokilometr. Dla przedsiębiorstwa komunikacji miejskiej tej wielkości, co oddział Meteor Sp. z o.o. w Tczewie, stawkę tę należy uznać za relatywnie niską.

Stawka wynagrodzenia przyznanego Meteor Sp. z o.o. w 2017 r. wyniosła jedynie 2,02 zł za wozokilometr, co należy uznać za stawkę wyjątkowo niską. Wpływy z biletów osiąmane na poziomie 3,41 zł na zrealizowany wozokilometr można z kolei uznać za znaczące. Stopień finansowania kosztów operatora wpływami z biletów w tczewskiej komunikacji miejskiej przekracza 60% i stanowi udział bardzo rzadko już spotykany w Polsce.

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

Zewnętrzne finansowanie pomocowe opcjonalnie pozyskane przez operatora zmniejszyłoby wysokość należnego wynagrodzenia operatora, co oznaczałoby w rezultacie konieczność poniesienia niższych wydatków bieżących na lokalny transport zbiorowy przez Miasto. Z uwagi jednak na obowiązujące terminy przeprowadzenia postępowania przetargowego oraz konieczność przedstawienia stawki jednostkowej już w złożonej ofercie, pozyskanie takiego finansowania przez operatora wydaje się być mało realne.

#### **6.4. Analiza wrażliwości i ryzyka**

Dla przyjętych założeń wykazano brak korzyści z wykorzystywania autobusów zeroemisyjnych w tczewskiej 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 wykorzystywanego w ramach realizacji kolejnych umów z operatorami. Brak decyzji Miasta o realizacji projektów zakupu taboru, bardzo utrudni lub wręcz uniemożliwi realizację wariantu elektrycznego. Można oczekiwać znaczącego wzrostu oferowanych przez operatorów stawek jednostkowych i konieczności znacznego zwiększenia wydatków bieżących na lokalny transport zbiorowy w budżecie Miasta.

Sytuacja ta może ulec zmianie w przypadku skorzystania przez Miasto ze wsparcia środkami pomocowymi projektów inwestycyjnych zakupu taboru zeroemisyjnego wraz z instalacjami zasilającymi.



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 Miejską Tczew z wielu innych przedsięwzięć inwestycyjnych. Uznaje się więc, że decyzja o wdrożeniu wariantu 2, z zakupem pojazdów zeroemisyjnych, powinna 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 Miasta zrealizowania programu odnowy taboru wskutek braku możliwości lub zbyt niskiego dofinansowania ze środków pomocowych oraz brak możliwości poniesienia przez Gminę Miejską Tczew dostatecznych wydatków bieżących związanych ze zwiększonym wynagrodzeniem dla operatora, wynikającym z wyższych wymagań w stosunku do eksploatowanego taboru w komunikacji miejskiej.

Z punktu widzenia jednostki samorządu terytorialnego, efektywność zastosowania autobusów zeroemisyjnych znacznie by wzrosła, gdyby ceny takich pojazdów były zdecydowanie niższe. W tabeli 18 przedstawiono zmiany efektywności finansowej i ekonomicznej przyjętych do analizy wariantów – przy zmniejszeniu kosztu nabywanego autobusu zeroemisyjnego odpowiednio o 5, 15 i 25%, np. w wyniku otrzymanej dotacji bezzwrotnej.

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 konwencjonalnego, w porównaniu do wariantu elektrycznego, przy spadku ceny o 5 i 15%, natomiast przy spadku ceny o 25%, wyższy jest wskaźnik BCR dla wariantu elektrycznego.

**Wartość progowa ceny autobusu zeroemisyjnego, przy której ekonomiczna bieżąca wartość netto ENPV byłaby wyższa dla wariantu z taborem elektrycznym w porównaniu do wariantu z taborem konwencjonalnym, to dla Tczewa kwota 1 048,1 tys. zł. Jest to wartość aż o ok. 50% 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.**

**Wynik obliczeń zdeterminował wysoki koszt autobusów zeroemisyjnych oraz dodatkowy koszt infrastruktury zasilającej, niewystępujący w wariancie konwencjonalnym.**

**Tab. 18. 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	-36 462,4	-33 438,2	-30 414,0
2	Finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji ( <b>FRR/c</b> )	%	niepoliczalna	niepoliczalna	niepoliczalna
3	Ekonomiczna bieżąca wartość netto ( <b>ENPV</b> )	tys. zł	-21 997,8	-19 433,3	-16 868,7
4	Ekonomiczna wewnętrzna stopa zwrotu ( <b>ERR</b> )	%	niepoliczalna	niepoliczalna	niepoliczalna
5	Różnica <b>ENPV</b> wobec wariantu 1 – konwencjonalnego	tys. zł	-11 563,2	-8 998,6	-6 434,1
6	Wskaźnik przychód/koszty ( <b>BCR</b> )	-	0,41	0,44	0,48

Źródło: opracowanie własne.

Identyfikację podstawowych czynników ryzyka, które mogą mieć wpływ na realizację wariantów, przedstawiono w tabeli 19. 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 znaczne, z uwagi na zaliczanie wpływów z biletów do przychodów operatora, stanowiących część jego wynagrodzenia.

Bardzo wysokim ryzykiem jest przeznaczanie przez Miasto niedostatecznych środków na bieżące funkcjonowanie komunikacji miejskiej. Konieczne jest nabywanie autobusów zeroemisyjnych jako fabrycznie nowych, co wiąże się z wysokimi nakładami finansowymi operatora. Konieczność poniesienia wydatków na zakup takich pojazdów wpłynie na znaczący wzrost oczekiwanego przez operatora jednostkowego wynagrodzenia, a w efekcie konieczność znacznego wzrostu poziomu wydatków bieżących na lokalny transport zbiorowy w budżecie Miasta. Bez zwiększonego zaangażowania finansowego Miasta, odnowę taboru założoną w wariantcie 2 można więc uznać za nierealną. Bardzo wysokim ryzykiem jest także brak lub zbyt niskie zaangażowanie finansowe Gminy Miejskiej Tczew w zakup taboru zeroemisyjnego i instalacji zasilającej.

Wysokim ryzykiem obarczone jest także sprawne przeprowadzenie procesu wyboru operatora z udziałem taboru zeroemisyjnego we flocie pojazdów, z uwagi na stosunkowo krótki czas jakim będzie dysponował operator dla skompletowania floty, dostosowania obiektów obsługi codziennej i remontowej oraz budowy instalacji wolnego ładowania. Ryzyko to może być zmniejszone poprzez przygotowanie takiego placu przez Miasto wraz z wyposażeniem go w ładowarki do ładowania wolnego z instalacją zasilającą.

Wysokim ryzykiem obarczone są terminowe dostawy taboru zeroemisyjnego, wynikające z krótkiego czasu dla operatora na skompletowanie taboru, przy prawdopodobnym jednoczesnym zamówieniem dużej liczby takich pojazdów przez wiele miast oraz przy niewielkiej dotychczas ich podaży na rynku oraz ograniczonych zdolnościach wzrostu produkcji – zarówno komponentów, jak i całych pojazdów. Wysokim ryzykiem obarczona jest także budowa przez operatora instalacji zasilania wolnego na terenie obiektów przyszłej zajezdni, prawdopodobnie na terenie wydzierżawionym. Proces inwestycyjny będzie mógł się rozpocząć dopiero po rozstrzygnięciu postępowania przetargowego i wyborze konkretnego operatora.

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

**Tab. 19. Wynikowa ocena ryzyka w okresie analizy**

Rodzaj ryzyka	Prawdopodobieństwo	Siła oddziaływania	Poziom ryzyka	Strategia przeciwdziałania
<b>Wariant 1 konwencjonalny (silnik Diesla)</b>				
Zmniejszenia wpływów z biletów	C	III	średnie	preferencje dla komunikacji miejskiej, promocja poprawa jakości – określenie w umowie maksymalnego wieku taboru
Niedostateczne środki z budżetu Miasta przeznaczone na finansowanie transportu zbiorowego	D	IV	bardzo wysoki	zawarcie umowy wieloletniej z operatorem wpisanie wydatków do WPF
Opóźnienia we wprowadzaniu do ruchu wymaganego taboru	A	III	niski	wyprzedzające ogłaszanie przetargów na wybór operatora
Wyższe ceny oleju napędowego	B	III	średni	dywersyfikacja napędów autobusów
<b>Wariant 2 elektryczny</b>				
Zmniejszenia wpływów z biletów	C	III	średnie	preferencje dla komunikacji miejskiej, promocja poprawa jakości – określenie w umowie maksymalnego wieku taboru
Niedostateczne środki z budżetu Miasta przeznaczone na finansowanie transportu zbiorowego	D	IV	bardzo wysoki	zawarcie umowy wieloletniej z operatorem wpisanie wydatków do WPF
Brak lub zbyt niskie zaangażowanie finansowe Miasta w zakup taboru zeroemisyjnego i instalacji zasilającej	D	III	bardzo wysoki	udział Miasta w projektach i konkursach pozwalających na dofinansowanie zakupów
Zbyt długi proces wyboru operatora, brak złożonych ofert	C	IV	wysoki	niezwłoczne ogłoszenie przetargu zakup taboru zeroemisyjnego przez Miasto
Opóźnienie dostaw taboru	C	IV	wysoki	niezwłoczne ogłoszenie przetargu
Opóźnienie budowy instalacji do ładowania wolnego	D	IV	bardzo wysoki	niezwłoczne ogłoszenie przetargu przygotowanie placu z instalacją ładowania wolnego przez Miasto
Opóźnienie w dostosowaniu obiektu zajezdni operatora do obsługi autobusów elektrycznych	C	III	średni	niezwłoczne ogłoszenie przetargu

Rodzaj ryzyka	Prawdopodobieństwo	Siła oddziaływania	Poziom ryzyka	Strategia przeciwdziałania
Wyższe ceny taboru	C	II	średni	niezwłoczne ogłoszenie przetargu ograniczenie kompletacji, opóźnienie wymiany taboru
Wyższe koszty infrastruktury	B	II	niski	-
Wyższe ceny energii elektrycznej	B	IV	średni	wspólne kontraktowanie dostaw energii 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 „Wytocznych 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 20.

**Tab. 20. Wysokość luki w finansowaniu dla poszczególnych wariantów**

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant	
		1	2
		konwencjonalny	elektryczny
Suma zdyskontowanych nakładów inwestycyjnych <b>DIC</b>	tys. zł	38 287,0	46 931,5
Razem zdyskontowane dochody i wartość rezydualna ( <b>DNR</b> )	tys. zł	1 813,6	5 610,0
Wskaźnik luki w finansowaniu ( <b>R</b> )	%	95,26	87,61
Całkowite nakłady inwestycyjne	tys. zł	48 480,0	58 326,4
Koszty kwalifikowane skorygowane	tys. zł	46 183,6	51 354,2
Wysokość maksymalnej dotacji przy stopie współfinansowania 85%	tys. zł	39 256,1	43 651,1
Udział własny (dla 85%)	tys. zł	9 223,9	14 675,3

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 o 59% wyższa (o 5,4 mln zł). Kwota taka jest jednak możliwa do poniesienia przez Gminę Miejską Tczew.

## 7. Podsumowanie

Gmina Miejska Tczew przekracza próg 50 000 mieszkańców, jest zatem jako jednostka samorządu terytorialnego zobligowana do opracowania analizy kosztów i korzyści, o której mowa w art. 37 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych.

Linie tczewskiej komunikacji miejskiej obsługują jedynie obszar miasta – liczba obsługiwanej ludności wynosi więc 60 tys. osób. Eksploatowane są wyłącznie autobusy zasilane olejem napędowym.

Jedynym operatorem tczewskiej komunikacji miejskiej jest obecnie Meteor Sp. z o.o. – operator wyłoniony w wyniku rozstrzygniętego przetargu nieograniczonego.

W 2018 r. w tczewskiej komunikacji miejskiej przewidziano wykonanie 1,43 mln wozokilometrów przy wykorzystaniu średnio 25 pojazdów w ruchu. Do obsługi linii w Tczewie operator na koniec listopada 2018 r. dysponował flotą 33 pojazdów ogółem. Autobusy eksploatowane przez Meteor Sp. z o.o., według stanu na 30 listopada 2018 r., wykorzystywały jedynie silniki na olej napędowy.

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 wprowadzanie taboru z bateryjnym zasilaniem elektrycznym począwszy od 2021 r., 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 – linie 7 i 17, z podstawową stacją ładowania szybkiego na pętli TWI/Dworzec oraz uzupełniającymi ładowarkami w bazie operatora;
- w drugiej kolejności – linie 2 i 12, z dodatkowym stanowiskiem ładowania szybkiego na pętli TWI/Dworzec;
- w trzeciej kolejności – linie 3 i 4, z dodatkowym stanowiskiem ładowania na pętli Czyżkowo.

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 Tczewa, 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 Tczewa wartość progowa ceny standardowego autobusu zeroemisyjnego klasy maxi, przy której ekonomiczna bieżąca wartość netto ENPV byłaby wyższa dla wariantu z taborem elektrycznym, wynosi 1 048,1 tys. zł (o 50,1% mniej od przyjętej do analizy).

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, Gmina



Miejska Tczew nie ma obowiązku stawiania wobec operatora wymogu określonego udziału autobusów zeroemisyjnych w użytkowanej w komunikacji miejskiej flocie pojazdów.

Miasto może w kolejnych przetargach wymagać od operatora eksploataowania autobusów z klasycznym napędem Diesla oraz autobusów elektrycznych – w dowolnej proporcji, w zależności od możliwości finansowych budżetu. W szczególności Miasto może wprowadzić do użytkowania autobusy zeroemisyjne nabyte w ramach zawartego Porozumienia z NCBR. Wprowadzenie wymogu eksploataowania przez operatora autobusów zeroemisyjnych skutkować będzie znacznie wyższą oczekiwaną stawką za wykonaną pracę eksploatacyjną. Miasto będzie ponadto dążyć do pozyskania dofinansowania do zakupu pojazdów zeroemisyjnych 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 tczewskiej komunikacji miejskiej. Analiza kosztów i korzyści nie podlega więc obowiązkowi przeprowadzenia strategicznej oceny oddziaływania na środowisko.