

Analiza kosztów i korzyści związanych 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 dla Gminy Miasta Tczew

Gdynia – Tczew, wrzesień 2021 r. – marzec 2022 r.



ANALIZA KOSZTÓW I KORZYŚCI

ZWIĄZANYCH Z WYKORZYSTANIEM

PRZY ŚWIADCZENIU USŁUG KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ

AUTOBUSÓW ZEROEMISYJNYCH

DLA GMINY MIEJSKIEJ TCZEW

Spis treści

1. Wstęp	3
2. Zakres i podstawy prawne opracowania oraz zastosowane definicje i określenia	7
2.1. Struktura analizy i dokumenty źródłowe.....	7
2.2. Definicje i określenia	8
3. Podstawy opracowania analizy kosztów i korzyści	12
4. Charakterystyka Tczewa i tczewskiej komunikacji miejskiej.....	19
5. Tabor tczewskiej komunikacji miejskiej	29
5.1. Aktualny stan taboru.....	29
5.2. Planowane zamierzenia inwestycyjne.....	31
6. Identyfikacja wariantów.....	33
6.1. Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych Tczewa.....	33
6.2. Wybór rodzaju napędu	43
6.3. Rozwiązania sposobów ładowania autobusów zeroemisyjnych	48
6.4. Proponowane warianty.....	57
6.5. Wybór linii do obsługi taboru zeroemisyjnym	64
6.6. Planowane nakłady inwestycyjne	75
7. Analiza kosztów i korzyści	79
7.1. Przyjęte założenia analizy kosztów i korzyści	79
7.2. Wyniki analizy kosztów i korzyści	86
7.3. Trwałość finansowa	89
7.4. Analiza wrażliwości i ryzyka	93
7.5. Określenie luki w finansowaniu	97
8. Podsumowanie	99
Załącznik nr 1 Model finansowy	103
Załącznik nr 2 Uzasadnienie	104

1. Wstęp

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

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

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

należy poszukiwać odpowiedzi na pytanie, jak efektywnie zarządzać miejską siecią transportową.

Podstawą prawną rozwoju elektromobilności w krajach Unii Europejskiej jest dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych (Dz. Urz. UE z dn. 28.10.2014 r., L 307/1). Na grunt krajowy transponuje tę dyrektywę ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 110 ze 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 jego dużą popularność wśród użytkowników samochodów osobowych i dostawczych. W zakresie pozostałych paliw alternatywnych niski popyt stanowi istotną barierę w rozwoju działalności polegającej na ich dystrybucji.

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

Przywołana ustawa w art. 36 stanowi, że jednostka samorządu terytorialnego, której liczba mieszkańców przekracza 50 000 osób, świadczy usługę lub zleca świadczenie usług komunikacji miejskiej, w rozumieniu ustawy o ptz podmiotom, tak by zapewnić udział autobusów zeroemisyjnych lub autobusów napędzanych biometanem we flocie użytkowanych pojazdów na obszarze tej jednostki w wysokości łącznie 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 jednostkę samorządu terytorialnego przekraczającą ten sam próg liczby mieszkańców 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. Analizy takiej, na mocy ust. 1a nie muszą sporządzać te jednostki samorządu terytorialnego, które osiągnęły udział autobusów zeroemisyjnych we flocie pojazdów na poziomie wyższym niż wymagany dla kolejnego okresu, dla którego powinna być sporządzona analiza. W 2021 r. poziom ten musiałby wynosić 20%.

Gmina Miejska Tczew jest jednostką samorządu terytorialnego, której liczba mieszkańców – według danych GUS – w latach 2015-2020 wynosiła ponad 59 tys. i tym samym przekraczała przywołany próg liczby mieszkańców 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 kosztów i korzyści wykonano w marcu 2019 r. Wynik tej analizy nie wykazał przewagi korzyści nad kosztami z tytułu wprowadzenia do eksploatacji autobusów zeroemisyjnych, Gmina Miejska Tczew zwolniona więc została z obowiązku osiągnięcia wymaganego udziału autobusów zeroemisyjnych w okresie do 3 lat od daty jej sporządzenia, czyli do marca 2022 r. Gmina Miejska Tczew nie musiała więc zapewnić od 1 kwietnia 2019 r. minimum 5% udziału autobusów zeroemisyjnych w użytkowanej w komunikacji miejskiej flocie pojazdów. Kolejna analiza powinna zostać wykonana przed upływem 36 miesięcy od opracowania pierwszego takiego dokumentu. Przedmiotową analizę stanowi treść niniejszego opracowania.

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

2.1. 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: konwencjonalny oraz dwa warianty zeroemisyjne wymiany taboru na autobusy elektryczne, których silniki zasilane są z baterii;
- 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 (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 110 ze zm.);
 - ustawę z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji (Dz. U. z 2020 r. poz. 1077 ze zm.);
 - ustawę z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (t.j. Dz. U. 2021 r. poz. 1371);
 - 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, zmienione rozporządzeniem wykonawczym Komisji (UE) 2018/277 z dnia 23.02.2018 r., L 54, rozporządzeniem wykonawczym Komisji (UE) 2019/256 z dnia 13.02.2019 r., L 43 oraz rozporządzeniem wykonawczym (UE) 2021/436 z dnia 3.03.2021 r., L 85);

- opracowania dotyczące sposobu wykonania analiz kosztów i korzyści, którymi są:
 - „Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach” Nowa edycja, Jaspers, sierpień 2015 r. (www.pois.gov.pl/strony/o-programie/dokumenty/niebieskie-ksiegi-dla-projektow-w-sektorze-transportu-publicznego-infrastruktury-drogowej-oraz-kolejowej/, dostęp: 30.11.2021 r.);
 - „Analiza kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej. Vademecum Beneficjenta”, opracowanie CUPT Warszawa, 2016 r. (www.cupt.gov.pl/wdrazanie-projektow/analiza-kosztow-i-korzysci/metodyka-analizy-kosztow-i-korzysci/vademecum-beneficjenta, dostęp: 30.11.2021 r.);
 - „Przewodnik po analizie kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych. Narzędzie analizy ekonomicznej polityki spójności 2014-2020”, opracowanie Komisja Europejska, grudzień 2014 r. (www.funduszeuropejskie.gov.pl/media/5594/Przewodnik_AKK_14_20.pdf, dostęp: 30.11.2021 r.);
 - „Najlepsze praktyki w analizach kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków unijnych”, opracowanie CUPT, grudzień 2014 r. (www.cupt.gov.pl/wdrazanie-projektow/analiza-kosztow-i-korzysci/metodyka-analizy-kosztow-i-korzysci/podreczniki-akk/zakladki, dostęp: 30.11.2021 r.);
 - „Wytyczne w zakresie zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód i projektów hybrydowych na lata 2014-2020” (<https://www.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: 30.11.2021 r.);
 - „Zasady opracowania wymaganej ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych analizy korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Praktyczny przewodnik dla samorządów”, IGKM Warszawa, 2018 r.

Weryfikacja wszystkich przywołanych w dokumencie odnośników internetowych miała miejsce w dniu 30 listopada 2021 r.

2.2. 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 albo trolejbus w rozumieniu art. 2 pkt 83 ustawy Prawo o ruchu drogowym, wykorzystujący

do napędu energią 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;

- **CUPT** – Centrum Unijnych Projektów Transportowych, pl. Europejski 2, 00-844 Warszawa;
- **infrastruktura ładowania drogowego transportu publicznego** – punkty ładowania baterii lub tankowania wodoru wraz z niezbędną dla ich funkcjonowania infrastrukturą towarzyszącą, przeznaczone do ładowania lub tankowania, w szczególności autobusów zeroemisyjnych, wykorzystywanych w transporcie publicznym;
- **komunikacja miejska** – sieć wszystkich linii komunikacyjnych o charakterze użyteczności publicznej zorganizowanych przez Miasto na obszarze jego właściwości – Miasta i gmin, które z Miastem zawarły porozumienia międzygminne;
- **linia komunikacyjna** – połączenie komunikacyjne na sieci dróg publicznych, albo liniach kolejowych, innych szynowych, linowych, linowo-terenowych, albo akwenach morskich lub wodach śródlądowych – wraz z oznaczonymi miejscami do wsiadania i wysiadania pasażerów na liniach komunikacyjnych, po których odbywa się publiczny transport zbiorowy;
- **Miasto** – Gmina Miejska Tczew;
- **NFOŚiGW** – Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, ul. Konstruktorska 3a, 02-673 Warszawa;
- **organizator** – organizator publicznego transportu zbiorowego, właściwa jednostka samorządu terytorialnego albo minister właściwy do spraw transportu, zapewniający funkcjonowanie publicznego transportu zbiorowego na danym obszarze;
- **operator** – operator publicznego transportu zbiorowego, samorządowy zakład budżetowy oraz przedsiębiorca uprawniony do prowadzenia działalności gospodarczej w zakresie przewozu osób, który zawarł z organizatorem publicznego transportu zbiorowego umowę o świadczenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego na linii komunikacyjnej określonej w umowie;
- **paliwa alternatywne** – paliwa lub energia wykorzystywane do napędu silników pojazdów samochodowych lub jednostek pływających stanowiące substytut dla paliw pochodzących z ropy naftowej lub otrzymywanych w procesach jej przetwórstwa, w szczególności energia elektryczna, wodór, biopaliwa ciekłe, paliwa syntetyczne i parafinowe, sprężony gaz ziemny (CNG), w tym pochodzący z biometanu, skroplony gaz ziemny (LNG), w tym pochodzący z biometanu lub gaz płynny (LPG);

- **PA GRYF** – Przewozy Autobusowe GRYF spółka z ograniczoną odpowiedzialnością spółka komandytowa z siedzibą przy ul. Armii Krajowej 1D, 83-330 Żukowo, Oddział w Tczewie;
- **pojazd elektryczny** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu wyłącznie energię elektryczną akumulowaną przez podłączenie do zewnętrznego źródła zasilania, w opracowaniu nazywany także autobusem elektrycznym;
- **pojazd hybrydowy** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, o napędzie spalinowo-elektrycznym, w którym energia elektryczna jest akumulowana przez podłączenie do zewnętrznego źródła zasilania;
- **pojazd napędzany gazem ziemnym** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu sprężony gaz ziemny (CNG) lub skroplony gaz ziemny (LNG), w tym pochodzący z biometanu;
- **pojazd napędzany wodorem** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w nim ogniach paliwowych, w opracowaniu w odniesieniu do autobusu nazywany także autobusem elektrycznym z wodorowymi ogniwami paliwowymi lub autobusem elektrycznym zasilanym z ogni paliwowych;
- **praktyczny przewodnik** – publikacja pt. „Zasady opracowywania wymaganej ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Praktyczny przewodnik dla samorządów”, wydana przez Izbę Gospodarczą Komunikacji Miejskiej w Warszawie, czerwiec 2018 r.;
- **punkt ładowania** – urządzenie umożliwiające ładowanie pojedynczego pojazdu elektrycznego, pojazdu hybrydowego i autobusu zeroemisyjnego oraz miejsce, w którym wymienia się lub ładuje akumulator służący do napędu tego pojazdu; punkt ładowania może być małej mocy (do 22 kW) lub dużej mocy (większej niż 22 kW);
- **punkt tankowania CNG** – zespół urządzeń służących do zaopatrywania pojazdów samochodowych w sprężony gaz ziemny (CNG), w tym pochodzący z biometanu, w celu napędu silników tych pojazdów;
- **punkt tankowania wodoru** – zespół urządzeń służących do zaopatrywania pojazdów samochodowych w wodór;
- **publiczny transport zbiorowy** – powszechnie dostępny regularny przewóz osób wykonywany w określonych odstępach czasu i po określonej linii komunikacyjnej, liniach komunikacyjnych lub sieci komunikacyjnej;

- **Rozporządzenie 1370/2007** – Rozporządzenie (WE) nr 1370/2007 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. dotyczące usług publicznych w zakresie kolejowego i drogowego transportu pasażerskiego oraz uchylające rozporządzenia Rady (EWG) nr 1191/69 i (EWG) nr 1107/70 (Dz. Urz. UE, L. 315/1 z dnia 3.12.2007 r.), zmienione Sprostowaniem z dnia 3 grudnia 2007 r. (Dz. Urz. UE, L. 240/65 z dnia 16.09.2015 r.) oraz Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/2338 z dnia 14 grudnia 2016 r. (Dz. Urz. UE, L. 354/22 z dnia 23.12.2016 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;
- **umowa wykonawcza** – umowa o świadczenie usług w ramach publicznego transportu zbiorowego w komunikacji autobusowej na terenie gminy miasto Tczew oraz gmin, z którymi zawarto porozumienia w sprawie organizacji publicznego transportu zbiorowego, zawarta w dniu 14 czerwca 2019 r. pomiędzy Miastem jako organizatorem a PA GRYF, jako operatorem;
- **ustawa o elektromobilności** – ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 110 ze zm.);
- **ustawa o ptz** – ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 1371);
- **ZUK** – Zakład Usług Komunalnych w Tczewie, ul. Czatkowska 2e, 83-110 Tczew, wykonujący zadania organizatora publicznego transportu zbiorowego na obszarze właściwości Gminy Miejskiej Tczew.

3. Podstawy opracowania analizy kosztów i korzyści

Jak już to zasygnalizowano we wstępie, ustawa o elektromobilności w art. 36 stanowi, że jednostka samorządu terytorialnego, której liczba mieszkańców przekracza 50 000 osób, świadczy usługę lub zleca świadczenie usługi komunikacji miejskiej, w rozumieniu ustawy o ptz podmiotom, które łącznie zapewnią udział autobusów zeroemisyjnych lub napędzanych biometanem we flocie użytkowanych pojazdów na obszarze tej jednostki w wysokości co najmniej 30%. Przepis ten, na mocy art. 86 pkt 4 przywołanej ustawy, 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 lub autobusów napędzanych biometanem 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 lub autobusów napędzanych biometanem 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 udziały mogą być kumulowane u jednego operatora lub u wybranych operatorów. Aby spełnić limity określone w art. 68, do dnia 31 grudnia 2027 r. wystarczy więc, gdy tylko jeden, wybrany operator, będzie posiadać i eksploatować tabor zeroemisyjny w liczbie wymaganej dla danej daty dla całej floty. W przypadku tczewskiej komunikacji miejskiej jedynym operatorem jest obecnie PA GRYF i w przyszłych kontraktach zakłada się również wybór tylko jednego operatora do obsługi całej sieci komunikacyjnej, dlatego możliwość ta nie ma w przypadku Tczewa znaczenia, ale potencjalnie może być wykorzystana w dalszej przyszłości.

Przedstawione zobowiązania są bardzo rygorystyczne, zwłaszcza że autobusem zeroemisyjnym może być wyłącznie autobus o napędzie elektrycznym lub trolejbus (bez jakiegokolwiek emisji z napędu gazów cieplarnianych) albo z wytwarzaniem energii elektrycznej w ogniwach paliwowych. Nie spełnia kryteriów zeroemisyjności autobus hybrydowy, jeżeli do jego

napędu wykorzystywany jest w jakimkolwiek zakresie silnik emitujący gazy cieplarniane, np. silnik Diesla. Do limitu wlicza się również autobusy zasilane biometanem.

Gmina Miejska Tczew przekracza wynikający z przywołanych wcześniej przepisów próg 50 000 mieszkańców. Należy podkreślić, że określony w ustawie o elektromobilności próg dotyczy obszaru danej gminy świadczącej lub zlecającej świadczenie usług komunikacji miejskiej, a nie całego obszaru nią obsługiwanego lub każdej z pozostałych gmin obsługiwanych na podstawie zawartych porozumień. Z drugiej strony, jeśli liczba mieszkańców miasta-organizatora przewozów przekracza 50 000, 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 liczby mieszkańców, jednostka samorządu terytorialnego może uniknąć obowiązku uzyskania określonego udziału taboru zeroemisyjnego we flocie pojazdów własnych operatorów lub zlecenia świadczenia przewozów w komunikacji miejskiej podmiotowi zapewniającemu ten udział we flocie wykonującej przewozy w sytuacji, gdy sporządzona przez nią analiza kosztów i korzyści wykaże brak korzyści użytkowania autobusów zeroemisyjnych (art. 37 ust. 5 ustawy o elektromobilności).

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

Załącznik do wskazanej ustawy zawiera wykaz gazów cieplarnianych i innych substancji wprowadzanych do powietrza, objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych. W wykazie tym na pozycji nr 1 znajduje się dwutlenek węgla (ditlenek węgla – CO₂), a na pozycjach: 64, 65 i 66 – odpowiednio tlenek węgla oraz tlenki azotu i siarki. Zapis zawarty w ustawie o elektromobilności oznacza więc, że w analizie kosztów i korzyści uwzględnia się pojazdy, których silniki nie są zasilane paliwami, których spalanie jest źródłem emisji takich substancji.

Opisane kryterium spełniają pojazdy zasilane energią elektryczną, w tym wytwarzaną w ogniwach paliwowych zasilanych czystym wodorem (H_2) – 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 wymagana przepisami ustawy o elektromobilności różni się wymaganym zakresem i metodologią sporządzania od analogicznych analiz wykonywanych na potrzeby dokumentacji aplikacyjnych o dofinansowanie inwestycji ze wsparciem ze środków zewnętrznych.

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

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

Wymagana aktualizacja planu transportowego dotyczy:

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

Przepisy art. 12 ust. 2b ustawy o ptz wprowadzają dodatkowy obowiązek skonsultowania projektu planu z operatorem systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego i operatorem

systemu dystrybucyjnego gazowego – jeżeli wyniki analizy wskazują na zasadność wykorzystania w publicznym transporcie zbiorowym odpowiednio autobusów zeroemisyjnych lub napędzanych gazem ziemnym.

Ustawa o elektromobilności nie określiła zasad sporządzania analizy i nie upoważniła także żadnego z ministrów do wydania rozporządzenia określającego sposób jej opracowywania. Do końca I półrocza 2021 r. żadne z ministerstw lub jednostek organizacyjnych ministerstw, nie wydało również dokumentu o charakterze podręcznika, wytycznych lub zasad do sporządzania takiej analizy. Poradnik taki – praktyczny przewodnik dla samorządów – wydała natomiast Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej w Warszawie¹. Niniejsza analiza jest zgodna z wymogami przedstawionymi w tym przewodniku.

Analiza kosztów i korzyści jest obligatoryjnym elementem dokumentacji aplikacyjnej dużych projektów, w tym transportowych, ubiegających się o dofinansowanie środkami 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 2.1 niniejszego opracowania. Zasady przeprowadzania analizy kosztów i korzyści dla planowanych projektów inwestycyjnych w sektorze transportu publicznego w Polsce określa także „Niebieska Księga...”, opracowana przez Inicjatywę Jaspers i również wymieniona w rozdziale 2.1 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;

¹ „Zasady opracowania wymaganej ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych analizy korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Praktyczny przewodnik dla samorządów”. IGKM Warszawa, 2018 r.

- 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 tczewskiej komunikacji miejskiej.

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

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

Następną częścią analizy – po identyfikacji wariantów – jest analiza finansowa, którą prowadzi się według ściśle określonych zasad – w przypadku inwestycyjnych projektów unijnych nieznacznie odbiegających od klasycznej analizy finansowej przedsięwzięć inwestycyjnych. Analiza finansowa służy sprawdzeniu efektywności finansowej projektu (wskaźniki FRR/c^2 , $FNPV/c^3$) oraz – w przypadku projektów unijnych – także określeniu efektywności finansowej dla wkładów krajowych i wysokości luki w finansowaniu.

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

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

² FRR/c – finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji.

³ $FNPV/c$ – finansowa zaktualizowana wartość netto.

Metoda ilościowa pozwala na wyznaczenie wartości wskaźników ekonomicznej efektywności inwestycji, takich jak: ERR⁴, ENPV⁵ i BCR⁶. Metoda ilościowa przeprowadzona na zasadzie różnicowej jest zalecana w Praktycznym przewodniku.

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

W przypadku projektów z dofinansowaniem unijnym niezaliczanych do projektów dużych, tj. o całkowitym koszcie kwalifikowalnym przekraczającym 50 mln euro, „Wytyczne w zakresie zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód i projektów hybrydowych na lata 2014-2020” zalecają w podrozdziale 9.2., aby analiza ekonomiczna dla projektów niezaliczanych do dużych, została przeprowadzona w sposób uproszczony i opierała się na oszacowaniu ilościowych i jakościowych skutków realizacji projektu. Zaleca się, 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.

⁴ ERR – ekonomiczna wewnętrzna stopa zwrotu.

⁵ ENPV – ekonomiczna wartość bieżąca projektu.

⁶ BCR – stosunek sumy zdyskontowanych korzyści projektu do zdyskontowanych kosztów.

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.

4. Charakterystyka Tczewa i tczewskiej komunikacji miejskiej

Miasto Tczew położone jest na obszarze mezoregionu Pojezierze Starogardzkie, przy granicy z mezoregionem Żuławy Wiślane, we wschodniej części województwa pomorskiego – w odległości ok. 40 km od centrum Gdańska. Całość obszaru miasta (z wyjątkiem mostu kolejowo-drogowego na Wiśle, do przyczółków położonych na prawym brzegu) zlokalizowana jest na lewym brzegu Wisły – stanowiącej wschodnią granicę miasta i powiatu tczewskiego.

Tczew jest siedzibą władz miejskich, gminy wiejskiej Tczew oraz powiatu tczewskiego. Miasto z trzech stron otacza gmina wiejska Tczew, natomiast od wschodu, poprzez granicę na Wiśle miasto graniczy z gminą Lichnowy i w niewielkim zakresie z gminą Miłoradz.

Na terenie miasta Tczewa nie występują obszary ochrony przyrody i obszary Natura 2000, znajdują się jedynie pojedyncze drzewa będące pomnikami przyrody. Od północy Miasto graniczy z Obszarem Chronionego Krajobrazu Żuław Gdańskich, a od wschodu z Obszarem Chronionym Doliny Dolnej Wisły.

Tczew jest czwartym co do wielkości miastem województwa i jego ośrodkiem regionalnym, w którym koncentrują się funkcje ponadpowiatowe dla otaczającego go obszaru, obejmujące także powiat malborski.

Miasto nie ma podziału administracyjnego, występuje natomiast kilkanaście zwyczajowo wyodrębnianych osiedli.

Tczew stanowi węzeł kolejowy. Przez miasto prowadzi zelektryfikowana, magistralna, dwutorowa linia kolejowa nr 9, łącząca Gdańsk z Warszawą. Na stacji Tczew łączy się ona z także dwutorową i zelektryfikowaną linią nr 131 prowadzącą z kierunku Bydgoszczy i Śląska (Magistrala Węglowa) oraz z dwutorową w rejonie Tczewa linią nr 203 z kierunku Chojnic i Gorzowa Wielkopolskiego. Po zachodnich obrzeżach miasta poprowadzona została zelektryfikowana, dwutorowa kolejowa obwodnica Tczewa (linia nr 729), umożliwiająca przejazd z linii nr 131 na linię nr 9 w kierunku Gdańska z pominięciem stacji Tczew i przejazdu przez miasto. Na północ od Tczewa, przy połączeniu obwodnicy z linią nr 9 znajduje się duża stacja Zajazdkowo Tczewskie, przeznaczona do obsługi pociągów towarowych. Teren miasta jest więc poprzedzielany wieloma liniami kolejowymi na oddzielne obszary z ograniczonymi możliwościami przejazdu i przejścia pieszego pomiędzy nimi. W szczególności, obszar zwartej zabudowy dzieli południkowo linia kolejowa nr 131.

Przez miasto przebiega także południkowo droga krajowa nr 91, stanowiąc barierę pomiędzy obszarami położonymi na wschód i zachód od niej.

W granicach Tczewa nie ma aktualnie czynnej drogowej przeprawy mostowej przez Wisłę, a jedynie most kolejowy w ciągu linii nr 9. Równoległy do niego most zabytkowy 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 mostu kolejowego.

Po zachodniej stronie Tczewa, w odległości ok. 8 km od centrum miasta, przebiega autostrada A1. Na jej przecięciu z drogą wojewódzką nr 224, łączącą Tczew ze Skarszewami, znajduje się węzeł Stanisławie.

Drogi krajowa i wojewódzka poprowadzone zostały ważnymi ulicami miasta i pełnią istotną rolę w funkcjonowaniu systemu komunikacyjnego miasta.

Zagospodarowanie Tczewa jest bardzo zróżnicowane. Obszar silnie zurbanizowany zajmuje ponad połowę powierzchni miasta.

Historyczna część miasta zlokalizowana jest w pobliżu rzeki Wisły. Od pozostałej zabudowy miejskiej oddzielają ją obszary kolejowe 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 przekracza ponadto w południowej części miasta 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 – obszar upraw sadowniczych oraz ogródków działkowych, aż do granic miasta. Południowo-zachodnią, niezabudowaną część miasta stanowi rejon byłego poligonu wojskowego, zakładu utylizacji odpadów oraz cmentarza komunalnego.

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) – Tczew 5, 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.

Zachodnią granicę miasta stanowi rzeka Motława, a obszar miasta pomiędzy terenami kolejowymi a tą rzeką, zajmują łąki, ogródki działkowe i uprawy rolne.

Centralnym węzłem przesiadkowym w Tczewie jest zespół dworców kolejowego i autobusowego, zlokalizowany przy północnym skraju śródmieścia.

Według Banku Danych Lokalnych GUS, w dniu 31 grudnia 2020 r. liczba ludności miasta wynosiła 59 430 osób.

W ostatniej dekadzie liczba ludności miasta w niewielkim stopniu zmniejszyła się (o 2,55%), co jest typowym zjawiskiem w miastach w skali kraju.

W tabeli 1 zaprezentowano liczbę mieszkańców, powierzchnię i gęstość zaludnienia Tczewie w latach 2011-2020 – według danych Banku Danych Lokalnych GUS.

Według stanu na dzień 31 grudnia 2020 r., miasto Tczew zajmowało 74. miejsce w kraju pod względem liczby ludności oraz 250. miejsce wśród miast pod względem zajmowanej powierzchni. Gęstość zaludnienia Tczewie była więc wyraźnie większa od przeciętnej miast w Polsce, osiągając wartość ponad 2,5 krotnie większą od średniej krajowej dla miast.

Tab. 1. Liczba ludności, powierzchnia i gęstość zaludnienia Tczewa w latach 2011-2020

Wyszczególnienie	Jedn.	Rok									
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Liczba mieszkańców	[osób]	60 809	60 769	60 610	60 573	60 052	60 276	60 257	60 279	59 951	59 430
Powierzchnia ogółem	[ha]	2 238	2 238	2 238	2 238	2 238	2 238	2 238	2 238	2 238	2 238
Gęstość zaludnienia	[osób/km ²]	2 717	2 715	2 708	2 706	2 683	2 693	2 692	2 693	2 678	2 656

Źródło: Bank Danych Lokalnych GUS.

Organizatorem tczewskiej komunikacji miejskiej jest Prezydent Tczewa. Zadania organizatora wypełnia jednostka budżetowa Miasta – Zakład Usług Komunalnych w Tczewie, 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 gospodarki komunalnej i transportu publicznego, który obejmuje zakres zarządzania komunikacją miejską i wykonuje zadania organizatora publicznego transportu zbiorowego.

Wg stanu na dzień 30 listopada 2021 r. jedynym operatorem komunikacji miejskiej w Tczewie była firma Przewozy Autobusowe GRYF sp. z o.o. sp.k. Operator został wyłoniony w drodze przetargu nieograniczonego. PA GRYF wykonuje przewozy na podstawie umowy nr 15/2020/U, o świadczenie usług przewozowych transportu zbiorowego dla potrzeb komunikacji miejskiej w Tczewie w latach 2021-2022, która obowiązuje do dnia 31 grudnia 2022 r.

Umowa stanowi, że PA GRYF prowadzi usługi przewozu w ramach komunikacji miejskiej, na terenie Miasta, z wykorzystaniem taboru własnego.

Wpływy ze sprzedaży biletów stanowią przychód PA GRYF, który otrzymuje ponadto rekompensatę wyliczoną jako iloczyn stawki jednostkowej oraz liczby wykonanych wozokilometrów w okresie. W czasie ograniczeń podróżowania, a w efekcie znacznego spadku liczby i wartości sprzedanych biletów, wysokość rekompensaty była podwyższana.

Linie tczewskiej komunikacji miejskiej obsługiwały wyłącznie obszar miasta. Co prawda w niektórych miejscach trasy przebiegały tuż za granicą miasta, ale wynika to wyłącznie z potrzeby obsługi przystanków na terenie Tczewa. Dotyczyło 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 był przejazd krótkimi odcinkami poza granicami Tczewa.

Wg stanu na dzień 30 listopada 2021 r., sieć tczewskiej komunikacji miejskiej tworzyło dziesięć, dziennych całorocznych linii autobusowych, oznaczonych handlowo numerami: 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 12, 14 i 17.

Kryterium dni funkcjonowania podzieliło linie tczewskiej komunikacji miejskiej na trzy kategorie, obejmujących odpowiednio:

- osiem linii całotygodniowych – 1, 2, 3, 4, 7, 8, 12 i 17;
- jedną linię funkcjonującą tylko w godzinach szczytów przewozowych w dni powszednie oraz z pojedynczymi kursami w soboty – 6;
- jedną linię, na której wykonywane jest tylko jeden kursy w porannym szczycie przewozowym w dni powszednie – 14.

Tymczasowo, w związku z remontem wiaduktu między ulicami Kolejową i Nowy Rynek od 15 listopada 2021 r. zmienione zostały trasy linii 4 i 6. Pojazdy kursujące na linii 4, zaplanowane w stałym rozkładzie jazdy przez osiedle Staszica, wykonywane były tylko na odcinku Osiedle Staszica (tymczasowa pętla przy skrzyżowaniu Czatkowskiej i Stankiewicza) – Czyżykowo, natomiast autobusy linii 6 kursowały na trasie z tymczasowej pętli do pętli TWI/Dworzec. Z tego powodu na czas remontu linia 6 została linią całodzienną i całotygodniową.

Oferta przewozowa tczewskiej komunikacji miejskiej na większości linii charakteryzowała się występowaniem taktu kursowania zbliżonego do rytmicznych odjazdów (zakłóconego w niektórych przypadkach dostosowaniem do godzin pracy w zakładach lub odjazdów pociągów), co jest przykładem stosowania dobrych praktyk w tworzeniu rozkładu jazdy transportu zbiorowego.

Charakterystyczną cechą tczewskiej komunikacji miejskiej była ograniczona liczba pętli autobusowych. Pętla TWI/Dworzec obsługiwała wszystkie 10 linii komunikacji miejskiej. Pięć linii miało jeden z przystanków początkowo-końcowych na pętli Czyżykowo. Kolejne dwie pętle

znajdują się przy ulicy Czatkovskiej – jedna przy Przepompowni (gdzie wykonywane były w stałym układzie komunikacyjnym wybrane kursy linii 6), a druga przy Urzędzie Celnym (gdzie zawracają autobusy w pozostałych kursach tej linii), więc obydwie są wykorzystywane wyłącznie przez linię 6, na której w stałym układzie komunikacyjnym wykonywane były kursy tylko w szczycie przewozowym oraz pojedyncze w innych porach. Wyłącznie w tych czterech miejscach autobusy odbywały postoje wyrównawcze po wykonaniu kursów.

Poza wymienionymi pętlami wyznaczono jeszcze miejsca, w których autobusy zawracały po obsłudze przystanku, jednak bez odbywania postojów wyrównawczych. Były to przystanki: Skarszewska – Gemalto, Rokicka Cmentarz (obie obsługiwane przez określone linie 7 i 17), oraz przy zakładzie Huber+Suhner Sp. z o.o. (który obsługiwały wariantowe zajazdy kursów linii 3). Autobusy linii 7 i 17 zawracały na pętli Czyżykowo, jednak nie był to przystanek początkowo-końcowy dla tej linii.

W tymczasowym układzie komunikacyjnym, związanym z remontem wiaduktu funkcjonowała jeszcze pętla Czatkovska/Stankiewicza na terenie TSSE, na której zawracały autobusy linii 4 i 6.

Z dziesięciu linii połowa funkcjonowała jako linie okrężne. Autobusy czterech linii: 2, 7, 12 i 17 rozpoczynały i kończyły kursy na pętli TWI/Dworzec, natomiast linii 14 - na pętli Czyżykowo. Kolejne cztery linie: 1, 3, 4 i 8 miały wyznaczoną trasę pomiędzy pętlami TWI/Dworzec i Czyżykowo, przy czym w remontowym układzie komunikacyjnym – średnio co drugi kurs linii 4 z Czyżykowa zamiast na pętlę TWI/Dworzec prowadził do tymczasowej pętli na terenie TSSE.

Tczewska komunikacja miejska charakteryzowała się dość niskim stopniem wielowariantowości tras linii komunikacyjnych. Linie 1 i 8 miały po jednym wariantie trasy w każdym z kierunków. Co oczywiste, z racji wykonywania tylko jednego kursu, jeden wariant obowiązywał też na linii 14. Okrężne linie 2 i 12, poza podstawowym wariantem, miały jeszcze po jednym wariantie trasy obsługującym Górki Przemysłowe. Dodatkowo na linii 2 w godzinach wczesnoporannych wykonywany był skrócony wariant kursu rozpoczynający się w środkowej części. Na linii 3, poza podstawowym wariantem trasy w każdym z kierunków wykonywany był jeszcze tylko wariant z zajazdem do pętli przy zakładzie Huber+Suhner Sp. z o.o. Trasa linii 4 miała dwa warianty w każdym z kierunków, z których jeden w stałym układzie wykonywany był dłuższą trasą, przez TSSE oraz osiedle Staszica. Linia 6 w stałym układzie posiadała dwa warianty trasy w każdym z kierunków, do jednej z dwóch pętli usytuowanych przy ulicy Czatkovskiej. Największy stopień wielowariantowości charakteryzował natomiast trasy linii 7 i 17, gdyż poza podstawowym, okrężnym wariantem trasy wykonywane były jeszcze dodatkowo warianty z pominięciem ulicy Rokickiej (w godzinach zmniejszonego popytu na dojazdy do zakładów przemysłowych i cmentarza dojazdu zarówno do zakładów pracy jak i do cmentarza),

wydłużone do pętli Skarszewska-Gemalto (w godzinach potrzebnych do obsługi zakładów pracy), oraz skrócone do relacji TWI/Dworzec – Czyżykowo (kursy w niedziele dopasowane zostały do godzin rozpoczęcia i zakończenia mszy świętych).

Pomimo pewnego stopnia wielowariantowości tras, na wszystkich liniach, poza linią 6 wszystkie warianty tras rozpoczynały się lub/i kończyły na pętlach TWI/Dworzec lub Czyżykowo.

Była to okoliczność umożliwiającą 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 funkcjonowało rozwiązanie, w którym żaden pojazd w ciągu danego dnia nie obsługiwał jednej linii, ale zawsze kilka, wyrównując przerwy pomiędzy kursami na różnych liniach. Zadania przewozowe na wszystkich liniach były bardzo mocno ze sobą powiązane, a jedynym wyznacznikiem różnicującym tabor na poszczególnych liniach była jego pojemność (mniejsze pojazdy wykorzystywane są przede wszystkim do obsługi kursów linii: 6, 7 i 17, a poza godzinami szczytu także na liniach: 1, 2, 8 i 12).

Na rysunku 1 przedstawiono mapę przebiegu linii tczewskiej komunikacji miejskiej.



Rys. 1. Mapa tras linii tczewskiej komunikacji miejskiej

Źródło: ZUK.

Biorąc pod uwagę intensywność kursowania, linie tczewskiej komunikacji miejskiej można było podzielić na:

- linie z kursami co 15 minut w dniu powszednim w szczytowych okresach podaży, a więc w godzinach od 5 do 17, w soboty w godzinach pomiędzy 9 a 15 co 20 minut, a w pozostałych porach co 30 minut – są to linie: **3 i 4; linie te wyłącznie dla potrzeb analizy kosztów i korzyści nazwano priorytetowymi;**
- linie z kursami w dniu powszednim w szczytowych okresach podaży co około 20 minut, w pozostałych porach co około 30 minut, jedynie w niedziele w godzinach przedpołudniowych z częstotliwością zbliżoną do godzinnej – są to linie **1 i 8**, oraz tymczasowo, w okresie remontu wiaduktu między ulicami Kolejową i Nowy Rynek także linia **6; linie te wyłącznie dla potrzeb analizy kosztów i korzyści nazwano podstawowymi;**
- połączenia funkcjonujące w dniu powszednim w pomiędzy godzinami 5 a 17 z częstotliwością zbliżoną do 30 minut, w pozostałych porach nie rzadziej niż co godzinę – są to linie: **2, 7, 12 i 17; linie te wyłącznie dla potrzeb analizy kosztów i korzyści nazwano uzupełniającymi;**
- kursującą sporadycznie linię **14** (oraz w stałym układzie komunikacyjnym linię **6**).

Jedną z dwóch linii autobusowych o największej częstotliwości kursowania była linia 3. Trasa tej linii od Dworca PKP prowadziła ulicami: Pomorską, Gdańską, al. Solidarności i Armii Krajowej przez osiedle Suchostrzygi, a następnie ul. Jagiellońską do ul. Wojska Polskiego, następnie ulicami: 30 Stycznia, Bema, Bałdowską, Nowowiejską i Konarskiego do pętli w Czyżykowie. Wybrane kursy linii 3 wyznaczono dodatkowo zajazdem do zakładu Huber+Suchner sp. z o.o., zapewniając dojazdy i powroty do i z pracy.

Drugą linią z największą częstotliwością kursowania w porze szczytowej dnia powszedniego była linia 4. Linia ta także łączyła pętlę Czyżykowo z pętlą TWI/Dworzec. Dłuższy wariant trasy tej linii prowadził 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 prowadził bezpośrednio z Dworca PKP do ul. Armii Krajowej ulicami: Pomorską, Gdańską i al. Solidarności, a więc fragmentem trasy linii 3. Tymczasowo dłuższy wariant linii 4 nie prowadził z Czyżykowa do pętli TWI/Dworzec, ale został skrócony do tymczasowej pętli przy skrzyżowaniu Czatkowskiej i Stankiewiczza

Linia podstawowa 2 była linią okrężną rozpoczynającą kurs z pętli TWI/Dworzec. Trasa linii 2 prowadziła 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. Trasa linii 12 prowadziła przeciwbieżnie do trasy linii 2.

Linia podstawowa 8 łączyła pętlę Czyżykowo z pętlą TWI/Dworzec. Jej trasa prowadziła ulicami: Pomorską, Gdańską, Jedności Narodu, Wojska Polskiego do pl. Piłsudskiego, a następnie trasą linii 3 do pętli w Czyżkowie.

W tymczasowym układzie komunikacyjnym trasa linii podstawowej 6 rozpoczynała się na pętli TWI/Dworzec i prowadziła do pętli Czatkowska/Stankiewicza. Jej trasa w tym układzie prowadziła z Dworca PKP ulicami: Pomorską, Gdańską, al. Solidarności, Malinowską, Szkolną, Mostową i Czatkowską do tymczasowej pętli Czatkowska/Stankiewicza. W stałym układzie trasa linii prowadziła krócej, ulicami Pomorską, Gdańską, Mostową, Kolejową, Łąkową i Czatkowską do pętli Czatkowska – Urząd Celny a wybranymi kursami dalej do pętli Czatkowska – Przepompownia W stałym układzie linia 6 funkcjonowała tylko w szczytach przewozowych

Linie z największą liczbą kursów w ciągu dnia, obsługujące główne rejony zabudowy mieszkaniowej (w tym intensywnej – wielorodzinnej) i przemysłowej oraz centrum miasta, mogą być docelowo przeznaczone do obsługi taborem zeroemisyjnym. Autobusy elektryczne w szczególności byłyby pożądane na ulicach centrum miasta oraz wewnątrz osiedli zabudowy wielorodzinnej, przyczyniając się do redukcji hałasu emitowanego przez dotychczasowe pojazdy.

Maksymalna liczba autobusów, niezbędna do wykonania wszystkich zadań przewozowych zaplanowanych w sieci stałych linii autobusowych tczewskiej komunikacji miejskiej, wynosiła – według stanu na 30 listopada 2021 r. – 25 pojazdów dla dnia powszedniego.

W tabeli 2 przedstawiono następujące dane charakteryzujące tczewską komunikację miejską (wykonanie w latach 2018-2020 oraz przewidywane wykonanie w 2021 r.):

- liczbę wozokilometrów;
- średnią liczbę autobusów komunikacji miejskiej w inwentarzu i w ruchu;
- szacunkową liczbę pasażerów;
- przychody z biletów.

Jak wynika z tabeli 2, w latach 2018-2021 wielkość oferty przewozowej, wyrażona liczbą wozokilometrów, ulegała stosunkowo niewielkim wahaniom, pomimo złej sytuacji pandemicznej. Spadek liczby wykonywanych wozokilometrów w latach 2020 i 2021, w stosunku do wykonania w 2019 r., wyniósł odpowiednio 7,4 i 7,7%.

Tab. 2. Podstawowe parametry charakteryzujące tczewską komunikację miejską w latach 2018-2020 oraz plan na 2021 r.

Wyszczególnienie	Jedn.	Rok			
		2018	2019	2020	2021*
Liczba wozokilometrów	tys. km	1 432,5	1 428,0	1 322,0	1 318,3
Średnia liczba autobusów we flocie	szt.	b.d.	30	30	30
Maksymalna liczba autobusów wyjeżdżających na trasy	szt.	b.d.	25	24	24
Liczba pasażerów	tys. osób	5 250,1	5 255,0	3 086,1	b.d.
Przychody z biletów brutto	tys. zł	5 717,6	5 896,9	3 684,7	b.d.

* przewidywane wykonanie.

Źródło: dane ZUK oraz biuletyny „Komunikacja miejska w liczbach”, IGKM Warszawa.

W 2020 r. względem 2019 r. nastąpił znaczący (o 37,5%) spadek przychodów ze sprzedaży biletów oraz liczby przewożonych pasażerów (o 41,3%), wynikający z wprowadzonych ograniczeń w mobilności mieszkańców z powodu pandemii koronawirusa oraz z powodu zdalnego nauczania w szkołach oraz pracy w instytucjach i firmach. Stan ten z okresowymi zmianami utrzymywał się do końca kwietnia 2021 r. i w związku z powyższym należy spodziewać się niskich przychodów ze sprzedaży biletów w całym 2021 r.

W okresie analizy, tj. do 2036 r., w wariantcie konwencjonalnym przyjęto, z uwagi na przewidywany wzrost liczby wykonywanych wozokilometrów, maksymalnie 25 autobusów wyjeżdżających w dni powszednie na trasy oraz 31 autobusów jako stan floty pojazdów.

Począwszy od 2022 r. przyjęto powrót do liczby wykonywanych wozokilometrów wynikającej z zawartej i planowanej do zawarcia umów wykonawczych, w latach 2022-2023. Od roku 2024 planowana do wykonania liczba wozokilometrów wynosi 1 465,25 tys.

Miasto zamierza w kolejnych latach prowadzić jedynie politykę kontrolowanych korekt wielkości pracy eksploatacyjnej, bez wprowadzania istotnych zmian. W najbliższej przyszłości planowane jest systematyczne dostosowywanie oferty przewozowej do bieżących i dających się przewidzieć przyszłych potrzeb transportowych mieszkańców miasta Tczew.

5. Tabor tczewskiej komunikacji miejskiej

5.1. Aktualny stan taboru

Linie komunikacji miejskiej organizowanej przez Miasto Tczew obsługiwane są wyłącznie autobusami niskopodłogowymi. Całą flotą pojazdów zarządza podmiot wyłoniony w drodze przetargu nieograniczonego – Przewozy Autobusowe GRYF sp. z o.o. sp. k., ul. Armii Krajowej 1D, 83-330 Żukowo, Oddział w Tczewie.

Według stanu na dzień 30 listopada 2021 r. flota autobusów wykorzystywanych do przewozów pasażerów w tczewskiej komunikacji miejskiej liczyła 30 pojazdów. Wszystkie wyposażone zostały w silniki spalinowe, zasilane olejem napędowym. W strukturze taboru komunikacji miejskiej PA GRYF przeważały autobusy standardowe (12-metrowe, klasy maxi), które stanowiły 97% stanu floty (29 pojazdów). 1 autobus był klasy mega (18-metrowy, przegubowy).

W tabeli 3 przedstawiono strukturę użytkowanego przez PA GRYF taboru wykorzystywanego do realizacji przewozów w komunikacji miejskiej – wg kryterium wieku i spełniania norm czystości spalin – stan na dzień 30 listopada 2021 r.

Tab. 3. Struktura taboru użytkowanego przez PA GRYF wg kryterium wieku i spełnianych norm czystości spalin – stan na 30 listopada 2021 r.

Lp.	Typ taboru	Rodzaj paliwa	Liczba sztuk	Długość [m]	Rok produkcji	Liczba miejsc siedz./ogółem	Norma czystości spalin
1	MAN NG313 Lion's City	ON	1	18	2005	47/149	EURO III
2	MAN NL283	ON	2	12	2005	30/105	EURO III
3	MAN NL313	ON	1	12	2005	33/91	EURO III
4	MAN NL313 Lion's City	ON	4	12	2005	31-33/90-95	EURO III
5	Mercedes O453 Citaro	ON	10	12	2005	34-43/90-102	EURO III
6	Mercedes O453 Citaro	ON	1	12	2005	35/90	EURO V
7	Solaris Urbino 12	ON	2	12	2005	37/40/96-103	EURO III
8	Solaris Urbino 12	ON	1	12	2005	40/103	EURO IV
9	MAN NL313 Lion's City	ON	2	12	2006	33/90	EURO III
10	Mercedes O453 Citaro	ON	1	12	2006	32/98	EURO IV
11	Solaris Urbino 12	ON	2	12	2006	40/98	EURO III
12	Solaris Urbino 12	ON	1	12	2006	40/98	EURO IV
13	MAN NL273 Lion's City	ON	1	12	2009	32/106	EURO IV
14	Mercedes O530 Citaro	ON	1	12	2009	37/102	EURO V
15	Ogółem	ON	30	12-18	2005-2009	30-47/90-149	EURO III-V

Źródło: dane ZUK.

Tabor wymieniony w tabeli eksploatowany był w sieci komunikacji miejskiej w Tczewie. Poza autobusami wymienionymi w tabeli, PA GRYF posiadał tabor przeznaczony do przewozów w komunikacji miejskiej w ramach umów z innymi organizatorami.

Polityka odtwarzania taboru wykorzystywanego do przewozów w komunikacji miejskiej realizowana była przez Miasto, poprzez określanie wymogów dla operatorów w kolejnych postępowaniach przetargowych na czas obowiązywania umów. Obecna umowa wykonawcza z PA GRYF obowiązuje do końca 2022 r. Przewiduje się jej przedłużenie jedynie do czasu ostatecznego rozstrzygnięcia ogłoszonego postępowania przetargowego wyboru operatora.

Tabor, którym dysponował PA GRYF do obsługi linii tczewskiej komunikacji miejskiej był umiarkowanie zróżnicowany pod względem pojemności pasażerskiej. Park taborowy komunikacji miejskiej składał się z autobusów o nominalnej pojemności pasażerskiej od 90 do 149 osób, posiadających od 30 do 47 miejsc siedzących.

Wg stanu na dzień 30 listopada 2021 r., średni wiek taboru autobusowego PA GRYF wynosił 15,5 lat. Wszystkie pojazdy we flocie były w wieku 12 lat lub starsze, a 22 autobusy były już 16 letnie – stanowiły one niemal trzy czwarte stanu taboru (73,3%).

Strukturę taboru tczewskiej komunikacji miejskiej w podziale na normy emisji spalin, wg stanu na dzień 30 listopada 2021 r., przedstawiono w tabeli 4.

Tab. 4. Struktura taboru tczewskiej komunikacji miejskiej w podziale na normy emisji spalin – stan na 30 listopada 2021 r.

Wyszczególnienie	Jednostka	Norma czystości spalin EURO				Razem
		III	IV	V	VI	
Liczba pojazdów	szt.	23	4	3	0	30
Struktura	%	76,7	13,3	10,0	0,0	100,0

Źródło: dane ZUK.

Względnie wysoki stan ilościowy taboru tczewskiej komunikacji miejskiej na dzień 30 listopada 2021 r. w stosunku do liczby pojazdów w ruchu, wynikał m.in. z eksploatacji pojazdów w dość znacznym wieku.

W okresie analizy przyjęto, z uwagi na przewidywany wzrost liczby wykonywanych wokilometrów, maksymalnie 25 autobusów wyjeżdżających na trasy w dni powszednie. Założono także, że stan floty pojazdów będzie w wariancie konwencjonalnym wynosił 31 autobusów. W związku z prowadzonym postępowaniem wyboru operatora i przewidywanym zawarciem nowej umowy wykonawczej po jego rozstrzygnięciu (od 1 września 2023 r.), przyjęto

w ramach nowej umowy całkowitą wymianę floty. Taką samą wymianę założono także po zakończeniu obowiązywania przyszłej wieloletniej umowy z operatorem i po zawarciu w 2033 r. kolejnej.

5.2. Planowane zamierzenia inwestycyjne

W tczewskiej komunikacji miejskiej inwestycje w tabor i infrastrukturę prowadzą operatorzy wybierani w postępowaniach przetargowych.

Miasto Tczew nie posiada własnego taboru, który mogłoby udostępnić operatorowi.

Miasto Tczew zrealizowało natomiast projekt integralnie 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, w ramach osi priorytetowej „9. Mobilność”, działanie 9.1 „Transport Miejski”. Projekt ten obejmował przebudowę ul. Gdańskiej, rozbudowę parkingu w okolicy dworca kolejowego oraz budowę i przebudowę ciągów pieszo-rowerowych i dróg dla rowerów.

W ramach realizacji tego przedsięwzięcia wybudowano także przyłączy SN z rozdzielnią przy ul. Dworcowej. Miasto planuje, wybudować przyłączy z rozbudowanej rozdzielni SN do nowej stacji transformatorowej wraz z dwustanowiskową stacją szybkiego ładowania autobusów elektrycznych za pomocą odwróconego pantografu. Stacja ta zlokalizowana będzie na placu dworca autobusowego przed Galerią Kociewską, w ramach Tczewskiego Węzła Integracyjnego. Planowa moc stacji to 2x400 kW. Stacja ta umożliwi ładowanie autobusów elektrycznych tczewskiej komunikacji miejskiej, wprowadzonych do eksploatacji w ramach kolejnej, nowej umowy wykonawczej. Wydatki do poniesienia na realizację tej inwestycji zaplanowano w budżecie na 2022 r.

Miasto Tczew nie planuje realizacji, w horyzoncie finansowania 2021-2027 Unii Europejskiej, zadań inwestycyjnych związanych z wymianą taboru, ani też z budową instalacji zasilania taboru zeroemisyjnego.

Miasto (ZUK) w dniu 15 grudnia 2021 r. zamieściło w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej ogłoszenie o zamówieniu na świadczenie usług przewozowych w komunikacji miejskiej oraz zamieściło odpowiednie ogłoszenie na krajowym portalu platformazakupowa.pl. Ogłoszenia dotyczyły przeprowadzenia postępowania zmierzającego do zawarcia umowy o świadczenie w latach 2023 – 2033 usług przewozowych transportu zbiorowego w sieci komunikacji miejskiej w Tczewie.

Przewidywany termin rozpoczęcia wykonywania świadczenia to 1 września 2023 r., a zakres przewidywanej do wykonywania pracy eksploatacyjnej to 1 465,25 tys. wozokilometrów rocznie.

Zamawiający wymaga w ogłoszeniu, by świadczenie wykonywane było 25 autobusami co najmniej częściowo niskopodłogowymi, wyprodukowanymi w 2023 r. lub później, wyposażonymi m.in. w: miejsce na wózek, odchylną rampę i przyklęk, klimatyzację i ogrzewanie przedziału pasażerskiego, podłogę antypoślizgową, urządzenia informacji pasażerskiej i sygnalizacji, z zapowiedziami głosowymi przystanków, kasowniki biletów papierowych i elektronicznych dostosowane do systemu FALA, monitoring wewnętrzny i zewnętrzny, ładowarki USB. Co najmniej 8 autobusów z wyżej wymienionych 25 ma być pojazdami elektrycznymi.

Zakres świadczenia podzielono za grupy A, B i C, gdzie w grupie A dopuszczalne są pojazdy klasy midi lub większe, w grupie B pojazdy maxi lub większe, a w grupie C pojazdy mega. W ramach każdej z grup przewidziano wykonywanie przewozów określoną liczbą autobusów:

- w grupie A: 6 autobusami w dniu powszednim poza feriami letnimi i 5 w okresie ferii, w tym co najmniej 3 elektrycznymi, w soboty – 5 autobusami, a w niedziele – 4, w tym co najmniej 2 elektrycznymi;
- w grupie B: 18 autobusami w dniu powszednim poza feriami letnimi i 13 w okresie ferii, w tym co najmniej 5 elektrycznymi, w soboty – 12 autobusami, a w niedziele – 8, w tym co najmniej 4 elektrycznymi;
- w grupie C: 1 autobusem w dniu powszednim.

W stosunku do autobusów elektrycznych przyjęto wymaganie by były one dostosowane do ładowania za pomocą odwróconego pantografu, z wykorzystaniem ładowarki zainstalowanej w obrębie Tczewskiego Węzła Integracyjnego oraz dodatkowo do ładowania plug-in na terenie zajezdni. Przyjęto założenie, że autobusy elektryczne klasy midi będą wyposażone w baterie o pojemności nie mniejszej niż 210 kWh, natomiast klasy maxi nie mniejszej niż 280 kWh. Energia zmagazynowana w pojeździe powinna wystarczyć na przejazd 200 km bez doładowania, w warunkach temperatury zewnętrznej od -25°C do + 40°C.

Wymagane jest także, by spadek pojemności baterii wyniósł nie więcej niż 20%, w okresie sześciu lat eksploatacji (alternatywnie wymagana wymiana baterii).

Według stanu na 30 listopada 2021 r., Zamawiający przewiduje wykonywanie przewozów w zakresie 1 465,25 tys. km rocznie. W zamówieniu dokonano szacunkowego podziału powyższego zakresu na grupy A, B i C. W okresie 10 lat w ramach którego dla grupy A przewidziano wykonanie 3 516,6 tys. km, w ramach grupy B wykonanie 10 549,8 tys. km, a w ramach grupy C – 586,1 tys. km.

Wszczęte postępowanie ma na celu spełnienie wymogów ustawy o elektromobilności, dotyczących udziału taboru zeroemisyjnego w użytkowanej flocie, niezależnie od wyniku niniejszej analizy kosztów i korzyści.

6. Identyfikacja wariantów

6.1. Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych Tczewa

Przedmiotem niniejszej analizy jest identyfikacja kosztów i korzyści powstałych w wyniku zapewnienia przez Gminę Miejską Tczew 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 tym kątem, opracowań strategicznych Tczewa i szerzej, obszaru metropolitalnego.

Tabor użytkowany w komunikacji miejskiej w Tczewie wg stanu na dzień 30 listopada 2020 r. przedstawiono w tabeli 3 w rozdziale 5.

Problematyka odnowy taboru tczewskiej komunikacji miejskiej zawarta została w różnych dokumentach strategicznych województwa, obszaru metropolitalnego i miasta.

W „Strategii Rozwoju Województwa Pomorskiego 2030”⁷ jako jedno z wyzwań określono spójność wewnętrzną regionu i mobilności mieszkańców. Strategia definiuje trzy cele strategiczne województwa:

- 1. Trwałe bezpieczeństwo;
- 2. Otwarta wspólnota regionalna;
- 3. Odporna gospodarka.

W ramach każdego z celów strategicznych określono w dokumencie po cztery cele operacyjne.

W ramach celu strategicznego „1. Trwałe bezpieczeństwo” jako jeden z pożądanych kierunków zmian wymienia się m.in. zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych oraz zanieczyszczeń powietrza, w szczególności z tzw. niskiej emisji. W ramach tego celu zdefiniowano go jako cel operacyjny „1.1. Bezpieczeństwo środowiskowe”.

W ramach celu strategicznego „2. Otwarta gospodarka” jako jeden z pożądanych kierunków zmian wymienia się m.in. poprawę dostępności transportowej, w szczególności ograniczenie wykluczenia transportowego i ograniczenie negatywnego oddziaływania transportu na środowisko oraz wzrost bezpieczeństwa komunikacyjnego. Zdefiniowano go jako cel operacyjny „2.4 Mobilność”.

Wśród przesłanek realizacji tego celu strategicznego Strategia wymienia:

⁷ Strategia przyjęta uchwałą nr 376/XXXI/21 Sejmiku Województwa Pomorskiego z dnia 12 kwietnia 2021 r.

- zmiany popytu na transport, do których nie dostosowuje się transport publiczny, co wymaga podjęcia szczególnych działań w obszarze organizacji obsługi transportowej, z naciskiem na rozwój oferty transportu zbiorowego i aktywnej polityki miejskiej promującej transport publiczny,
- spadek opłacalności świadczenia usług transportem publicznym, czego efektem jest ograniczanie oferty przewozowej, prowadzące do wykluczenia transportowego części mieszkańców województwa, pozbawionych możliwości korzystania z samochodu, w tym w szczególności seniorów oraz dzieci,
- niedostateczna integracja transportu zbiorowego, zarówno w sferze organizacyjnej, jak i taryfowo-biletowej, co jest niezrozumiałe i uciążliwe, zarówno dla mieszkańców województwa, jak i turystów.

W ramach celu operacyjnego „2.4 Mobilność” wymienione są ukierunkowania tematyczne takie jak:

- rozwój infrastruktury transportu zbiorowego (liniowej i węzłowej),
- tabor niskoemisyjny, w tym zeroemisyjny,
- poprawa bezpieczeństwa drogowego,
- modelowania popytu w indywidualnym transporcie samochodowym,
- rozwój współdzielonych środków transportu,
- upowszechnienie mobilności aktywnej,
- rozwój infrastruktury elektromobilności i paliw alternatywnych.

W ramach uwarunkowań terytorialnych wymieniono rozwój infrastruktury transportu zbiorowego oraz taboru niskoemisyjnego, w szczególności miejskie obszary funkcjonalne, tereny o sezonowo wysokim ruchu turystycznym oraz obszary cechujące się niską dostępnością transportową.

W ramach zobowiązań Strategii wymieniono:

- wdrożenie ujednoliconego systemu poboru opłat w transporcie publicznym, obejmującego całe województwo;
- opracowanie optymalnego modelu organizacji transportu zbiorowego w regionie;
- opracowanie kompleksowej koncepcji rozwoju sieci kolejowej w województwie pomorskim.

„Program ochrony powietrza dla strefy pomorskiej, w której został przekroczony poziom dopuszczalny pyłu zawieszonego PM10 oraz poziom docelowy benzo(a)pirenu”⁸ obejmuje miasto Tczew w zakresie przekroczenia średniorocznego poziomu dopuszczalnego pyłu zawieszonego PM10 oraz poziomu docelowego benzo(a)pirenu.

Wśród planowanych do podjęcia działań krótkoterminowych dla poziomu 3 – ryzyka przekroczenia poziomu alarmowego w zakresie transportu wymienia działania – korzystanie z komunikacji miejskiej zamiast indywidualnej oraz upłynnienie ruchu kołowego w miastach i czasowy zakaz wjazdu do miast samochodów ciężarowych powyżej 3,5 t.

Problematyka rozwoju mobilności i transportu publicznego została zawarta w dokumentach strategicznych Gminy Miasta Gdyni oraz OMG-G-S.

„Plan zagospodarowania przestrzennego Obszaru Metropolitalnego Gdańsk-Gdynia-Sopot 2030”⁹ zawiera trzy cele, a w nich trzynaście kierunków polityki przestrzennej zagospodarowania obszaru. Obszar metropolitalny został w tym dokumencie podzielony na rejony, a miasto Tczew zaliczone zostało jako ośrodek regionalny do pozostałych ośrodków policentrycznych wielofunkcyjnego pasma osadniczego, w rejonie bezpośredniego otoczenia Trójmiasta (część północno-wschodnia) i w rejonie kociewskim (część południowo-zachodnia).

W ramach celu „C.1. Wysoka jakość przestrzeni zamieszkania i pracy”, jako pożądaną zmianę wskazano spadek udziału transportu indywidualnego na rzecz transportu zbiorowego – wraz z systemowymi rozwiązaniami integrującymi ruch pieszy i rowerowy, różne środki transportu zbiorowego i transport indywidualny, a także rozwój mobilności pieszej.

W ramach celu „C.2. Konkurencyjna oraz wielofunkcyjna przestrzeń gospodarcza i bezpieczeństwo”, wymieniono m.in. kierunek polityki zagospodarowania przestrzennego „K.2.1. Rozwój funkcji metropolitalnych”. Zasady zagospodarowania przestrzennego przedstawiono w podziale na grupy, w tym wymieniono grupę – wielofunkcyjne śródmieścia.

Jako jedno z działań w ramach tego kierunku przewidziano wzmacnianie potencjału w otoczeniu integracyjnych węzłów transportowych i przystanków zintegrowanych. Działanie to będzie realizowane poprzez budowę, przebudowę i modernizację węzłów integracyjnych i przystanków zintegrowanych oraz podnoszenie jakości przestrzeni publicznych wokół integracyjnych węzłów transportowych i przystanków zintegrowanych.

Jako strategiczny obszar rozwoju funkcji metropolitalnych w wielofunkcyjnych śródmieściach, wymieniono w dokumencie w Tczewie – Stare Miasto z Nadwiślańska Strefą Usług

⁸ Program przyjęty uchwałą Sejmiku Województwa Pomorskiego nr 308/XXIV/20 z dnia 28 września 2020 r.

⁹ Załącznik nr 2 do uchwały nr 318/XXX/16 Sejmiku Województwa Pomorskiego z dnia 29 grudnia 2016 r.

Turystycznych oraz teren byłej jednostki wojskowej, jako docelowe nowe centrum Tczewa. Tren po byłej jednostce wojskowej w Tczewie wymieniono także jako strategiczny obszar rozwoju usług otoczenia biznesu.

Przewiduje się eliminowanie barier komunikacyjnych oraz wprowadzenie rozwiązań zapewniających w pierwszej kolejności swobodę i bezpieczeństwo ruchu pieszego i rowerowego, z zapewnieniem jak najlepszej dostępności do transportu zbiorowego, w tym poprzez uwzględnienie stref wyłączzonego lub ograniczonego ruchu samochodowego.

W ramach celu „C.2. Konkurencyjna oraz wielofunkcyjna przestrzeń gospodarcza i bezpieczeństwo” sformułowano także kierunek polityki zagospodarowania przestrzennego „K.2.4. Kształtowanie racjonalnej struktury przestrzennej sieci transportowej”. W ramach tego kierunku dokument przywołuje zasadę hierarchizacji węzłów integracyjnych wymienionych w wojewódzkim planie transportowym.

Tczew wskazano jako węzeł integracyjny krajowy, obsługujący cały obszar metropolitalny w powiązaniach krajowych i międzynarodowych oraz integrujący regionalny transport kolejowy i autobusowy, transport miejski oraz transport indywidualny. W ramach kierunku przyjęto zasadę kształtowania infrastruktury transportowej wspierającej rozwój transportu niezmotoryzowanego i integracji transportu w węzłach integracyjnych poprzez budowę: dojazdowych tras rowerowych, parkingów w systemie Park&Ride i Bike&Ride oraz infrastruktury przystankowej dla autobusów. Przewiduje się także budowę systemu ITS, w szczególności na drogach krajowych, wojewódzkich i dojazdowych do Trójmiasta.

W ramach celu „C.3. Zachowane zasoby i walory środowiska” – wymieniono kierunek „3.3. Ograniczanie emisji zanieczyszczeń środowiska”, w którym przyjęto zasadę zmniejszania negatywnego wpływu transportu na środowisko poprzez zwiększanie płynności ruchu oraz wyprowadzanie ruchu tranzytowego poza miasta i tworzenie stref buforowych.

„Strategia Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych Obszaru Metropolitalnego Gdańsk-Gdynia-Sopot do roku 2020”¹⁰ obejmuje rozległy obszar województwa pomorskiego i dotyczy 30 gmin w kilkunastu powiatach – wokół Trójmiasta jako rdzenia, w tym miasto Tczew. Wśród celów strategicznych dokumentu nakreślono cel „III. Kreowanie zintegrowanej przestrzeni”, w którym wymieniono działanie „1. Mobilność”. W ramach tego działania określono przedsięwzięcia związane m.in. z tworzeniem węzłów integracyjnych w Obszarze Metropolitalnym z trasami dojazdowymi oraz wdrożeniem systemu elektronicznego biletu zintegrowanego.

Wymienionym w dokumencie węzłem integracyjnym jest m.in. miasto Tczew.

¹⁰ Załącznik do uchwały nr 7/2021 Walnego Zebrania Członków Obszaru Metropolitalnego Gdańsk-Gdynia-Sopot.

Liderem wdrożenia systemu biletu zintegrowanego jest InnoBaltica sp. z o.o., a partnerami m.in. miasta i gminy Obszaru Metropolitalnego, w tym miasto Tczew. System obejmie transport miejski oraz kolejowy, co zachęci kierowców do korzystania z parkingów Park&Ride, zwiększając poziom integracji transportu zbiorowego z indywidualnym. Oczekiwanym efektem realizacji przedsięwzięcia będzie ograniczenie ruchu prywatnych samochodów, a tym samym poprawa sprawności układu drogowego.

„Strategia Obszaru Metropolitalnego Gdańsk-Gdynia-Sopot do 2030 r.”¹¹ wyznacza trzy cele strategiczne oraz siedem priorytetowych obszarów współpracy. W ramach celu strategicznego „Zrównoważona przestrzeń” oraz priorytetowego obszaru „5. Transport”, dokument wymienia cele tematyczne:

- 5.2. Poprawa wewnętrznej dostępności transportowej oraz usprawnienie sieci transportu publicznego;
- 5.4. Usprawnienie zarządzania oraz priorytetyzacja metropolitalnego transportu zbiorowego, multimodalnego oraz mobilności aktywnej.

„Strategia Transportu i Mobilności Obszaru Metropolitalnego Gdańsk-Gdynia-Sopot do 2030 r.”¹² jest rozwinięciem powyższej Strategii Rozwoju. Dokument przedstawia wizję systemu transportowego Obszaru Metropolitalnego oraz określa pięć celów strategicznych w dwóch obszarach – zewnętrznym (A) oraz wewnętrznym (B), a są to:

- A.1. Poprawa dostępności transportowej OM;
- A.2. Poprawa jakości infrastruktury warunkującej dostępność morskich i lotniczych portów w sieci TEN-T;
- B.1. Poprawa sprawności sieci transportowych w OM;
- B.2. Poprawa obsługi transportem zbiorowym i niezmotoryzowanym;
- B.3. Zmniejszenie negatywnych skutków funkcjonowania transportu.

W celu realizacji powyższych celów strategicznych w dokumencie zdefiniowano sześć kluczowych programów współpracy, w tym w obszarze B cztery programy:

- Program nr 3 – Spójny i zrównoważony system transportowy OM;
- Program nr 4 – Sprawny i efektywny system zarządzania transportem w OM;
- Program nr 5 – Aktywna mobilność w OM;
- Program nr 6 – Bezpieczny transport i mobilność w OM.

Wymienionymi w ramach Programu nr 3 celami szczegółowymi oraz zadaniami określonymi dla celów szczegółowych są:

¹¹ www.metropoliagdansk.pl/kim-jestesmy/dokumenty, dostęp: 30.11.2021 r.

¹² www.metropoliagdansk.pl/kim-jestesmy/dokumenty, dostęp: 30.11.2021 r.

- 3.1. Podniesienie sprawności podstawowej sieci drogowej – a w nim zadania związane z budową i modernizacją dróg, w tym obwodnicy południowej Tczewa w ciągu dróg powiatowych;
- 3.2. Rozwój atrakcyjnego i ekologicznego transportu zbiorowego – a w nim m.in. zadania:
 - 3.2.1. Rozbudowa linii kolejowych o znaczeniu metropolitalnym, w tym linii SKM Gdańsk Śródmieście – Tczew;
 - 3.2.5. Wspieranie zakupu niskoemisyjnych pojazdów transportu zbiorowego i budowy infrastruktury związanej z ich eksploatacją (tramwaje, trolejbusy, elektrobusesy, ekologiczne autobusy, kolej elektryczna itp.);
 - 3.2.6. Wspieranie rozbudowy miejskiej sieci autobusowej;
- 3.3. Rozwój spójnej sieci tras pieszych rowerowych – a w nim zadania:
 - 3.3.1. Wspieranie rozwoju lokalnych sieci dróg rowerowych;
 - 3.3.2. Rozwój metropolitalnej sieci tras rowerowych;
- 3.4. Budowa transportowych węzłów integracyjnych (TWI) – a w nim zadania:
 - 3.4.1. Rozbudowa sieci węzłów integracyjnych wg przyjętych standardów,
 - 3.4.2. Budowa tras dojazdowych i ciągów pieszych do transportowych węzłów integracyjnych;
 - 3.4.3. Wspieranie budowy/modernizacji przystanków zintegrowanych istotnych dla podróży metropolitalnych;
- 3.5. Stworzenie warunków do racjonalnego korzystania z samochodu osobowego, a w nim zadania:
 - 3.5.1. Strefy ograniczonej dostępności dla samochodów;
 - 3.5.2. Ułatwienie korzystania z transportu zbiorowego;
- 3.6. Redukcja uciążliwości ruchu ciężarowego w obszarach zabudowanych.

Zadanie 3.2.6 ma na celu budowę buspasów, przystanków, systemów informacji pasażerskiej, punktów doładowania baterii elektrobusesów. Zadanie 3.3.2 ma na celu budowę sieci tras rowerowych m. in. łączących Trójmiasto z Tczewem. Zadanie 3.4.1 dotyczy węzłów integracyjnych wymienionych w planie transportowym, w tym Tczewa jako węzła krajowego.

W Programie nr 4 jako cele szczegółowe wymieniono m.in.:

- 4.2. Zwiększenie poziomu integracji transportu pasażerskiego – z zadaniami utworzenia metropolitalnego organizatora transportu, weryfikacji planowania systemu węzłów integracyjnych, poszerzeniem integracji taryfowo-biletowej oraz koordynacji rozkładów jazdy;

- 4.3. Tworzenie dobrych warunków do podnoszenia konkurencyjności usług transportu zbiorowego oraz transportu niezmotoryzowanego w stosunku do transportu indywidualnego – z zadaniami zwiększenia priorytetów dla transportu zbiorowego, planowania nowych linii, a także informacji pasażerskiej;
- 4.4. Integracja zarządzania ruchem drogowym – z zadaniem m.in. rozbudowy systemu MISTAR, na bazie systemu TRISTAR;

W Programie nr 5 jako cele szczegółowe wymieniono m.in:

- 5.1. Zarządzanie mobilnością – z zadaniami z zakresu edukacji ekologicznej, promowania aktywnej mobilności oraz monitorowania zachowań transportowych;
- 5.2. Kształtowanie przestrzeni publicznej sprzyjającej mobilności aktywnej – z zadaniami opracowania i wdrażania planów mobilności;
- 5.3. Stwarzanie warunków sprzyjających wykorzystaniu roweru w łańcuchu podróży intermodalnych – z zadaniem rozwoju stref ruchu pieszego i rowerowego, ich przystosowanie do potrzeb osób o ograniczonej możliwości ruchowej, umożliwieniem przewozu roweru środkami transportu zbiorowego;
- 5.4. Kształtowanie kultury aktywnej mobilności.

W ramach Programu 6 wymienione jest pięć celów szczegółowych, w tym :

- 6.1. Ochrona pieszych rowerzystów, ze szczególnym uwzględnieniem dzieci i osób niepełnosprawnych.

Załącznikiem nr 3 do przywołanego dokumentu jest „Program Rozwoju Transportu Obszaru Metropolitalnego w perspektywie finansowej 2014-2020”. Dokument ten wyznacza cele priorytetowe, w tym:

- Cel nr 2. Poprawa jakości wewnętrznych powiązań transportowych w OM.
- Cel nr 3. Zwiększenie konkurencyjności systemu publicznego transportu zbiorowego i mobilności aktywnej w OM.

W ramach Celu nr 2 wymieniono m.in. zadanie:

- D2/3. Rozwój podstawowego układu ulic w innych miastach OM – a w nim dla Tczewa – budowę trasy dojazdowej do suchego portu w Zajączkowie;

W ramach Celu nr 3 wśród zadań wymieniono natomiast m.in.:

- Z3/1. Wdrożenie systemu zintegrowanego zarządzania transportem publicznym (autobusowym i kolejowym) z uwzględnieniem miast powiatowych jako lokalnych węzłów transportu publicznego, zmierzającego do wprowadzenia wspólnego biletu;
- Z3/3. Zakup taboru transportu publicznego;
- Z3/5. Dostosowanie infrastruktury transportu do potrzeb osób niepełnosprawnych;
- Z3/9. Przebudowa i rozbudowa istniejącej infrastruktury transportu publicznego;

- Z3/10. Budowa/rozbudowa węzłów integracyjnych wraz z trasami dojazdowymi, w tym Tczewa;
- R3/1. System tras rowerowych dla OMT;
- P3/1. Organizacja stref wyłączonych z ruchu samochodowego w miastach OM;
- P3/. Budowa bezkolizyjnych przejść dla pieszych (kładki, tunele, przejścia poziome);
- P3/3. Przedsięwzięcia wspierające realizację planów aktywnej mobilności w miastach OM.

„Plan gospodarki niskoemisyjnej dla Gdańskiego Obszaru Metropolitalnego”¹³ określa zadania krótko- i średnioterminowe w formie harmonogramu rzeczowo-finansowego dla poszczególnych sektorów gospodarki. W sektorze transport wymieniono działania, które dotyczą miasta Tczewa:

- 3.1. Wdrożenie systemu biletu elektronicznego, jako narzędzia integracji taryfowo-biletowej transportu publicznego na OM umożliwiające wprowadzenie wspólnego biletu;
- 3.2. Węzły integracyjne OM wraz z trasami dojazdowymi;
- 3.8. Budowa ciągów pieszych i rowerowych i kontynuacja rozpoczętych już zadań, realizowana w celu polepszenia funkcjonalności, usprawnienia i uzupełnienie istniejącej sieci dróg pieszych i rowerowych na obszarze metropolitalnym.

W sektorze edukacja ekologiczna wymieniono natomiast m.in. działanie „5.4 Działania promocyjno-edukacyjne skierowane do ogółu mieszkańców, przedsiębiorstw w zakresie zrównoważonego rozwoju z uwzględnieniem zasad gospodarki niskoemisyjnej i ochrony środowiska”.

„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”¹⁴ wyznacza wizję oraz pięć celów strategicznych:

- 4.1. Wzrost gospodarczy;

¹³ www.metropoliagdansk.pl/kim-jestesmy/dokumenty, dostęp: 30.11.2021 r.

¹⁴ Strategia przyjęta uchwałą nr IX/65/2019 Rady Miejskiej w Tczewie z dnia 30 maja 2019 r.

- 4.2. Wzmocnienie istotnych sfer miasta;
- 4.3. Wzmocnienie systemu komunikacyjnego;
- 4.4. Wzrost jakości mieszkalnictwa i usług;
- 4.5. Rozwój obywatelski

Dla każdego z ww. celów nakreślono cele operacyjne.

W ramach celu strategicznego „4.3. Wzmocnienie systemu komunikacyjnego” wyznaczono siedem celów operacyjnych:

- 4.3.1. Poprawa efektywności i wydajności systemu komunikacyjnego, w tym remonty, budowy i przebudowy ulic;
- 4.3.2. Integrowanie systemu komunikacyjnego z systemem metropolii trójmiejskiej;
- 4.3.3. Wzmacnianie transportu publicznego oraz promowanie zrównoważonego transportu;
- 4.3.4. Usprawnienie systemu parkowania;
- 4.3.5. Ograniczanie ruchu samochodowego w strefach ochrony konserwatorskiej;
- 4.3.6. Uspokojenie ruchu;
- 4.3.7. Podnoszenie bezpieczeństwa ruchu drogowego.

W ramach celu operacyjnego 4.3.1 przewiduje się m.in. wzmocnienie roli tras obwodowych, zwiększenie przepustowości wybranych ulic oraz rozwój sieci dróg rowerowych. W ramach celu 4.3.2 przewiduje się włączenie komunikacji miejskiej w Tczewie do wspólnego systemu organizacji podróży w obszarze aglomeracji trójmiejskiej poprzez bilet metropolitalny.

Cel operacyjny 4.3.3 obejmuje poprawę efektywności transportu publicznego, promowanie transportu publicznego, ruchu rowerowego i pieszego, a przewidywanym efektem w dokumencie jest wzrost udziału transportu publicznego, ruchu rowerowego oraz pieszego w ogólnej liczbie podróży w mieście.

W ramach realizacji celu 4.3.5 przewiduje się wprowadzenie w centrum Starego Miasta ograniczeń ruchu pojazdów z wyłączeniem pojazdów nisko i zero emisyjnych.

„Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla Miasta Tczewa na lata 2014-2020”¹⁵ zakłada 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.

¹⁵ Plan przyjęty uchwałą nr XLII/348/2014 Rady Miejskiej w Tczewie z dnia 24 kwietnia 2014 r.

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).

„Plan gospodarki niskoemisyjnej dla Gminy Miejskiej Tczew – aktualizacja”¹⁶ w ramach przewidywanych działań długoterminowych 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 „II. Transport” do realizacji w latach 2015-2020 – działanie „II.1. Modernizacja środków transportu w instytucjach podległych Miastu poprzez sukcesywną wymianę pojazdów mechanicznych na nowe pojazdy bardziej przyjazne środowisku, o mniejszej emisji CO₂”. W Planie przewiduje się wymianę pojazdów w instytucjach podległych Miastu poprzez 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 CO₂ całej floty o 10%.

Ponadto w tym samym obszarze przewiduje się działanie „II.4 Budowa węzła integracyjnego Tczew wraz z trasami dojazdowymi”, w ramach którego zakłada się rozbudowę parkingu na terenie węzła, budowę i przebudowę dróg rowerowych oraz przebudowę ul. Gdańskiej.

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

- II.2. Rozwój infrastruktury rowerowej i pieszej w Gminie Miejskiej Tczew;
- II.3. Kontynuacja działań reorganizacji ruchu drogowego poprzez ograniczanie wjazdów do strefy o szczególnie wysokim zanieczyszczeniu powietrza – Stare Miasto;
- II.5. Pomorskie Trasy Rowerowe o znaczeniu międzynarodowym R10 i Wiśłana Trasa Rowerowa R9 (partnerstwo Miasto Tczew).

„Gminny Program Rewitalizacji Miasta Tczewa na lata 2016-2030”¹⁷ dotyczy obszaru objętego rewitalizacją – Starego Miasta i Zatorza. W dokumencie wyznaczono cel główny, cele

¹⁶ Plan przyjęty uchwałą nr XXVII/223/2017 Rady Miejskiej w Tczewie z dnia 23 lutego 2017 r.

¹⁷ Program Rewitalizacji przyjęty uchwałą Rady Miejskiej w Tczewie nr XXVII/225/2017 z dnia 23 lutego 2017 r., zmieniony uchwałą nr XXXV/298/2017 z dnia 26 października 2017 r. oraz uchwałą nr XII/99/2019 z dnia 26 września 2019 r.

strategiczne i kierunki działań, a wśród nich cel strategiczny „2. Atrakcyjne warunki zamieszkania”, w którym zawarto kierunek działania „2.6. Wysoka jakość systemu komunikacji i mobilności”.

Wymienione w dokumencie przedsięwzięcia rewitalizacyjne nie dotyczą komunikacji miejskiej, elementem związanym z transportem jest przebudowa i remont dróg oraz zagospodarowanie ulic. Natomiast wśród przedsięwzięć uzupełniających o charakterze przestrzenno-funkcyjnym wymieniono m.in. – wprowadzenie komunikacji miejskiej na Zatorzu.

6.2. 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 wielu różnych uwarunkowań technicznych i finansowych.

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

- dywersyfikacja źródeł zasilania taboru (już posiadane – tabor autobusowy ON i CNG oraz planowany napęd pojazdów kołowych elektryczny bateryjny z zasilaniem pantografowym) zwiększa bezpieczeństwo ekonomiczne przy wahaniach cen paliw oraz zmianie warunków klimatycznych;
- zwiększenie bezpieczeństwa dostaw paliw i energii oraz ich stabilności cenowej;
- wydłużenie okresu eksploatacji pojazdów bez konieczności dokonywania poważnych napraw, ze względu na większą trwałość silników elektrycznych (z wyjątkiem baterii);
- zmniejszenie niekorzystnego oddziaływania transportu publicznego na mieszkańców w silnie zurbanizowanym obszarze miasta, w związku z brakiem emisji zanieczyszczeń do atmosfery w miejscu użytkowania autobusów elektrycznych i zmniejszoną emisją zanieczyszczeń przez pojazdy zasilane CNG;
- realizacja wytycznych zawartych w „Krajowych Ramach Polityki Rozwoju Infrastruktury Paliw Alternatywnych”.

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

Z kolei nakłady finansowe na uruchomienie przewozów autobusami elektrycznymi z wodorowymi ogniwami paliwowymi związane są z bardzo wysokim kosztem zakupu pojazdów stosujących tą nowatorską technologię oraz z brakiem dostępu do stacji tankowania wodoru

w Polsce. Koszt uruchomienia dedykowanej stacji tankowania wodoru jest bowiem wciąż kilku- lub nawet kilkunastokrotnie wyższy od kosztu wybudowania stacji szybkiego ładowania autobusów elektrycznych.

Wprowadzony ustawą o elektromobilności obowiązek systematycznego zwiększania udziału autobusów zeroemisyjnych lub napędzanych biometanem 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 lub napędzanych biometanem. W skali kraju aktualnie udział takich autobusów w strukturze taboru operatorów komunikacji miejskiej jest nadal niewielki, tymczasem narzucone tempo wzrostu tego udziału, wynikające z przepisów ustawy o elektromobilności, należy uznać za wysokie.

Ponadto wprowadzony zmianą ustawy o elektromobilności nowy art. 68a, w ust. 3 zobowiązuje zamawiających, a takim jest Miasto, do zapewnienia udziału autobusów (kategorii M3) wykorzystujących do napędu paliwa alternatywne, w całkowitej liczbie autobusów objętych zamówieniami, w wysokości 32% w okresie do 31 grudnia 2025 r. oraz 46% w okresie od 1 stycznia 2026 r. do 31 grudnia 2030 r. Do zamówień zalicza się zlecenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego oraz zakup, a także dzierżawę, wynajem lub leasing z opcją zakupu. Do paliw alternatywnych zalicza się natomiast energię elektryczną oraz paliwa stanowiące substytut paliw pochodzących z ropy naftowej, w szczególności: wodór, biopaliwa ciekłe, CNG i LNG, w tym pochodzące z biometanu oraz LPG.

Możliwym do zastosowania, w warunkach Tczewa, paliwem alternatywnym jest energia elektryczna, a pojazdami spełniającymi warunki autobusy zeroemisyjne. W okresie do końca 2025 r. Miasto Tczew zobowiązane jest więc zlecić usługi lub nabyć pojazdy w taki sposób, by w ich sumie 32% stanowiły autobusy zeroemisyjne. Zdecydowanie zwiększa to presję na wprowadzenie w okresie do końca 2025 r. pojazdów zeroemisyjnych do eksploatacji w sieci tczewskiej komunikacji miejskiej.

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

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

Zasadność eksploatacji pojazdów zasilanych CNG i LNG w Polsce wzrosła także po wejściu w życie ustawy o elektromobilności, która stanowi podstawę do utworzenia ogólnopolskiej sieci tankowania pojazdów zasilanych tymi paliwami gazowymi. Priorytetowe zamiary tworzenia sieci stacji tankowania gazu ziemnego dotyczą ich utworzenia przy drogach sieci TEN-T.

Istotną kwestią, przy podejmowaniu decyzji o eksploatacji taboru zasilanego CNG, jest dostępność stacji tankowania sprężonego gazu ziemnego. W Tczewie nie funkcjonuje obecnie taka stacja, najbliższa znajduje się na terenie zajezdni autobusowej Przedsiębiorstwa Komunikacji Miejskiej sp. z o.o. w Gdyni, przy ul. Chwaszczyńskiej 169, odległa od Tczewa o ok. 54 km.

Zainteresowanie pojazdami zasilanymi CNG zapewne wzrośnie po wprowadzeniu art. 69a do ustawy o elektromobilności, w wyniku implementacji w polskim systemie prawnym dyrektywy (UE) 2019/1161¹⁸. Zwiększy to nacisk na Grupę PGNiG na uruchamianie kolejnych stacji tankowania sprężonego gazu ziemnego.

Warto jednak podkreślić, że do dnia 1 stycznia 2028 r. zastosowanie tego paliwa nie powoduje spełnienia wymogów określonego udziału taboru zeroemisyjnego we flocie obsługujących pojazdów, zawartych w przepisach art. 35 ustawy o elektromobilności, zaś po tej dacie zaliczane będą wyłącznie autobusy zasilane sprężonym biometanem.

W Polsce nie występują jednak obecnie stacje tankowania biometanu, ani sprężonego biometanu.

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

¹⁸ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/1161 z dnia 20 czerwca 2019 r. zmieniająca dyrektywę 2009/33/WE w sprawie promowania ekologicznie czystych i energooszczędnych pojazdów transportu drogowego

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

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

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

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

Istotną wadą wprowadzenia trolejbusów do eksploatacji jest długotrwałość procesu budowy sieci trakcyjnej i jej zasilania. Budowa taka wymaga znaczącej ingerencji w infrastrukturę okołodrogową, dlatego czas uzyskania niezbędnych uzgodnień jest znacznie dłuższy niż czas

wymagany na budowę punktowych stacji zasilania dla autobusów elektrycznych pantografovych.

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

Trolejbusy z agregatem spalinowym trudno uznać za bezemisyjne, choć do grudnia 2021 r. uznawane były w ustawie o elektromobilności za pojazd zeroemisyjny. Uległo to zmianie po przyjęciu w IV kwartale 2021 r. nowelizacji ustawy o elektromobilności.

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

W świetle obowiązujących przepisów za zeroemisyjny uważa się trolejbus lub baterijny autobus elektryczny, nie wykorzystujący do napędu silnika emitującego gazy cieplarniane, lecz z zastosowanym ogrzewaniem zasilanym olejem napędowym lub paliwem gazowym, pomimo iż pojazd taki emituje zanieczyszczenia.

Najbliższa Tczewa sieć trolejbusowa zlokalizowana jest w Sopocie, na pętli Reja, ok. 40 km od centrum Tczewa. Linie trolejbusowe komunikacji miejskiej w Sopocie są organizowane przez Zarząd Komunikacji Miejskiej w Gdyni.

Uruchomienie przewozów trolejbusami wymagałoby instalacji w obszarze zurbanizowanym sieci napowietrznej na wszystkich głównych trasach tczewskiej komunikacji miejskiej oraz zasadniczej budowy nowej zajezdni trolejbusowej z możliwością parkowania, obsługi codziennej, napraw i remontów trolejbusów. Z uwagi na bardzo wysokie koszty jej uruchomienia od

podstaw, w celu spełnienia w wymaganym krótkim czasie wymogów ustawy o elektromobilności, Miasto może rozważyć zastosowanie jedynie dwóch typów napędów autobusów zapewniających zeroemisyjność. Są to elektryczne silniki napędowe zasilane bateryjnie – z okresowym doładowywaniem baterii na pętlach lub podczas postoju na terenie zajezdni oraz elektryczne silniki napędowe zasilane z lokalnego źródła – wodorowego ogniwa paliwowego.

6.3. Rozwiązania sposobów ładowania autobusów zeroemisyjnych

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

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

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

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

elektrycznych i hybrydowych. Przyszłością rozwoju baterii będą rozwiązania ze stałym elektrolitem, o większym bezpieczeństwie użytkowania oraz pozwalające na zwiększenie zasięgu pojazdu.

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

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

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

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

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

Parametry ładowania zależą także od stosowanej ładowarki. Na rynku występują ładowarki o małej mocy (40-60 kW) – do codziennego ładowania postojowego (nocnego) oraz o dużej mocy (do 500 kW, a niekiedy nawet większej) – do szybkiego ładowania. Podstawową

metodą dostarczania energii jest złącze kablowe plug-in, które ma jednak zwykle moc przekazywaną ograniczoną do 120 kW oraz dla autobusów miejskich – pantografy zwykłe i odwrócone – pozwalające na szybkie ładowanie wysokim prądem na stanowisku postojowym na trasie pojazdu. Innymi sposobami ładowania pojazdów są automatyczne stacje ładowania indukcyjnego – poprzez pętle zamontowane w nawierzchni jezdni, na przystanku lub na placu postojowym. Pętle indukcyjne muszą mieć system bezpiecznej automatyki – załączający dostawę prądu wyłącznie podczas postoju pojazdu nad pętlą i odłączający je wraz z rozpoczęciem jazdy autobusu.

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

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

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

Autobusy elektryczne posiadają zasobniki energii (baterie), których pojemność determinuje z jednej strony zasięg pojazdów pomiędzy ładowaniami, a z drugiej strony – cenę pojazdów i ich masę własną, która przy ograniczonej dopuszczalnej masie całkowitej, ma wpływ na nominalną pojemność pasażerską.

Aktualnie na rynku w segmencie autobusów elektrycznych klasy maxi, o długości około 12 m, wyraźnie ścierają się ze sobą dwa rozwiązania. Pierwsze zakłada wyposażenie autobusów w baterie o relatywnie małej pojemności i zapewnienie ich okresowego doładowywania szybkiego podczas pracy na linii, najczęściej poprzez pantograf. W najmniejszej pojemności baterie wyposażane są trolejbusy, pokonujące bez sieci trakcyjnej w miarę krótkie odcinki tras i następnie doładowywane z tej sieci w ruchu (In Motion Charging) lub podczas postojów

wyrównawczych na pętłach, także pod siecią. W Gdyni, Lublinie i Tychach nabyto trolejbusy o pojemności baterii 58 kWh. Większą pojemność baterii (87 kWh) mają supertrolejbusy, posiadające homologację zarówno autobusu elektrycznego, jak i trolejbusu, eksploatowane już w Gdyni i zakontraktowane dla Tychów.

Baterie o pojemności jedynie 90 kWh, zakładając ich doładowywanie nie rzadziej niż co kółko na obsługiwanej linii, zastosowano wprawdzie w partii 43 autobusów Ursus CS 12 LF dla Zielonej Góry, ale po pierwsze było to rozwiązanie przyjęte w autobusach kontraktowanych w 2017 r. i dostarczonych rok później, a po drugie – stanowiło odpowiedź jednego z oferentów na wymóg przetargowy zapewnienia możliwości pokonania przez autobus przynajmniej 50 km pomiędzy ładowaniami. Drugi z oferentów określił minimalną pojemność baterii przy takim wymogu na 120 kWh.

W realiach 2021 r., w warunkach niższych cen zasobników energii dostępnych na rynku, dla pojazdów, które mają być doładowywane na trasie, standardem jest wymaganie, aby w okresie udzielonej gwarancji, zdolność magazynowania energii w pojeździe powinna umożliwić zgromadzenie co najmniej 150 kWh energii elektrycznej i aby przy tym pojemność użyteczna dostępna dla użytkownika, nie była mniejsza od 120 kWh. W miastach o wysokim poziomie kongestii drogowej lub z rozkładami jazdy zakładającymi okresową minimalizację postojów wyrównawczych – w wąskich szczytach zaangażowania największej liczby pojazdów w ruchu – często zakłada się możliwość ładowania elektrobusów co 2 lub 3 pełne kółka nawet w ekstremalnych warunkach pogodowych (silny mróz lub upał), wskutek czego minimalna wymagana pojemność baterii wzrasta nawet do 240 kWh dostępnych dla użytkownika.

Takie autobusy elektryczne zapewniają zasięg na poziomie do 200 km przy zastosowaniu ogrzewania paliwowego (olej opałowy, olej napędowy lub gaz ziemny) albo tylko do 150 km – przy zastosowaniu ogrzewania elektrycznego. Z powyższych przyczyn strategia ładowania wyłącznie wolnego pojazdów klasy maxi o użytecznej pojemności baterii do 240 kWh, powinna mieć zastosowanie przede wszystkim w przypadku używania ogrzewania paliwowego, a także przy przeznaczaniu takich autobusów elektrycznych do obsługi krótkich (szczytowych) zadań przewozowych. Z uwagi na bardzo wysokie koszty zakupu taboru elektrycznego, pojazdy takie nie powinny być jednak alokowane do obsługi tego rodzaju zadań w pierwszej kolejności – takie działanie jest nieefektywne ekonomicznie.

Celem organizatorów i operatorów jest zwykle optymalizacja masy baterii, umożliwiającą zmniejszenie zużycia energii, a także likwidacja koniecznych do zrealizowania przejazdów technicznych do i z bazy autobusowej, w celu podłączenia do źródła zasilania i związanych z dłuższym ładowaniem wyłączeń autobusów z ruchu. Jest to realizowane poprzez zastosowanie dodatkowych punktów ładowania na trasie linii – w ramach strategii szybkiego ładowania.

Stosowany czas ładowania autobusu poprzez pantograf zainstalowany na pętli lub przystanku zależy od dopuszczalnego czasu postoju autobusu i waha się od kilku do ok. 20 minut.

Drugi z trendów rynkowych polega na wyposażaniu elektrobusów w baterie o pojemności użytecznej ponad 300 kWh w pojeździe 12-metrowym – w celu zapewnienia możliwości obsługi pomiędzy ładowaniami większości nawet dwuzmianowych zadań przewozowych, w szczególności w miastach małych i średnich, charakteryzujących się z reguły węższym zakresem czasowym funkcjonowania komunikacji miejskiej niż miasta największe. Takie rozwiązanie zastosowano w autobusach kilku marek, dostępnych na krajowym rynku. Elektrobus MAN Lion's City 12E o nieco większej od standardowej długości (12,2 m) wyposażony został w baterie o pojemności nominalnej 480 kWh oraz użytkowej 387 kWh, autobus Solaris Urbino electric 12 wyposażono w wersji testowej w baterie o pojemności nominalnej 395 kWh, a użytkowej 316 kWh, natomiast autobus Yutong E12LF – w zasobniki energii o pojemności użytecznej 374 kWh.

Autobusy te nie są jeszcze dostosowane do ładowania szybkiego na pętlach – uzupełnianie energii odbywa się w nich na terenie zajezdni, poprzez złącze plug-in. Przy przeciętnych warunkach pracy pojazdu (brak ekstremalnie wysokich temperatur powietrza lub silnych mrozów, stosunkowo płaski teren) taka pojemność baterii powinna wystarczyć do obsługi większości zadań całodziennych zaplanowanych w sieciach komunikacyjnych polskich miast.

Zastosowanie wyłącznie ogrzewania elektrycznego w tego rodzaju pojazdach wciąż jednak nie zapewnia w polskim klimacie w trudnych warunkach użytkowania, pewności pokonania przez autobus 250-300 km bez konieczności doładowania (doświadczenia z testów w różnych miastach).

Istotnym utrudnieniem byłoby występowanie silnych mrozów, upałów albo obsługa terenu o znaczących deniwelacjach (energia zużyta na pokonanie różnicy wysokości podczas podjazdu, przy zjeździe jest odzyskiwana tylko w niewielkim stopniu).

Podkreślić jednak należy, że wskutek postępu technicznego, w najbliższych latach systematycznie wzrastać będzie dostępność autobusów umożliwiających pokonywanie pomiędzy ładowaniami dystansu ponad 300 km – wykorzystujących baterie nowej generacji i urządzenia o większej efektywności energetycznej.

Barierą w dalszym zwiększaniu zasięgu autobusów elektrycznych poprzez instalację baterii o jeszcze większej pojemności użytkowej (znacznie ponad 400 kWh) są – poza wysokimi kosztami takiego rozwiązania – ograniczenia w dopuszczalnej masie całkowitej pojazdów klasy maxi (dla autobusu o dwóch osiach – do 19,5 t) oraz w dopuszczalnym nacisku na oś (do 11,5 t na oś napędową i do 10 t na pojedynczą oś nienapędową). Większy ciężar baterii w opisanych

uwarunkowaniach przekłada się na znaczące ograniczenie maksymalnej pojemności pasażerskiej w porównaniu do analogicznego autobusu ze standardowym napędem Diesla. W rezultacie, większe pojemności baterii stosuje się przeważnie tylko w autobusach trzyosiowych lub przegubowych, jak np. Irizar ie bus 18 m obsługujący trasy w Luksemburgu, który wyposażono w baterie o użytecznej pojemności 525 kWh.

Masa własna takich pojazdów klasy maxi wzrasta do ponad 14 ton. Większy ciężar pojazdu wymaga także dostosowania nawierzchni dróg i placów, szczególnie pętli z miejscami do odbywania postojów. Z tego względu operowanie pojazdami ładowanymi wyłącznie w zajezdni, nie zawsze jest zalecane. Pojazdy z bateriami o większej pojemności są jednocześnie znacznie droższe, a dodatkowo koszt ich użytkowania podnosi konieczność wymiany kosztownych baterii po kilku latach eksploatacji.

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

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

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

W przypadku korzystania z zasilania z sieci tramwajowej, ładowanie także odbywa się podczas postoju pojazdu – z uwagi na stosowaną w tramwajach sieć powrotną wykorzystującą szyny, których nie może wykorzystywać podczas ruchu pojazd z kołami pneumatycznymi.

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

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

Autobusy wyposażone w ogniwa paliwowe zasilane H_2 mają zbiorniki sprężonego wodoru zainstalowane na dachu, o pojemności wystarczającej na przejazd nawet do 350-400 km.

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

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

Istotnym utrudnieniem jest nadal brak w Polsce dostępnych stacji tankowania wodoru. Plany budowy ogólnodostępnych stacji tankowania wodoru posiadają zarówno Grupa ORLEN, jak i LOTOS. Budowę stacji tankowania wodoru w Koninie zapowiada także inwestor prywatny (pierwsza, mobilna stacja tankowania wodoru została uruchomiona przy ul. Łubinowej w Warszawie).

Brak jest także wciąż w Polsce pewnego dostawcy wodoru o wysokiej czystości w niskiej cenie i w wystarczającej ilości. Produkcję wodoru o wysokiej czystości zamierzają realizować

metodą reformingu parowego obydwie polskie koncerny paliwowe, w tym w Gdańsku Grupa LOTOS, w Trzebini i we Włocławku – Grupa ORLEN, a także Grupa PGNiG, a metodą elektrolizy ZE PAK SA (Zespół Elektrowni Pątnów Adamów Konin), a w przyszłości – inne koncerny energetyczne.

Oferowane na rynku są także lokalne stacje tankowania z wykorzystaniem elektrolizerów, do instalacji na przykład na terenie zajezdni autobusowej, wymagają jednak poniesienia znaczących dodatkowych nakładów inwestycyjnych.

Wadą pojazdów z wodorowymi ogniwami paliwowymi są także znaczące koszty ich eksploatacji wynikające z wciąż wysokiej ceny wodoru o wymaganej czystości (na stacjach paliw w Niemczech rzędu 9-9,5 euro za kg). Brak jest także pewności co do jej wysokości w najbliższej przyszłości. Dla zapewnienia kosztów eksploatacyjnych takich pojazdów na poziomie zbliżonym do kosztów eksploatacji autobusów elektrycznych z bateriami doładowywanymi na pętlach, cena wodoru powinna być dla przedsiębiorstwa przewozowego nawet o połowę niższa od obecnie spotykanej na stacjach paliw.

W opracowanej w 2018 r. „Analizie kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych dla gminy miejskiej Tczew” zakup autobusów z wodorowymi ogniwami paliwowymi uznano za nierealny do zastosowania.

Miasto, wspólnie z miastami Gdańsk i Gdynia, Grupą LOTOS S.A. oraz Miejskim Zakładem Komunikacji Wejherowo sp. z o.o. zleciło w 2020 r. opracowanie „Koncepcji wprowadzenia wodoru jako paliwa dla taboru komunikacji miejskiej dla Gdańska, Gdyni, Tczewa i Wejherowa”. W dokumencie dla Tczewa przeprowadzono analizę dla trzech wariantów dostawy wodoru bateriowozami z różnymi sposobami magazynowania wodoru i z lokalizacją stacji tankowania wodoru w siedzibie ZUK, przy ul. Czatkowskiej 2E w Tczewie oraz pętlę przy ul. Czatkowskiej obok terenów Zakładu Wodociągów i Kanalizacji sp. z o.o. w Tczewie.

Koncepcja wykazała, że przy 8 autobusach z ogniwami paliwowymi, w każdym z wariantów cena wodoru jako paliwa, z uwzględnieniem kosztów nakładów inwestycyjnych na poziomie 1,9-2,7 mln euro, przekroczyłaby poziom 30 zł za kg, przy cenie wodoru dostarczanego przez Grupę LOTOS S.A. na poziomie 25 zł/kg.

Wysoki poziom koniecznych do poniesienia nakładów inwestycyjnych oraz wysoki koszt eksploatacyjny autobusów z ogniwami paliwowymi spowodował rezygnację Miasta ze wdrażania wariantu budowy stacji tankowania wodoru w Tczewie.

W Tczewie występuje specyficzna sytuacja, rzadko spotykana w polskich miastach. Miasto jako organizator wykorzystuje do świadczenia przewozów w komunikacji miejskiej wyłącznie zewnętrznych operatorów, wyłonionych w ramach przeprowadzonych postępowań przetargowych.

Miasto wybudowało w rejonie Transportowego Węzła Integracyjnego przy ul. Dworskiej, stację szybkiego ładowania autobusów zeroemisyjnych, z wykorzystaniem systemu odwróconego pantografu, o mocy 2x400 kW. Stacja ta zostanie udostępniona operatorowi wybranemu w ramach ogłoszonego postępowania przetargowego.

Z uwagi na dysponowanie jednym punktem szybkiego ładowania na terenie miasta, założono że autobusy zeroemisyjne wyposażone zostaną w baterie o dużej pojemności, a przedmiotowa stacja będzie pełniła funkcje doładowania baterii pojazdów na trasie co kilka kursów.

Oczekiwana przez Miasto pojemność baterii pojazdu klasy midi to 210 kWh, a klasy maxi 280 kWh.

Jako rozwiązanie uzupełniające przewiduje się dodatkowe ładowanie autobusów zeroemisyjnych w terenie zajezdni operatora poprzez złącze plug-in o małej mocy (do 25 kW) ze standardowej sieci energetycznej 0,4 kW.

W „Analizie kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych dla gminy miejskiej Tczew” z 2018 r., w wariantcie 2 – elektrycznym założono budowę trzech stanowisk szybkiego ładowania autobusów na pętlach: dwie na pętli TWI/Dworzec oraz jedną na pętli Czyżykowo. Wybrano także wariant zakupu autobusów wyposażonych w baterie średniej pojemności 140 kWh, z częstszym doładowywaniem na trasie.

Rozwiązania wymaga również kwestia dostosowania obiektu przyszłej zajezdni operatora do zasilania uzupełniającego wielu pojazdów w okresie postoju nocnego. Przy 10 pojazdach zeroemisyjnych ładowanych wyłącznie w zajezdni i mocy ładowania 25 kW niezbędna dostępna moc dla jednoczesnego ich ładowania powinna wynosić 250 kW. Wymaga to prawdopodobnego przeprowadzenia prac dostosowawczych (np. rozbudowa zasilania, wymiana transformatora, rozbudowa rozdzielni i sterowania) w przyszłym obiekcie zajezdni. Na dodatkowe zasilenie terenu zajezdni operatora oraz doposażenie w urządzenia do ładowania baterii w pojazdach, potrzeba czasu co najmniej kilkunastu miesięcy.

Przy możliwości korzystania z ładowarki szybkiej przy dworcu kolejowym możliwe jest doładowywanie baterii pojazdów po zakończeniu wszystkich kursów, a jedynie niewielkie uzupełnianie energii podczas postoju nocnego. Pojazdy zeroemisyjne z ładowarek zajezdniowych korzystałyby przede wszystkim w celu prawidłowego uformowania baterii oraz podczas prac naprawczych i remontowych, korzystając do uzupełnienia energii na trasie wyłącznie z ładowarki szybkiej. Zmniejszyłoby to zakres prac adaptacyjnych zajezdni, ale może powodować konieczność kolejnego podłączania autobusów do ładowarek, co wymaga całodobowej pracy obsady zajezdni.

Ze względu na opisane wyżej uwarunkowania, w niniejszej analizie ujęto jeden wariant zastosowania autobusów zeroemisyjnych – wykorzystanie pojazdów elektrycznych o dużej pojemności baterii, z doładowywaniem przy użyciu ładowarki szybkiej na pętli TWI/Dworzec oraz z doładowywaniem uzupełniającym w zajezdni. Jest to rozwiązanie o dostatecznej pewności poprawnego funkcjonowania przewozów.

6.4. Proponowane warianty

W opracowanej w 2018 r. „Analizie kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych gminy miejskiej Tczew” przeanalizowano dwa warianty inwestycyjne:

- 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.

Warianty te porównano ze scenariuszem bazowym, w którym założono wykonywanie przewozów w tczewskiej komunikacji miejskiej przy ponoszeniu niższych nakładów na odtworzenie taboru przez operatora – wyłącznie na używane autobusy zasilane olejem napędowym.

W rezultacie przeprowadzonej w poprzednich podrozdziałach wstępnej analizy, dla potrzeb bieżącego opracowania (tj. dla uwarunkowań 2021 r.), zidentyfikowano dwa warianty możliwych zmian wyposażenia taborowego tczewskiej komunikacji miejskiej:

- konwencjonalny, w którym założono wymianę wyeksploatowanego taboru na nowe pojazdy spalinowe z silnikami Diesla, przy każdej kolejnej zawieranej umowie z operatorem;
- elektryczny, w którym założono:
 - wprowadzanie w nowych umowach z operatorami autobusów elektrycznych klasy midi i maxi, z szybkim doładowaniem pantografowym na pętli i uzupełniającym plug-in na terenie zajezdni – w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności dla 2028 r.;
 - w pozostałym zakresie – wprowadzanie w nowych umowach z operatorami autobusów spalinowych z silnikami Diesla.

W obydwu wariantach przyjęto wymianę jednostek taborowych na analogiczne fabrycznie nowe, po upływie planowanego okresu umowy, tj. po 10 latach eksploatacji.

W obydwu wariantach uwzględniono fakt braku eksploatacji w tczewskiej komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych – wynik analizy kosztów i korzyści przeprowadzonej w 2018 r., zwolnił Miasto z takiego obowiązku.

W wariantcie elektrycznym uwzględniono postanowienia ogłoszenia o zamówieniu zamieszczonego przez ZUK w bip.tczew.pl oraz w dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej w dniu 15 grudnia 2021 r., które zostało opisane w podrozdziale 5.2.

We wstępnym ogłoszeniu przyjęto założenie wprowadzenia do eksploatacji taboru zeroemisyjnego i dostosowania instalacji zajezdni operatora do jego zasilania najwcześniej od 1 września 2023 r. (okres wyboru operatora, zakupu przez niego taboru oraz dostosowania instalacji i obiektów zajezdni do obsługi i ładowania baterii autobusów operatora). Uwzględniając powyższe w niniejszej analizie przyjęto, że autobusy zeroemisyjne wprowadzone zostaną do codziennej eksploatacji w komunikacji miejskiej w pełnym, planowanym zakresie wymaganych od początku 2024 r.

W wariantcie elektrycznym i konwencjonalnym przyjęto podział taboru na klasy, zgodnie z ogłoszonym przez ZUK postępowaniem wyboru operatora. Założono, że w grupie A użytkowane będą autobusy klasy midi, w grupie B autobusy klasy maxi, a w grupie C autobusy klasy mega. Uwzględniono także wymóg użytkowania autobusów wyprodukowanych w 2023 r. lub młodszych.

W obydwu wariantach przyjęto że operator przeznaczy do eksploatacji w tczewskiej komunikacji miejskiej pojazdy w liczbie określonej w postępowaniu do wysyłania na trasy oraz pojazdy rezerwowe. W wariantcie elektrycznym przyjęto wykorzystywanie autobusów elektrycznych tylko w klasach A i B, a wysokość rezerwy jako minimum 20% pojazdów w ruchu w każdej z klas. W wariantcie konwencjonalnym liczbę autobusów do dyspozycji w każdej z klas przyjęto jak dla wariantu elektrycznego.

W tabeli 5 przedstawiono przyjęte liczby autobusów w obydwu wariantach w każdej z klas.

Tab. 5. Liczba autobusów komunikacji miejskiej przyjęta do analizy

Klasa pojazdów	Liczba autobusów [szt.]								
	w ruchu*	wariant konwencjonalny		wariant elektryczny					
				autobusy spalinowe			autobusy elektryczne		
		rezerwa	razem	w ruchu	rezerwa	razem	w ruchu	rezerwa	razem
Grupa A	6	2	8	3	1	4	3	1	4
Grupa B	18	3	21	13	2	15	5	1	6
Grupa C	1	1	2	1	1	2	0	0	0

Razem	25	6	31	17	4	21	8	2	10
--------------	-----------	----------	-----------	-----------	----------	-----------	----------	----------	-----------

* maksymalna liczba wysyłana na trasy w dniu powszednim w roku szkolnym.

Źródło: opracowanie własne.

W okresie obowiązywania umowy przewozowej w latach 2024-2033 nie zakładano wymiany taboru, przyjęto natomiast wymianę autobusów na fabrycznie nowe, w analogicznej liczbie dla każdej z klas, po jej zakończeniu.

Poza opisanymi wyżej wariantami inwestycyjnymi utworzono scenariusz bazowy, o charakterze wyłącznie porównawczym, w którym założono rezygnację z taboru nowego i wprowadzenie do eksploatacji używanych jednostek taborowych, zasilanych olejem napędowym, w średnim wieku 8 lat.

Począwszy od 2022 r. przyjęto powrót do liczby wykonywanych wozokilometrów wynikającej z zawartej i obecnie obowiązującej umowy wykonawczej, czyli do poziomu 1 450 tys. km rocznie. Podziału na pojazdy klasy maxi i mega dokonano proporcjonalnie do ich liczby we flocie.

W nowych, kolejnych umowach wykonawczych, we wszystkich wariantach analizy, przyjęto zakładany w postępowaniu wyboru operatora poziom pracy eksploatacyjnej w wysokości 1 450 tys. wozokilometrów rocznie. Podziału liczby wozokilometrów na poszczególne grupy autobusów dokonano według założonej w postępowaniu dla tych grup pracy eksploatacyjnej w całym okresie obowiązywania nowej umowy wykonawczej. Roczną liczbę wozokilometrów w wariantcie elektrycznym dla autobusów spalinowych i elektrycznych wyliczono proporcjonalnie do liczby pojazdów we flocie dla danej grupy.

Powyższe założenie służy jedynie porównaniu kosztów i korzyści w poszczególnych wariantach, w związku z czym ma znaczenie wyłącznie teoretyczne, ponieważ rzeczywisty zakres pracy eksploatacyjnej będzie wynikał z potrzeb mieszkańców miasta i okolicznych gmin oraz możliwości finansowych budżetów gmin. Podział pracy eksploatacyjnej na pojazdy spalinowe i elektryczne będzie w rzeczywistości wynikał z przyjętych rozkładów jazdy, doświadczeń eksploatacyjnych oraz kosztów przewozów w trakcji spalinowej i elektrycznej.

W analizie przyjęto więc zasadę zakupu jednostek taborowych przez operatorów wyłonionych w postępowaniu przetargowym. Jest to jednak wyłącznie założenie przyjęte do celów analizy porównawczej wariantów, niezamykające absolutnie możliwości nabywania taboru przez Miasto, w celu późniejszego udostępnienia operatorowi.

W tabeli 6 przedstawiono planowane zmiany struktury taboru w wariantcie konwencjonalnym, natomiast w tabeli 7 w wariantcie elektrycznym.

Tab. 6. Harmonogram wymiany taboru tczewskiej komunikacji miejskiej w latach 2021-2036 w wariantcie konwencjonalnym

Lp.	Typ taboru – napęd	Rozpatrywany rok															
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1	Autobusy ON																
1a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	31/30	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	31/31	-/-	-/-	-/-
1b	Stan na koniec roku	30	30	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
2	Autobusy elektryczne																
2a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
2b	Stan na koniec roku	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Ogółem stan taboru na koniec roku																
4	Razem emisyjne	30	30	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
5	Zeroemisyjne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5a	Udział we flocie [%]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	Średni wiek floty [lat]	15,5	16,5	17,5	1,00	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	1,0	2,0	3,0

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ZUK.

Tab. 7. Harmonogram wymiany taboru tczewskiej komunikacji miejskiej w latach 2021-2036 w wariantcie elektrycznym

Lp.	Typ taboru – napęd	Rozpatrywany rok															
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1	Autobusy ON																
1a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	21/30	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	31/31	-/-	-/-	-/-
1b	Stan na koniec roku	30	30	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
2	Autobusy elektryczne																
2a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	10/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	10/10	-/-	-/-	-/-
2b	Stan na koniec roku	0	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
3	Ogółem stan taboru na koniec roku																
4	Razem emisyjne	30	30	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
5	Zeroemisyjne	0	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
5a	Udział we flocie [%]	0,0	0,0	32,3	32,3	32,3	32,3	32,3	32,3	32,3	32,3	32,3	32,3	32,3	32,3	32,3	32,3
6	Średni wiek floty [lat]	15,5	16,5	17,5	1,00	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	1,0	2,0	3,0

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ZUK.

W każdym wariantcie założono, że nabywane fabrycznie nowe pojazdy będą wyposażone zgodnie ze specyfikacją postępowania przetargowej, w szczególności będą wymalowane w kolorystyce miejskiej, niskopodłogowe lub niskowejsciowe, wyposażone w: klimatyzację całopojazdową, rampę, przyklęk i miejsce na wózek, system elektronicznej informacji pasażerskiej z zapowiedziami głosowymi przystanków i wyświetlaczami, system GPS, kasowniki dostosowane do systemu FALA, ładowarki USB oraz monitoring wewnętrzny i zewnętrzny.

Przy kolejnych zakupach autobusów elektrycznych założono jednoczesny zakup przez wybranego operatora ładowarek zajezdniowych – po jednej na każdy autobus lub alternatywnie jedną ładowarkę dwustanowiskową na dwa autobusy. Ponadto, w wariantcie elektrycznym przyjęto udostępnienie operatorowi stacji ładowania szybkiego na pętli TWI/Dworzec, będącej własnością Miasta.

Liczbę pasażerów we wszystkich wariantach oszacowano na podstawie danych ZUK z lat 2018-2020. Na liczbę pasażerów w 2020 roku duży wpływ miała zmiana zachowań komunikacyjnych mieszkańców spowodowana stanem epidemii COVID-19. Uwzględniono wzrost liczby wykonywanych wozokilometrów od 2022 roku oraz prognozy demograficzne GUS spadku liczby mieszkańców Tczewa. Należy przypuszczać, że zamiana autobusów z silnikami Diesla na pojazdy elektryczne nie będzie w najbliższych latach skutkowała efektem w postaci jeszcze większego zainteresowania mieszkańców podróżami komunikacją miejską. Bardziej uzasadnione jest przyjęcie założenia stopniowego, ewolucyjnego powrotu mieszkańców do korzystania z pojazdów transportu publicznego przez okres kilku lat po uchyleniu stanu pandemii.

Przychody z biletów przyjęto na podstawie prognozowanej liczby pasażerów, uwzględniając powrót w okresie najbliższych kilku lat do struktury pasażerów z lat 2018-2019.

W tabeli 8 przedstawiono wskaźniki krotności – ile razy większa jest gęstość zaludnienia w obszarze obsługiwanym liniami miejskimi tczewskiej komunikacji miejskiej (obszar miasta) w stosunku do miast w Polsce i terenu całej Polski oraz wskaźniki wzrostu – o ile procent jest wyższa gęstość zaludnienia w obszarze obsługiwanym liniami miejskimi w porównaniu do średniej gęstości zaludnienia w polskich miastach. Wskaźniki te uwzględniono w wycenie wpływu emisji substancji szkodliwych innych niż gazy cieplarniane na zdrowie i życie mieszkańców w analizie kosztów i korzyści w dalszej części opracowania.

Tab. 8. Parametry i wskaźniki dotyczące ludności i powierzchni Tczewa na tle kraju i miast w kraju – stan na 31 grudnia 2020 r.

Parametry charakteryzujące Tczew			Wskaźniki		
liczba mieszkańców [tys.]	powierzchnia [km ²]	gęstość zaludnienia [osób/km ²]	krotności w stosunku do		wzrostu wobec miast w Polsce [%]
			miast w Polsce	Polski	
59,43	22,38	2 655	2,59	21,7	159

Źródło: dane Banku Danych Lokalnych GUS.

Dane zaprezentowane w tabeli 8 wskazują, że gęstość zaludnienia Tczewie jest znacznie wyższa niż przeciętna dla kraju (ponad 20-krotnie) oraz znacznie większa niż miast w kraju (2,5-krotnie), a więc liczba mieszkańców narażonych na tzw. niską emisję, w tym pochodzącą z zanieczyszczeń ze środków transportu, jest także w Tczewie proporcjonalnie większa niż przeciętnie w Polsce i w miastach w Polsce.

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

6.5. Wybór linii do obsługi taborem zeroemisyjnym

W ramach programu stymulowania rynku projektowania, produkcji i sprzedaży polskich pojazdów elektrycznych na potrzeby transportu publicznego przeprowadzono cykl warsztatów mających na celu wypracowanie księgi dobrych praktyk w zakresie elektromobilności w transporcie miejskim. Warsztaty te współorganizowały: Ministerstwo Rozwoju, Ministerstwo Energii, Polski Fundusz Rozwoju i Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej.

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

Uzyskane odpowiedzi wskazały na cztery grupy przesłanek:

- środowiskowe (ekologiczne);
- społeczne;
- wizerunkowe (prestż, innowacyjność);
- ekonomiczne.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Efektem sesji warsztatowych programu 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:

- obejmuje ona obszary miejskie o intensywnej zabudowie wielorodzinnej – ze względu na brak emisji hałasu, szczególnie dotkliwego wśród wysokich i gęsto rozlokowanych budynków;
- występuje duża intensywność dobowego i rocznego wykorzystania taboru – środki transportu o wysokich kosztach stałych powinny być eksploatowane w sposób maksymalnie intensywny (dominantę stanowiły wartości od 65 do 80 tys. wozokilometrów rocznie w przeliczeniu na pojazd w inwentarzu, aczkolwiek próg opłacalności eksploatacji elektrobusów wyznaczono na 100 tys. wozokilometrów rocznie – zauważając przy tym, że obecny poziom techniki poważnie utrudnia lub nawet uniemożliwia jego osiągnięcie);
- ma miejsce wysoka dostępność przestrzenna przystanków – cechy techniczno-eksploatacyjne elektrobusów predestynują je do obsługi linii o dużej gęstości przystanków;
- trasa ma względnie płaski profil pionowy – przy obecnym zaawansowaniu i sprawności procesu rekuperacji powinno się preferować linie bez znacznych deniwelacji w przebiegu trasy;

- linia stanowi element systemu skoordynowanej obsługi obszaru zurbanizowanego wieloma liniami – wymagane synchronizacją rozkładów jazdy dłuższe postoje wyrównawcze na pętłach mogą być dzięki temu efektywnie wykorzystane na doładowanie zasobników energii;
- jest ona podatna na kongestię drogową – jej trasa charakteryzuje się dużą liczbą zatrzymań autobusów pomiędzy przystankami i niewielką prędkością jazdy pomiędzy tymi zatrzymaniami;
- niska prędkość techniczna zdeterminowana jest także przyczynami innymi niż kongestia (np. przebieg trasy przez strefy ograniczonego ruchu – z pierwszeństwem pieszych i rowerzystów, obszary uspokojonego ruchu „Tempo 30” i inne);
- przebieg trasy obejmuje planowane przyszłe strefy ekologiczne dla pojazdów mechanicznych (w szczególności okolice obiektów zabytkowych).

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

Celem, jaki Miasto zamierza osiągnąć określonym wyborem linii, jest ograniczenie wykorzystania autobusów z napędem spalinowym w zurbanizowanej części Tczewa, w szczególności w centrum miasta i w największych osiedlach mieszkaniowych. Liniami komunikacyjnymi, które byłyby odpowiednie do obsługi taborem zeroemisyjnym, powinny być więc takie, których trasa w głównej mierze obejmuje centralną część miasta, o gęstej zabudowie mieszkaniowej oraz największe osiedla mieszkaniowe. Liniami obsługiwanymi taborem zeroemisyjnym powinny być jednocześnie linie o wysokiej częstotliwości kursowania.

W opracowanej w 2018 r. „Analizie kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych dla gminy miejskiej Tczew” przeprowadzono szeroką analizę poszczególnych linii, w celu wyboru linii do obsługi taborem zeroemisyjnym. W wyniku tej analizy wymieniono linie, uwzględniając także propozycje złożone przez Miasto. Do obsługi taborem zeroemisyjnym wskazano w pierwszej kolejności linie 1 i 17, w drugiej kolejności – linie 2 i 12, a w trzeciej kolejności linie 3 i 4. Dla ostatniej pary linii, z uwagi na przyjęte mniejsze pojemności baterii autobusów elektrycznych, zaproponowano jednocześnie instalację ładowarki szybkiej na pętli Czyżykowo.

Jednocześnie, w Analizie z 2018 r. przyjęto wyposażenie autobusów w baterie o pojemności 140 kWh. W analizie ujęto planowaną wówczas instalację ładowarki szybkiej na pętli TWI/Dworzec, lecz o zakładanej wówczas mocy 200 kW.

W ogłoszonym przetargu na obsługę tczewskiej komunikacji miejskiej od 1 września 2023 r. do 31 sierpnia 2033 r. zmieniono założenia dotyczące obsługi sieci linii autobusami elektrycznymi w stosunku do propozycji opracowanych w 2018 r. Założono mianowicie obsługę

sieci komunikacyjnej minimum ośmioma autobusami elektrycznymi, w tym trzema pojazdami typu eKN (o długości około 10,5 m) oraz pięcioma pojazdami typu eSN (o długości około 12 m). Przyjęto założenie, że autobusy będą wyposażone w niezależny, spalinowy system ogrzewania, co oznaczać będzie mniejsze zużycie energii elektrycznej podczas pracy na liniach. Autobusy muszą być wyposażone w baterie przystosowane do szybkiego ładowania mocą do 450 kW o pojemności nie mniejszej niż 210 kWh dla autobusu eKN oraz nie mniejszej niż 280 kWh dla autobusów eSN i ePN.

Takie pojemności baterii, przy jednoczesnym wyposażeniu pojazdu w niezależny system ogrzewania, umożliwią wykonanie nawet kilkudziesięciu kilometrów bez ładowania baterii.

Długości tras na poszczególnych liniach są następujące:

- **1** – 3,50 / 3,65 km w zależności od kierunku;
- **2** – w wariantcie podstawowym – 10,3 km, a w wariantcie wydłużonym – 12,0 km;
- **3** – w warianttach podstawowych – 8,3 km, a w warianttach z zajazdem do Huber+Suchner sp. z o.o. – 11,0 km;
- **4** – w wariantcie podstawowym – 7,9 km, a w wariantcie wydłużonym – 11,5 / 11,6 km w zależności od kierunku;
- **6** – w wariantcie podstawowym – 2,8 / 2,9 km, a w wariantcie wydłużonym – 3,6 / 3,9 km w zależności od kierunku;
- **7 i 17** – 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;
- **8** – 4,8 km;
- **12** – w wariantcie podstawowym – 10,5 km, a w wariantcie wydłużonym – 12,5 km.

Relatywnie krótkie długości tras umożliwiają wykonanie nawet kilku par kursów na jednym ładowaniu, zatem doładowywanie na trasie będzie konieczne tylko podczas dłuższych postojów na pętlach – w których zapewnione zostaną przerwy socjalne.

Usytuowanie dwustanowiskowej ładowarki pantografowej na jednej z dwóch najważniejszych pętli umożliwi eksploatację autobusów elektrycznych praktycznie na wszystkich liniach w mieście. Z uwagi na to, że w Tczewie pojazdy nie są przypisane sztywno do określonych linii komunikacyjnych, a zadania są wieloliniowe, obsługę pojazdami elektrycznymi przypisano do następujących zadań:

- autobusy eKN – zadania realizujące przede wszystkim kursy na liniach 7 i 17, z uwagi na obsługę Starego Miasta a także parametry ulic, którymi prowadzą trasy tych linii; z uwagi na układ zadań pojazdy te obsługiwać będą również w mniejszym zakresie kursy linii: 1, 2, 6, 12, a poza szczytem komunikacyjnym – także wybrane kursy linii: 3, 4 i 8;

- autobusy eSN – zadania realizujące przede wszystkim kursy na liniach 3 i 4, których trasy przebiegają przez obszary o gęstej wielorodzinnej zabudowie mieszkaniowej (w tym wysokiej) i są liniami obsługującymi najważniejsze osiedla w mieście i generują największe poki pasażerskie; z uwagi na układ zadań pojazdy te także będą obsługiwać, chociaż w mniejszym zakresie, kursy na innych liniach.

W ten sposób wybrane zadania do elektryfikacji powinny zapewnić korzyści środowiskowe wynikające z wyeliminowania emisji zanieczyszczeń oraz obniżenia hałasu, które dotyczyłyby możliwie największej liczby mieszkańców Tczewa.

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

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

- w pierwszej kolejności – linie podstawowe 7 i 17, przebiegające przez rewitalizowany teren Starego Miasta;
- w drugiej kolejności – linie priorytetowe 3 i 4, o obecnie największej częstotliwości kursowania;
- w trzeciej kolejności – wybrane linie lub kursy według potrzeb.

Na parze linii 7 i 17 w latach 2018-2019 wykonywane było 16,1-16,4% pracy eksploatacyjnej w komunikacji miejskiej, natomiast w 2020 r. – 14,4%. Na liniach 3 i 4 w latach 2018-2019 wykonywane było 48,6-49,5% pracy eksploatacyjnej, natomiast w 2020 r. udział ten wyniósł 50%. Flota autobusów zeroemisyjnych, stanowiąca ok. 32% całej floty pojazdów komunikacji miejskiej, prawdopodobnie byłaby wykorzystana w całości do obsługi wymienionych czterech linii.

Zachowana byłaby przy tym możliwość dokonywania zmian w przypisaniu pojazdów do linii w skali dnia, ograniczając ją jednak do linii korzystających z pętli TWI/Dworzec, na której zainstalowana będzie ładowarka do szybkiego zasilania baterii autobusów.

Poszczególne linie priorytetowe, podstawowe i uzupełniające mogą też być obsługiwane w innej kolejności. Włączone do obsługi mogą być także linie 2 i 12.

Zaleca się również – wraz zwiększeniem pracy eksploatacyjnej – powrót do pełnej rytmiki kursowania autobusów, co zalecane jest niezależnie od skali oferowanej podaży usług przewozowych. Takie działanie nie tylko poprawi warunki przemieszczania się mieszkańców po terenie miasta, ale też zdecydowanie ułatwi zaplanowanie doładowania pojazdów elektrycznych na poszczególnych pętlach.

Wraz z wyborem linii do obsługi taborem zeroemisyjnym powinna być określona niezbędna pojemność baterii autobusu. 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), bezwzględnie wymagana byłaby jeszcze około 30% rezerwa pojemności baterii.

Właśnie takie rozwiązanie – baterie o pojemności użytecznej ponad 300 kWh w pojeździe 12-metrowym – zastosowano w testowych autobusach kilku marek. Pojazd MAN Lion's City 12E o nieco większej długości (12,2 m) wyposażony został w baterie o pojemności nominalnej 480 kWh oraz użytkowej 387 kWh, autobus Solaris Urbino electric 12 wyposażono w wersji testowej w baterie o pojemności nominalnej 395 kWh, a użytkowej 316 kWh, z kolei autobus Yutong E12LF w zasobniki energii o pojemności użytecznej 374 kWh.

Autobusy te nie są obecnie dostosowane do ładowania szybkiego na pętlach, uzupełnienie energii odbywa się w nich na terenie zajezdni, poprzez złącze plug-in. Przy przeciętnych warunkach pracy pojazdu (brak wysokich temperatur powietrza, brak silnych mrozów, stosunkowo płaski teren), taka pojemność baterii powinna wystarczyć do obsługi całodziennych zadań w większości przypadków. Pomimo tego, zastosowanie ogrzewania elektrycznego w autobusach testowych, nie zapewnia w polskim klimacie, w trudnych warunkach użytkowania, pewności pokonania przez autobus 250-300 km bez konieczności doładowania (doświadczenia z testów w różnych miastach). Istotnym utrudnieniem jest występowanie silnych mrozów i upałów (co w Tczewie ma mniejsze znaczenie, z uwagi na wpływ klimatu morskiego) albo też obsługa terenu o zróżnicowanej wysokości (zużyta energia na pokonanie różnicy wysokości jest odzyskiwana w niewielkim stopniu). Większe pojemności baterii stosuje się przeważnie tylko w autobusach przegubowych, np. Irizar ie bus 18 m obsługujący linię w Luksemburgu wyposażono w baterie o pojemności 525 kWh.

Opisanego rodzaju autobusy elektryczne, z uwagi na duży ciężar baterii, posiadają znacznie wyższą masę własną od pojazdów standardowych z napędem Diesla, czyli ponad 14 ton,

co wpływa na konieczność zmniejszenia maksymalnej pojemności pasażerskiej pojazdu – w celu nieprzekroczenia dopuszczalnych nacisków na oś pojazdu oraz dopuszczalnej masy całkowitej. Większy ciężar pojazdu wymaga także dostosowania nawierzchni dróg i placów, szczególnie pętli z miejscem postoju pojazdu. Z tego względu operowanie pojazdami ładowanymi wyłącznie w zajezdni, nie zawsze jest zalecane.

W niniejszej analizie przyjęto zakup autobusów zeroemisyjnych zgodny ze specyfikacją przygotowaną przez ZUK, z bateriami o dużej pojemności, ale z jednoczesnym dostosowaniem autobusu do szybkiego doładowania na planowanej do wybudowania stacji szybkiego ładowania przy Galerii Kociewskiej, jako rozwiązanie o większej pewności poprawnego funkcjonowania w trudnych warunkach eksploatacyjnych.

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, systemy biletowe (np. obsługa systemu FALA), systemy zliczania pasażerów, sieć Wi-Fi i porty USB, klimatyzacja przestrzeni pasażerskiej itd.

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

Zużycie energii elektrycznej wzrasta, w okresach upałów, przy pracującej klimatyzacji, baterie pojazdu powinny więc posiadać pewien zapas pojemności, dla pokrycia zwiększonego zapotrzebowania na energię przy intensywnie pracującej klimatyzacji, nawet jeśli urządzenia klimatyzacyjne wspomagane są pompą ciepła. Z doświadczeń eksploatacyjnych wynika, że przy pracującej klimatyzacji zużycie energii zwiększa się nawet o 25-30%. Można więc przyjąć,

że średnie zużycie energii przez autobus klasy maxi w Tczewie, przy pracującej klimatyzacji, wyniesie 1,25 kWh/km. Uwzględniając warunki klimatyczne Tczewa, okresy pracy klimatyzacji w ciągu roku nie będzie zbyt długi, można przyjąć, że średnioroczne zużycie energii autobusu elektrycznego z ogrzewaniem spalinowym wyniesie 1,10 kWh/km.

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

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

Na podstawie wieloletnich doświadczeń z eksploatacji trolejbusów w Gdyni i w Lublinie, określone zużycie energii na ogrzewanie wnętrza pojazdu w mroźnej zimie, można szacować nawet do 0,9 kWh w przeliczeniu na każdy 1 km pokonywanej trasy. W tczewskich warunkach ruchowych i klimatycznych należy przyjąć maksymalne zużycie energii przez autobus elektryczny klasy maxi z ogrzewaniem elektrycznym na poziomie do $1,0 + 0,8 = 1,8$ kWh w przeliczeniu na każdy 1 km trasy.

W tabeli 9 przedstawiono dla autobusu zeroemisyjnego klasy midi z baterią o pojemności 210 kWh oraz klasy maxi z baterią o pojemności 280 kWh: prawdopodobne minimalne przebiegi do czasu rozładowania baterii oraz czas ładowania baterii całkowicie rozładowanej na pętli – z zastosowaniem ładowarki szybkiej 400 kW i na terenie zajezdni – z zastosowaniem ładowarki zajezdniowej 25 kW (korzystającej z sieci 0,4 kV).

Przyjęto, że bateria autobusu nie może się rozładować poniżej poziomu 20% jej pojemności nominalnej, uwzględniając także spadek pojemności baterii związany z jej wiekiem – na poziomie 1,5% rocznie. Moc ładowarki na pętli przyjęto 400 kW, a moc ładowarki zajezdniowej 25 kW, przy sprawności łącznej 95%.

Tab. 9. Zakładane przebiegi i czasy ładowania autobusów zeroemisyjnych.

Klasa autobusu	Pojemność baterii		Minimalny przebieg			Maksymalny czas ładowania	
	nominalna	użytkowa	latem		zimą	na trasie	zajezdnia
			klimatyzacja				
			nie	tak			
	[kWh]	[kWh]	[km]	[km]	[km]	[minut]	[godzin]
midi	210	153	153	122	85	24,2	6,5
maxi	280	204	204	163	113	32,3	8,6

Źródło: opracowanie własne.

Czasy ładowania po mniejszym przebiegu autobusu byłyby odpowiednio krótsze, co oznacza że czas na doładowanie baterii może być w trakcie pracy autobusu na linii podzielony na odpowiednio mniejsze części i krótsze postoje pod instalacją ładowania. Dwie ładowarki o mocy nominalnej 400 kW i sprawności 95% są w stanie dostarczyć 8 autobusom w ruchu maksymalnie po 95 kWh, wystarczającą dla potrzeb doładowania baterii, ale przerwa na ładowanie szybkie autobusów powinno być odpowiednio wcześniej zaplanowana w rozkładzie jazdy.

Dostosowanie autobusów do ładowania podczas postoju nocnego z sieci 0,4 kV wymaga by autobusy zeroemisyjne doładowywane były przynajmniej do połowy pojemności baterii na stacji ładowania szybkiego, przed zjazdem na postój nocny.

W tabeli 10 przedstawiono szacunkowe wyliczenia liczby par kursów po jakich wymagane byłoby doładowanie baterii po 6 latach eksploatacji, do pełnej pojemności po jej rozładowaniu do 20% pojemności, przy przyjętych wyżej jednostkowych zużyciach energii. W rzeczywistości skrajne warunki wystąpią dość rzadko, z uwagi na niewielką liczbę dni ze skrajnymi warunkami klimatycznymi. Ponadto w takiej sytuacji autobusy elektryczne mogą być skierowane na linie lub kursy o krótszych trasach. W tabeli podano także szacunkowy czas doładowania baterii po wykonaniu dwóch kółek.

Tab. 10. Wymagana częstotliwość doładowywania baterii autobusów

Linia	Maksymalna długość dwóch kursów	Zużycie energii		Maksymalna liczba kółek		Czas ładowania po dwóch kółkach	
		lato	zima	lato	zima	lato	zima
	[km]	[kWh]	[kWh]	[max]	[max]	[min]	[min]
2 i 12	24,0	25,2	43,2	12	7	8,0	13,6
3	22,0	23,1	39,6	13	8	7,3	12,5
4	23,1	24,3	41,6	13	6	7,7	13,1

Linia	Maksymalna długość dwóch kursów	Zużycie energii		Maksymalna liczba kółek		Czas ładowania po dwóch kółkach	
		lato	zima	lato	zima	lato	zima
	[km]	[kWh]	[kWh]	[max]	[max]	[min]	[min]
7 i 17	30,0	31,5	54,0	10	7	10,0	17,1

Źródło: opracowanie własne.

Zestawienie zawarte w tabeli 10 ma jednak charakter przede wszystkim poglądowy, gdyż przy proponowanym zachowaniu obecnych częstych zmian w przypisaniu pojazdów do linii, kolejne kursy realizowane byłyby na różnych parach linii zestawionych spośród wymienionych w tabeli oraz o różnej długości wariantów tras.

Przedstawione czasy ładowania są dość długie, szczególnie w okresie zimowym. Oznacza to, że nabywane autobusy zeroemisyjne powinny być wyposażone w ogrzewanie spalinowe – na olej napędowy lub gaz (LPG). Pomimo tego, wymagana pojemność baterii i tak jest znaczna.

Czas ładowania rozładowanej baterii autobusu na pętli zależy od jej pojemności, ale także od mocy dyspozycyjnej ładowarki. Przyjęta maksymalna moc ładowania 400 kW powoduje, że konieczny postój pojazdu na pętli będzie relatywnie krótszy, a efektywność wykorzystania pojazdów większa. Przy mniejszej wydajności ładowarki czasy zdecydowanie by się wydłużyły, a autobusy znaczną część czasu na trasie zmuszone byłyby poświęcać na postój na pętlach, w celu naładowania baterii. Czas postoju można skrócić o połowę, doładowując baterie pojazdu po każdym kółku, lecz łączny czas postoju nie ulega w takim przypadku skróceniu, a jedynie podziałowi na dwie części.

Powyższe wyliczenia mają jednak charakter wyłącznie szacunkowy – dla potrzeb analizy kosztów i korzyści – wskutek czego nie mogą stanowić jedynej podstawy do ostatecznego doboru pojemności baterii autobusów.

Wykorzystanie pojazdów elektrycznych można zwiększyć, stosując cykliczne zmiany w przypisaniu autobusów do obsługiwanych linii, odbywające się w obrębie pętli integrujących grupy linii i powodujące skrócenie czasu oczekiwania na pętlach na rozpoczęcie kolejnego kursu, a w konsekwencji – zmniejszające liczbę ekspediowanych na trasy autobusów. Linie przeznaczone do obsługi taboru 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.

Miasto Tczew może docelowo wybrać także zupełnie inne linie do obsługi taboru zeroemisyjnym w kolejnych etapach, jeśli zostanie to odpowiednio uzasadnione.

6.6. Planowane nakłady inwestycyjne

Przewidywane (przyszłe) koszty zakupu jednostek taborowych przyjęto na podstawie wyników rozstrzygniętych postępowań przetargowych w latach 2019-2021. Uwzględniono zwiększony koszt pojazdów związany z zastosowaniem baterii o większej pojemności.

Nakłady na tabor przyjęto w kwotach netto, wynoszących za jeden autobus fabrycznie nowy odpowiednio:

- 0,90 mln zł – z silnikiem na olej napędowy, klasy midi;
- 0,98 mln zł – z silnikiem na olej napędowy, klasy maxi;
- 1,27 mln zł – z silnikiem na olej napędowy, klasy mega;
- 2,28 mln zł – z silnikiem elektrycznym, ładowany za pomocą pantografu i poprzez plug-in, klasy midi;
- 2,50 mln zł – z silnikiem elektrycznym, ładowany za pomocą pantografu i poprzez plug-in, klasy maxi;

Dla autobusów używanych, po 8-letnim okresie wcześniejszej eksploatacji, cenę zakupu przyjęto w wysokości netto odpowiednio: 0,20 mln zł dla klasy midi, 0,25 mln zł dla klasy maxi i 0,350 mln zł dla klasy mega. Przyjęto, że ceny te uwzględniają konieczność dostosowania jednostek taborowych do wymogów tczewskiej komunikacji miejskiej.

Przy wprowadzeniu do eksploatacji autobusów elektrycznych przewiduje się realizację inwestycji wspomagających:

- budowę na placu przed Galerią Kocińską, przy ul. Dworcowej, stacji szybkiego ładowania z zasilaniem, o mocy 2 x 400 kW, pozwalającej na szybkie doładowanie autobusu elektrycznego w czasie przerw między kursami;
- budowę w bazie operatora wolnego ładowania, o mocy nie mniejszej niż 25 kW, pozwalającej na doładowanie autobusu w czasie postoju nocnego;
- dostosowanie obiektów zajezdni operatora oraz stanowisk do eksploatacji i ładowania autobusów elektrycznych.

Złącze kablowe plug-in w zajezdni ma zwykle moc przekazywaną ograniczoną do 120 kW. Parametry ładowania w zajezdni powinny zapewnić pełne naładowanie rozładowanych baterii autobusu w czasie nie dłuższym niż czas nocnego jego postoju, zatem standardowy czas ładowania nie powinien być dłuższy niż 6 godzin. Na rynku występują ładowarki o małej (40-60 kW) oraz o średniej mocy (do 120 kW) – te ostatnie najczęściej pozwalają na jednoczesne ładowanie jednego albo dwóch autobusów. Ładowarki te wymagają jednak najczęściej budowy dodatkowego przyłącza energetycznego, trafostacji i rozdzielni, bowiem najczęściej dostarczane moce do obiektów gospodarczych nie przekraczają kilkudziesięciu kW.

W ogłoszonym postępowaniu przetargowym, prowadzonym przez Miasto, postawiono wymóg, by autobusy elektryczne dostosowane były do ładowania ze standardowej sieci 3 x 400 V prądem o natężeniu 32-63 A. Przy wyższym zastosowanym prądzie ładowania dostarczana moc to ok. 25 kW. Jak przedstawiono w tabeli 10, dla maksymalnie rozładowanej baterii i przy takiej mocy ładowania, czas ładowania autobusów podczas postoju w zajezdni jest zbyt długi. Niezbędne będzie więc wstępne doładowywanie baterii autobusów elektrycznych, po zakończonym ostatnim kursie, za pomocą ładowarki szybkiej zainstalowanej w obrębie Tczewskiego Węzła Integracyjnego.

Ładowarki zajezdniowe będą służyć także do doładowania baterii w przypadku konieczności postoju autobusu podczas usuwania awarii. Po szybkiej naprawie wstępnie doładowany pojazd najczęściej będzie jednak kierowany na stanowisko szybkiego ładowania dla uzupełnienia energii nienaładowanych baterii.

Zalecane jest więc jednak zastosowanie ładowarek zajezdniowych o większej mocy, nie mniej niż 80 kW, pozwalających na ładowanie dwóch autobusów jednocześnie. Możliwość ładowania po kolei dwóch pojazdów w czasie przerwy nocnej pozwala na obniżenie kosztów inwestycji w instalacje sieci i rozdzielni oraz wysokości opłat operatora za moc zamówioną, wymaga jednak zapewnienia odpowiedniej obsługi na zmianie nocnej. Co najmniej jedno urządzenie powinno mieć charakter mobilny, umożliwiając przemieszczanie go po terenie zajezdni. Ułatwi to ładowanie pojazdów w sytuacjach awaryjnych.

Opisane rozwiązanie wymaga także posiadania placu umożliwiającego parkowanie obok stanowiska podłączeniowego dwóch autobusów. Przeszwanie pojazdów w okresie postoju nocnego wymagałoby dodatkowej pracy kierowcy w porze nocnej i obarczone jest większym ryzykiem kolizji, w związku z czym zdecydowanie nie jest rekomendowane.

Elementem inwestycji związanej z systemem ładowania nocnego autobusów za pomocą takich ładowarek jest konieczność dostosowania instalacji doprowadzających energię elektryczną do zajezdni oraz do ładowarek. W wariantcie elektrycznym przyjmuje się rozpoczęcie eksploatacji taboru zeroemisyjnego baterijnymi autobusami elektrycznymi, z zapewnieniem ładowarek o mocy 40 kW na jeden autobus, co wymaga – przy założeniu na terenie zajezdni jedynie uzupełniania energii – mocy przyłączeniowej rzędu 250-400 kW. Niezbędna byłoby więc dostosowanie zasilania, rozdzielni i stacji transformatorowej w zajezdni operatora, w celu umożliwienia dostarczenia takiej mocy do instalacji ładowania.

Koszt inwestycji w zajezdni dla potrzeb eksploatacji autobusów elektrycznych przyjęto w wysokości szacunkowej w kwocie 0,5 mln zł na przebudowę instalacji zasilania zajezdni, rozdzielni oraz obiektów obsługi autobusów.

Ryczałtowy koszt instalacji do wolnego ładowania na terenie zajezdni operatora przyjęto w analizie na uśrednionym poziomie 60 tys. zł na autobus.

Osiągane w przetargach w latach 2019-2020 ceny za jedną szybką ładowarkę wynosiły średnio ok. 330 tys. zł. Uwzględniając dodatkowe nakłady na przebudowę nawierzchni stanowiska dojazdowego, ryczałtowy koszt dwustanowiskowej instalacji do szybkiego ładowania (na pętli), założono w wysokości 750 tys. zł.

Podsumowując, w wariantcie elektrycznym przyjęto poniesienie nakładów infrastrukturalnych w następujących kwotach (netto):

- 0,50 mln zł na adaptację zasilania oraz obiektów zajezdni do potrzeb eksploatacji i utrzymania w ruchu autobusów elektrycznych;
- 0,06 mln zł na ładowarki zajezdniowe wolnego ładowania z zasilaniem, po jednej na każdy zakupiony autobus elektryczny;
- 0,75 mln zł na instalację szybkiej, dwustanowiskowej ładowarki na pętli TWI/Dworzec;
- 0,10 mln zł na wymianę baterii o pojemności 210 kWh po 6 latach eksploatacji autobusu elektrycznego;
- 0,13 mln zł na wymianę baterii o pojemności 280 kWh po 6 latach eksploatacji autobusu elektrycznego.

W przypadku instalacji ładowarki na pętli zwykle konieczne jest także kompleksowe dostosowanie układu dróg i placów – wraz z umożliwieniem omijania pojazdów korzystających w danym czasie z ładowarek, co również generuje dodatkowe koszty inwestycyjne. Nakładów tych nie uwzględniono, gdyż planowana ładowarka zostanie zainstalowana na już urządzonym placu.

Po zakończeniu obowiązywania umowy wykonawczej, która jest obecnie przedmiotem postępowania, założono przeprowadzenie kolejnego postępowania z wymogami analogicznymi do obecnie prowadzonego, czyli z zakupem fabrycznie nowych pojazdów analogicznych klas i analogicznym napędem jak w postępowaniu pierwszym. Z uwagi jednak na krótszy, od standardowego 15-letniego, czas eksploatacji autobusów elektrycznych przez operatora wybranego w pierwszym postępowaniu, przyjęto zmniejszenie wysokości nakładów o 15% – jako uwzględnienie korzyści z odsprzedaży używanych autobusów elektrycznych przez pierwszego z operatorów.

Nakłady niezbędne do poniesienia na zakup taboru i instalacje zasilające przedstawiono w tabeli 11. Nakłady na infrastrukturę uwzględniają także konieczność wymiany baterii w pojazdach elektrycznych.

Tab. 11. Planowane nakłady inwestycyjne dla poszczególnych wariantów inwestycji taborowych w latach 2021-2036 [mln zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Rozpatrywany rok															
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1	Wariant konwencjonalny																
1.1	Autobusy ON midi	0,00	0,00	7,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,20	0,00	0,00	0,00
1.2	Autobusy ON maxi	0,00	0,00	20,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,58	0,00	0,00	0,00
1.3	Autobusy ON mega	0,00	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00
1.4	Ogółem	0,00	0,00	30,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,32	0,00	0,00	0,00
2	Wariant elektryczny																
2.1	Autobusy ON midi	0,00	0,00	3,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,60	0,00	0,00	0,00
2.2	Autobusy ON maxi	0,00	0,00	14,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,70	0,00	0,00	0,00
2.3	Autobusy ON mega	0,00	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00
2.4	Autobusy elektr. midi	0,00	0,00	9,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,75	0,00	0,00	0,00
2.5	Autobusy elektr. maxi	0,00	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,75	0,00	0,00	0,00
2.6	Infrastruktura, wymiana baterii	0,00	0,00	1,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,18	0,00	0,00	0,00	1,10	0,00	0,00	0,00
2.7	Ogółem	0,00	0,00	46,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,18	0,00	0,00	0,00	42,44	0,00	0,00	0,00
3	Razem wydatki	wariant konwencjonalny									wariant elektryczny						
		60,64									90,43						

Źródło: opracowanie własne.

7. Analiza kosztów i korzyści

7.1. Przyjęte założenia analizy kosztów i korzyści

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

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

W obliczeniach wykorzystano:

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

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

Koszty utrzymania taboru w analizie finansowej z uwagi na brak danych rzeczywistych zostały zaprognozowane na podstawie struktury kosztów osiągniętych dla innych miast podobnej wielkości. Wartość sumy ponoszonych kosztów przyjęto na poziomie kosztów poniesionych przez dotychczasowego operatora w 2021 r. Wysokość amortyzacji dla nowej umowy wykonawczej oszacowano na podstawie planowanych do poniesienia nakładów, uwzględniając okres obowiązywania umowy oraz wartość rezydualną. Wartości oszacowanych kosztów dla autobusów z napędem Diesla dla wariantu konwencjonalnego dla nowej umowy wykonawczej przedstawiono w tabeli 12.

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.

Wyższe koszty jednostkowe energii wystąpią w przypadku znacznego poboru energii w okresie szczytowym przez stację ładowania szybkiego, a niższe przy wykorzystywaniu ładowarek zajezdniowych do ładowania nocnego oraz stacji ładowania szybkiego w większym zakresie poza szczytem energetycznym. Do obliczeń zatem koszt jednostkowy kilowatogodziny

na górnym poziomie osiąganym przez operatorów średniej wielkości miast – w wysokości 0,80 zł netto.

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

Tab. 12. Prognozowane roczne koszty eksploatacji w komunikacji miejskiej dla nowej umowy wykonawczej [tys. zł]

Kategoria kosztu	Wartość
Amortyzacja	4 447,0
Zużycie paliwa i smarów	2 235,1
Ogumienie	46,3
Części zamienne	158,8
Pozostałe materiały	92,9
Remonty	425,5
Usługi obce	182,4
Wynagrodzenia	3 361,5
Narzuty na wynagrodzenia	895,7
Podatki i opłaty	201,5
Ubezpieczenia	188,8
Pozostałe koszty	559,2
Razem koszty eksploatacji	12 794,7
Koszty ogólnozakładowe i ogólnozakładowe	1 125,2
Razem koszty przewozów w komunikacji miejskiej	13 919,9

Źródło: opracowanie własne.

Inwestycje odtworzeniowe ujęto na podstawie przewidywanych okresów użytkowania autobusów. W przypadku autobusów elektrycznych wzięto również pod uwagę wymianę baterii w 7 roku eksploatacji.

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

W tabeli 13 przedstawiono przyjęte wskaźniki do wyliczenia wysokości kosztów w analizie.

Tab. 13. Wskaźniki kosztów eksploatacyjnych przyjęte do analizy

Kategoria	Jednostka	Podstawa	Wartość
Średnioroczne spalanie autobusu z silnikiem na olej napędowy o normie czystości spalin:			
– EURO III – 12 m	dm ³ /100 km	dane operatorów	36,0
– EURO IV – 12 m			37,0
– EURO V-VI – 12 m			40,0
– EURO V-VI – 18 m			57,0
Średnia cena oleju napędowego	zł/dm ³	dane operatorów	4,01
Cena energii elektrycznej	zł/kWh	dane operatorów	0,80
Koszty eksploatacji autobusów – zużycie materiałów	zł/km	dane PGK sp. z o.o.	0,18
Koszty eksploatacji autobusów – naprawy i usługi obce	zł/km	dane PGK sp. z o.o.	0,36
Współczynnik kosztów eksploatacji autobusów elektrycznych do autobusów z silnikiem Diesla (materiały i usługi)	-	dane producentów	0,70
Współczynnik kosztów eksploatacji nowych autobusów w stosunku do autobusów używanych (materiały i usługi)	-	szacunek własny	0,85
Średnie zużycie energii przez autobus elektryczny:			
– klasy midi z baterią 210 kW	kWh/km	dane operatorów	1,00
– klasy maxi z baterią 280 kW			1,10

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych rozproszonych.

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

Analiza została przygotowana według niżej przedstawionego schematu postępowania:

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

Analiza korzyści użytkowników koncentruje się na efektach inwestycji z perspektywy dobrobytu społecznego, dlatego wyłączono z niej wzajemne przychody operatorów i Miasta,

w szczególności wyeliminowano wzajemne rozliczenia w zakresie przekazywanej rekompensaty oraz dzierżawy stacji ładowania szybkiego. Uwzględniono natomiast korzyści w postaci oszczędności w kosztach eksploatacyjnych, które wystąpią w wyniku realizacji wybranego wariantu – zostały one przeniesione z analizy finansowej do analizy społeczno-ekonomicznej.

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

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

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

Dokonując wyceny efektów zewnętrznych zastosowano ogólne zasady metodyczne ilościowej analizy kosztów i korzyści, w tym monetyzacji efektów społeczno-ekonomicznych, które opisano w Przewodniku, Niebieskiej Księdze, a także w Vademecum Beneficjenta – wymienionych w rozdziale 2.1 opracowania. W analizie pominięto korzyści wynikające ze zwiększenia liczby pasażerów – z uwagi na przyjęte założenie jednakowego wzrostu liczby pasażerów dla każdego z wariantów.

Analizę przeprowadzono metodą różnicową, polegającą na porównaniu przepływów danego wariantu z przepływami scenariusza bazowego, zakładającego kontynuację funkcjonowania transportu publicznego w podobnym jak obecnie kształcie, lecz opóźnienie decyzji inwestycyjnych i korzystanie z taboru używanego.

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

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

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

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

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

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

Emisja gazów cieplarnianych

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

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

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

Do obliczeń przyjęto wartości jednostkowe uzyskane zgodnie z Kalkulatorem emisji zanieczyszczeń i kosztów klimatu dla środków transportu publicznego CUPT, dostępnym w serwisie internetowym tej instytucji (www.cupt.gov.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=692&Itemid=411, dostęp: 23.12.2021 r.).

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

W tabeli 14 przedstawiono emisję gazów cieplarnianych (GHG) przy produkcji energii elektrycznej w Polsce – dane dla krajowego miksu energetycznego.

Tab. 14. Emisja GHG przy produkcji energii elektrycznej w Polsce [gCO₂/kWh] – dane dla krajowego miksu energetycznego

Substancja zanieczyszczająca atmosferę	Wielkość emisji CO ₂ w roku [gCO ₂ /kWh]			
	2021	2025	2030	2035
Gazy cieplarniane (GHG)	792	760	660	480

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

Emisja gazów innych niż cieplarniane

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

Dla wariantu elektrycznego, z autobusami elektrycznymi zasilanymi z baterii, uwzględniono koszty emisji powstającej przy wytwarzaniu energii elektrycznej w Polsce, pomimo że emisję lokalną można uznać za zerową. Wielkość emisji zanieczyszczeń przy produkcji energii wyrażoną w g/kWh przedstawiono w tabeli 15.

Tab. 15. Emisja zanieczyszczeń przy produkcji energii elektrycznej w Polsce [g/KWh] – dane dla krajowego miksu energetycznego

Substancja zanieczyszczająca atmosferę	Wielkość emisji w roku [g/kWh]			
	2021	2025	2030	2035
NMHC/NMVOC	0,005	0,005	0,005	0,003
SO ₂	2,627	2,188	2,023	1,522
NO _x	1,091	0,908	0,840	0,632
PM	0,030	0,025	0,023	0,017

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

Dla autobusów z silnikami Diesla, zasilanymi olejem napędowym, spełniającymi normy EURO, 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 rozprasa 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 8 w rozdziale 6.4 – oraz udziału emisji zanieczyszczeń z ciężkich pojazdów drogowych i autobusów w ogólnej emisji zanieczyszczeń transportu drogowego w Polsce¹⁹.

Emisja hałasu

Dla nowych autobusów z silnikiem Diesla, spełniających normę EURO VI, założono 5% redukcję hałasu. Obecnie stosowane silniki elektryczne, w porównaniu do silników spalinywych, niemal nie emitują słyszalnego hałasu, natomiast pozostaje emisja hałasu wynikająca

¹⁹ <http://www.kobize.pl/pl/fileCategory/id/16/krajowa-inwentaryzacja-emisji>, dostęp: 30.11.2021 r.

z toczenia się kół, pracy różnorodnych urządzeń pokładowych – szczególnie wentylatorów w układach chłodzenia – oraz pracy konstrukcji nadwozia.

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

7.2. Wyniki analizy kosztów i korzyści

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

Uwzględnienie w analizie wymienionych w rozdziale 7.1 korzyści społecznych, bazuje na ujęciu różnicowym, tzn. w pierwszej kolejności obliczono finansowe koszty eksploatacji oraz koszty społeczne emisji gazów cieplarnianych, emisji lokalnej oraz emisji hałasu dla scenariusza bazowego, zakładającego brak realizacji analizowanych wariantów, a następnie obliczono tożsame kategorie kosztów społecznych dla wariantów konwencjonalnego i elektrycznego 2.

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

Tab. 16. Wskaźniki efektywności finansowej porównywanych wariantów

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant	
		konwencjonalny	elektryczny
Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (FNPV/c)	tys. zł	-31 633,7	-51 619,1
Finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji (FRR/c)	%	nie istnieje	nie istnieje

Źródło: opracowanie własne.

Żaden z wariantów z taborem zeroemisyjnym nie wykazał dodatnich wartości wskaźników FNPV/c i FRR/c – ich realizacja wymaga więc udzielenia zewnętrznego wsparcia finansowego. Różnice pomiędzy efektami finansowymi wariantów elektrycznych a konwencjonalnego są duże.

W tabeli 17 przedstawiono wyniki podsumowania analizy dla wariantów konwencjonalnego i elektrycznego w zakresie emisji zanieczyszczeń, a w tabeli 18 – efekty ekonomiczne tej analizy.

We wszystkich wariantach z taborem zeroemisyjnym 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.

Tab. 17. Emisja zanieczyszczeń i jej koszt w poszczególnych wariantach w latach 2021-2036

Lp.	Czas badania	Jed- nostka	Wielkość i koszt emisji			
			CO ₂	NO _x	NMVOC	PM
Scenariusz bazowy						
1.1	Średniorocznie	tona	1 476,3	5,7	1,6	0,12
1.2		tys. zł	338,8	517,9	18,1	187,1
1.3	Cały okres analizy	tona	23 621,	92,0	25,3	1,99
1.4		tys. zł	5 420,3	8 287,1	289,3	2 993,9
Wariant konwencjonalny						
2.1	Średniorocznie	tona	1 476,3	5,7	1,6	0,12
2.2		tys. zł	338,8	517,9	18,1	187,1
2.3	Cały okres analizy	tona	23 621,	92,0	25,3	1,99
2.4		tys. zł	5 420,3	8 287,1	289,3	2 993,9
Wariant elektryczny						
3.1	Średniorocznie	tona	1 312,2	5,5	1,4	0,12
3.2		tys. zł	298,5	495,7	15,7	179,4
3.3	Cały okres analizy	tona	20 994,7	88,7	22,5	1,92
3.4		tys. zł	4 776,6	7 930,8	251,5	2 870,2

Lp.	Czas badania	Jed- nostka	Wielkość i koszt emisji			
			CO ₂	NO _x	NMVOC	PM
Różnica wysokości emisji i jej kosztów – wariant elektryczny versus wariant konwencjonalny						
4.1	Średniorocznie	tona	-164,2	-0,2	-0,2	-0,00
4.2		tys. zł	-40,2	-22,3	-2,6	-7,7
4.3	Cały okres analizy	tona	-2 626,7	-3,3	-2,9	-0,07
4.4		tys. zł	-643,7	-356,3	-37,8	-123,7
Ograniczenie emisji w wariantcie elektrycznym w porównaniu do wariantu konwencjonalnego [%]						
5.1	Średniorocznie	tona	-11,1	-3,6	-11,3	-3,5
5.2		tys. zł	-11,9	-4,3	-13,1	-4,1
5.3	Cały okres analizy	tona	-11,1	-3,6	-11,3	-3,5
5.4		tys. zł	-11,9	-4,3	-13,1	-4,1

Źródło: opracowanie własne.

Z porównania wariantów inwestycyjnych związanych z wymianą taboru tczewskiej komunikacji miejskiej wynika, że korzystniejszą wartość ENPV osiągnięto dla wariantu konwencjonalnego.

Z uwagi na znaczące różnice w wartości nakładów inwestycyjnych ocenianych wariantów, ENPV nie jest jedyną determinantą, która powinna być uwzględniona w ocenie. Należy odnieść się do efektywności ekonomicznej wariantów. Wskaźnikami, które informują o efektywności ekonomicznej, są ERR oraz BCR. Z uwagi na charakterystykę przepływów ekonomicznych, ERR jest niepoliczalna. Wskaźnik BCR wykazuje z kolei wyższą wartość dla wariantu elektrycznego wobec wariantu konwencjonalnego.

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.

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

Tab. 18. Podsumowanie wyników finansowo-ekonomicznych poszczególnych wariantów w stosunku do scenariusza bazowego w latach 2021-2036

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant	
		konwencjonalny	elektryczny
Koszty inwestycyjne	tys. zł	45 740,0	74 352,0
Infrastruktura i pozostałe koszty	tys. zł	0,0	2 950,0
Autobusy z wyposażeniem	tys. zł	45 740,0	71 402,0
Zmiany kosztów eksploatacyjnych	tys. zł/rok	-221,4	-444,1
Zdyskontowane efekty zewnętrzne	tys. zł	0	2 975,0
Emisja lokalna zanieczyszczeń – wartość zdyskontowana	tys. zł	0	1 090,4
Emisja CO ₂ – wartość zdyskontowana	tys. zł	0	405,8
Redukcja hałasu	tys. zł	0	1 478,8
Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)	tys. zł	-27 162,4	-39 488,7
Ekonomiczna stopa zwrotu (ERR)	%	nie istnieje	nie istnieje
Wskaźnik przychód/koszty (BCR)	-	0,09	0,20

Źródło: opracowanie własne.

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

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

7.3. Trwałość finansowa

Organizatorem tczewskiej komunikacji miejskiej jest Prezydent Miasta Tczewa, a zadania organizatora wykonuje wyspecjalizowana jednostka budżetowa – Zakład Usług Komunalnych w Tczewie.

Jedynym operatorem tczewskiej komunikacji miejskiej jest obecnie firma Przewozy Autobusowe GRYF sp. z o.o. sp.k., wyłoniona w postępowaniu przetargowym. Umowa wykonawcza zawarta pomiędzy Miastem z operatorem obowiązuje do końca 2022 r.

ZUK jako organizator zamieścił ogłoszenie o wyborze operatora na kolejny okres 10-letni, począwszy od 1 września 2023 r. W okresie od 1 stycznia do 31 sierpnia 2023 r. zawarta zostanie umowa przejściowa przeciwzakłóceńowa.

Miasto nie ponosiło w ostatnich latach wydatków inwestycyjnych na modernizację taboru autobusowego, ze wsparciem środkami pomocowymi z Unii Europejskiej, nie korzystało także w tym zakresie ze wsparcia krajowymi środkami pomocowymi.

W tabeli 19 przedstawiono wykonanie budżetu Miasta Tczew w latach 2018-2020 oraz plan na lata 2021-2022 – według stanu na dzień 30 listopada 2021 r.

Tab. 19. Budżet Miasta Tczew w latach 2018-2020 i plan na lata 2021-2022 [mln zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach			Plan na rok	
		2018	2019	2020	2021	2022
1	Dochody	268,24	297,63	332,65	339,30	268,05
1a	– dochody bieżące	250,01	278,92	295,80	315,58	254,96
1ba	– w tym transport zbiorowy	0,25	0,60	0,18	0,22	0,00
1b	– dochody majątkowe	18,23	18,71	36,85	23,72	13,10
1ba	– w tym transport zbiorowy	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Wydatki	271,26	294,54	326,86	358,39	293,46
2a	– wydatki bieżące	234,03	261,67	284,14	302,67	263,76
2aa	– w tym transport zbiorowy	3,73	4,43	5,26	5,39	4,75
2b	– wydatki majątkowe	37,22	32,87	42,72	55,72	29,70
2ba	– w tym transport zbiorowy	0,23	0,17	0,34	0,12	1,55
3	Deficyt/nadwyżka	-3,02	3,09	5,79	-19,09	-25,41
4	Deficyt/nadwyżka operacyjna	15,97	17,26	11,65	12,91	-8,80
5	Finansowanie	19,12	10,02	25,11	19,09	25,41
5a	– w tym przychody	25,12	16,11	38,11	26,09	25,41
5b	– w tym rozchody	6,00	6,09	13,00	7,00	0,00

Źródło: um.bip.tczew.pl, dostęp: 30.11.2021 r.

Miasto Tczew w latach 2018-2020 osiągało stale dodatni wynik budżetu operacyjnego, dodatni wynik operacyjny zaplanowany jest także w 2021 r. Budżet Miasta był w stanie pokryć wydatki bieżące, w tym związane z finansowaniem publicznego transportu zbiorowego. Sytuacja finansowa Miasta charakteryzowała się w tym okresie występowaniem niewielkiego deficytu lub nadwyżki budżetowej oraz istotnej nadwyżki operacyjnej. Budżet zaplanowany na 2021 r. wykazuje jednak znacznie wyższy deficyt niż występujący w latach poprzednich. Zaplanowane wydatki majątkowe w 2021 r. są jednocześnie znacznie wyższe od ich poziomu w latach poprzednich.

Sytuację finansową Miasta w latach 2018-2021 można uznać za dość dobrą, charakteryzującą się występowaniem jedynie okresowego deficytu budżetowego.

Wysokość nadwyżki operacyjnej (lub deficytu) 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 występowała w tym okresie w Tczewie.

Zaplanowany w 2022 r. budżet miasta znacząco odbiega od wykonania z lat 2018-2020. Na znacznie niższym poziomie zaplanowano dochody budżetu, stanowią one 80% poziomu dochodów osiągniętego w 2020 r. oraz 90% średniego poziomu z lat 2018-2020. Tak znaczne obniżenie dochodów jest efektem wprowadzonych od początku 2022 r. ustawowych zmian wysokości podatków i innych obciążeń, w szczególności zwiększenia kwoty wolnej w podatku dochodowym od osób fizycznych.

Także wydatki w budżecie na 2022 r. zaplanowano na niższym poziomie, odpowiednio 90% wykonania z 2020 r. i 99% wykonania z lat 2018-2020. Mniejsze ograniczenie wydatków spowodowało zaplanowanie dość wysokiego deficytu budżetowego oraz ujemnego wyniku operacyjnego budżetu. Zmniejszeniu uległy także zaplanowane wydatki bieżące na lokalny transport zbiorowy, do poziomu 90% ich wysokości z 2020 r., ale na poziomie wyższym o 5% niż ich wykonanie w 2019 r. Utrzymanie założonego poziomu wydatków, przy występującej inflacji rzędu 8%, oznaczałoby jednak konieczność zmniejszenia zakresu świadczonych usług przewozowych dla ludności. W ramach wydatków majątkowych zaplanowano w budżecie na 2022 r. wydatkowanie środków na budowę stacji ładowania szybkiego przy Tczewskim Węźle Integracyjnym.

Niski poziom dochodów i wydatków przyjęty w budżecie wynika z podejścia ostrożnościowego, gdyż precyzyjne określenie rzeczywistych skutków dla gmin wprowadzonych zmian podatkowych nie jest obecnie możliwe. Zaplanowany deficyt budżetowy oraz ujemny wynik operacyjny budzą niepokój, pomimo iż jest to wstępny, ostrożnościowy charakter budżetu, który będzie korygowany w ciągu roku obrotowego, w zależności od faktycznych zmian w dochodach miasta. Wynik finansowy i wynik operacyjny wykonania budżetu w 2022 r. zapewne będą korzystniejsze od zaplanowanych, skala poprawy wyniku jest jednak obecnie niemożliwa do określenia.

Sytuację finansową miasta Tczewa na podstawie zaplanowanego budżetu na 2022 r. należałoby uznać za bardzo trudną.

Realizowanie programu odnowy taboru w wariantie konwencjonalnym wymagać będzie poniesienia przez operatora znacznych wydatków inwestycyjnych na zakup nowych jednostek taborowych. Przełoży się to na wzrost oczekiwanej stawki za wozokilometr, z uwagi na wyższy poziom amortyzacji lub ponoszonych opłat leasingowych.

W wariantie elektrycznym wydatki inwestycyjne operatora będą o połowę wyższe, co zapewne spowoduje dalszy wzrost oczekiwanej stawki, pomimo dotychczas niższych kosztów eksploatacji taboru zeroemisyjnego w porównaniu do autobusów spalinowych.

Obecna sytuacja finansowa Miasta pozwala na zrealizowanie przez Miasto zaplanowanej na 2022 r. inwestycji budowy stacji zasilania autobusów elektrycznych na pętli TWI/Dworzec. Obecna sytuacja finansowa Miasta nie pozwala jednak na realizację zamierzeń inwestycyjnych zakupu zeroemisyjnych jednostek taborowych dla potrzeb komunikacji miejskiej, nawet ze wsparciem środkami pomocowymi krajowymi i europejskimi.

Pozyskanie przez operatora, jako firmy prywatnej, wsparcia finansowego dla inwestycji w tabor zeroemisyjny w ramach obecnych programów pomocowych krajowych, przy dotychczas nieuruchomionych środkach pomocowych europejskich, wydaje się być jednak mało prawdopodobne. Największy program „Zielony transport publiczny” kierowany jest przede wszystkim do jednostek samorządu terytorialnego. Pozyskanie takiego wsparcia zmniejszyłoby dla Miasta koszty wprowadzenia do eksploatacji taboru zeroemisyjnego do obsługi komunikacji miejskiej Tczewa.

W 2020 r. koszty działalności przewozowej w tczewskiej komunikacji miejskiej wyniosły 8 760 tys. zł, co przy zrealizowanej pracy eksploatacyjnej w wysokości 1 322,0 tys. wozokilometrów, odpowiada stawce 6,63 zł za wozokilometr. Dla sieci komunikacyjnej w miastach średniej wielkości, stawkę tę należy uznać za dość niską.

W nowej, wieloletniej umowie z operatorem, Miasto zamierza utrzymać zasadę finansowania zakupu taboru przez operatora wyłonionego w postępowaniu przetargowym. Realizację procesu odnowy taboru w warunkach Tczewa, prowadzić więc będzie operator, z wykorzystaniem dostępnych środków pomocowych krajowych i europejskich – o ile taka możliwość wystąpi. Taki system finansowania odnowy taboru Miasto zamierza utrzymać w całym okresie analizy, także w przypadku realizacji wariantu elektrycznego.

W niniejszej analizie założono, że Miasto będzie corocznie przekazywało operatorowi środki finansowe w formie należnej rekompensaty w wysokości określonej przepisami krajowymi i europejskimi.

7.4. Analiza wrażliwości i ryzyka

Dla przyjętych założeń wykazano brak korzyści z wykorzystywania autobusów zeroemisyjnych w tczewskiej komunikacji miejskiej. Brak korzyści społeczno-ekonomicznych zdeterminowała wysoka cena zakupu autobusów wraz z infrastrukturą zasilającą.

W wariantcie elektrycznym flota autobusów zeroemisyjnych w tczewskiej komunikacji miejskiej osiągnie poziom 10 pojazdów. Operator będzie dążył do odzyskania kosztów inwestycyjnych w ramach otrzymywanej stawki wynagrodzenia za zrealizowany wozokilometr. W przypadku braku pozyskania przez operatora dofinansowania dla takiego projektu zakupu taboru zeroemisyjnego, wzrost stawki za wozokilometr będzie dla Miasta znaczący.

Spełnienie warunku 30% udziału taboru zeroemisyjnego we flocie pojazdów, którymi świadczone są usługi komunikacji miejskiej w Tczewie, wymaganego na 1 stycznia 2028 r., będzie stanowiło dla Miasta znaczny wysiłek finansowy.

Zakup autobusów zeroemisyjnych wiąże się z poniesieniem ponad 2,5-krotnie wyższych jednostkowych nakładów inwestycyjnych dla autobusów elektrycznych bateryjnych, niż przy zakupie analogicznego taboru z napędem Diesla.

Nie istnieje przy tym jeszcze rynek używanych autobusów zeroemisyjnych – nie można więc nabyć tańszego pojazdu używanego.

Za największe ryzyko dalszej realizacji obydwu wariantów należy uznać brak możliwości sfinansowania przez Miasto zwiększonych wydatków na bieżące funkcjonowanie komunikacji miejskiej, co stwarza ryzyko ograniczenia zakresu funkcjonowania komunikacji miejskiej, np. wskutek braku lub zbyt małego dofinansowania ze środków pomocowych wydatków operatora.

Z punktu widzenia jednostki samorządu terytorialnego, efektywność zastosowania autobusów zeroemisyjnych znacznie by wzrosła, gdyby ceny takich pojazdów były znacznie niższe. W tabeli 25 przedstawiono zmiany efektywności finansowej i ekonomicznej przyjętych do analizy wariantów – przy zmniejszeniu kosztu nabywanego autobusu zeroemisyjnego odpowiednio o 10, 25 i 40%.

Tab. 20. Zmiany efektywności finansowej wariantu elektrycznego w wyniku zmniejszenia kosztu jednostkowego nabywanego taboru

Lp.	Wyszczególnienie	Jed- nostka	Zmniejszenie ceny autobusu zeroemisyjnego		
			o 10%	o 25%	o 40%
Wariant – elektryczny					
1	Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (FNPV/c)	tys. zł	-48 108,5	-42 842,6	-37 576,7

Lp.	Wyszczególnienie	Jednostka	Zmniejszenie ceny autobusu zeroemisyjnego		
			o 10%	o 25%	o 40%
2	Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)	tys. zł	-36 515,4	-32 055,3	-27 595,2
3	Różnica ENPV wobec wariantu 1 – konwencjonalnego	tys. zł	-9 353,0	-4 892,9	-432,9

Źródło: opracowanie własne.

Jak wynika z tabeli 20, różnica ENPV pomiędzy wariantami elektrycznym i konwencjonalnym, nawet przy spadku ceny autobusów elektrycznych o 40% jest ujemna, nie występuje więc korzyść wynikających ze zmniejszenia emisji zanieczyszczeń w wariantcie elektrycznym.

Wartość progowa ceny standardowego autobusu zeroemisyjnego klasy maxi, o długości około 12 m, zasilanego z baterii doładowywanych na stacji z pantografu, przy której ekonomiczna bieżąca wartość netto ENPV byłaby wyższa niż dla wariantu z taboru konwencjonalnym, to dla Tczewa w wariantcie elektrycznym kwota 1 463,6 tys. zł (czyli o 41,46% niższa od przyjętej do analizy). Dla autobusu klasy midi progowa cena autobusu kształtuje się na poziomie 1 334,8 tys. zł.

Dopiero przy o tyle niższych cenach pojazdów zeroemisyjnych miałyby miejsce ekonomiczna opłacalność zakupu taboru zeroemisyjnego, czyli wystąpiłby obowiązek zakupu taboru zeroemisyjnego, przy uwzględnieniu parametru ENPV.

Identyfikację podstawowych czynników ryzyka, które mogą mieć wpływ na realizację wariantów, przedstawiono w tabeli 21. Dla każdego z ryzyk zidentyfikowanych jako aktywne przedstawiono jego prawdopodobieństwo i dotkliwość – zgodnie z dokumentem pn. „Przewodnik po analizie kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych. Narzędzie analizy ekonomicznej polityki spójności 2014-2020, Komisja Europejska 2014.” Prawdopodobieństwo ryzyka sklasyfikowano w skali od A – bardzo nieprawdopodobne do E – bardzo prawdopodobne. Siłę oddziaływania (dotkliwość ryzyka) sklasyfikowano natomiast od I – brak oddziaływania na dobrobyt społeczny do V – katastrofalne, wadliwość projektu. Poziom ryzyka, jako połączenie prawdopodobieństwa i siły oddziaływania, określono na podstawie tabeli zamieszczonej w wyżej wymienionym przewodniku.

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

Tab. 21. Wynikowa ocena ryzyka w okresie analizy

Rodzaj ryzyka	Prawdo- podo- bieństwo	Siła oddziały- wania	Poziom ryzyka	Strategia przeciwdziałania
Wariant konwencjonalny				
Długotrwałe utrzymywanie się niskiego popytu na przewozy komunikacji miejskiej	D	III	wysoki	różnorodne działania Miasta promujące korzystanie z komunikacji miejskiej
Zbyt wysokie oferty cenowe w realizowanym przetargu	C	IV	wysoki	ograniczenie wymogów, dopuszczenie taboru używanego
Brak możliwości sfinansowania przez Miasto rekompensaty dla operatora	B	IV	średni	zmniejszenie zakresu pracy eksploatacyjnej
Opóźnienia w dostawach taboru	A	III	niski	zawarcie umowy przeciwwzakośnieniowej
Wyższe ceny oleju napędowego	B	III	średni	dywersyfikacja napędów autobusów
Warianty elektryczny				
Długotrwałe utrzymywanie się niskiego popytu na przewozy komunikacji miejskiej	D	III	wysoki	różnorodne działania Miasta promujące korzystanie z ko- munikacji miejskiej
Zbyt wysokie oferty cenowe w realizowanym przetargu	E	V	bardzo wysoki	ograniczenie wymogów, dopuszczenie taboru używanego, ograniczenie pracy eksploatacyjnej
Brak możliwości sfinansowania przez Miasto rekompensaty dla operatora	D	IV	bardzo wysoki	ograniczenie pracy eksploatacyjnej
Wyższe ceny taboru zeroemisyjnego	B	IV	średni	ograniczenie wymogów
Opóźnienia w dostawach taboru zeroemisyjnego	C	IV	wysoki	zawarcie umowy przeciwwzakośnieniowej
Wyższy koszt stacji ładowania szybkiego	B	IV	średni	ograniczenie wymogów, wy- przedzające ogłoszenie przetargu
Opóźnienie w realizacji stacji ładowania szybkiego	C	III	średni	zawarcie umowy z wyprze- dzającym terminem oddania do eksploatacji
Wyższe ceny oleju napędowego	B	III	średni	dywersyfikacja napędów autobusów
Wyższe ceny energii elektrycznej	C	III	średni	głównie nocne ładowanie, dodatkowe baterie
Wzrost cen baterii	C	II	średni	wydłużona eksploatacja

Źródło: opracowanie własne.

Bardzo wysokim ryzykiem jest zaproponowanie przez oferentów w prowadzonym postępowaniu, zgodnym z wariantem elektrycznym, zbyt wysokich stawek za wozokilometr, przekraczających możliwości finansowe budżetu Miasta. Autobusy elektryczne w zasadzie nie występują na rynku wtórnym, konieczne jest więc dokonanie zakupu takich pojazdów jako fabrycznie nowych, co wiąże się z poniesieniem wysokich nakładów finansowych operatora na ich zakup. Konieczne jest także zbudowanie dedykowanej infrastruktury zasilającej zajezdnię operatora. Bez zwiększonego zaangażowania finansowego Miasta na funkcjonowanie komunikacji miejskiej, odnowę taboru we wszystkich wariantach, poza scenariuszem bazowym, można uznać za zupełnie nierealną. Utrzymanie się sytuacji finansowej Miasta jak w budżecie zaplanowanym na 2022 r. może skutkować koniecznością unieważnienia postępowania przetargowego i ograniczenia wymogów w stosunku do taboru operatora albo ograniczenia zakresu funkcjonowania komunikacji miejskiej, albo obydwu tych działań jednocześnie.

Bardzo wysokim ryzykiem w wariantcie elektrycznym oraz średnim ryzykiem w wariantcie konwencjonalnym jest ograniczona możliwość sfinansowania przez Miasto w okresie analizy zwiększonych znacznych wydatków na funkcjonowanie komunikacji miejskiej – w trakcie funkcjonowania nowej umowy wykonawczej. Może to powodować konieczność okresowego lub stałego ograniczenia zakresu wykonywanej pracy eksploatacyjnej.

Z wysokim ryzykiem wiąże się wzrost zainteresowania mieszkańców podróżami autobusami komunikacji miejskiej. Ograniczenie możliwości korzystania ze środków transportu publicznego w okresie stanu epidemii zmieniło zachowania komunikacyjne mieszkańców, którzy w pierwszej kolejności zaczęli korzystać z transportu indywidualnego, zwłaszcza samochodów osobowych. Brak zainteresowania społeczeństwa z korzystania z pojazdów komunikacji miejskiej stwarza ryzyko nacisków na ograniczenia jej rozwoju i ponoszonych nakładów finansowych, wpływają na ograniczenie lub zahamowanie programu wymiany taboru.

Wysokim ryzykiem jest zaproponowanie przez oferentów, w potencjalnym postępowaniu wyboru operatora dla wariantu konwencjonalnego, zbyt wysokich stawek za wozokilometr, przekraczających możliwości finansowe budżetu Miasta. Może to oznaczać konieczność unieważnienia postępowania oraz obniżenia wymogów taborowych, w tym dopuszczenia taboru używanego.

Wysokim ryzykiem obarczone są terminowe dostawy taboru zeroemisyjnego, wynikające z prawdopodobnego jednoczesnego zamówienia dużej liczby takich pojazdów przez wiele miast, przy niewielkiej dotychczas ich podaży na rynku oraz ograniczonych zdolnościach wzrostu produkcji – zarówno komponentów, jak i całych pojazdów.

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. Dla przeciwdziałania temu ryzyku Miasto może ograniczyć wymogi taborowe.

Podobnie umiarkowane ryzyko związane jest ze stabilnością kosztów budowy i terminowej realizacji budowy infrastruktury zasilającej. Rynek budowlany podlega ciągłym fluktuacjom, a zwiększone zamówienia realizacyjne przed 2028 r. mogą spowodować okresowy wzrost cen. Miasto może wyprzedzająco zrealizować budowę stacji zasilania szybkiego.

Umiarkowane ryzyko dotyczy także stabilności cen oleju napędowego, energii elektrycznej i baterii. 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.

Miasto może umożliwić dostawy energii dla pojazdów zeroemisyjnych w korzystnych cenach, zawierając wieloletni kontrakt z dostawcami jako grupa odbiorców.

7.5. 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 10 stycznia 2019 r. przez Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju. Wysokość wyliczonej luki w finansowaniu przedstawiono w tabeli 22.

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

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

gdzie:

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

DNR – oznacza sumę zdyskontowanych dochodów powiększonych o wartość rezydualną.

Tab. 22. Wysokość luki w finansowaniu dla poszczególnych wariantów w okresie analizy – lata 2021-2035

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant	
		konwencjonalny	elektryczny
Suma zdyskontowanych nakładów inwestycyjnych (DIC)	tys. zł	46 970,3	69 787,6
Razem zdyskontowane dochody i wartość rezydualna (DNR)	tys. zł	2 511,1	4 151,1
Wskaźnik luki w finansowaniu (R)	%	94,65	94,01
Całkowite nakłady inwestycyjne	tys. zł	60 640,0	89 252,0
Koszty kwalifikowane skorygowane	tys. zł	57 398,0	83 904,7
Wysokość maksymalnej dotacji przy stopie współfinansowania 85%	tys. zł	48 788,3	71 319,0
Udział własny (dla 85%)	tys. zł	11 851,6	17 933,0

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki obliczeń wskazują, że udział własny w wyższej wysokości występuje dla wariantu elektrycznego, w porównaniu do konwencjonalnego. Teoretyczna wysokość wkładu własnego dla wariantu konwencjonalnego jest znacznie niższa, lecz wariant taki, zakładający utrzymanie emisyjności środków transportu na zbliżonym poziomie, w obecnych uwarunkowaniach nie otrzymałby dofinansowania.

8. Podsumowanie

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

Wg stanu na dzień 30 listopada 2021 r., w ramach tczewskiej komunikacji miejskiej funkcjonowało dziesięć całorocznych, dziennych linii autobusowych, oznaczonych handlowo numerami 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 12, 14 i 17, obsługujących wyłącznie obszar miasta.

Oferta przewozowa tczewskiej komunikacji miejskiej charakteryzuje się występowaniem niewielkiej liczby linii, o znacznej częstotliwości kursowania, w większości o stałym takcie.

Organizatorem autobusowej tczewskiej komunikacji miejskiej jest Prezydent Miasta Tczewa, którego zadania wykonuje Zakład Usług Komunalnych w Tczewie. Jedynym operatorem w segmencie połączeń organizowanych przez miasto Tczew, wybranym w postępowaniu przetargowym, jest firma Przewozy Autobusowe GRYF sp. z o.o. sp.k., wykonujące w ramach komunikacji miejskiej ok. 1,3 mln wozokilometrów rocznie. Operator ten eksploatuje flotę komunikacji miejskiej składającą się z 30 autobusów.

Autobusy eksploatowane przez PA GRYF, według stanu na dzień 31 grudnia 2020 r., posiadały wyłącznie silniki Diesla zasilane olejem napędowym. Średni wiek taboru autobusowego wynosił 15,5 lat, a ponad 90% wszystkich autobusów miało 15 lub więcej lat.

Miasto Tczew ogłosiło grudniu 2021 r. o postępowaniu przetargowym wyboru nowego operatora na świadczenie usług przewozowych w komunikacji miejskiej w latach 2023-2033, z przewidywanym rocznym zakresem pracy eksploatacyjnej 1,47 mln wozokilometrów. Usługi wykonywane będą 25 autobusami, w tym co najmniej 8 elektrycznymi.

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

Zidentyfikowano dwa warianty możliwych zmian wyposażenia taborowego tczewskiej komunikacji miejskiej:

- konwencjonalny, w którym założono wymianę wyeksploatowanego taboru na nowe pojazdy spalinowe z silnikami Diesla, przy każdej kolejnej zawieranej umowie z operatorem;
- elektryczny, w którym założono:
 - wprowadzanie w nowych umowach autobusów elektrycznych klasy midi i maxi, z szybkim doładowaniem pantografowym na pętli i uzupełniającym plug-in na terenie zajezdni – w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności;
 - w pozostałym zakresie – wprowadzanie w nowych umowach autobusów spalinowych z silnikami Diesla.

Warianty te porównano ze scenariuszem wymiany taboru na autobusy używane z silnikami na olej napędowy, jako scenariuszem bazowym.

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

W niniejszej analizie kosztów i korzyści proponuje się, aby przydział linii do obsługi taboru zeroemisyjnym przedstawiał się następująco:

- w pierwszej kolejności – linie podstawowe 7 i 17, z uwagi na obsługę Starego Miasta a także parametry ulic, którymi prowadzą trasy tych linii; z uwagi na układ zadań pojazdy te obsługiwać będą również w mniejszym zakresie kursy linii: 1, 2, 6, 12, a poza szczytem komunikacyjnym – także wybrane kursy linii: 3, 4 i 8;
- w drugiej kolejności – linie priorytetowe 3 i 4, o obecnie największej częstotliwości kursowania, których trasy przebiegają przez obszary o gęstej wielorodzinnej zabudowie mieszkaniowej (w tym wysokiej) i są liniami obsługującymi najważniejsze osiedla w mieście i generują największe potoki pasażerskie;
- w trzeciej kolejności – wybrane linie lub kursy według potrzeb.

Zachowano możliwość dokonywania zmian w przypisaniu pojazdów do linii w skali dnia, ograniczając ją jednak do linii korzystających z pętli TWI/Dworzec z ładowarką pantografową.

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 wszystkich wariantów. Ujemne wartości osiągnęły także wskaźniki ENPV. W porównaniu do scenariusza bazowego najkorzystniej wypadł wariant konwencjonalny. **Przy przyjętych założeniach, analiza wykazała brak korzyści ze stosowania taboru zeroemisyjnego, a zatem i brak obowiązku jego stosowania.**

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

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

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

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

W wyniku symulacji zmiany efektywności finansowej i ekonomicznej przyjętych do analizy wariantów stwierdzono, że w przypadku Tczewa dla wariantu elektrycznego wartość progowa ceny standardowego autobusu klasy maxi z napędem elektrycznym zasilanym z baterii, ładowanych poprzez pantograf na trasie przejazdu i złącze plug-in, przy której ekonomiczna bieżąca wartość netto ENPV byłaby wyższa w porównaniu do wariantu z taboru konwencjonalnym, to kwota 1 463,6 tys. zł (o 41,5% niższa od przyjętej do analizy).

Dopiero przy takich cenach pojazdów zeroemisyjnych wystąpiłaby ekonomiczna opłacalność zakupu taboru zeroemisyjnego, czyli wystąpiłby obowiązek zakupu taboru zeroemisyjnego, przy uwzględnieniu korzyści wynikających ze zmniejszenia emisji zanieczyszczeń. Korzyści z zakupu autobusów z napędem elektrycznym dla jednostki samorządu terytorialnego znacznie wzrosłyby przy zmniejszeniu nakładów inwestycyjnych na nabywany przez operatora tabor – jako efektu wykorzystania przez operatora zewnętrznych źródeł finansowania inwestycji (np. otrzymania bezzwrotnej dotacji ze środków krajowych lub europejskich).

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. Pozostaje jednak nadal w mocy, określony w art. 68a ust. 1 pkt 3, warunek udziału 32% autobusów wykorzystujących do napędu paliwa alternatywne, w całkowitej liczbie autobusów objętych zamówieniami, w okresie do 31 grudnia 2025 r. oraz taki warunek 46% udziału w latach 2026-2030.

Niniejsza analiza kosztów i korzyści nie jest polityką, strategią, planem lub programem, o których mowa w art. 46 ust. 2 i 3 ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U. z 2021 r. poz. 2373.). 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.

Załącznik nr 1

Model finansowy

Załącznik stanowi rozbudowany plik obliczeniowy w arkuszu kalkulacyjnym.

Załącznik nr 2

Uzasadnienie

zawierające informacje o udziale społeczeństwa w postępowaniu oraz o tym, w jaki sposób zostały wzięte pod uwagę i w jakim zakresie zostały uwzględnione uwagi i wnioski zgłoszone przy opracowywaniu dokumentu

Możliwość udziału społeczeństwa w postępowaniu zapewniło ogłoszenia Dyrektora Zakładu Usług Komunalnych w Tczewie z dnia 10 lutego 2022 r. (w imieniu Prezydenta Miasta Tczewa – upoważnienie nr PM.0052.262.2016 z dnia 20.12.2016 r.), wydanego na podstawie art. 39 ust. 1 ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 2373 ze zm.) w związku z art. 37 ust. 3 ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 110 ze zm.).

Z projektem dokumentu pn. „Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych dla Gminy Miasto Tczew” zapoznać się można było w terminie od 14 lutego do 14 marca 2022 r. i w tym samym czasie możliwe było wnoszenie uwag.

Z treścią projektu dokumentu zapoznać można się było:

- 1) na stronie internetowej www.zuktczew.pl;
- 2) w budynku zakładu Usług Komunalnych w Tczewie, przy ul. Czatkowska 2e, w godzinach pracy Zakładu.

Opinie do projektu dokumentu można było składać na dedykowanym formularzu konsultacyjnym:

- 1) drogą elektroniczną (skan) – przesyłając je na adres e-mailowy: zuktczew@zuktczew.pl i wpisując w tytule wiadomości „Konsultacje społeczne AKK”;
- 2) drogą korespondencyjną na adres: Zakład Usług Komunalnych w Tczewie, ul. Czatkowska 2e, 83-110 Tczew, z dopiskiem „Konsultacje społeczne AKK” – w terminie do dnia 14 marca 2022 r. (liczyła się data wpływu)

lub ustnie do protokołu w Zakładzie Usług Komunalnych w Tczewie ul. Czatkowska 2e – w godzinach pracy Zakładu, tj. poniedziałek – piątek od 7:00 do 15:00.

W ramach udziału społeczeństwa w opracowaniu analizy nie zgłoszono żadnych wniosków ani uwag do projektu dokumentu.