

Analiza 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 dla Gminy Miasta Elbląg

Gdynia – Elbląg, wrzesień 2021 r. – styczeń 2022 r.



ANALIZA 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**

DLA GMINY MIASTA ELBLĄG

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	13
4. Charakterystyka komunikacji miejskiej w Elblągu	20
5. Tabor elbląskiej komunikacji miejskiej.....	31
5.1. Aktualny stan taboru.....	31
5.2. Planowane zamierzenia inwestycyjne.....	32
6. Identyfikacja wariantów.....	35
6.1. Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych Elbląga	35
6.2. Wybór rodzaju napędu	44
6.3. Rozwiązania sposobów ładowania autobusów zeroemisyjnych	49
6.4. Proponowane warianty.....	59
6.5. Wybór linii do obsługi taborem zeroemisyjnym oraz optymalnej pojemności baterii autobusów.....	67
6.6. Planowane nakłady inwestycyjne	80
7. Analiza kosztów i korzyści	85
7.1. Przyjęte założenia analizy kosztów i korzyści	85
7.2. Wyniki analizy kosztów i korzyści	91
7.3. Trwałość finansowa	95
7.4. Analiza wrażliwości i ryzyka	99
7.5. Określenie luki w finansowaniu	104
8. Podsumowanie	106
Załącznik nr 1 Model finansowy	110
Załącznik nr 2 Uzasadnienie	111

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 wooneerfy, 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 października 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 dość dużą jego popularność u użytkowników samochodów osobowych i dostawczych. W zakresie pozostałych paliw alternatywnych przedsiębiorcy-dostawcy nie są zainteresowani rozwojem działalności gospodarczej ich dotyczącej – z uwagi na brak popytu.

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

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

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

Udziały te wynoszą odpowiednio:

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

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

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

Gmina Miasta Elbląg jest jednostką samorządu terytorialnego, której liczba mieszkańców – według danych GUS – w latach 2015-2020 wynosiła ponad 118 tys. i tym samym przekraczała przywołany limit demograficzny wynikający z art. 36 ust. 1 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych. Gmina Miasta Elbląg 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 2018 r. Wynik tej analizy nie wykazał przewagi korzyści nad kosztami z tytułu wprowadzenia do eksploatacji autobusów zeroemisyjnych. Gmina Miasta Elbląg zwolniona więc została z obowiązku osiągnięcia wymaganego udziału autobusów zeroemisyjnych w okresie do trzech lat od daty jej sporządzenia,

tj. do końca 2021 r. Gmina Miasta Elbląg nie musiała więc zapewnić od 1 stycznia 2021 r. minimum 5% udziału autobusów zeroemisyjnych w użytkowanej w komunikacji miejskiej flocie pojazdów.

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

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 elbląskiej komunikacji miejskiej, w tym stan jej taboru;
- planowane do realizacji warianty wymiany taboru: konwencjonalny oraz wariant zeroemisyjny 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 (t.j. Dz. U. z 2020 r. poz. 1077 ze zm.);
 - ustawę z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (t.j. Dz. U. z 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 lutego 2015 r., poz. L 38/1, zmienione rozporządzeniem wykonawczym Komisji (UE) 2018/277 z dnia 23 lutego 2018 r., L 54, rozporządzeniem wykonawczym Komisji (UE) 2019/256 z dnia 13 lutego 2019 r., L 43 oraz rozporządzeniem wykonawczym (UE) 2021/436 z dnia 3 marca 2021 r., L 85);

- opracowania dotyczące sposobu wykonania analiz kosztów i korzyści, którymi są:
 - „Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach” Nowa edycja, Jaspers, sierpień 2015 r. (www.pois.gov.pl/strony/o-programie/dokumenty/niebieskie-ksiegi-dla-projektow-w-sektorze-transportu-publicznego-infrastruktury-drogowej-oraz-kolejowej/, dostęp: 20.09.2021 r.);
 - „Analiza kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej. Vademecum Beneficjenta”, opracowanie CUPT Warszawa, 2016 r. (www.cupt.gov.pl/wdrazenie-projektow/analiza-kosztow-i-korzysci/metodyka-analzy-kosztow-i-korzysci/vademecum-beneficjenta, dostęp: 20.09.2021 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: 20.09.2021 r.);
 - „Najlepsze praktyki w analizach kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków unijnych”, opracowanie CUPT, grudzień 2014 r. (www.cupt.gov.pl/wdrazenie-projektow/analiza-kosztow-i-korzysci/metodyka-analzy-kosztow-i-korzysci/podreczniki-akk/, dostęp: 20.09.2021 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: 20.09.2021 r.);
 - „Zasady opracowania wymaganej ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych analizy korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Praktyczny przewodnik dla samorządów”, IGKM Warszawa, 2018 r.

Weryfikacja wszystkich przywołanych w dokumencie odnośników internetowych miała miejsce w dniu 20 września 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, wykorzystujący do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych

w nim ogniwach paliwowych lub wyłącznie silnik, którego cykl pracy nie prowadzi do emisji gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych, o którym mowa w ustawie z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji oraz trolejbus w rozumieniu art. 2 pkt 83 ustawy Prawo o ruchu drogowym;

- **CUPT** – Centrum Unijnych Projektów Transportowych, pl. Europejski 2, 00-844 Warszawa;
- **infrastruktura ładowania drogowego transportu publicznego** – punkty ładowania baterii lub tankowania wodoru wraz z niezbędną dla ich funkcjonowania infrastrukturą towarzyszącą, przeznaczone do ładowania lub tankowania, w szczególności autobusów zeroemisyjnych, wykorzystywanych w transporcie publicznym;
- **komunikacja miejska** – sieć wszystkich linii komunikacyjnych o charakterze użyteczności publicznej zorganizowanych przez Miasto na obszarze jego właściwości – Miasta i gmin, które z Miastem zawarły porozumienia międzygminne;
- **Konsorcjum PKS Grodzisk Maz.** – konsorcjum firm: Przedsiębiorstwo Komunikacji Samochodowej w Gostyninie sp. z o.o., al. 18-go Stycznia 36, 09-500 Gostynin oraz Przedsiębiorstwo Komunikacji Samochodowej w Grodzisku Mazowieckim sp. z o.o., ul. Chełmońskiego 33, 05-825 Grodzisk Mazowiecki;
- **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 Miasta Elbląg;
- **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);

- **PKS w Elblągu sp. z o.o.** – Przedsiębiorstwo Komunikacji Samochodowej w Elblągu sp. z o.o., al. Grunwaldzka 61, 82-300 Elbląg;
- **podmiot wewnętrzny** – odrębna prawnie jednostka, powołana do świadczenia zadań własnych jednostki samorządu lokalnego, podlegająca kontroli właściwego organu lokalnego, a w przypadku grupy organów przynajmniej jednego właściwego organu lokalnego, analogicznej do kontroli, jaką sprawują one nad własnymi służbami;
- **pojazd elektryczny** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu wyłącznie energię elektryczną akumulowaną przez podłączenie do zewnętrznego źródła zasilania, w opracowaniu nazywany także autobusem elektrycznym;
- **pojazd hybrydowy** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, o napędzie spalinowo-elektrycznym, w którym energia elektryczna jest akumulowana przez podłączenie do zewnętrznego źródła zasilania;
- **pojazd napędzany gazem ziemnym** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu sprężony gaz ziemny (CNG) lub skroplony gaz ziemny (LNG), w tym pochodzący z biometanu;
- **pojazd napędzany wodorem** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w nim ogniach paliwowych, w opracowaniu w odniesieniu do autobusu nazywany także autobusem elektrycznym z wodorowymi ogniakami paliwowymi lub autobusem elektrycznym zasilanym z ogniakami paliwowymi;
- **praktyczny przewodnik** – publikacja pt. „Zasady opracowywania wymaganej ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Praktyczny przewodnik dla samorządów”, wydana przez Izbę Gospodarczą Komunikacji Miejskiej w Warszawie, czerwiec 2018 r.;
- **punkt ładowania** – urządzenie umożliwiające ładowanie pojedynczego pojazdu elektrycznego, pojazdu hybrydowego i autobusu zeroemisyjnego oraz miejsce, w którym wymienia się lub ładuje akumulator służący do napędu tego pojazdu; punkt ładowania może być małej mocy (do 22 kW) lub dużej mocy (większej niż 22 kW);

- **punkt tankowania CNG** – zespół urządzeń służących do zaopatrywania pojazdów samochodowych w sprężony gaz ziemny (CNG), w tym pochodzący z biometanu, w celu napędu silników tych pojazdów;
- **punkt tankowania wodoru** – zespół urządzeń służących do zaopatrywania pojazdów samochodowych w wodór;
- **publiczny transport zbiorowy** – powszechnie dostępny regularny przewóz osób wykonywany w określonych odstępach czasu i po określonej linii komunikacyjnej, liniach komunikacyjnych lub sieci komunikacyjnej;
- **Rozporządzenie 1370/2007** – Rozporządzenie (WE) nr 1370/2007 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. dotyczące usług publicznych w zakresie kolejowego i drogowego transportu pasażerskiego oraz uchylające rozporządzenia Rady (EWG) nr 1191/69 i (EWG) nr 1107/70 (Dz. Urz. UE, l. 315/1 z dnia 3 grudnia 2007 r.), zmienione Sprostowaniem z dnia 3 grudnia 2007 r. (Dz. Urz. UE, l. 240/65 z dnia 16 września 2015 r.) oraz Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/2338 z dnia 14 grudnia 2016 r. (Dz. Urz. UE, l. 354/22 z dnia 23 grudnia 2016 r.);
- **sieć komunikacyjna** – układ linii komunikacyjnych obejmujących obszar działania organizatora publicznego transportu zbiorowego lub część tego obszaru;
- **stacja ładowania** – urządzenie budowlane obejmujące punkt ładowania o normalnej mocy lub punkt ładowania o dużej mocy, związane z obiektem budowlanym, lub wyposażone w oprogramowanie umożliwiające świadczenie usług ładowania, wraz ze stanowiskiem postojowym oraz instalacją prowadzącą od punktu ładowania do przyłącza elektroenergetycznego;
- **umowa wykonawcza** – umowa o świadczenie usług w ramach publicznego transportu zbiorowego w komunikacji autobusowej na terenie gminy – miasto Elbląg oraz Gmin, z którymi zawarto porozumienia w sprawie organizacji publicznego transportu zbiorowego, zawarta w dniu 26 lipca 2016 r. pomiędzy Miastem jako organizatorem a MZK sp. z o.o. 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);
- **ustawa o ptz** – ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 1371);
- **ZKM** – Zarząd Komunikacji Miejskiej w Elblągu sp. z o.o., ul. Browarna 90, 82-300 Elbląg, spółka samorządowa, w której 100% udziałów posiada Gmina Miasta Elbląg, działalność

gospodarcza polega na wykonywaniu powierzonego zadania własnego Gminy Miasta Elbląg, związanego z zaspokajaniem potrzeb wspólnoty samorządowej w zakresie lokalnego transportu zbiorowego.

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 podmiotowi, którego udział autobusów zeroemisyjnych we flocie użytkowanych pojazdów na obszarze tej jednostki wynosi co najmniej 30%. Przepis ten, na mocy art. 86 pkt 4 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 we flocie pojazdów użytkowanych w komunikacji miejskiej.

Udziały te wynoszą odpowiednio:

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

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

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

Różnica w brzmieniu art. 36 i art. 68 wskazuje na to, że udziały, które są wymagane zapisami art. 68, mogą być kumulowane u jednego operatora, nie ma zatem obowiązku zawierania z każdym operatorem wykorzystującym autobusy (lub autobusy i trolejbusy) umów nakazujących określony udział taboru zeroemisyjnego we flocie. Aby spełnić limity określone w art. 68, do dnia 31 grudnia 2027 r. wystarczy więc, gdy tylko jeden, wybrany operator, będzie posiadać i eksploatować tabor zeroemisyjny w liczbie wymaganej dla danej daty dla całej floty. W przypadku elbląskiej komunikacji miejskiej, w której aktualnie występuje kilku operatorów, w okresie przejściowym tabor zeroemisyjny mógłby użytkować tylko jeden z operatorów, zaś w docelowym już każdy z nich.

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

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

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

Załącznik do wskazanej ustawy zawiera wykaz gazów cieplarnianych i innych substancji wprowadzanych do powietrza, objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych. W wykazie tym na pozycji nr 1 znajduje się dwutlenek węgla (ditlenek węgla – CO₂), a na pozycjach: 64, 65 i 66 – odpowiednio: tlenek węgla oraz tlenki azotu i siarki. Zapis zawarty w ustawie o elektromobilności oznacza więc, że w analizie kosztów i korzyści uwzględnia się pojazdy, których silniki nie korzystają z procesu spalania paliw emitujących w nim m.in. takie

substancje. Opisane kryterium spełniają napędy zasilane energią elektryczną, w tym wytwarzaną w ogniwach paliwowych zasilanych czystym wodorem (H₂) – nieemitujące dwutlenku węgla – ale nie spełniają już go silniki, w których paliwem jest gaz (LPG, CNG lub LNG).

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

- 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 trzem ministrom – właściwym do spraw energii, do spraw gospodarki i do spraw klimatu.

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

Wymagana aktualizacja planu transportowego dotyczy:

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

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

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

Ustawa o elektromobilności nie określiła zasad sporządzania analizy i nie upoważniła także żadnego z ministrów do wydania rozporządzenia określającego sposób jej opracowywania. Do końca I kwartału 2021 r. żadne z ministerstw lub jednostek organizacyjnych ministerstw, nie wydało również dokumentu o charakterze podręcznika, wytycznych lub zasad do sporządzania takiej analizy. Poradnik taki – praktyczny przewodnik dla samorządów – wydała natomiast Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej w 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 obecnej komunikacji miejskiej, w tym dane kosztowe oraz identyfikacja wariantów proponowanych rozwiązań. W przypadku niniejszej analizy jest to identyfikacja wariantów wymiany taboru wykorzystywanego w elbląskiej 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 komunikacji miejskiej w Elblągu

Miasto Elbląg położone jest na Pobrzeżu Gdańskim, w północnej Polsce w zachodniej części województwa warmińsko-mazurskiego. Miasto położone jest na granicy dwóch mezoregionów – Żuław Wiślanych i Wysoczyzny Elbląskiej. W mieście znajduje się port morski położony nad rzeką Elbląg mającą ujście do Zalewu Wiślanego. Elbląg jest drugim co do wielkości miastem województwa i jego ośrodkiem subregionalnym, w którym koncentrują się funkcje ponadpowiatowe dla otaczającego go obszaru, obejmujące także powiaty malborski i nowodworski należące do województwa pomorskiego.

Miasto Elbląg graniczy z gminami Elbląg (wiejska), Milejewo oraz gminą miejsko-wiejską i Tolkmicko. Gminy te należą do otaczającego miasto powiatu elbląskiego.

Elbląg jest miastem na prawach powiatu, a także siedzibą gminy (wiejskiej) Elbląg oraz powiatu elbląskiego. Powiat obejmuje dziewięć okolicznych jednostek samorządu terytorialnego, położonych w większości na wschód od miasta. Elbląski Obszar Funkcjonalny tworzy natomiast oprócz miasta 15 gmin z powiatu elbląskiego i braniewskiego.

Zagospodarowanie Miasta jest zróżnicowane, obszar zurbanizowany stanowi południowo-zachodnią część obszaru Elbląga, z centrum położonym nad rzeką Elbląg. Rejon północny i wschodni miasta to obszary leśne oraz upraw rolnych z niewielkimi enklawami zabudowy mieszkaniowej. Ukształtowanie terenu miasta jest zróżnicowane – obszar wysoczyzny osiąga miejscami wysokość do 140 m n. p. m., natomiast płaski obszar Żuław, poprzecinany licznymi kanałami, znajduje się miejscami w niewielkiej depresji.

Rzeka Elbląg stanowi w części zachodnią granicę miasta, do obszaru miasta należy jedynie niewielki obszar położony na wschodnim brzegu rzeki.

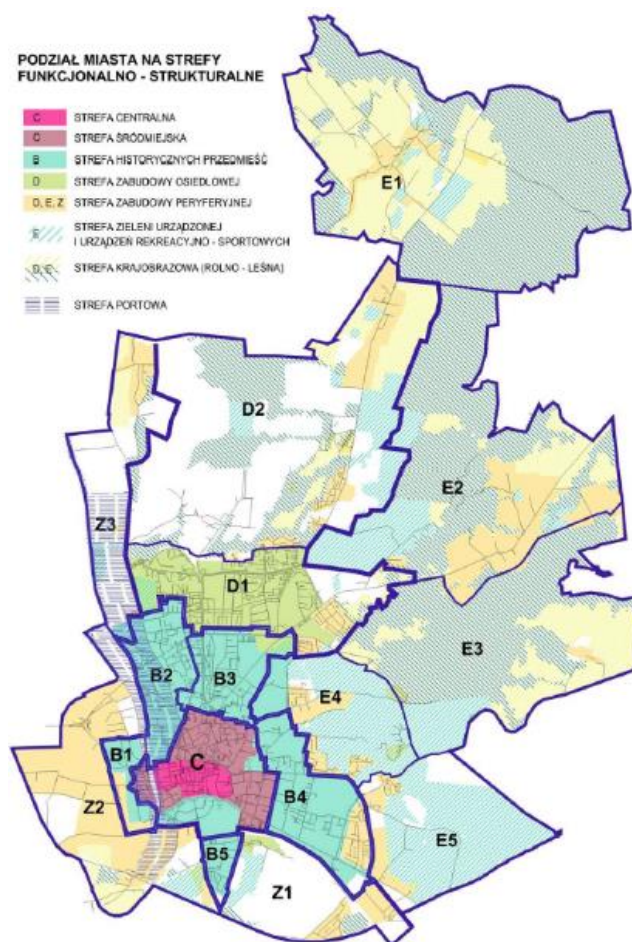
Miasto Elbląg nie posiada wyodrębnionych administracyjnie dzielnic – jako jednostek pomocniczych miasta. Zgodnie z obowiązującym Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Gminy – Miasta Elbląg⁷, w mieście wyróżnia się kilka stref zagospodarowania przestrzennego:

- strefę centralną obejmującą Stare i Nowe Miasto oraz śródmieście, o intensywnej zabudowie wielorodzinnej z funkcjami usługowymi;
- strefę śródmiejską obejmującą osiedla otaczające, poza stroną południową, strefę centralną, z zabudową mieszkaniowo-usługową, dworcami autobusowym i kolejowym, miejskimi obiektami sportowymi;

⁷ uchwała nr XXIII/825/2006 Rady Miejskiej w Elblągu z dnia 26 października 2006 r., zmieniona uchwałą nr XXVI/580/2010 z dnia 21 stycznia 2010 r.

- strefę historycznych przedmieść, otaczającą strefy centralną i śródmiejską, obejmującą pozostałą intensywną zabudowę miejską o zróżnicowanym charakterze – w obszarach przylegających do rzeki i portu oraz do linii kolejowej o przeważającym charakterze przemysłowo-składowym, w pozostałej części o charakterze mieszkaniowo-usługowym;
- strefę zabudowy osiedlowej, położoną na północ od strefy historycznych przedmieść, na południe od strugi Babica obejmującą duże osiedla mieszkaniowe jedno-i wielorodzinne, a na północ od tej strugi tereny przemysłowe i wzgórza porośnięte lasami;
- strefa zabudowy peryferyjnej, obejmująca rozległą wschodnią część Elbląga oraz niewielki zachodni fragment miasta, znajdują się tu tereny leśne i parkowe, upraw rolnych oraz enklawy zabudowy jednorodzinnej o charakterze byłej zabudowy wiejskiej.

Strefy funkcjonalno-strukturalne Elbląga przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Strefy funkcjonalno-strukturalne Elbląga

Źródło: Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy – Miasta Elbląg. Ustalenie kierunków zagospodarowania przestrzennego. Rys. nr 10.

Elbląg położony w pobliżu przecięcia drogi ekspresowej S7 oraz drogi ekspresowej S22 wraz z jej przedłużeniem – drogi krajowej nr 22. Trasy tych dróg przebiegają przy południowej granicy miasta, ruch tranzytowy omija teren zwartej zabudowy miejskiej. Obydwa węzły – Elbląg Wschód jako skrzyżowanie dróg ekspresowych S7 i S22 (ul. Pasłęcka) oraz węzeł Elbląg Południe jako skrzyżowanie drogi ekspresowej S7 i drogi krajowej nr 22 (ul. Warszawska) – stanowią wraz z węzłem Elbląg Zachód (ul. Nowodworska) główne bramy wjazdowe do miasta. Obydwa węzły łączy ponadto poprowadzona przez teren miasta droga wojewódzka nr 500 (ulicami: Warszawską, al. Wyszyńskiego, al. Tysiąclecia, al. Grunwaldzką, Pasłęcką).

W Elblągu od drogi wojewódzkiej nr 500 rozpoczynają swój bieg także inne drogi wojewódzkie: nr 503 relacji Elbląg – Tolknicko- Podgrodzie; nr 504 relacji Elbląg – Podgrodzie – Braniewo oraz nr 509 Elbląg – Młynary – Drwęczno. Drogi te poprowadzone ważnymi ulicami miasta pełnią istotną rolę w funkcjonowaniu systemu komunikacyjnego miasta.

Według Banku Danych Lokalnych GUS, w dniu 31 grudnia 2020 r. liczba ludności miasta wynosiła 118 582 osób, co oznacza przekroczenie progu 50 000 mieszkańców, obligującego do sporządzenia analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych w komunikacji miejskiej.

W ostatniej dekadzie liczba ludności miasta systematycznie malała (o 4,57% w latach 2011-2020), co jest zjawiskiem typowym w skali kraju. Spadek ten wynika z ujemnego salda migracji, stanowiącego efekt procesów suburbanizacji oraz z ujemnej stopy przyrostu naturalnego, czego efektem jest również niewielki spadek średniej gęstości zaludnienia. Liczbę mieszkańców, powierzchnię i gęstość zaludnienia Elblągu w latach 2011-2020 – według Banku Danych Lokalnych GUS – zaprezentowano w tabeli 1.

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

Wyszczególnienie	Jedn.	Rok									
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Liczba mieszkańców	[osób]	124257	123659	122899	122368	121642	121191	120895	120142	119142	118582
Powierzchnia ogółem	[ha]	7 982	7 982	7 982	7 982	7 982	7 982	7 982	7 982	7 982	7 982
Gęstość zaludnienia	[osób/km ²]	1 557	1 549	1 540	1 533	1 524	1 518	1 515	1 505	1 495	1 486

Źródło: Bank Danych Lokalnych GUS.

Według stanu na dzień 31 grudnia 2020 r., miasto Elbląg zajmowało 30. miejsce w kraju pod względem liczby ludności oraz 51. miejsce wśród miast pod względem zajmowanej powierzchni. Z racji mniejszej powierzchni niż miasta w Polsce o podobnej liczbie ludności, gęstość zaludnienia Elblągu jest wyższa niż przeciętna o ponad 45% od średniej krajowej dla miast.

Organizatorem elbląskiej komunikacji miejskiej jest Prezydent Miasta Elbląg. Zadania organizatora wykonuje wyspecjalizowana jednostka miasta – Zarząd Komunikacji Miejskiej w Elblągu sp. z o.o., ul. Browarna 90, 82-300 Elbląg – spółka samorządowa, w której 100% udziałów posiada Gmina Miasta Elbląg.

Do statutowych zadań ZKM należy w szczególności:

- programowanie komunikacji miejskiej;
- organizowanie przewozów pasażerskich;
- emisja, sprzedaż, dystrybucja i kontrola biletów;
- kontrola funkcjonowania komunikacji miejskiej;
- administrowanie przystankami oraz zarządzanie parkingami.

ZKM wykonuje zadania na obszarze właściwości Gminy Miasta Elbląg oraz gmin, z którymi zawarto porozumienia międzygminne w tym zakresie.

Nadzór merytoryczny nad działalnością spółek komunalnych – ZKM oraz podmiotu wewnętrznego Tramwajów Elbląskich sp. z o.o. pełni Departament Gospodarki Miasta w Urzędzie Miejskim w Elblągu.

Linie elbląskiej komunikacji miejskiej obsługują poza miastem Elblągiem – na podstawie zawartych porozumień komunalnych – także miejscowości w gminach Elbląg (wiejskiej) i Milejewo.

W mieście Elblągu i w gminach obsługiwanej elbląską komunikacją miejską, według Banku Danych Lokalnych GUS na koniec 2020 r, zamieszkiwało łącznie ok. 129,6 tys. osób.

Wg stanu na dzień 20 września 2021 r., ZKM wykorzystywał do realizacji usług przewozowych następujących operatorów:

- Tramwaje Elbląskie sp. z o.o. – podmiot wewnętrzny, realizujący przewozy na podstawie umowy wykonawczej zawartej w dniu 2 stycznia 1998 r. na czas nieokreślony – zgodnie z art. 8 ust. 3 lit. b Rozporządzenia (WE) nr 1370/2007 Parlamentu Europejskiego i Rady umowa jest ważna i może obowiązywać przez okres 30 lat;
- Przedsiębiorstwo Komunikacji Samochodowej w Elblągu sp. z o.o., al. Grunwaldzka 61, 82-300 Elbląg – operator wyłoniony w drodze przetargu nieograniczonego, świadczący usługi przewozu w ramach komunikacji miejskiej na podstawie umowy nr ZP-02/2020

na Pakiet nr 1, zawartej w dniu 30 marca 2021 r., a obowiązującej od dnia 1 kwietnia 2021 r. do 31 grudnia 2027 r.;

- Konsorcjum: Przedsiębiorstwo Komunikacji Samochodowej w Gostyninie sp. z o.o., al. 18-go Stycznia 36, 09-500 Gostynin oraz Przedsiębiorstwo Komunikacji Samochodowej w Grodzisku Mazowieckim sp. z o.o., ul. Chełmońskiego 33, 05-825 Grodzisk Mazowiecki – jako operator wyłoniony w drodze przetargu nieograniczonego, świadczący usługi przewozu w ramach komunikacji miejskiej na podstawie umowy nr ZP-01/2020 na Pakiet nr 2, zawartej w dniu 26 listopada 2020 r., a obowiązującej w okresie od dnia 1 stycznia 2021 r. do dnia 31 grudnia 2027 r.

Wg stanu na dzień 20 września 2021 r., w ramach elbląskiej komunikacji miejskiej funkcjonowało 20 linii w podziale na następujących operatorów:

- Tramwaje Elbląskie sp. z o.o. – obsługujące linie tramwajowe: 1, 2, 3, 4 i 5;
- PKS w Elblągu sp. z o.o. – w dni powszednie obsługujące linie: 16, 17, 18, 20, 21 i 22, w soboty: 20, 21 i 22. a w niedziele: 17, 20, 21 i 22;
- Grupa PKS w Grodzisku Mazowieckim sp. z o.o. (konsorcjum PKS w Gostyninie sp. z o.o. oraz PKS w Grodzisku Mazowieckim) – w dni powszednie obsługujące linie: 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 23, 24 i nocną 100; w soboty: 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 23, 24 i 100, a w niedziele: 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 23, 24 i 100.

Wpływy ze sprzedaży biletów stanowią przychód budżetu Miasta, natomiast operatorzy przewozów autobusowych otrzymują wynagrodzenie (rekompensatę) w formie zapłaty ceny za świadczone usługi, na podstawie liczby wykonanych wozokilometrów, wynikających z realizacji umowy.

Wg stanu na dzień 20 września 2021 r., w ramach elbląskiej komunikacji miejskiej funkcjonowało czternaście całorocznych dziennych linii autobusowych, oznaczonych handlowo numerami od 11 do 24 i jedna całoroczna linia autobusowa nocna 100.

Wszystkie linie tramwajowe oraz 12 linii autobusowych miało trasy zawierające się w całości w granicach miasta Elbląga. Jedynie trzy linie obsługiwały obszar miasta oraz pobliskie miejscowości podmiejskie w gminach wiejskich Elbląg i Milejewo – linia 11 obsługiwała wybranymi kursami miejscowość Nowakowo w gminie Elbląg, linia 16 obsługiwała wszystkimi kursami miejscowość Gronowo Górne w gminie Elbląg, natomiast linia 20 – wybranymi kursami miejscowości: Jagodnik, Majewo, Milejewo i Piastowo w gminie Milejewo.

Niemal wszystkie z linii całorocznych funkcjonowały całotygodniowo, tylko kursy na dwóch liniach – tramwajowej 5 i autobusowej 19 – wykonywano tylko wyłącznie w dni powszednie.

Oferta przewozowa elbląskiej komunikacji miejskiej charakteryzowała się relatywnie dużą liczbą linii, mających zróżnicowane częstotliwości kursowania, w dodatku najczęściej o zmiennym takcie. Wśród połączeń dziennych, tworzących sieć komunikacyjną, można wyróżnić następujące kategorie linii:

- priorytetowe (o wysokiej częstotliwości kursowania):
 - linia tramwajowa 4 funkcjonująca z częstotliwością zbliżoną do 20 minut, aczkolwiek bardzo nierytmiczną – zawierającą się w przedziale od 13 do nawet 32 minut w okresie szczytów przewozowych i z częstotliwością zbliżoną do 20-30 minut w pozostałych porach dnia – z występującymi dłuższymi przerwami pomiędzy odjazdami, z których najdłuższa przed popołudniowym szczytem przewozowym miała aż 43 minuty;
 - okólna linia autobusowa 21 funkcjonująca z rytmiczną częstotliwością co 15 min w porach szczytów przewozowych i zbliżoną do 30 minut w godzinach międzyszczytowych oraz zbliżoną do 20 minut w godzinach wieczornych z wyjątkiem godzin późnowieczornych, w których częstotliwość kursowania zmniejszona została do 60 minut;
- podstawowe:
 - linie tramwajowe: 1, 2, 3 i 5 – z kursami przez niemal cały dzień powszedni z nierytmicznymi częstotliwościami zbliżonymi do 30-40 minut;
 - linie autobusowe: 11, 14, 16, 17, 22 i 24 – z częstotliwością kursów zbliżoną do 20 minut w godzinach szczytów przewozowych i co ok. 30-40 minut pomiędzy szczytami w dniu powszednim;
- uzupełniające – linie autobusowe: 12, 13, 15 i 19 funkcjonujące z częstotliwością zbliżoną do 30 minut w godzinach szczytów przewozowych i z częstotliwościami od 40 do nawet 90 minut poza tymi szczytami;
- indywidualne:
 - linie autobusowe: 18, 20 i 23 – funkcjonujące całodziennie z częstotliwością zbliżoną do godzinnej lub niższą;
 - linia autobusowa nocna 100 – pięcioma parami kursów w porze nocnej.

Szczególną cechą charakteryzującą elbląską komunikację miejską jest brak rytmiczności odjazdów na poszczególnych liniach tramwajowych i autobusowych. Względnie rytmiczne odjazdy zaplanowano tylko na kilku liniach autobusowych:

- 12 – co 30 minut w godzinach szczytów przewozowych oraz co 60 minut w pozostałych porach;
- 16 – wyraźnie rytmiczna częstotliwość 20-minutowa w szczytach oraz co 40 minut w soboty i niedziele;
- 18 – całodziennie co 60 minut;

- 21 – rytmiczne odjazdy tylko w szczytach przewozowych co 15 minut.

Na wszystkich liniach tramwajowych oraz pozostałych autobusowych rytmiczność nie występuje, co utrudnia koordynację rozkładów jazdy w skali całej sieci komunikacyjnej.

Pożądanym działaniem byłaby koordynacja rozkładów jazdy w skali całej sieci komunikacyjnej elbląskiej komunikacji miejskiej, niezależnie od wielkości podaży jej usług. Skoordynowane rozkłady jazdy będą zawsze korzystniejsze dla pasażerów, nawet przy zaoferowanych niskich standardach częstotliwości. Przy braku koordynacji także ścisłych szczytach przewozowych zdarzać się będą bardzo duże odstępy pomiędzy kursami poszczególnych linii nie tylko na obszarach peryferyjnych sieci, ale i na ciągach obsługiwanych naprzemiennie przez kilka linii (także tramwajowych). Rytmiczne rozkłady jazdy znacznie poprawiłyby odbiór oferty przewozowej przez mieszkańców Elbląga, gdyż naprzemiennie wykonywane kursy różnych linii we wspólnych relacjach, sprawiają wrażenie znacznie wyższej częstotliwości kursowania pojazdów na poszczególnych odcinkach tras niż jest w rzeczywistości oferowana (tym bardziej w warunkach funkcjonowania każdej linii z indywidualnymi rozkładami jazdy).

Bardzo pozytywną cechą charakteryzującą elbląską komunikację miejską jest natomiast względnie niski stopień wielowariantowości tras. Bez wliczania kursów dojazdowych i zjazdowych, na większości linii zaplanowano tylko po jednym wariantcie trasy w każdym kierunku, bądź jeden wariant okrężny. Przygotowana została więc baza do dobrej koordynacji sieci.

Trasy większości linii elbląskiej komunikacji miejskiej mają charakter średnicowy, prowadząc pomiędzy przeciwległymi osiedlami przez centrum miasta (Nowe Miasto, Śródmieście) lub promienisty – łącząc dworzec kolejowy z dzielnicami peryferyjnymi i niekiedy miejscowościami podmiejskimi. Trasy sześciu linii autobusowych: 11, 17, 18, 22, 23 i 24 nie przebiegają przez ścisłe centrum miasta. Trasy trzech z nich (17, 22 i 23) prowadzą przez obrzeża centrum, natomiast pozostałe trzy linie (11, 18 i 24) zapewniają połączenie północnych miejsc peryferyjnych z pętlami położonymi w tej samej części miasta, co skutkuje koniecznością przesiadek przy dalszej podróży w kierunku centrum lub osiedli położonych w południowej części Elbląga.

Trasa priorytetowej linii tramwajowej 4 łączy pętlę Ogólna z pętlą Druska i przebiega przez osiedle Nad Jarem, obok centrum handlowego Ogrody, następnie ulicami płk Dąbka i 12 Lutego do ul. gen. Grota-Roweckiego i dalej ul. 3 Maja na granicy Nowego Miasta do al. Grunwaldzkiej, obok placu Dworcowego do pętli zlokalizowanej na skraju osiedla Warszawskie Przedmieście.

Trasa priorytetowej linii autobusowej 21 prowadzi od pętli Dworzec PKP al. Grunwaldzką i al. Tysiąclecia do ul. Rycerskiej w Nowym Mieście, następnie ul. Poczтовую, ul. Rycerską, obok pl. Jagiellończyka i przez os. Ogrody i os. Na Stoku, do al. Piłsudskiego, gdzie wykonywana

jest pętla ulicami: Królewiecką, Fromborską, Ogólną i Konopnickiej, a następnie powrót tą samą trasą na plac Dworcowy.

Trasy wyżej opisanych linii priorytetowych łączą największe obszary zabudowy wielo- i jednorodzinnej Elbląga ze sobą oraz ze ścisłym centrum miasta, a także z rejonem dworców: kolejowym i autobusowym.

Podstawowe linie tramwajowe uzupełniają linię tramwajową 4, łącząc z obszarami wielo- i jednorodzinnej zabudowy miasta oraz centrum miasta dodatkowo rejony przemysłowe. Podobną funkcję pełnią podstawowe linie autobusowe: 14, 16, 17 i 22, których trasy wytyczono przez miejsca oddalone od komunikacji tramwajowej.

Linie priorytetowe oraz podstawowe, obsługujące główne rejony zabudowy mieszkaniowej i przemysłowej oraz centrum miasta, mogą być docelowo przeznaczone do obsługi taboru zeroemisyjnym.

Operator przewozów, optymalizując pracę kierowców i taboru, może układać zadania przewozowe ze zmianą dziennego przypisania pojazdów do obsługiwanych linii. Rozwiązanie takie jest efektywne w przypadku wykorzystywania taboru zasilanego olejem napędowym, czyli paliwa uzupełnianego tylko jeden raz dziennie, w zajezdni operatora. W przypadku zastosowania taboru zeroemisyjnego doładowywanego także na pętlach, układ zadań wymagałby dokonania zasadniczej przebudowy, uwzględniającej ten fakt w celu wygospodarowania czasu postoju na doładowywanie.

Część pętli autobusowych elbląskiej komunikacji miejskiej, wg stanu na dzień 20 września 2021 r., skupiała po kilka linii:

- położona w północnej części obszaru zurbanizowanego miasta pętla tramwajowo-autobusowa Ogólna/Nad Jarem – cztery linie tramwajowe: 1, 3, 4 i 5 oraz cztery podstawowe linie autobusowe: 11, 14, 16 i 24;
- położona również w północnej części obszaru zurbanizowanego miasta pętla autobusowa Aleja Odrodzenia – osiem linii: podstawowe 17 i 22, uzupełniające: 12, 13, 18 i 19 oraz indywidualne 18 i 100;
- położona w południowej części obszaru zurbanizowanego miasta pętla autobusowa Dworzec – sześć linii: priorytetową 21, uzupełniające 13 i 19 oraz indywidualne: 20, 23 i 100;
- położona w południowo-wschodniej części miasta pętla tramwajowa Druska – trzy linie: 1, 2 i 4;
- położona w południowej części obszaru zurbanizowanego miasta pętla autobusowa Skrzydlata – dwie linie: podstawową 17 i uzupełniającą 15;
- położona we wschodniej części obszaru zurbanizowanego miasta pętla tramwajowa Saperów – dwie linie: 3 i 5.

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

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

- liczbę wozokilometrów – w podziale na tramwaje, tabor autobusowy hybrydowy i pozostały zasilany olejem napędowym;
- średnią liczbę autobusów operatorów w inwentarzu i w ruchu;
- szacunkową liczbę pasażerów;
- przychody z biletów.

Tab. 2. Podstawowe parametry charakteryzujące elbląską komunikację miejską w latach 2017-2021

Wyszczególnienie	Jedn.	Rok			
		2018	2019	2020	2021 – plan
Liczba wozokilometrów		4 394,7	4 411,7	4 033,6	3 101,6
– w tym tramwaje	tys. km	1 280,8	1 282,0	1 108,5	903,1
– w tym pojazdy hybrydowe		0,0	255,7	99,5	0,0
– w tym pojazdy pozostałe		3 113,8	2 874,0	2 825,5	2 198,4
Średnia liczba autobusów operatorów we flocie	szt.	64	69	53	41
Średnia liczba autobusów operatorów w ruchu	szt.	56	56	39	36
Udział w pracy eksploatacyjnej:					
– tramwaje	%	29,1	29,1	27,5	29,1
– autobusy		70,9	70,9	72,5	70,9
Liczba pasażerów	tys. osób	13 650	13 300	7 940	10 000
Przychody z biletów brutto	tys. zł	12 734,1	11 995,8	7 909,9	b.d.

Źródło: dane ZKM.

Jak wynika z tabeli 2, w latach 2017-2020 wielkość oferty przewozowej, wyrażona liczbą wozokilometrów i pojazdów w ruchu, ulegała tylko niewielkim wahaniom – można uznać, że była ona ustabilizowana. W 2021 r. znacznie zmniejszono zakres pracy eksploatacyjnej, w wyniku realizacji programu oszczędności w wydatkach budżetowych Miasta, który dotyczył również wydatków na przewozy w komunikacji miejskiej.

Spadek liczby pojazdów operatorów we flocie w 2020 r. wynikał z zaprzestania realizacji przewozów przez firmę Warbus w 2019 r. i tylko częściowego przejęcia dotychczasowych przewozów przez pozostałych operatorów. Realizacja umów przewozowych świadczonych przez dotychczasowych operatorów została zakończona na koniec 2020 r. W 2021 r. zmniejszyła się liczba pojazdów w sieci, ponieważ wykonywanie przewozów przez nowych operatorów zostało zaplanowane w mniejszym zakresie. Zmniejszenie pracy eksploatacyjnej wykonywanej przez autobusy w 2021 r. wiązało się także z wprowadzonymi ograniczeniami budżetowymi Miasta.

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

W 2021 r. wyniku wprowadzonych ograniczeń wydatków budżetowych Miasta znacznie zmalała liczba wykonywanych przez operatorów wozokilometrów w przewozach autobusowych w komunikacji miejskiej. Zmniejszenie zakresu wykonywanej pracy eksploatacyjnej na liniach autobusowych wyniosło 23,1% w stosunku do wykonania 2020 r. i 29,7% w stosunku do wykonania w 2019 r. Zmniejszenie zakresu wykonywanej pracy eksploatacyjnej na liniach tramwajowych wyniosło odpowiednio 18,5 i 29,6%.

Miasto zamierza w kolejnych latach prowadzić politykę kontrolowanych korekt wielkości pracy eksploatacyjnej, bez wprowadzania istotnych zmian w stosunku do wykonania 2021 r. Przewiduje się wykonywanie w przewozach autobusowych 2 200 tys. wozokilometrów rocznie w całym okresie analizy.

Założono, że w przypadku wykazania w niniejszej analizie obowiązku wprowadzenia do eksploatacji taboru zeroemisyjnego, Miasto przeprowadzi negocjacje z operatorami. W wyniku przeprowadzonych negocjacji, i zawarcia aneksów do umów, wybrane autobusy spalinowe zostaną zastąpione autobusami elektrycznymi, w wymaganej liczbie. Autobusy zeroemisyjne wprowadzą do eksploatacji obecni operatorzy albo alternatywnie tabor ten zostanie zakupiony przez Miasto i im udostępniony.

Przewiduje się, że w przypadku braku wynikającego z niniejszej analizy wymogu wprowadzenia do eksploatacji pojazdów zeroemisyjnych, wymóg wprowadzenia do eksploatacji autobusów zeroemisyjnych zawarty zostanie w postępowaniu wyboru nowych operatorów na kolejny okres.

W latach 2018-2019 średnia liczba pojazdów w ruchu była stała i wynosiła 56 szt. Sytuacja uległa zmianie w wyniku wprowadzenia ograniczeń w wykonywanej pracy przewozowej w latach 2020-2021, spowodowanych sytuacją epidemiologiczną i znaczącym zmniejszeniem

liczby przewożonych pasażerów oraz wprowadzonymi ograniczeniami wydatków budżetowych. Liczba pojazdów w ruchu zmalała do 39 w 2020 r. oraz 36 w 2021 r.

Przewiduje się, że w okresie analizy liczba autobusów w ruchu będzie stała i wyniesie wynosząca 36 pojazdów.

5. Tabor elbląskiej komunikacji miejskiej

5.1. Aktualny stan taboru

Linie komunikacji miejskiej organizowanej przez Miasto obsługiwane są aktualnie tramwajami częściowo niskopodłogowymi i wysokopodłogowymi oraz autobusami wyłącznie częściowo niskopodłogowymi. Flotą autobusową zarządzało dwóch operatorów: PKS w Elblągu sp. z o.o. oraz Konsorcjum PKS Grodzisk Maz.

Tramwaje Elbląskie sp. z o.o. dysponują flotą 29 wagonów tramwajowych różnych typów, w tym 14 wagonów z częściowo niską podłogą.

Według stanu na dzień 20 września 2021 r. flota autobusów wykorzystywanych do przewozów pasażerów w elbląskiej komunikacji miejskiej liczyła 41 pojazdów: 18 autobusami dysponował PKS w Elblągu sp. z o.o., a 23 – Konsorcjum PKS Grodzisk Maz. Autobusy są wyłącznie niskowejściowe, klasy midi. Wymienione pojazdy wyposażone zostały w silniki spalinowe zasilane olejem napędowym.

W tabeli 3 przedstawiono strukturę użytkowanego taboru wykorzystywanego do realizacji przewozów autobusowych w komunikacji miejskiej – wg kryterium wieku i spełniania norm czystości spalin – stan na dzień 20 września 2021 r.

Tab. 3. Struktura taboru autobusowego wg kryterium wieku i spełnianych norm czystości spalin – stan na 20 września 2021 r.

Lp.	Typ taboru	Rodzaj paliwa	Liczba sztuk	Długość [m]	Rok produkcji	Liczba miejsc	Norma czystości spalin	Operator
1	Iveco Crossway 10.8 LE	ON	18	10,85	2021	89	EURO VID	PKS w Elblągu sp. z o.o.
2	ZAZ A-10	ON	3	8,25	2020	61	EURO VI	Konsorcjum PKS Grodzisk Maz.
3	ZAZ A-10	ON	20	8,25	2021	61	EURO VI	Konsorcjum PKS Grodzisk Maz.
Ogółem		ON	41	8,25-10,85	2020-2021	61-89	EURO VI/VID	-

Źródło: dane ZKM.

Tabor autobusowy użytkowany w elbląskiej komunikacji miejskiej jest mało zróżnicowany pod względem pojemności pasażerskiej – występują dwa typy pojazdów z 89 miejscami, (w tym 30 siedzących) oraz z 61 miejscami (w tym 24 siedzące). Wszystkie autobusy posiadają miejsce na wózek i odkładaną rampę, wyposażone są w wyświetlacze elektroniczne oraz dla

osób niedowidzących, głosowe zapowiedzi przystanków, klimatyzację, automaty biletowe i system GSM. Pojazdy Iveco Crossway 10.8 LE dodatkowo posiadają zainstalowane ładowarki USB.

Z uwagi na wprowadzenie do eksploatacji zupełnie nowego taboru, autobusy mogą być eksploatowane bez ich wymiany do końca zawartych umów, czyli do końca 2027 r., a ich średni wiek w ostatnim roku umowy będzie wynosił jedynie 6,1 lat.

Strukturę taboru autobusowego elbląskiej komunikacji miejskiej w podziale na normy emisji spalin, wg stanu na dzień 20 września 2021 r., przedstawiono w tabeli 4.

Tab. 4. Struktura taboru elbląskiej komunikacji miejskiej w podziale na normy emisji spalin – stan na 20 września 2021 r.

Wyszczególnienie	Jedn.	Norma czystości spalin EURO						Ra- zem
		II	III	IV	V	VI	VID	
Liczba pojazdów	szt.	0	0	0	0	23	18	41
Struktura	%	0,0	0,0	0,0	0,0	56,1	43,9	100,0

Źródło: dane ZKM.

Do niniejszej analizy w wariantcie bez zmian struktury taboru przyjęto stan ilościowy floty autobusów elbląskiej komunikacji osiągnięty na dzień 20 września 2021 r. – w liczbie 41 szt.

5.2. Planowane zamierzenia inwestycyjne

W elbląskiej komunikacji miejskiej inwestycje w tabor dotychczas prowadzili wyłącznie operatorzy.

W wariantcie bez zmian struktury taboru zakłada się, że inwestycje w tabor nadal dokonywane będą przez operatorów, w ramach zawierania nowych umów wykonawczych.

Autobusy elektryczne są pojazdami drogimi, ponad dwukrotnie droższymi od standardowych autobusów z silnikiem Diesla, zasilanych olejem napędowym. Z kolei okres użytkowania pojazdów z napędem elektrycznym, jak wynika z doświadczeń z wieloletniej eksploatacji tramwajów i trolejbusów, jest znacznie dłuższy niż autobusów spalinowych.

Dotychczasowe umowy z operatorami zawierane były w Elblągu na 8 lat, natomiast okres eksploatacji autobusu elektrycznego może sięgać nawet 20 lat i więcej. Nie znajdowałoby więc uzasadnienia wprowadzanie przez operatorów do eksploatacji autobusów elektrycznych na krótki okres użytkowania w czasie obowiązywania umowy, a następnie wymiana na nowe autobusy zeroemisyjne przy zawieraniu kolejnej umowy wieloletniej. Ponadto w obecnych programach pomocowych o wsparcie zakupu taboru zeroemisyjnego oraz infrastruktury zasilającej może ubiegać się jedynie organizator. Zakup taboru przez operatorów, bez wsparcia środkami pomocowymi podniósłby znacznie dla Miasta koszt realizowanej pracy przewozowej.

W wariantach zakładających wprowadzenie do eksploatacji autobusów zeroemisyjnych przyjęto zakup pojazdów elektrycznych na potrzeby kolejnych umów wykonawczych realizowany przez Miasto, z udostępnieniem pojazdów operatorom. Zakup autobusów elektrycznych przez Miasto pozwoliłby na ich wykorzystywanie w kolejnych dwóch, ewentualnie trzech cyklach umów wykonawczych.

Nie wyklucza to jednak zastosowania w przyszłości innego rozwiązania. W szczególności w przypadku realizacji inwestycji przez operatorów dopuszczalne byłoby zawarcie umowy na okres do 50% dłuższy od standardowego (nawet 15-letni).

Przy realizacji zakupu taboru elektrycznego przyjęto poniższe zasady zastępowania pojazdów spalinowych w ruchu:

- w przypadku autobusów elektrycznych o dużej pojemności baterii, ładowanych wyłącznie w porze nocnej – analogiczną liczbą jak wycofywane pojazdy spalinowe;
- w przypadku autobusów elektrycznych o standardowej pojemności baterii, doładowywanej na pętlach – na każde 5 autobusów zeroemisyjnych wycofane 4 autobusy spalinowe.

Zwiększony stan floty autobusów elektrycznych w drugim przypadku wynika z konieczności przeznaczenia części czasu przebywania pojazdu na trasie na postoje na krańcówkach, w celu doładowania baterii.

Przyjęto, że nabywane pojazdy elektryczne będą jako fabrycznie nowe. Wraz z zakupem autobusów elektrycznych założono zakup ładowarek zajezdniowych po jednej na każdy autobus.

Przyjęto, że nakłady na dostosowanie obiektów zajezdni do zasilania autobusów elektrycznych ponoszone będą przez operatorów.

Dla autobusów elektrycznych z doładowaniem na pętlach przewidziano instalację stacji ładowarek pantografowych – po jednej na każde 4-5 autobusów zeroemisyjnych. Stacje ładowania na pętlach autobusowych stanowić będą wieloletnią inwestycję, ponieważ umiejscowione będą na gruntach zarządzanych przez Miasto. W związku z tym założono, że będą one wybudowane przez Miasto i udostępnienie operatorom, z uwagi na możliwość pozyskania przez Miasto wsparcia inwestycji środkami pomocowymi. Nie wyklucza to jednak zastosowania w przyszłości innego rozwiązania.

Miasto w okresie analizy przewiduje realizację inwestycji wspierających funkcjonowanie transportu publicznego, w tym:

- budowę systemu ITS oraz zagwarantowanie priorytetów w ruchu dla pojazdów publicznego transportu zbiorowego;
- wyposażenie wszystkich wagonów tramwajowych w tablice kierunkowe oraz dynamicznej informacji pasażerskiej i biletomaty;

- zwiększenie liczby przystanków wyposażonych w stacjonarne automaty biletowe oraz tablice dynamicznej informacji pasażerskiej;
- modernizację i rozbudowę torowisk tramwajowych, zwiększenie możliwych połączeń oraz możliwości wytyczania objazdów (al. Amii Krajowej, al. Odrodzenia, wyjazd z ul. Obrońców Pokoju w ul. Dąbka w prawo i w lewo);
- budowę przystanków przesiadkowych, łączących podsegmenty tramwajowy i autobusowy.

Z uwagi na fakt, że nakłady te w znacznej części nie dotyczą podsegmentu autobusowego, a w części dotyczą ogólnych zadań Miasta (infrastruktura przystankowa), a ponadto wartość nakładów i harmonogram ich poniesienia nie zostały określone, nie ujęto ich w obliczeniach do niniejszej analizy.

Zaplanowane inwestycje infrastrukturalne będą sfinansowane ze środków budżetowych Miasta, wspomaganych środkami z programów pomocowych krajowych i europejskich, o ile będzie to tylko możliwe.

6. Identyfikacja wariantów

6.1. Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych Elbląga

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

Stan taboru użytkowanego w komunikacji miejskiej w Elblągu wg stanu na dzień 20 września 2021 r. przedstawiono w tabeli 3 w rozdziale 5.1.

Problematyka odnowy taboru elbląskiej komunikacji miejskiej zawarta została w różnych dokumentach strategicznych miasta i szerzej – Elbląskiego Obszaru Funkcjonalnego.

„Strategia Rozwoju Elbląskiego Obszaru Funkcjonalnego/Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych”⁸, obejmuje w zakresie Obszaru Funkcjonalnego: miasto Elbląg, miasto Braniewo oraz gminy: Braniewo, Elbląg, Frombork, Gronowo Elbląskie, Markusy, Milejewo, Młynary, Paślęk, Rychliki i Tolkmicko, natomiast w zakresie Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych: miasto Elbląg, gminy: Elbląg, Milejewo, Młynary i Tolkmicko oraz Powiat Elbląski.

W dokumencie określono pięć celów strategicznych:

- nr 1 – stworzenie wysokiej jakości systemu transportu i komunikacji;
- nr 2 – wzrost jakości infrastruktury ochrony środowiska i wiedzy na temat zagrożeń;
- nr 3 – wzrost dobrobytu poprzez wykorzystanie wiedzy i nowoczesnych technologii;
- nr 4 – wzrost aktywności i integracji społecznej;
- nr 5 – budowa wspólnego wizerunku EOF.

Przesłanką sformułowania w celu 1 była chęć przeciwdziałania fragmentacji infrastruktury transportowej, która mogłaby doprowadzić do zmniejszania dostępności komunikacyjnej wybranych obszarów, a tym samym do obniżania jakości życia mieszkańców. Cechą charakterystyczną obszarów funkcjonalnych miast jest przemieszczanie się mieszkańców obszaru w kierunku centrum, czyli w przypadku EOF – do miasta Elbląga. Dostępność komunikacyjna do centrum obszaru ma wpływ na jakość życia oraz na poziom rozwoju gospodarczego. Rozwój nowoczesnego, miejskiego obszaru funkcjonalnego wymaga stworzenia kompleksowej sieci powiązań komunikacyjnych pomiędzy węzłami sieci osadniczej.

⁸ Załącznik nr 1 do uchwały nr 13/2020 Komitetu Sterującego Związku ZIT z dnia 16 września 2020 r.

W ramach celu nr 1 wyznaczono w dokumencie cztery priorytety:

- nr 1.1 – modernizacja i rozbudowa infrastruktury komunikacji drogowej, szynowej, lotniczej i wodnej;
- nr 1.2 – zapewnienie powszechnego dostępu do internetu i podnoszenie kompetencji cyfrowych;
- nr 1.3 – zintegrowane zarządzanie ruchem z wykorzystaniem ICT;
- nr 1.4 – stworzenie systemu ścieżek i szlaków rowerowych.

W ramach priorytetu nr 1.1 jako projekty w formule ZIT dla miasta Elbląga wymieniono:

- przebudowę drogi wojewódzkiej 504, etap II – budowę torowiska i trakcji tramwajowej w ul. gen. Grota-Roweckiego oraz ul. 12 Lutego w Elblągu;
- przebudowę odcinka torowiska i infrastruktury tramwajowej w ciągu ul. Obrońców Pokoju w Elblągu;
- poprawę zintegrowanej mobilności miejskiej w elbląskim obszarze funkcjonalnym,

a jako projekt komplementarny – poprawę zrównoważonej mobilności mieszkańców Elbląga.

W ramach priorytetu nr 1.3 jako propozycję projektu realizowanego w formule ZIT wymieniono – „Elbląg – inteligentne miasto. Budowa zintegrowanego systemu teleinformatycznego Miasta, w tym zarządzanie ruchem, narzędzie dla turystyki”.

Dokument określa także obszary, w których realizowane będą inwestycje ZIT. Obszar nr 3 określono jako – „EOF zrównoważona mobilność”, a obszar nr 4 – „EOF dobrze skomunikowany”.

Przedsięwzięcia w ramach obszaru nr 3 określono jako służące mobilności miejskiej, obejmujące budowę, przebudowę dróg lokalnych lub/i dróg dla rowerów oraz ciągów pieszo-rowerowych i zawierające elementy bezpieczeństwa ruchu drogowego oraz oświetlenie.

Jako obszary wsparcia dokument wymienia m.in. „Wspieranie efektywności energetycznej oraz promowanie strategii niskoemisyjnych” i „Rozwój zrównoważonego, sprawnego transportu łączącego miasto i jego obszar funkcjonalny”.

W ramach pierwszego obszaru wsparcia jako preferowany wymieniono rozwój miejskiego transportu szynowego, a w przypadku transportu kołowego – zakup autobusów o alternatywnych systemach napędowych (elektrycznych, hybrydowych, biopaliwa, napędzanych wodorem, itp.). W przypadku zakupu taboru niskoemisyjnego wskazano również niezbędne inwestycje infrastrukturalne. Jako kryterium szczegółowe wyboru przedsięwzięć określono niskoemisyjny transport miejski przyjazny środowisku.

„Strategia zrównoważonego transportu EOF”⁹ jest dokumentem uzupełniającym „Strategię Rozwoju Elbląskiego Obszaru Funkcjonalnego/Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych” i uwzględnia wszystkie funkcjonujące w obszarze rodzaje i gałęzie transportu: indywidualny i publiczny drogowy, publiczny miejski, kolejowy, rowerowy, pieszy, wodny oraz towarowy.

Strategia określa wizję zrównoważonego rozwoju transportu na obszarze EOF, w tym cel nadrzędny – „Zrównoważenie podziału zadań przewozowych między publiczny transport zbiorowy a transport indywidualny w EOF – poprzez wzrost dostępności i jakości zintegrowanego systemu infrastruktury i transportu zbiorowego” – stanowiący spójny system obsługi społeczeństwa i gospodarki.

Strategia określa pięć celów strategicznych, będących uszczegółowieniem celu nadrzędnego:

- nr 1 – wzrost jakości i integracja sieci infrastruktury transportowej oraz opierającego się na niej systemu transportu publicznego;
- nr 2 – poprawa efektywności i atrakcyjność transportu publicznego prowadząca do wzrostu jego roli w podziale zadań przewozowych w EOF;
- nr 3 – wzmocnienie powiązań stolicy subregionu z obszarem funkcjonalnym, w tym z głównymi ośrodkami osadniczymi;
- nr 4 – wzrost znaczenia usług logistycznych i sektora portowo-morskiego – aktywizujących rozwój gospodarczy;
- nr 5 – wzrost stopnia informatyzacji regionu oraz rozwój infrastruktury teleinformatycznej i telekomunikacyjnej.

Poza zdefiniowaniem celów, w Strategii określono grupy instrumentów oddziaływania na infrastrukturę transportową, w tym w ramach grup podstawowych wymieniono:

- liniowe inwestycje infrastrukturalne w mieście;
- punktowe inwestycje infrastrukturalne w mieście;
- inwestycje taborowe w komunikacji miejskiej.

Jako priorytety w celu strategicznym nr 2 wymieniono inwestycje w transporcie kolejowym, miejskim, rowerowym i pieszym oraz działania organizacyjne i studialno-analityczne.

W każdym z priorytetów przedstawiono otwarty katalog działań operacyjnych.

⁹ <https://www.powiat.elblag.pl/pl/strategia-elblaskiego-obszaru-funkcjonalnego-zintegrowanych-inwestycji-terytorialnych/strategie-branzowe>, dostęp: 20.09.2021 r.

Proponowanymi działaniami operacyjnymi w ramach celu strategicznego nr 1 są projekty budowy i przebudowy dróg, natomiast w ramach celu strategicznego nr 2 zaplanowano do przeprowadzenia przez Gminę Miasto Elbląg następujące działania:

a) w ramach priorytetu 1:

- budowę zintegrowanych węzłów przesiadkowych: Elbląg Ogólna, Elbląg Druska oraz Elbląg Zdrój (wspólnie z PKP S.A.);
- parkingi wielopoziomowe;
- odnowę nawierzchni chodników i zatok autobusowych;

b) w ramach priorytetu 2:

- zakup 6 nowych wagonów tramwajowych;
- budowę pętli autobusowej za osiedlem Dąbrowa;
- modernizację systemu EKM;
- budowę parkingów P&R;
- budowę tras tramwajowych w ul. Mazurskiej i ul. Aleja Odrodzenia, w ul. Królewieckiej i ul. Fromborskiej oraz pętli Ogólna, a także w al. Tysiąclecia i ul. Rycerskiej;
- budowę miejsc postojowych oraz przebudowę parkingów i dróg wewnętrznych.

W ramach priorytetu nr 2 zaproponowano także działania operacyjne przeznaczone do realizacji przez operatora tramwajowego – Tramwaje Elbląskie sp. z o.o.:

- budowę nowych odcinków torowiska w ul. 12 Lutego i ul. gen. Grota-Roweckiego;
- modernizację 9 wagonów tramwajowych;
- kontynuację modernizacji torowiska w ulicach: 3 Maja, 1 Maja, al. Grunwaldzkiej i Obrońców Pokoju;
- zakup nowych wiat i przystankowych tablic informacyjnych.

W ramach priorytetu nr 4 jednym z proponowanych działań jest wprowadzenie priorytetów dla komunikacji miejskiej w ramach systemu ITS.

„Program ochrony powietrza ze względu na przekroczenie poziomu docelowego benzo(a)pirenu dla strefy miasto Elbląg”¹⁰ w ramach działań kierunkowych w zakresie ograniczania emisji liniowej (komunikacyjnej) pierwotnej i wtórnej wymienia: kontynuację modernizacji taboru komunikacji miejskiej oraz wprowadzenie nowych niskoemisyjnych paliw i technologii, szczególnie w systemie transportu publicznego i służb miejskich. Natomiast w ramach działań kierunkowych w zakresie edukacji ekologicznej i reklamy wymienia działania promocyjne zachęcające do korzystania z transportu publicznego.

¹⁰ Program przyjętych uchwałą nr XXXI/615/13 Sejmiku Województwa Warmińsko-Mazurskiego z dnia 28 października 2013 r.

„Strategia Rozwoju Elbląga 2020+”¹¹ wyznacza cel główny rozwoju miasta oraz cztery cele strategiczne, a do każdego z nich cele operacyjne.

W ramach celu strategicznego nr 3 – „Nowoczesna infrastruktura, oparta o innowacje”, wyznaczono trzy cele operacyjne:

- nr 3.1 – zwiększenie dostępności komunikacyjnej;
- nr 3.2 – poprawa jakości i ochrona środowiska przyrodniczego;
- nr 3.3 – poprawa infrastruktury technicznej.

W ramach celu operacyjnego nr 3.1 przewidziano jako kierunki działań m.in.:

- zwiększenie znaczenia komunikacji publicznej, w tym głównie tramwajowej, w szczególności w centralnej części miasta – na rzecz minimalizacji transportu indywidualnego poprzez wprowadzenie priorytetów dla komunikacji miejskiej w ruchu drogowym (ITS);
- przebudowę i udrożnienie głównych węzłów komunikacyjnych w mieście, newralgicznych punktów komunikacyjnych, skrzyżowań, niebezpiecznych odcinków dróg i budowę obwodnicy wschodniej miasta.

Jako priorytetowe przedsięwzięcia strategiczne realizowane w ramach celu operacyjnego nr 3.1 wymieniono m.in.:

- przebudowę drogi wojewódzkiej 504, etap II – budowa torowiska i trakcji tramwajowej w ul. gen. Grota-Roweckiego i ul. 12 Lutego w Elblągu;
- poprawę zrównoważonej mobilności mieszkańców Elbląga.
- poprawę powiązania dzielnicy „Zatorze” (strefy przedsiębiorczości Elbląskiego Obszaru Funkcjonalnego) z centrum Miasta Elbląga poprzez budowę wiaduktu w ciągu ulic Lotniczej i Skrzydlatej wraz z drogami dojazdowymi i dostosowaniem istniejących elementów sieci drogowej.

„Strategia rozwoju elektromobilności Elbląga 2020+”¹² zdefiniowała jako cel strategiczny ograniczenie zanieczyszczenia powietrza oraz poprawę jakości i zmniejszenie emisyjności transportu zbiorowego oraz indywidualnego poprzez wdrażanie rozwiązań z zakresu elektromobilności.

W Strategii zdefiniowano dziewięć celów szczegółowych, a w ramach każdego z celów określono od dwóch do czterech działań. Cele szczegółowe związane z transportem zbiorowym są następujące:

- nr 1 – promocja transportu zbiorowego i transportu przyjaznego środowisku;

¹¹ Strategia przyjęta uchwałą nr XXXI/910/2014 Rady Miejskiej w Elblągu z dnia 30 września 2014 r., zmienionej uchwałą nr XXVI/494/2017 z dnia 27 kwietnia 2017 r.

¹² Strategia przyjęta uchwałą nr XIII/391/2020 Rady Miejskiej w Elblągu z dnia 24 września 2020 r.

- nr 2 – uprzywilejowanie transportu zbiorowego w ruchu publicznym poprzez nadawanie priorytetu ruchu dla pojazdów komunikacji publicznej, a w nim działania:
 - nr 2.1 – rozwój systemu sterowania sygnalizacją świetlną i systemu wystawiania priorytetów na skrzyżowaniach dla pojazdów komunikacji miejskiej;
 - nr 2.2 – rozwój systemu sterowania ruchem w tym: centralne gromadzenie informacji o przepływach ruchu, system zliczania potoków pasażerskich, sterowanie przepływami uzależnione od aktualnej sytuacji drogowej;
- nr 3 – poprawa stanu taboru transportu zbiorowego poprzez sukcesywną wymianę taboru tramwajowego oraz autobusowego na nisko i zeroemisyjny i dostosowany do potrzeb osób niepełnosprawnych, a w nim działania:
 - nr 3.1 – stopniowa wymiana przestarzałego taboru tramwajowego;
 - nr 3.2 – stopniowa wymiana taboru autobusowego na nisko- i zeroemisyjny (zgodnie z harmonogramem wymiany floty i wymogami Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych);
 - nr 3.3 – wprowadzenie udogodnień dla osób niepełnosprawnych i o ograniczonej sprawności ruchowej obecnie eksploatowanych pojazdach;
 - nr 3.4 – monitoring wymiany taboru autobusowego, który po każdej inwestycji w nowe pojazdy powinien być co najmniej częściowo niskopodłogowy, zapewniający odpowiednio szerokie przejścia, zawierający m.in.:
 - a) oznakowanie wszelkich barier, krawędzi, przycisków, piktogramów w sposób umożliwiający ich lokalizację;
 - b) poręcze, kasowniki i automaty na odpowiedniej wysokości dostępne także dla osób na wózkach inwalidzkich;
 - c) system głosowej i wizualnej informacji pasażerskiej;
- nr 4 – poprawa stanu infrastruktury transportu zbiorowego poprzez inwestycje w infrastrukturę transportu nisko i zeroemisyjnego, a w nim działania:
 - nr 4.1 – stworzenie odpowiedniej infrastruktury ładującej dla pojazdów komunikacji miejskiej o napędzie zeroemisyjnym lub niskoemisyjnym;
 - nr 4.2 – dostosowanie zajezdni i zaplecza warsztatowego do obsługi pojazdów zero- i niskoemisyjnych;

- nr 5 – poprawa systemu informacji pasażerskiej poprzez wykorzystanie elementów smart city, a w nim działania:
 - nr 5.1 – rozwój systemu dynamicznej informacji pasażerskiej w pojazdach komunikacji miejskiej i na przystankach wykorzystującego m. in. tablice/aplikacje informujące o natężeniu ruchu, spóźnieniu pojazdów komunikacji publicznej, utrudnieniach w ruchu, rozkład jazdy w czasie rzeczywistym;
 - nr 5.2 – dalszy rozwój monitoringu GPS w pojazdach komunikacji miejskiej (obejmujący także nowo kupowane pojazdy), którego celem jest umożliwienie pasażerom śledzenia bieżącej lokalizacji pojazdów;
 - nr 5.3 – rozszerzenie obszaru występowania, a także liczby przystanków i pojazdów objętych systemem dynamicznej informacji pasażerskiej;
- nr 6 – udostępnienie możliwości ładowania pojazdów elektrycznych poprzez budowę publicznej infrastruktury stacji ładowania;
- nr 7 – zmniejszanie udziału pojazdów spalinowych na rzecz pojazdów zeroemisyjnych – zwłaszcza flota jednostek publicznych;
- nr 8 – rozbudowa systemu ścieżek rowerowych wraz z miejscami obsługi rowerzystów oraz stacjami naprawy rowerów;
- nr 9 – integracja systemów transportu zbiorowego i indywidualnego, w tym tworzenia węzłów przesiadkowych oraz parkingów P&R, a w nim działania:
 - nr 9.1 – rozbudowa systemu węzłów przesiadkowych łączących m.in. komunikację autobusową, tramwajową, kolej, transport indywidualny i drogi dojazdowe do Miasta;
 - nr 9.2 – kontynuacja budowy parkingów P&R wpisujących się w plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego.

Okres realizacji działań ujętych w ramach celów nr 3 i nr 5 oraz działania nr 4.2, został określony na lata 2020-2028. Okres realizacji działań ujętych w ramach celu nr 9 oraz działania nr 4.1, został natomiast określony na lata 2020-2035.

Dokument w zakresie wyboru linii do elektryfikacji przywołuje postanowienia Analizy kosztów i korzyści z 2018 r. – w pierwszej kolejności linie 7 i 17, a w następnej kolejności linie 8, 9, 13 i 19.

„Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla Gminy Miasta Elbląg na lata 2017-2030”, stanowiący aktualizację „Planu zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla Gminy Miasta Elbląg na lata 2013-2020”¹³ przedstawia dwa warianty rozwoju publicznego transportu zbiorowego w Elblągu – pasywny i rozwojowy.

¹³ Plan w wersji przyjętej uchwałą nr XXVIII/548/2017 Rady Miejskiej w Elblągu z dnia 7 września 2017 r.

W wariantcie pasywnym przyjęto, że sieć linii elbląskiej komunikacji miejskiej nie będzie podlegać istotnym zmianom, a zakres pracy eksploatacyjnej, w tym w podsegmentcie autobusowym, będzie w niewielkim stopniu, lecz sukcesywnie zmniejszany. W wariantcie rozwojowym w ofercie przewozowej przewiduje się systematyczne zwiększenie zakresu i intensywności funkcjonowania komunikacji miejskiej, skutkujące wzrostem liczby jej pasażerów, w tym rozbudowę sieci tramwajowej oraz remonty torowisk tramwajowych. W planie transportowym zakłada się, że w efekcie tych działań zostanie opracowany i wdrożony nowy, kompleksowy układ linii elbląskiej komunikacji miejskiej. W wariantcie tym założono wzrost zakresu pracy eksploatacyjnej tramwajów i utrzymanie na stałym poziomie pracy eksploatacyjnej autobusów.

Plan wymienia realizowane inwestycje dotyczące modernizacji układu torowo-sieciowego podsystemu tramwajowego (ul. gen. Grotta-Roweckiego, 12 Lutego), budowę wiaduktu w ciągu ul. Lotniczej oraz realizację projektu „Poprawa zrównoważonej mobilności mieszkańców Elbląga”. W zakresie realizowanych inwestycji w okresie jego obowiązywania, Plan odwołuje się do zadań określonych w aktualnych strategiach, z preferencją zakupów i modernizacji i rozbudowy podsegmentu tramwajowego.

W zakresie realizacji preferencji pasażerów Plan zaleca m.in.: dążenie do ustalenia jednego taktu dla całej sieci komunikacyjnej i pełnej koordynacji rozkładów jazdy, utrzymanie przeciętnego wieku taboru autobusowego 8-10 lat, wymóg eksploatacji fabrycznie nowych autobusów z klimatyzacją przestrzeni pasażerskiej, systematyczną wymianę i modernizację wagonów tramwajowych oraz kompleksową modernizację torowisk, przybliżanie i budowę przystanków wspólnych dla obydwu podsystemów komunikacji miejskiej, wyposażenie wszystkich pojazdów w elektroniczne tablice wewnętrzne oraz w zapowiedzi głosowe przystanków, wprowadzenie priorytetów w ruchu i w przejazdach przez skrzyżowania dla pojazdów komunikacji miejskiej oraz stopniowe wyznaczanie pasów wyłącznego ruchu dla komunikacji miejskiej oraz objęcie monitoringiem 100% jednostek taborowych.

Plan wskazuje ponadto na konieczność podjęcia decyzji Gminy Miasta Elbląg co do ewentualnego udziału w tworzonych programach ekomobilności, poprzedzonej analizą możliwości wykorzystania infrastruktury zasilającej sieć tramwajową do rozwoju segmentu miejskiego transportu bezemisyjnego w miejscu jego używania (autobusów elektrycznych).

„Plan Gospodarki Niskoemisyjnej dla miasta Elbląga”¹⁴, określa wizję i cztery cele strategiczne, w tym cel 2. Ograniczenie emisji pyłów i gazów cieplarnianych z instalacji wykorzystywanych na terenie miasta, a także emisji pochodzącej z transportu, mające na celu spełnienie norm w zakresie jakości powietrza.

¹⁴ Plan przyjęty uchwałą nr VII/106/2015 Rady Miejskiej Elbląga z dnia 25 czerwca 2015 r.

Dokument wyznacza osiem celów szczegółowych, w tym tylko jeden dotyczący transportu zbiorowego – cel szczegółowy nr 8 – „Promocja i realizacja zrównoważonego transportu – z uwzględnieniem transportu publicznego oraz indywidualnego, w tym również rowerowego”. Powyższy cel szczegółowy dotyczy kilku obszarów interwencji: systemu zamówień publicznych, mieszkańców miasta, transportu publicznego oraz miejskiego systemu transportowego.

W przedstawionym w dokumencie zestawieniu działań przewidzianych do realizacji, pod pozycją ELB020 wymieniono działanie: „Budowa traktacji tramwajowej w ciągu ulic gen. Grot-Roweckiego i 12 Lutego w Elblągu wraz z zakupem nowych wagonów oraz modernizacją bazy zajezdniowej”.

„Program Ochrony Środowiska dla miasta Elbląg do roku 2020 z uwzględnieniem perspektywy na lata 2021-2025”¹⁵ dla obszaru interwencji ochrona klimatu i jakości powietrza wymienia m.in. cel pn. „dobra jakość powietrza atmosferycznego bez przekroczeń dopuszczalnych norm – osiągnięcie poziomów dopuszczalnych zanieczyszczeń powietrza”. Jednym z kierunków interwencji w ramach tego celu jest rozwój i modernizacja transportu zbiorowego w kierunku transportu przyjaznego dla środowiska. Wskazane typy zadań to m.in. budowa i rozbudowa infrastruktury transportu zbiorowego, rozbudowa taboru transportu publicznego (niskoemisyjnego), promocja transportu zbiorowego i transportu przyjaznego środowisku.

Dla obszaru interwencji zagrożenie hałasem wyznacza m.in. cel pn. „dobry stan klimatu akustycznego bez przekroczeń dopuszczalnych norm poziomu hałasu”. W ramach kierunku interwencji „zmniejszenie hałasu” wymieniono działanie „modernizacja transportu tramwajowego: korekcja profilu obręczy kół tramwajowych, zakup nowych/modernizacja tramwajów, poprawa stanu technicznego torowisk”.

Wśród zadań własnych miasta Elbląg, w obszarze interwencji ochrona klimatu i jakości powietrza, wymieniono w dokumencie budowę nowego torowiska wraz z traktacją tramwajową w ul. 12 Lutego i gen. Grot-Roweckiego. Z kolei w obszarze zagrożenia hałasem wymieniono budowę, przebudowę oraz modernizację dróg gminnych.

„Program ochrony środowiska przed hałasem dla miasta Elbląg”¹⁶ jako proponowane środki zaradcze wymienia przede wszystkim wykonanie nowej nawierzchni wybranych dróg oraz ograniczenia prędkości na wybranych odcinkach, szczególnie w porze nocnej.

¹⁵ Program przyjęty uchwałą nr XX/412/2016 Rady Miejskiej w Elblągu z dnia 24 listopada 2016 r.

¹⁶ Program przyjęty uchwałą nr XXXV/745/2018 rady Miejskiej w Elblągu z dnia 28 czerwca 2018 r.

„Plan adaptacji do zmian klimatu miasta Elbląga do roku 2030”¹⁷ określa jako jedno z działań adaptacyjnych dostosowanie systemu komunikacji publicznej do skutków zmian klimatu. Działanie to ma obejmować modernizację, rozbudowę torowisk i trakcji tramwajowych, budowę węzła przesiadkowego transportu zbiorowego i parkingów podziemnych oraz infrastruktury transportowej przyjaznej środowisku, a także przebudowę dróg.

„Lokalny Program Rewitalizacji Elbląga 2020+”¹⁸ obejmuje pięć jednostek: Dolinka, Mickiewicza/Traugutta, Na Stoku, Osiek i Zawodzie. Jako najważniejszy problem środowiskowy Program przedstawia zagrożenie hałasem drogowym. Dokument uznaje, że szczególne znaczenie ma systematycznie prowadzona modernizacja sieci drogowej i tramwajowej Elbląga.

Program określa cele i kierunki działań rewitalizacji oraz przedsięwzięcia rewitalizacyjne, nie odnoszą się one jednak do transportu zbiorowego, jedyne przedsięwzięcia rewitalizacyjne w zakresie transportu i mobilności dotyczą remontów dróg oraz poprawy bezpieczeństwa pieszych i rowerzystów.

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 elektryczny hybrydowy z zasilaniem pantografowym, tabor tramwajowy elektryczny szynowy oraz planowany napęd pojazdów kołowych elektryczny bateryjny z zasilaniem pantografowym) zwiększa bezpieczeństwo ekonomiczne przy wahanich cen paliw oraz zmianie warunków klimatycznych;
- zwiększenie bezpieczeństwa ekonomicznego przedsiębiorstwa lub organizatora – poprzez mniejszą podatność na wahania cen paliw i energii;
- zwiększenie bezpieczeństwa dostaw paliw i energii oraz ich stabilności cenowej;
- wydłużenie okresu eksploatacji pojazdów bez konieczności dokonywania poważnych napraw, ze względu na większą trwałość silników elektrycznych (z wyjątkiem baterii);
- zmniejszenie niekorzystnego oddziaływania transportu publicznego na mieszkańców w silnie zurbanizowanym obszarze miasta, w związku z brakiem emisji zanieczyszczeń do atmosfery

¹⁷ Plan przyjęty uchwałą nr V/139/2019 Rady Miejskiej w Elblągu z dnia 18 kwietnia 2019 r.

¹⁸ Program przyjęty uchwałą nr XXXIV/716/2018 Rady Miejskiej w Elblągu z dnia 26 kwietnia 2018 r.

w miejscu użytkowania autobusów elektrycznych i zmniejszoną emisją zanieczyszczeń przez pojazdy hybrydowe;

- realizacja wytycznych zawartych w „Krajowych Ramach Polityki Rozwoju Infrastruktury Paliw Alternatywnych”.

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

Z kolei nakłady finansowe na uruchomienie przewozów autobusami elektrycznymi z wodorowymi ogniwami paliwowymi związane są z bardzo wysokim kosztem zakupu pojazdów stosujących tę 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 w strukturze taboru wykorzystywanego w komunikacji miejskiej, stwarza konieczność zmiany dotychczasowej praktyki nabywania nowych pojazdów zasilanych olejem napędowym na – w coraz większym zakresie – pojazdy zeroemisyjne. Zapisy tej ustawy wymagają, aby w miastach przekraczających 50 000 mieszkańców, począwszy od 1 stycznia 2028 r., flota pojazdów składała się przynajmniej w 30% z autobusów zeroemisyjnych. W skali kraju aktualnie udział takich autobusów w strukturze taboru operatorów komunikacji miejskiej jest nadal niewielki, tymczasem narzucone tempo wzrostu tego udziału, wynikające z przepisów ustawy o elektromobilności, należy uznać za wysokie.

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

Istotną kwestią, przy podejmowaniu decyzji o eksploatacji taboru zasilanego CNG, jest dostępność stacji tankowania CNG. W Elblągu nie funkcjonuje obecnie taka stacja, najbliższa jest zainstalowana na terenie Przedsiębiorstwa Komunikacji Miejskiej sp. z o.o., przy ul. Chwaszczyńskiej 169 w Gdyni, w odległości drogowej ok. 85 km od centrum Elbląga. Dla użytkowników zewnętrznych stacja ta czynna jest obecnie (stan na dzień 20 września 2021 r.) codziennie, ale jedynie w godzinach 7-17.

Brak obecnie w Elblągu stacji tankowania CNG o dużej wydajności, przy bardzo wysokich kosztach jej budowy, w zasadzie wyklucza możliwość szybkiego zastosowania takiego napędu w elbląskich autobusach miejskich. Z wprowadzeniem do eksploatacji taboru zasilanego CNG wiąże się ponadto dodatkowy koszt dostosowania obiektów zajezdni operatorów do eliminacji zagrożeń związanych z tworzeniem przez gaz ziemny mieszanin wybuchowych. Warto także podkreślić, że ustawa o elektromobilności nie uznaje autobusów zasilanych CNG za zeroemisyjne, zatem zastosowanie tego paliwa nie powoduje spełnienia wymogów określonego udziału taboru zeroemisyjnego we flocie obsługujących pojazdów, zawartych w przepisach tej ustawy.

Zainteresowanie pojazdami zasilanymi CNG zapewne wzrośnie po wprowadzeniu planowanych zmian do ustawy o elektromobilności, w wyniku implementacji w polskim systemie prawnym dyrektywy (UE) 2019/1161¹⁹.

Należy jednak podkreślić, że ustawa o elektromobilności nie uznaje autobusów zasilanych CNG za zeroemisyjne, zatem zastosowanie tego paliwa nie powoduje spełnienia wymogów określonego udziału taboru zeroemisyjnego we flocie obsługujących pojazdów, zawartych w przepisach tej ustawy.

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.

¹⁹ 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.

Dostępny obecnie na rynku autobusami zeroemisyjnymi – nieemitującymi gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych – są pojazdy z napędem elektrycznym zasilane bateryjnie, z sieci zewnętrznej (trolejbusy), ze stacji doładowania różnych rodzajów lub w systemie mieszanym oraz autobusy elektryczne z wytwarzaniem energii w 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 podwieszane są dodatkowo zwrotnice, krzyżówki, zjazdówki, prowadnice lub impulsatory. Powoduje to powstanie nad ulicą plątaniny przewodów i odciągów, co negatywnie wpływa na estetykę miasta i nie wszędzie jest akceptowane.

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

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

wymagany na budowę punktowych stacji zasilania dla autobusów elektrycznych pantografowych. Poważnym problemem w centralnych obszarach miast jest konieczność podwieszania sieci trakcyjnej do budynków, co wymaga uzyskania zgody ich właścicieli i obecnie zwykle wiąże się z ponoszeniem dodatkowych kosztów ich udostępnienia.

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

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

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

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

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

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

Rozważane może być natomiast zasilanie stacji ładowania autobusów elektrycznych na pętlach z wykorzystaniem infrastruktury zasilającej tramwajową sieć trakcyjną, choć na razie brakuje w Polsce doświadczeń z takiego jej wykorzystywania.

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

TE sp. z o.o. w Elblągu posiada już pracowników przeszkolonych w obsłudze i utrzymaniu w sprawności pojazdów z osiami napędzanymi silnikami elektrycznymi, w związku z wykorzystywaniem tramwajów do obsługi linii elbląskiej komunikacji miejskiej, lecz spółka ta nie eksploatuje żadnych autobusów.

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

Pojazdy zasilane z baterii stanowią obecnie zdecydowaną większość nowo wprowadzanych 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 nikielowo-kadmowe (NiCd), a obecnie: nikielowo-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, a 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. Rozwiązania te charakteryzują się bardzo wysoką ceną takiej instalacji, stosowane są one jedynie w Chinach oraz w wybranych krajach Europy Zachodniej, na wybranych, dedykowanych trasach w dużych miastach i aglomeracjach. Taki sposób ładowania wymaga wydłużenia czasu postoju na przystanku, a ponadto wymaga zapewnienia wolnego miejsca na danym przystanku w określonym czasie, przeznaczonego na ładowanie. Ładowaniu indukcyjnemu na przystankach nie sprzyja także polski klimat, w którym normalnym zjawiskiem atmosferycznym są opady śniegu.

Jak wspomniano wcześniej nieco odmiennym sposobem ładowania autobusów elektrycznych (autobuso-trolejbusów) jest ich podłączanie do sieci trolejbusowej na znacznym odcinku trasy (30-50%). System ten jest już sprawdzony i z powodzeniem stosowany w Gdyni, i w mniejszym zakresie w Lublinie, wymagałby jednak budowy w Elblągu odcinka sieci trakcyjnej o długości co najmniej kilku kilometrów.

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 pętlach, także pod siecią. W Gdyni, Tychach i Lublinie 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.

Standardowo oferowane autobusy elektryczne o stosunkowo dużej pojemności pasażerskiej zapewniają obecnie zasięg na poziomie do 200 km przy zastosowaniu ogrzewania paliwowego (olej opałowy, olej napędowy lub gaz ziemny) albo tylko do 150 km – przy zastosowaniu ogrzewania elektrycznego. Z powyższych przyczyn strategia ładowania nocnego w zajezdni pojazdów klasy maxi o użytecznej pojemności baterii do 240 kWh powinna mieć zastosowanie przede wszystkim w przypadku używania ogrzewania paliwowego, a także przy przeznaczaniu autobusów elektrycznych do obsługi krótkich (szczytowych) zadań przewozowych. Z uwagi na bardzo wysokie koszty zakupu autobusów elektrycznych, pojazdy takie nie powinny być jednak alokowane do obsługi takich zadań w pierwszej kolejności – takie działanie jest nieefektywne ekonomicznie. Podkreślić jednak należy, że systematycznie rośnie także dostępność autobusów z bateriami większej pojemności, umożliwiającymi pokonywanie pomiędzy ładowaniami nawet do 300 km – wykonującymi baterie nowej generacji i urządzenia o większej gęstości energii.

Celem organizatorów i operatorów jest zwykle optymalizacja masy baterii, umożliwiająca zmniejszenie zużycia energii, a także likwidacja koniecznych do zrealizowania przejazdów technicznych do i z bazy autobusowej, w celu podłączenia do źródła zasilania i związanych z dłuższym ładowaniem wyłączeń autobusów z ruchu. Jest to realizowane w Polsce 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 w największych miastach. 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 użytecznej – 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 prze-

biegu 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 bateryjnym napędem elektrycznym do dedykowanych tras – obejmujących pętle, na których zainstalowano ładowarki.

Na pętlach stosuje się zwykle ładowarki szybkie, o dużej mocy (od 200 do nawet 500 kW). Najczęściej stosowane jest ładowanie pantografowe, które odbywa się w czasie od kilku do kilkunastu minut – wielokrotnie w czasie użytkowania autobusu w ciągu dnia. Instalacja ładowarki pantografowej wiąże się ze znacznymi kosztami jej budowy, w tym zasilania energetycznego o dużej mocy. Niezależnie od powyższego, w celu pełnego naładowania baterii oraz ich ustabilizowania, pojazd musi być też ostatecznie codziennie doładowywany podczas postoju w zajezdni.

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

Odmierna, korzystna sytuacja występuje w przypadku napowietrznych sieci trolejbusowych. Sieci te są zasilane dwuprzewodowo prądem stałym o standardowym napięciu 600 V, co umożliwi 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 H₂ mają zbiorniki sprężonego wodoru zainstalowane na dachu, o pojemności wystarczającej na przejazd nawet do 350-400 km.

Wadą tego rodzaju rozwiązania jest wysoki koszt ogniw paliwowych, co wpływa na zwiększoną cenę autobusów elektrycznych w nie wyposażonych oraz mocno ograniczona

dostępność źródeł wodoru. Nie bez znaczenia są także wysokie koszty zapewnienia bezpieczeństwa eksploatacji takich pojazdów, gdyż wodór, przy odpowiednim stosunku objętościowym, tworzy z powietrzem mieszaninę wybuchową.

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

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

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.

Budowa takiej stacji w Elblągu nie jest obecnie planowana.

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

Wadą pojazdów z wodorowymi ogniwami paliwowymi są także znaczące ich koszty 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 Elblągu występuje specyficzna sytuacja, rzadko spotykana w Polskich miastach. Miasto jako organizator wykorzystuje miejską spółkę komunalną – podmiot wewnętrzny – jedynie jako operatora przewozów tramwajowych. Przewozy autobusowe zlecane są w całości podmiotom

zewnątrznym, wybieranym w postępowaniu konkurencyjnym. Takie rozwiązanie utrudnia wprowadzanie taboru zeroemisyjnego z doładowaniami na pętlach.

Obszar pętli autobusowych stanowi teren zarządzany przez Miasto, jedynie udostępniony operatorom do użytkowania. Nie można więc oczekiwać ponoszenia przez operatorów inwestycji w stacje szybkiego ładowania, w szczególności z uwagi na dość długi okres ich instalacji oraz wieloletni okres użytkowania – dłuższy od okresu, na jaki zawierane są umowy. Pomijając problem prowadzenia budowy stacji ładowania na pętli na obcym gruncie, to po pierwsze – dopiero po ostatecznym rozstrzygnięciu postępowania konkurencyjnego operator mógłby przystąpić do realizacji procesu inwestycyjnego, a okres od decyzji do uruchomienia zasilania stacji szybkiego ładowania może trwać nawet do 2 lat, a po drugie – po zakończeniu obowiązywania umowy urządzenia musiałyby zostać odkupione od dotychczasowego operatora przez Miasto lub przez kolejnego operatora (albo też dotychczasowy operator musiałby te urządzenia zdemontować). Decyzja o przyjęciu rozwiązania polegającego na budowie stacji zasilania przez operatorów musiałaby być już podjęta w latach 2022-2023.

Rozwiązanie takie stanowi wysokie ryzyko niezakończenia inwestycji przez operatora w zakładanym terminie, a koszt inwestycji i koszt tego ryzyka ujęte zostałyby w ofercie ceny za świadczone przewozy. W obecnych programach pomocowych nie przewiduje się także wsparcia finansowego inwestycji w tabor zeroemisyjny i instalacje zasilające realizowanych przez operatorów. Przy takim rozwiązaniu można się więc spodziewać ofert z wysokimi stawkami za wozokilometr.

Wartym rozważenia rozwiązaniem, przy doładowywaniu autobusów na pętlach, byłaby więc budowa stacji ładowania szybkiego przez Miasto, a następnie ich udostępnienie operatorom do ładowania baterii w pojazdach. W takim przypadku podmiotem zarządzającym stacjami ładowania mogłaby być spółka miejska posiadająca duże doświadczenie w eksploatacji własnych stacji ładowania – TE sp. z o.o. Właśnie takie rozwiązanie planowane jest przy kolejnym kontrakcie z operatorem w pomorskim Tczewie – w ładowarki zainwestuje miasto, utrzymywać je będzie Zakład Usług Komunalnych, a operator przewozów będzie jedynie płacić za pobraną energię.

Rozwiązaniem alternatywnym jest rozwiązanie uwzględnione w Analizie kosztów i korzyści z 2018 r. – ładowanie autobusów zeroemisyjnych, wyposażonych w baterie o dużej pojemności (w takim dokumencie z 2018 r. zaproponowano 240 kWh dla klasy maxi), wyłącznie w zajezdniach operatorów. Obecnie baterie takich autobusów klasy maxi mogą mieć pojemność użytkową nawet przekraczającą 320 kWh, co czyni to rozwiązanie znacznie atrakcyjniejszym. Pozostaje jednak problem z dostosowaniem obiektu przyszłej zajezdni wybranego ope-

ratora do zasilania wielu pojazdów w okresie postoju nocnego. Przyjmując wybór w postępowaniu konkurencyjnym dwóch operatorów, każdy z nich eksploatowałby przeciętnie po ok. 22 pojazdy, których baterie każdej nocy musiałyby być naładowane. W przypadku trzech operatorów liczba pojazdów każdego z nich zmniejszyłaby się do przeciętnie 14 autobusów. Przy pojemności użytkowej baterii 320 kWh i dostępnym czasie 6 godzin na jej naładowanie, moc ładowarki dla każdego autobusu powinna wynosić min. 60 kW lub więcej. Przy 22 pojazdach, przyjmując że 1/3 z nich to elektryczne, dostępna moc na zajezdni powinna wynosić ponad 0,4 MW, a przy 14 pojazdach – 0,3 MW. Tymczasem nie ma w Elblągu dostępnych terenów na parkowanie 14-22 autobusów, dysponujących tak dużą rezerwą mocy. Bardzo dużym terenem w pobliżu dworca kolejowego dysponuje PKS w Elblągu sp. z o.o., ale stawianie wyłącznie na tego operatora, mogłoby doprowadzić do monopolizacji rynku. Każdy z operatorów musiałby ponieść koszty dostosowania własnego lub wynajętego obiektu zajezdni do zasilania użytkowanych pojazdów zeroemisyjnych. Podobnie jak w przypadku doładowywania pojazdów na pętlach, na zasilanie terenu potencjalnej zajezdni operatora oraz doposażenie w urządzenia do ładowania baterii w pojazdach, potrzeba czasu co najmniej kilku, a może nawet kilkunastu miesięcy.

W analogicznej do Elbląga sytuacji jest Rybnik w województwie śląskim – o zbliżonej liczbie mieszkańców (129 415 osób wg stanu na dzień 31 grudnia 2020 r.), w którym w komunikacji miejskiej eksploatuje się wyłącznie autobusy i który nie posiada własnego operatora komunalnego. Według stanu na dzień 20 września 2021 r., Zarząd Transportu Zbiorowego w Rybniku – organizator komunikacji miejskiej w Rybniku i w gminach sąsiednich, na mocy porozumień komunalnych – odpowiadał za przewozy na 37 liniach dziennych i 3 nocnych, kontraktując w wyniku przeprowadzonych postępowań w trybie przetargów nieograniczonych około 100 pojazdów w ruchu w ramach kontraktów z sześcioma operatorami.

W czerwcu 2021 r. ogłoszony został przetarg na 10-letnią obsługę wybranych linii autobusowych, z wymogiem zastosowania napędu CNG, LNG lub elektrycznego, z bardzo dużą wagą kryterium „ekologia” (34,5% wobec 60% kryterium ceny), preferującego napęd elektryczny. W zamówieniu wymagano świadczenia usług minimum 2 autobusami typu midi o napędzie elektrycznym oraz minimum: 5 autobusami klasy midi, 11 klasy maxi i 5 klasy mega – zasilanych gazem ziemnym (CNG lub LNG) lub o napędzie elektrycznym. Zamawiający nie przewidywał przy tym wybudowania i udostępnienia operatorom żadnej infrastruktury ładowania.

W przetargu otrzymano trzy oferty, z których dwie dotyczyły wyłącznie świadczenia usług autobusami elektrycznymi (także taborem rezerwowym ponad wymagane minimum). Wybrany operator założył ładowanie pojazdów wyłącznie poprzez złącza typu plug-in podczas postojów

w zajezdni. W segmentach pojazdów maxi i mega wybrane zostały autobusy marki Solaris Urbino electric, z osiami napędowymi ze zintegrowanymi silnikami elektrycznymi. Autobusy 12-metrowe wyposażone zostaną w baterie o pojemności nominalnej 440 kWh (użytecznej – 350 kWh), a 18-metrowe w baterie o pojemności nominalnej – 528 kWh (użytecznej – 428 kWh). Zaoferowaną cenę realizacji zamówienia można uznać za porównywalną do osiąganą przy przetargach na obsługę linii fabrycznie nowym taborze zasilanym olejem napędowym. Wszystkie wprowadzane do eksploatacji autobusy elektryczne wyposażone zostaną w nowinki technologiczne wspierające pracę kierowcy i zwiększające bezpieczeństwo podróżowania, a mianowicie czujniki deszczu i zmierzchu, światła LED z funkcją doświetlania zakrętów, a także system akustycznego ostrzegania o pojeździe (AVAS) – informujący przede wszystkim pieszych o obecności pojazdu z napędem elektrycznym.

Ze względu na opisane wyżej uwarunkowania, w niniejszej analizie ujęto dwa warianty zastosowania autobusów zeroemisyjnych: z doładowaniem na pętlach – uznając to za rozwiązanie o większej pewności poprawnego funkcjonowania przewozów także w trudnych warunkach eksploatacyjnych oraz z doładowaniem wyłącznie na zajezdniach operatorów – jako rozwiązanie alternatywne. Pewną przeszkodą w zastosowaniu ostatniego rozwiązania jest kongestia w mieście i linie o długim przebiegu, obsługujące rozległe obszary peryferyjne i trasy podmiejskie, a także brak szerszych doświadczeń polskich miast z eksploatacją autobusów zeroemisyjnych z bateriami o dużej pojemności, ładowanych wyłącznie w zajezdni (rozwiązanie opisane w Rybniku rozpocznie funkcjonowanie z dniem 1 kwietnia 2022 r.).

6.4. Proponowane warianty

W opracowanej w 2018 r. „Analizie kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych dla gminy Miasta Elbląg” przeanalizowano dwa warianty inwestycyjne:

- wariant 1 konwencjonalny – w którym założono kontynuację dotychczasowej polityki wykorzystywania w komunikacji miejskiej taboru zasilanego olejem napędowym;
- wariant 2 elektryczny – w którym założono sukcesywne wprowadzanie taboru z bateryjnym zasilaniem elektrycznym, w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności.

W wariantcie konwencjonalnym przyjęto, że po zakończeniu obowiązywania obecnych umów z operatorami, zostaną zawarte nowe – na kolejne okresy 10-letnie.

W wariantcie elektrycznym przyjęto założenie, że umowy z nowymi operatorami, zawierane po zakończeniu obowiązywania obecnych, obejmą okres 7 lat, czyli obowiązywać będą od 1 stycznia 2021 r. do 31 grudnia 2027 r., zaś już kolejne umowy z operatorami zawierane

będą z zastosowaniem rygoru art. 36 ustawy o elektromobilności. Przyjęto, że w okresie obowiązywania umów wprowadzanie autobusów zeroemisyjnych odbywać się będzie w terminach wymaganych zapisem art. 68 ustawy o elektromobilności.

Warianty te porównano ze scenariuszem bazowym, w którym założono wykonywanie przewozów w elbląskiej komunikacji miejskiej przy ponoszeniu niższych nakładów na odtworzenie taboru przez operatorów – 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 trzy warianty możliwych zmian wyposażenia taborowego elbląskiej komunikacji miejskiej:

- wariant 1 – konwencjonalny, w którym założono w kolejnych umowach z operatorami wprowadzanie autobusów wyłącznie zasilanych olejem napędowym;
- wariant 2 elektryczny 1, w którym założono:
 - wprowadzanie w kolejnych umowach z operatorami bateryjnych autobusów elektrycznych klasy midi, z szybkim doładowaniem pantografowym na pętlach i uzupełniającym plug-in na terenie zajezdni – w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności,
 - w pozostałym zakresie – wprowadzanie autobusów z klasycznym napędem Diesla;
- wariant 2 elektryczny 2, w którym założono:
 - wprowadzanie w kolejnych umowach z operatorami bateryjnych autobusów elektrycznych klasy maxi, ładowanych wyłącznie w porze nocnej poprzez złącza plug-in na terenie zajezdni – w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności,
 - w pozostałym zakresie – wprowadzanie autobusów z klasycznym napędem Diesla.

We wszystkich wariantach analizy przyjęto zakres pracy eksploatacyjnej, na poziomie wielkości pracy eksploatacyjnej planowanej do wykonania w 2021 r., tj. w wysokości 2,20 mln wozokilometrów rocznie. Pracę eksploatacyjną pojazdów elektrycznych przyjęto w całym okresie analizy w wysokości 50,0 tys. km rocznie na każdy pojazd zeroemisyjny we flocie. Pracę eksploatacyjną autobusów spalinowych przyjęto wynikowo.

We wszystkich wariantach przyjęto, że kolejne umowy wykonawcze z operatorami zawierane będą na okresy 8 letnie, a wprowadzany do eksploatacji tabor – fabrycznie nowy.

W wariantach elektrycznych założono, że autobusy elektryczne wraz z ładowarkami będą nabywane przez Miasto i udostępnianie operatorom.

Zgodnie z postanowieniem § 36 ust. 1 ustawy o elektromobilności, Miasto po 1 stycznia 2028 r. może zlecić świadczenie usług komunikacji miejskiej wyłącznie podmiotowi, w którego flocie użytkowanych pojazdów co najmniej 30% stanowią autobusy zeroemisyjne. W latach

2021-2027 przewidziano okres przejściowy, wprowadzający obniżone progi udziału pojazdów zeroemisyjnych we flocie pojazdów komunikacji miejskiej.

ZKM zawarł w listopadzie 2020 r. i marcu 2021 r. dwie umowy wykonawcze z operatorami, obowiązujące do 31 grudnia 2027 r., na podstawie których świadczone są przewozy autobusami wyłącznie zasilanych olejem napędowym. W umowach dopuszczono także wykonywanie przewozów autobusami zeroemisyjnymi, które jednak – z racji możliwości, a nie wymogu – nie zostały wprowadzone do eksploatacji przez wybranych operatorów.

Wprowadzenie do eksploatacji w elbląskiej komunikacji miejskiej pierwszych autobusów zeroemisyjnych wymaga przeprowadzenia procesu budowy urządzeń je zasilających. Nie występują na rynku używane autobusy zeroemisyjne, konieczny byłby więc także zakup pojazdów nowych wraz ładowarkami. Alternatywnym rozwiązaniem jest konwersja używanych autobusów spalinowych na elektryczne, która jest rozwiązaniem tańszym, ale zapewniającym niższy standard i krótszy okres użytkowania takiego taboru. Obecne okresy dostawy autobusów zeroemisyjnych sięgają jednego roku i podobny okres należałoby także przewidzieć na przeprowadzenie konwersji.

Budowa urządzeń zasilających ładowarki zajezdniowe wymaga uzyskania nowych warunków zasilania oraz zaprojektowania i budowy instalacji na placu postojowym, co jest także procesem kilkunastomiesięcznym. Można więc przypuszczać, że pierwsza dostawa taboru zeroemisyjnego oraz odbiór instalacji zasilających nastąpiłby dopiero pod koniec 2023 r.

Budowa przez Miasto na pętlach autobusowych stacji ładowarek pantografowych szybkich wymaga uzyskania warunków ich zasilania, przygotowania specyfikacji, przeprowadzenia postępowania przetargowego, oraz kilkunastomiesięcznego okresu projektowania, budowy i wyposażenia stacji. Można więc przypuszczać, że włączenie ładowarek pantografowych do eksploatacji nastąpiłby nie wcześniej niż pod koniec 2023 r.

Wprowadzenie pojazdów zeroemisyjnych do eksploatacji w trakcie obowiązywania obecnych umów wiązałoby się z koniecznością poniesienia przez operatorów znacznych dodatkowych kosztów ich zakupu oraz koniecznością poniesienia wydatków na instalacje zasilające, na okres jedynie kilkuletniej eksploatacji. Wydatków takich nie przewidziano w obecnie obowiązujących umowach wykonawczych. Operatorzy ponieśliby także straty na nagłym wycofaniu z eksploatacji stosunkowo nowego taboru spalinowego (obecnie nie starszego niż liczący 1 rok) oraz dodatkowe koszty zatrudnienia pracowników obsługujących urządzenia elektryczne. Wprowadzenie taboru zeroemisyjnego wiązałoby się z koniecznością przeprowadzenia negocjacji z operatorami, których efekt nie jest obecnie możliwy do przewidzenia. Zakres oczekiwanego wzrostu wynagrodzeń dla operatorów nie jest obecnie możliwy do oszacowania, należy jednak uznać go za znaczący.

W efekcie tych działań wydatki Miasta na realizację umów wzrosłyby znacznie ponad założone w analizie, co wpłynęłoby istotnie na zmniejszenie opłacalności stosowania pojazdów zeroemisyjnych.

Dla potrzeb niniejszej analizy przyjęto więc, że zawarte umowy wykonawcze z operatorami przewozów autobusowych, będą wykonywane taborem wprowadzonym już do ruchu, do końca okresu ich obowiązywania. W ramach nowych umów wykonawczych w wariantach elektrycznych założono natomiast, że tabor zeroemisyjny będzie stanowił wymagany ustawą o elektromobilności określony procent floty pojazdów użytkowanej przez operatora.

Powyższe założenie służy wyłącznie określeniu kosztów i korzyści ze stosowania taboru zeroemisyjnego, w żadnym stopniu nie ogranicza więc obowiązków Miasta – w przypadku wyniku niniejszej analizy wykazującego korzyści ze stosowania taboru zeroemisyjnego – zapewnienia udziału tego typu taboru w flocie użytkowanych pojazdów w okresach przejściowych.

W wariantcie elektrycznym 1, z uwagi na przeznaczenie części czasu przebywania autobusów elektrycznych na trasie na ładowanie baterii na pętlach, przyjęto że na każde 5 zakupionych autobusów zeroemisyjnych, wycofane zostaną 4 autobusy zasilane olejem napędowym. Z uwagi na nieco mniejszą pojemność pasażerską autobusów elektrycznych przyjęto, że nabywane będą wyłącznie autobusy klasy midi, ale o długości 10-11 m. W wariantcie tym założono także budowę przez Miasto stacji ładowania szybkiego na pętlach, z udostępnieniem operatorom, po jednej na każde 4-5 autobusów zeroemisyjnych we flocie.

W wariantcie elektrycznym 2, z uwagi na znaczną masę własną autobusów elektrycznych wyposażonych w baterie o dużej pojemności oraz zmniejszoną w związku z tym pojemność pasażerską, przyjęto że nabywane będą wyłącznie autobusy zeroemisyjne klasy maxi.

Powyższe założenia służą jedynie porównaniu kosztów i korzyści w poszczególnych wariantach, w związku z czym mają znaczenie wyłącznie teoretyczne.

Poza opisanymi wyżej trzema wariantami inwestycyjnymi utworzono scenariusz bazowy, o charakterze wyłącznie porównawczym, w którym założono wykonywanie przewozów w elbląskiej komunikacji miejskiej w ramach kolejnych 6-letnich umów z operatorami, autobusami użytkowymi. Przyjęto, że ich wiek w momencie rozpoczęcia wykonywania świadczeń, będzie wynosił 8 lat.

W tabeli 5 przedstawiono planowane zmiany struktury taboru w wariantcie 1 konwencjonalnym, natomiast w tabelach 6 i 7 – w wariantach 2 elektrycznym 1 i 2. W tabelach: 5, 6 i 7 przeanalizowano zmiany struktury taboru autobusowego komunikacji miejskiej – bez uwzględnienia pojazdów przeznaczonych do realizacji innych przewozów, w tym tramwajowych.

Tab. 5. Harmonogram wymiany taboru autobusowego 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	18/18	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	41/41	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	41/41	-/-
1b	Stan na koniec roku	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
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	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
5	Zeroemisyjne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	<i>Udział we flocie [%]</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>
7	<i>Średni wiek floty [lat]</i>	<i>0,1</i>	<i>1,1</i>	<i>2,1</i>	<i>3,1</i>	<i>4,1</i>	<i>5,1</i>	<i>6,1</i>	<i>1,0</i>	<i>2,0</i>	<i>3,0</i>	<i>4,0</i>	<i>5,0</i>	<i>6,0</i>	<i>7,0</i>	<i>8,0</i>	<i>1,0</i>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ZKM.

Tab. 6. Harmonogram wymiany taboru autobusowego w latach 2021-2036 w wariantcie elektrycznym 1

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	18/18	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	29/41	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	29/29	-/-
1b	Stan na koniec roku	41	41	41	41	41	41	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
2	Autobusy elektryczne																
2a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	14/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
2b	Stan na koniec roku	0	0	0	0	0	0	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
3	Ogółem stan taboru na koniec roku																
4	Razem emisyjne	41	41	41	41	41	41	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
5	Zeroemisyjne	0	0	0	0	0	0	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
6	<i>Udział we flocie [%]</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>32,6</i>	<i>32,6</i>	<i>32,6</i>	<i>32,6</i>	<i>32,6</i>	<i>32,6</i>	<i>32,6</i>	<i>32,6</i>	<i>32,6</i>
7	<i>Średni wiek floty [lat]</i>	<i>0,1</i>	<i>1,1</i>	<i>2,1</i>	<i>3,1</i>	<i>4,1</i>	<i>5,1</i>	<i>6,1</i>	<i>1,0</i>	<i>2,0</i>	<i>3,0</i>	<i>4,0</i>	<i>5,0</i>	<i>6,0</i>	<i>7,0</i>	<i>8,0</i>	<i>3,6</i>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ZKM.

Tab. 7. Harmonogram wymiany taboru autobusowego w latach 2021-2036 w wariantcie elektrycznym 2

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	18/18	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	28/41	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	28/28	-/-
1b	Stan na koniec roku	41	41	41	41	41	41	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
2	Autobusy elektryczne																
2a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	13/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
2b	Stan na koniec roku	0	0	0	0	0	0	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
3	Ogółem stan taboru na koniec roku																
4	Razem emisyjne	41	41	41	41	41	41	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
5	Zeroemisyjne	0	0	0	0	0	0	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
6	Udział we flocie [%]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7
7	Średni wiek floty [lat]	0,1	1,1	2,1	3,1	4,1	5,1	6,1	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	3,5

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ZKM.

W każdym wariantcie założono, że nabywane fabrycznie nowe pojazdy będą niskopodłogowe w kolorystyce miejskiej, a ich wyposażenie będzie obejmować co najmniej klimatyzację całopojazdową, przyklęk i miejsce na wózek, system informacji pasażerskiej, zapowiedzi głosowe przystanków i wyświetlaczami dla niedowidzących, system GPS, kasowniki, wi-fi, ładowarki USB, urządzenia do pobierania opłat (kasowniki, biletomaty) i opcjonalnie urządzenia systemu zliczania pasażerów.

Liczbę pasażerów we wszystkich wariantach oszacowano na podstawie danych ZKM z lat 2018-2020 oraz prognozy na 2021 r., z uwzględnieniem skutków ograniczeń wprowadzonych w związku z ogłoszeniem stanu epidemii. Na liczbę pasażerów duży wpływ miało zmniejszenie zakresu wykonywanej pracy eksploatacyjnej oraz nadal obowiązujące ograniczenia w korzystaniu ze środków transportu publicznego w miastach i zmiana zachowań komunikacyjnych mieszkańców – spowodowane stanem epidemii COVID-19.

W prognozie liczby pasażerów przyjęto założenie stopniowego, ewolucyjnego powrotu mieszkańców do korzystania z pojazdów transportu publicznego będzie okres kilku lat po uchyleniu stanu pandemii. Należy przypuszczać, że zamiana autobusów z silnikami Diesla na pojazdy elektryczne, nie będzie w najbliższych latach skutkowałą efektem w postaci zwiększonego zainteresowania mieszkańców podróżami komunikacją miejską – tylko z tytułu znaczącego unowocześnienia eksploatowanego taboru. Uwzględniono także prognozy demograficzne GUS spadku liczby mieszkańców Elbląga.

Przychody z biletów przyjęto na podstawie prognozy liczby pasażerów oraz wskaźnika przychodów na pasażera, przyjmując w okresie analizy systematyczną jego zmianę do osiągnięcia poziomu z 2019 r., czyli z okresu przed stanem pandemii.

W Elblągu tabor autobusowy komunikacji miejskiej stanowi jedynie część floty pojazdów komunikacji miejskiej. Niemal 1/3 pracy eksploatacyjnej wykonują w mieście tramwaje. Przyjęto założenie, że liczba pasażerów przewożona autobusami będzie proporcjonalna do liczby wykonanych wozokilometrów.

W tabeli 8 przedstawiono wskaźniki krotności – o ile razy większa jest gęstość zaludnienia w obszarze obsługiwanym liniami miejskimi elbląskiej komunikacji miejskiej (obszar miasta) w stosunku do średniej dla całego obsługiwanego obszaru, miast w Polsce i terenu całej Polski oraz wskaźniki wzrostu – o ile procent jest wyższa gęstość zaludnienia w obszarze obsługiwanym liniami miejskimi w porównaniu do średniej gęstości zaludnienia w polskich miastach.

Dane zaprezentowane w tabeli 8 wskazują, że gęstość zaludnienia Elbląga jest znacznie wyższa niż przeciętna dla kraju (ponad 12-krotnie) i nieco wyższa od miast w kraju (1,5-krot-

nie), a więc liczba mieszkańców narażonych na tzw. niską emisję, w tym pochodzącą z zanieczyszczeń ze środków transportu, jest także w Elblągu proporcjonalnie większa niż przeciętnie w Polsce.

Tab. 8. Ekspozycja mieszkańców Elbląga na tle wartości charakteryzujących kraj i miasta w kraju – stan na 31 grudnia 2020 r.

Parametry charakteryzujące Elbląg			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	
118,58	79,82	1 486	1,45	12,1	44,9

Źródło: dane Banku Danych Lokalnych GUS.

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

6.5. Wybór linii do obsługi taborem zeroemisyjnym oraz optymalnej pojemności baterii autobusów

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 mieszkaniowe o gęstej zabudowie mieszkaniowej, co byłoby istotą kampanii promujących nowe linie. Pomimo to zakładano, że autobusy elektryczne obsługiwać będą przede wszystkim już istniejącą sieć linii. Zastrzegano przy tym, że kształt tej sieci może, a nawet i powinien ewoluować, np. pod wpływem wyników badań marketingowych, które powinny stanowić jedną z determinant podejmowania decyzji o alokacji pojazdów elektrycznych na poszczególnych zadaniach przewozowych.

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

Przesłanki środowiskowe silnie wiążą się z przesłankami społecznymi – niższa emisja hałasu emitowanego przez autobusy elektryczne oraz brak spalin, stanowią ważny argument za wprowadzeniem komunikacji autobusowej do ścisłych centrów miast, 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 dotyczącej autobusów (np. drogami ekspresowymi, wykorzystywanymi przez linie pospieszne), gdyż w takich warunkach zużycie energii elektrycznej bardzo mocno się zwiększa.

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

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

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

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

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

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

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

W opracowanej w 2018 r. „Analizie kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych dla Gminy Miasta Elbląg” zaproponowano następujące linie do obsługi taboru zeroemisyjnym:

- w pierwszej kolejności – linię 7;
- w drugiej kolejności – linie 13 i 17;
- w trzeciej kolejności – linię 9;
- w dalszej kolejności – linie 8 i 19.

Z uwagi na brak w 2018 r. planów Miasta odnośnie budowy stacji zasilania szybkiego na pętłach autobusowych, przyjęto wówczas, że tabor zeroemisyjny zasilany byłby wyłącznie za pomocą ładowarek wolnych w zajezdni wybranego operatora (operatorów), z zastosowaniem baterii o większej pojemności. W Analizie z 2018 r. przyjęto wyposażenie autobusów w baterie o pojemności 240 kWh, przy zwiększonej liczbie pojazdów obsługujących zelektryfikowane linie (w 2018 r. proponowano współczynnik zastąpienia w wysokości 75%).

Istotne zmiany w podaży usług przewozowych wprowadzone w elbląskiej komunikacji miejskiej w latach 2018-2021, wywołały konieczność aktualizacji założeń z 2018 r.

Oznaczenie linii 7 funkcjonującej w 2018 r. zostało zmienione na 21. Poza zmianą oznaczenia, trasa tej linii, jako jednej z niewielu w elbląskiej komunikacji, nie zmieniła się. Nie uległa też znaczącej zmianie częstotliwość kursów – linia 21 w dalszym ciągu ma charakter priorytetowej.

Zmianie uległa trasa linii 13, która prowadzi obecnie z pętli Dworzec przez osiedle Zatorze do ul. Traugutta. Linia ta utraciła ponadto status podstawowej i jest aktualnie uzupełniająca.

Trasa linii 17 nie uległa istotnej zmianie, gdyż została jedynie przedłużona z pętli Dworzec do pętli Skrzydlata (w zamian za wycofanie z niej linii 8). Zmniejszeniu uległa także częstotliwość kursowania tej linii, co spowodowało zmianę kategorii na podstawową.

Dawna linia podstawowa 8 została przekształcona w linię 22, która w południowym odcinku trasy zamiast do pętli Dworzec przez osiedle Zatorze, skierowana została do cmentarza komunalnego w Dębicy przez Warszawskie Przedmieście (w zamian za skrócenie linii 11 do pętli Nad Jarem w północnej części miasta). Z kolei przez Zatorze w zamian skierowano linię 13, o czym wspomniano już wyżej.

Wcześniejsza linia podstawowa 9, z uwagi na pokrywanie się jej trasy w dużej części z trasami linii tramwajowych, została zlikwidowana. Wydłużenie części kursów tej linii w północnym odcinku trasy do Elbląskiego Parku Technologicznego zastąpione zostało wydłużeniem wybranych kursów linii 22.

Trasa linii 19 także uległa istotnym zmianom: zamiast na pętli Skrzydlata obecnie rozpoczyna się ona na pętli Dworzec, z której przez Śródmieście poprowadzona jest ul. Hetmańska, a następnie do pętli Odrodzenia – ulicami :Traugutta, Szymańskiego i Broniewskiego (wspomagając tym samym kursy linii 13), a nie jak poprzednio – ul. Browarną.

Z pętli Aleja Odrodzenia ulicami Browarną i Rycerską (a więc dawną trasą linii 19) poprowadzona została obecnie trasa linii 12, która przekracza w al. Wszyńskiego rzekę Elbląg i kończy swój bieg przy ul. Warszawskiej. Północny odcinek poprzedniej trasy linii 12 został zastąpiony nową linią 24, w relacji Próchnik – pętla Ogólna.

Autobusy elektryczne powinny obsługiwać przede wszystkim linie priorytetowe lub podstawowe. Z obydwu tych grup linii należy wybrać takie połączenia, których trasa koncentruje się na obsłudze centrum oraz osiedli mieszkaniowych o intensywnej zabudowie wielo- i jednorodzinnej. Jednocześnie, z uwagi na przyjęty sposób ładowania wyłącznie w zajezdni operatora, planowany dzienny przebieg pojazdów nie może być zbyt duży, aby uniknąć konieczności

wycofywania pojazdu z trasy w ciągu dnia, z uwagi na nadmiernie wyczerpaną pojemność baterii.

Według stanu na dzień 20 września 2021 r., w całej sieci elbląskiej komunikacji miejskiej jedynym połączeniem autobusowym o charakterze priorytetowym, była linia 21, w której rozkładzie jazdy zaplanowano ponad 50 kursów okrężnych w dniu powszednim. Linia 21 ma charakter miejskiej, obsługującej wyłącznie silnie zurbanizowane obszary Elbląga. W dalszym ciągu połączenie to może więc kwalifikować się do elektryfikacji w pierwszej kolejności.

W segmencie komunikacji autobusowej połączeniami o wysokiej częstotliwości kursowania, o charakterze podstawowych, dla których liczba par kursów w dniu powszednim przekracza 30, jest sześć linii: 11, 14, 16, 17, 22 i 24. Trasa linii 16 poza miastem Elblągiem obejmuje także miejscowość Gronowo Górne, natomiast trasa wybranych kursów linii 11 obejmuje miejscowość Nowakowo – obie położone w gminie wiejskiej Elbląg. Trasy pozostałych linii podstawowych zawierają się wyłącznie w granicach miasta.

Trasa linii priorytetowej 21 prowadzi przez najważniejsze obszary miasta o intensywnej, wielorodzinnej zabudowie mieszkaniowej, a także intensywnej śródmiejskiej zabudowie usługowo-mieszkaniowej, o gęstej sieci przystanków. Wysoka częstotliwość kursowania autobusów powoduje uciążliwą dla mieszkańców emisję hałasu i zanieczyszczeń. Linia 21 jest jednokierunkowa i jej trasa prowadzi od pętli Dworzec PKP al. Grunwaldzką i al. Tysiąclecia do ul. Rycerskiej w Nowym Mieście, następnie ul. Poczтовую, ul. Rycerską, obok pl. Jagiellończyka i przez os. Ogrody i os. Na Stoku, do al. Piłsudskiego, gdzie wykonywana jest pętla ulicami: Królewiecką, Fromborską, Ogólną i Konopnickiej, a następnie powrót tą samą trasą na plac Dworcowy.

Linia 11 stanowi połączenie północnych osiedli mieszkaniowych (Nad Jarem i Zawada) z północnymi peryferyjnymi obszarami miasta – położonymi nad prawym brzegiem rzeki Elbląg – oraz z osiedlem Rubno Wielkie. Są to obszary o rozproszonej zabudowie, częściowo przemysłowo-usługowej i mało intensywnej zabudowy jednorodzinnej. Wybrane kursy tej linii przedłużone zostały do pętli w miejscowości Nowakowo w gminie wiejskiej Elbląg, nad rzeką Elbląg.

Linia 24 stanowi połączenie osiedli mieszkaniowych Nad Jarem oraz Kamionka z północnymi rejonami miasta – osiedlami Bielany, Krasny Las i Próchnik. Większość trasy linii przebiega ul. Fromborską przez obszary rozproszonej zabudowy jednorodzinnej, upraw rolnych i leśnych. Linia 24 ma wyjątkowo długą trasę, bowiem osiedle Próchnik jest oddalone od centrum miasta aż o 12 km.

Linie 11 i 24 zapewniają połączenie północnych miejsc peryferyjnych z pętlami położonymi w tej samej części miasta, co skutkuje koniecznością przesiadek przy dalszej podróży

w kierunku centrum lub osiedli położonych w południowej części Elbląga. Linie te nie powinny być więc przeznaczane do obsługi taborem zeroemisyjnym w pierwszej kolejności.

Linia podstawowa 14 łączy osiedle Nad Jarem, prowadząc ul. płk Dąbka, z centrum miasta i dalej z dzielnicą Zawodzie o mało intensywnym zagospodarowaniu, położoną na lewym brzegu rzeki Elbląg. Wybrane kursy mają charakter zjazdowych i kończą się przy pl. Słowiańskim.

Trasa linii 16 prowadzi od pętli Nad Jarem ulicami Legionów i Niepodległości do ul. płk. Dąbka, a następnie wzdłuż linii tramwajowej – w ulicach: płk. Dąbka, 12 Lutego, Grobla św. Jerzego i Bema oraz dalej przez osiedla Winnica i Warszawskie Przedmieście do al. Grunwaldzkiej. Trasa linii 16 kończy się na pętli Gronowo, położonej już na terenie gminy wiejskiej Elbląg, w miejscowości Gronowo Górne. Wybrane kursy tej linii mają charakter zjazdowych i ich trasa przebiega od Gronowa do ul. gen. Grota-Roweckiego.

Trasa linii 17 prowadzi od pętli Aleja Odrodzenia przez północne osiedla Zawada i Nad Jarem, następnie ulicami Fromborską i Królewiecką, obok szpitala wojewódzkiego, Parku Dolinka i cmentarza komunalnego „Agrykola”, ul. Mickiewicza do węzła przesiadkowego Dworzec Pętla przy dworcach kolejowym i autobusowym. Z rejonu dworców trasa linii 17 prowadzi wiaduktem do ul. Lotniczej i do pętli Skrzydlata na osiedlu Zatorze. Linia ta obsługuje część wschodnią obszaru zwartej zabudowy miejskiej.

Z kolei trasa linii 22 przebiega od pętli Odrodzenia przez osiedle Zawada, ulicą płk. Dąbka wzdłuż linii tramwajowej do śródmieścia, a następnie obok cmentarza komunalnego „Agrykola” do ul. Bema. Dalsza trasa linii 22 meandruje przez osiedle Warszawskie Przedmieście i kieruje się ul. Łęczycką, obok cmentarza komunalnego, do pętli Dębica. Wybrane kursy linii 22 wykonywane są na dłuższej trasie – z Elbląskiego Parku Technologicznego przez pętlę Odrodzenia do Dębicy.

Trasy wybranych linii autobusowych prowadzą przez obszar o gęstej zabudowie mieszkaniowej, przez co korzyści środowiskowe wynikające z wyeliminowania emisji zanieczyszczeń oraz obniżenia hałasu dotyczyć będą znacznej liczby mieszkańców Elbląga.

Połączeniami takimi są: priorytetowa linia 21 oraz linie podstawowe: 14, 16 i 17, a także – na większości trasy – linia podstawowa 22. Powyższe linie powinny być w pierwszej kolejności brane pod uwagę przy wyborze linii obsługiwanych taborem zeroemisyjnym.

Pozostałe dwie linie podstawowe – 11 i 24 – obsługują obszary miasta o znacznie mniejszej intensywności zabudowy.

Na wszystkich liniach tramwajowych oraz większości autobusowych nie występuje rytmiczność odjazdów, co utrudnia koordynację rozkładów jazdy w skali całej sieci komunikacyjnej.

Pożądanym działaniem byłaby koordynacja rozkładów jazdy w skali całej sieci komunikacyjnej elbląskiej komunikacji miejskiej, niezależnie od wielkości podaży jej usług. Skoordynowane rozkłady jazdy będą zawsze korzystniejsze dla pasażerów, nawet przy zaoferowanych niskich standardach częstotliwości. Przy braku koordynacji także ścisłych szczytach przewozowych zdarzać się będą bardzo duże odstępy pomiędzy kursami poszczególnych linii nie tylko na obszarach peryferyjnych sieci, ale i na ciągach obsługiwanych naprzemiennie przez kilka linii (także tramwajowych). Rytmiczne rozkłady jazdy znacznie poprawiłyby odbiór oferty przewozowej przez mieszkańców Elbląga, gdyż naprzemiennie wykonywane kursy różnych linii we wspólnych relacjach, sprawiają wrażenie znacznie wyższej częstotliwości kursowania pojazdów na poszczególnych odcinkach tras niż jest w rzeczywistości oferowana (tym bardziej w warunkach funkcjonowania każdej linii z indywidualnymi rozkładami jazdy).

Aby jednak z jednej strony zapewnić pasażerom rytmiczne odjazdy, a z drugiej – optymalizować długość postoju na pętlach, powinno się stosować zmiany w przypisaniu pojazdów do linii, także po wprowadzeniu taboru zeroemisyjnego – w takim zakresie, aby autobusy zeroemisyjne były optymalnie wykorzystywane w ciągu całego dnia. Zachowana byłaby przy tym zasada – co kilka kursów realizacji – trasy kończącej się na pętli z dostępną ładowarką, dla doładowania baterii.

Przy poszukiwaniu możliwości wprowadzenia do eksploatacji taboru elektrycznego wręcz samo nasuwa się rozwiązanie polegające na instalacji stacji szybkiego ładowania autobusów urządzonych na pętlach, które stanowią przystanki początkowo-końcowe dla wielu linii autobusowych. Pętla, na których mogą zostać zainstalowane stacje szybkiego ładowania, są następujące:

- Nad Jarem – przystanek początkowo/końcowy dla czterech linii podstawowych: 11, 14, 16 i 24;
- Aleja Odrodzenia – przystanek początkowo/końcowy dla linii podstawowej 17 i części kursów linii podstawowej 22 oraz dla linii uzupełniających: 12, 13 i 19, a także indywidualnej 18;
- Dworzec – przystanek początkowo/końcowy dla linii priorytetowej 21, uzupełniających 13 i 19 oraz pozostałych: 20 (podmiejska), 23 i 100 (nocna);
- Skrzydlata – przystanek początkowo/końcowy dla linii podstawowej 17 oraz uzupełniającej 15.

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 gminę zobowiązaną do sporządzenia analizy kosztów i korzyści. Wymagane wskazanie w planie transportowym linii do elektryfikacji powinno wynikać wprost z tej analizy.

W kontekście powyższych rozważań, niezależnie od możliwej elektryfikacji poszczególnych zadań przewozowych, proponuje się w wariantcie elektrycznym 1, aby przydział linii do obsługi taborem zeroemisyjnym przedstawiał się następująco:

- w pierwszej kolejności – linia priorytetowa 21 korzystająca z ładowarki pantografowej na pętli Dworzec;
- w drugiej kolejności – linie podstawowe 17 i 22, korzystające z ładowarki na pętli Aleja Odrodzenia;
- w trzeciej kolejności – linie 14 i 16 z instalacją ładowarki na pętli Nad Jarem.

Uzupełniająco autobusy zeroemisyjne mogłyby być kierowane do obsługi pozostałych linii z przystankami końcowymi na wyżej wymienionych pętlach.

W wariantcie elektrycznym 2 wszystkie urządzenia do ładowania baterii autobusów zainstalowane byłyby na terenie zajezdni operatorów.

Zaleca się również modyfikację rozkładów jazdy, polegającą na zwiększeniu rytmiki kursowania autobusów, 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 należy także określić niezbędną pojemność baterii autobusu. Ciężar pakietu baterii o pojemności około 30 kWh wynosi w przybliżeniu 300 kg. Dla autobusu standardowego, ładowanego wyłącznie w zajezdni, w celu zapewnienia przebiegu 200 km, pakiet baterii pojazdowych (przy założeniu braku ogrzewania elektrycznego i zastosowaniu agregatu spalinowego) powinien posiadać pojemność nie mniejszą niż 240 kWh, co przekłada się na ciężar baterii rzędu 2,4 tony. W praktyce, z uwagi na zakres pracy baterii z reguły znacznie niższy od przedziału 0-100% naładowania i ze względu na możliwość wystąpienia warunków ruchu gorszych niż typowe (kongestia, inne utrudnienia), 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 pętłach, 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 (co w przypadku Elbląga występuje rzadko), upałów 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 wariantcie elektrycznym 2, dla większej pewności wykonania wszystkich kursów w ciągu dnia, powinny być zastosowane baterie o jak największej pojemności, co najmniej 300 kWh pojemności użytkowej. Do dalszych analiz przyjęto pojemność całkowitą rzędu 350 kWh. Z uwagi na duży ciężar oraz objętość baterii, zastosowane mogą być autobusy wyłącznie klasy maxi.

W niniejszej analizie w wariantcie elektrycznym 1 przyjęto natomiast zakup autobusów zeroemisyjnych z szybkim doładowaniem na pętłach, jako rozwiązanie o większej pewności poprawnego funkcjonowania w trudnych warunkach eksploatacyjnych.

Zużycie energii przez przeciętny autobus elektryczny oraz trolejbus zależy nie tylko od nowoczesności zastosowanych rozwiązań (wyższa sprawność urządzeń, ograniczenie zwykłego zużycia energii przez nowe technologie), ale także od liczby zainstalowanych urządzeń korzystających z pokładowej energii elektrycznej. W eksploatowanych od wielu lat trolejbusach, pobór energii przez urządzenia pokładowe sięga nawet 35% całości jej zużycia. Dotyczy to nie tylko systemów funkcjonowania pojazdu (zasilanie w sprężone powietrze, wentylacja i klimatyzacja, oświetlenie wewnętrzne, obsługa autokomputera i urządzeń towarzyszących,

łączość z serwerami i dyspozytorem, itp.), ale także elementów informacji, obsługi pasażerskiej oraz komfortu przewozu i zapewnienia bezpieczeństwa. Znaczącymi odbiornikami energii w pojeździe elektrycznym są: system i wyświetlacze informacji pasażerskiej, w tym zapowiedzi głosowe kolejnych przystanków, monitoring, zasilanie automatu biletowego, systemy zliczania pasażerów, sieć wi-fi i porty USB, klimatyzacja przestrzeni pasażerskiej itd.

Zużycie energii przez pojazd elektryczny waha się w dość szerokich granicach, wynikających z warunków jazdy, konieczności pokonywania wzniesień 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 o długości 10,5-11,0 m i przy standardowym dla elbląskiej komunikacji miejskiej wyposażeniu autobusu, bez ogrzewania elektrycznego, przy obsłudze obszarów o gęstej sieci ulic i w relatywnie trudnych warunkach ruchowych oraz specyfice klimatycznej miasta, dla autobusu średnie zużycie energii wyniesie ok. 1,05 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.

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

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 np. 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 elbląskich warunkach

ruchowych i klimatycznych należy przyjąć maksymalne zużycie energii przez autobus elektryczny klasy maxi z ogrzewaniem elektrycznym na poziomie $1,05 + 0,75 = 1,8$ kWh w przeliczeniu na każdy 1 km trasy.

W tabeli 9 przedstawiono szacunkowe wyliczenia niezbędnej pojemności baterii dla autobusów na poszczególnych liniach dziennych elbląskiej komunikacji miejskiej. W zestawieniu pominięto linię 20, o charakterze podmiejskim, o wyraźnie dłuższej trasie od pozostałych.

Pod uwagę brano maksymalne długości tras dla poszczególnych linii. Obliczona pojemność baterii zapewni obsługę linii w skrajnych przypadkach, a czas ładowania w rzeczywistych warunkach będzie najczęściej znacznie krótszy. Nie bez znaczenia jest także stosowana w innych ośrodkach miejskich praktyka przydziału dla pojazdów zadań obejmujących wiele linii, pozwalająca na efektywniejsze wykorzystanie taboru.

Przyjęto, że bateria autobusu nie może się rozładować poniżej poziomu 20% jej pojemności nominalnej, uwzględniając także spadek pojemności baterii związany z jej wiekiem – na poziomie 1,5% rocznie. Aby zapewnić racjonalny czas szybkiego ładowania autobusów elektrycznych na przystankach krańcowych, przyjęto ponadto, że moc ładowarki zainstalowanej na pętli powinna wynosić 400 kW (przy sprawności wynoszącej 90%).

Przedstawione czasy ładowania są bardzo długie, szczególnie w okresie zimowym (także w letnim w okresie upałów). 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.

Tab. 9. Szacunek wymaganej pojemności baterii autobusów elektrycznych w celu obsługi linii wybranych do całkowitej elektryfikacji

Linia	Maksymalna długość dwóch kółek (par kursów)	Zużycie energii		Czas ładowania		Pojemność baterii	
		lato	zima	lato	zima	obliczona lato/zima	proponowana
	[km]	[kWh]	[kWh]	[min]	[min]	[kWh]	[kWh]
Priorytetowa i podstawowe							
21	55,2	58,0	99,4	9,2	15,7	82/140	160
11	32,7	34,3	58,8	5,4	9,3	49/83	120
14	31,6	33,2	56,9	5,2	9,0	47/81	120
16	44,0	46,2	79,2	7,3	12,5	66/112	140
17	36,4	38,2	65,5	6,0	10,4	54/93	120
22	63,6	66,8	114,5	10,5	18,1	79/134	160
24	47,8	50,2	86,0	7,9	14,0	71/122	160

Linia	Maksymalna długość dwóch kółek (par kursów)	Zużycie energii		Czas ładowania		Pojemność baterii	
		lato	zima	lato	zima	obliczona lato/zima	proponowana
	[km]	[kWh]	[kWh]	[min]	[min]	[kWh]	[kWh]
Pozostałe							
12	35,6	37,4	64,1	5,9	10,1	53/91	120
13	50,8	53,3	91,4	8,4	14,4	76/129	160
15	38,0	39,9	68,4	6,3	10,8	57/97	120
18	40,0	42,0	72,0	6,6	11,4	60/102	120
19	33,6	35,3	60,5	5,6	9,6	50/86	120
23	31,2	32,8	56,2	5,2	8,9	47/80	120

Źródło: opracowanie własne.

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 musi być relatywnie krótszy, a efektywność wykorzystania pojazdów większa. Przy mniejszej wydajności ładowarki czasu 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.

Obsługę dwóch par kursów na większości wymienionych linii w lecie umożliwiłyby autobusy z bateriami o pojemności – 90 kWh. Pojemność ta może być jednak niewystarczająca w okresie wzmożonego zapotrzebowania w pojeździe na energię, generowanego przez urządzenia klimatyzacyjno-wentylacyjne. Pojazdy powinny być więc wyposażone w baterie o większej pojemności.

Zalecane jest więc wprowadzanie autobusów elektrycznych o ujednoliconej pojemności baterii, np. 160 kWh – w celu umożliwienia większej swobody dysponowania pojazdami na poszczególnych liniach i pewności ich eksploatacji w każdych warunkach pogodowych oraz ruchowych (pojemność baterii 160 kWh dla autobusu standardowego przyjęto szacując nakłady inwestycyjne i odtworzeniowe). Większa pojemność baterii pozwala na układanie zadań z wykorzystaniem autobusów elektrycznych w wybranych kursach na odcinkach nawet niezakończonych stacją szybkiego ładowania. Zwiększa się więc też elastyczność w planowaniu zadań i czasu pracy taboru oraz kierowców. Zwiększona pojemność baterii zmniejsza jednak pojemność pasażerską pojazdu i podnosi jego cenę.

Przyjęcie w wariantcie elektrycznym 1 w autobusach zeroemisyjnych baterii o pojemności 120 kWh nie byłoby wystarczające dla części linii w okresie zimowym – przy zastosowaniu ogrzewania elektrycznego. Zakłada się więc, że pojazdy wyposażone zostaną w dodatkowe ogrzewanie spalinowe (gazowe lub na olej napędowy). Alternatywnie, pojazdy mogą być wyposażone w baterie o większej pojemności – 160 kWh oraz ogrzewanie elektryczne (takie baterie przyjęto do obliczeń w analizie).

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.

W wariantcie elektrycznym 2 przyjęto wyposażenie pojazdów w baterie o pojemności nominalnej 350 kWh, co pozwalałoby na przejazd dziennie autobusem klasy maxi co najmniej 215 km w okresie letnim i 130 km z ogrzewaniem elektrycznym w okresie zimowym. Przy zalecanym ogrzewaniu olejowym lub gazowym w okresie zimowym autobusy ładowanie w zajezdni także powinny zrealizować trasę o długości co najmniej 200 km. Czas ładowania baterii takiego autobusu ładowarką zajezdniową o mocy 60 kW, przy sprawności 95%, nie powinien przekroczyć 5 godzin.

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. Podobnie, autobusy zeroemisyjne mogą być wykorzystywane na innych liniach, których trasy kończą się na pętlach ze stacją szybkiego ładowania.

Miasto Elbląg 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 w kraju postępowań przetargowych w latach 2019-2021, w wysokości odpowiednio za jeden nowy autobus (netto):

- 0,59 mln zł – za autobus z silnikiem na olej napędowy, o długości ok. 8 m;
- 0,90 mln zł – za autobus z silnikiem na olej napędowy, o długości ok. 10,5-11,0 m;
- 2,10 mln zł – z autobus elektryczny, zasilany pantografem i plug-in, o długości ok. 10,5-11,0 m;

- 2,64 mln zł – za autobus elektryczny z bateriami o pojemności ok. 350 kWh, zasilany wyłącznie plug-in, o długości ok. 11,5-12,5 m;

W przypadku autobusów o długości około 8 m przyjęto ceny wyższe niż wartość zakupu autobusów ZAZ A-10 wprowadzonych do eksploatacji przez Konsorcjum PKS Grodzisk Maz., gdyż założono w kolejnych latach podnoszenie standardu jakości taboru, także w tym segmencie pojazdów.

Dla autobusów używanych zasilanych olejem napędowym, po 8-letnim okresie wcześniejszej eksploatacji, cenę zakupu przyjęto w wysokości 0,25 mln zł netto dla pojazdu o długości ok. 8 m i 0,30 mln zł dla pojazdu o długości 10,5-11,0 m. Przyjęto, że ceny te uwzględniają konieczność dostosowania jednostek taborowych do wymogów elbląskiej komunikacji miejskiej.

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

- budowę na wybranych pętlach stacji szybkiego ładowania z zasilaniem, o mocy pozwalającej na doładowanie autobusu elektrycznego w czasie nie większym niż kilkanaście minut;
- budowę na terenach baz operatorów zewnętrznych stacji wolnego ładowania, o mocy pozwalającej na naładowanie autobusu w czasie nie dłuższym niż 4-6 godzin.

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

Parametry ładowania w zajezdni powinny zapewnić pełne naładowanie rozładowanych baterii autobusu w czasie nie dłuższym niż czas nocnego jego postoju, zatem standardowy czas ładowania nie powinien być dłuższy niż 6 godzin. Na rynku występują ładowarki o małej (40-60 kW) oraz średniej mocy (do 120 kW) – te ostatnie najczęściej pozwalają na jednoczesne ładowanie jednego albo dwóch autobusów. Podstawową metodą dostarczania energii jest złącze kablowe plug-in, które ma jednak zwykle ograniczoną przekazywaną moc. W niektórych układach sieci i budowanych instalacjach proponuje się budowę w zajezdni ładowarek pantografowych o dużej mocy (np. 200-300 kW), pozwalających na szybkie doładowanie wysokim

prądem autobusu zjeżdżającego do zajezdni na przerwę w wykonywaniu zadań. Jest to także rozwiązanie korzystne w przypadku konieczności krótkiego postoju autobusu dla szybkiego usunięcia awarii. Po naprawie tak doładowany pojazd może wyruszyć na trasę bez konieczności dłuższego wyłączenia z ruchu z powodu nienaładowanych baterii.

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

Opisane rozwiązanie wymaga także posiadania placu umożliwiającego parkowanie obok stanowiska podłączeniowego dwóch autobusów. Przesławianie 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. Pozyskanie odpowiedniego placu postojowego należeć będzie do zadań operatorów.

Dla umożliwienia ładowania nocnego autobusów konieczne jest dostosowanie instalacji doprowadzających energię elektryczną. W wariantcie elektrycznym 1 przyjmuje się rozpoczęcie eksploatacji taboru zeroemisyjnego bateryjnymi autobusami elektrycznymi, z zapewnieniem ładowarek o mocy 40 kW na jeden autobus (dwustanowiskowe o mocy 80kW), co wymaga docelowej łącznej mocy przyłączeniowej rzędu 500 kW (na wszystkich operatorów).

W wariantcie elektrycznym 2 baterie autobusów będą po zjeździe z trasy rozładowane, zatem dla pewności obsługi oraz dla zastosowań naprawczych moc ładowarek powinna być wyższa, przyjęto, że nie będzie niższa niż 60 kW na autobus, a zastosowane zostaną ładowarki dwustanowiskowe pozwalające na ładowanie jednego autobusu mocą co najmniej 120 kW. Wymagana docelowa moc dla wszystkich operatorów wzrosłaby do 660 kW.

Ryczałtowy koszt instalacji do wolnego ładowania na terenie zajezdni operatorów przyjęto w analizie w wariantcie elektrycznym 1 na uśrednionym poziomie 100 tys. zł na autobus, a w wariantcie 2 – na poziomie 150 tys. zł na autobus. Koszt ten zawiera także oszacowany koszt nakładów towarzyszących, związanych z dostosowaniem obiektu do dostawy takiej mocy, przewidywany do poniesienia przez operatora (np. okablowanie, wynajem stacji transformatorowo-rozdzielczej).

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 instalacji do szybkiego ładowania (na pętli), założono w wysokości 750 tys. zł na jedno stanowisko ładowania.

Podsumowując, w wariantach elektrycznych przyjęto poniesienie nakładów infrastrukturalnych w następujących kwotach (netto):

- 0,10 mln zł – za ładowarki zajezdniowe wolnego ładowania, po jednej na każdy zakupiony autobus elektryczny – wariant elektryczny 1;
- 0,15 mln zł – za ładowarki zajezdniowe wolnego ładowania, po jednej na każdy zakupiony autobus elektryczny – wariant elektryczny 2;
- 0,75 mln zł – za szybkie ładowarki na pętlach, za każdą;
- 0,076 mln zł za wymianę baterii o pojemności rzędu 160 kWh po 8 latach eksploatacji bateryjnego autobusu elektrycznego;
- 0,166 mln zł za wymianę baterii o pojemności rzędu 350 kWh po 8 latach eksploatacji bateryjnego autobusu elektrycznego.

W przypadku instalacji ładowarki na pętli zwykle konieczne jest także dostosowanie układu dróg i placów – wraz z umożliwieniem omijania się pojazdów podczas ładowania, co również generuje dodatkowe koszty inwestycyjne. Nakładów tych nie uwzględniono, gdyż zwykle ich poniesienie jest zależne od polityki Miasta dotyczącej rozwoju infrastruktury przystankowej, ciągów pieszo-rowerowych, parkingów rowerowych, a nawet układu drogowego, co nie wynika jedynie z potrzeb dla taboru elektrycznego.

Nakłady niezbędne do poniesienia na zakup taboru i instalacje zasilające przedstawiono w tabeli 10. Nakłady na infrastrukturę uwzględniają także konieczność wymiany baterii w pojazdach elektrycznych (żywołność tych baterii przewidziano na 8 lat).

Tab. 10. Planowane nakłady inwestycyjne i odtworzeniowe dla poszczególnych wariantów w latach 2021-2036 [mln zł]

Lp.	Wariant napędu autobusów	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,77	0,00
1.2	Ogółem	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,77	0,00
1.3	Razem wydatki	59,54															
2	Wariant elektryczny 1																
2.1	Autobusy ON	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,24	0,00
2.2	Autobusy elektryczne	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.3	Infrastruktura ładowania i zajezdni, wymiana baterii	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,06	0,00
2.4	Ogółem	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	55,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,20	0,00
2.5	Razem wydatki	77,51															
3	Wariant elektryczny 2																
3.1	Autobusy ON	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,24	0,00
3.2	Autobusy elektryczne	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3.3	Infrastruktura ładowania i zajezdni, wymiana baterii	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,16	0,00
3.4	Ogółem	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	56,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,40	0,00
3.5	Razem wydatki	78,91															

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 wynosząca 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 (bateryjne i wodorowe) jako „pozostały okres żywotności autobusów”.

Z uwagi na brak danych w zakresie kosztów rzeczywistych ponoszonych przez poszczególnych operatorów, koszty utrzymania taboru zostały w analizie finansowej przyjęte na podstawie wskaźników zużycia kosztów eksploatacji autobusów dla przedsiębiorstw komunikacyjnych w innych miastach o porównywalnej wielkości. Za sumę kosztów poniesionych przez operatorów uznano iloczyn stawki jednostkowej rekompensaty z rozsądnym zyskiem i planowanej rocznej liczby wozokilometrów.

Z uwagi na brak eksploatacji przez operatorów autobusów zeroemisyjnych, jako wskaźnik ceny energii elektrycznej przyjęto średnią z I półrocza 2021 r. jednostkowego kosztu energii na cele trakcyjne oraz jednostkowego kosztu energii na potrzeby nietrakcyjne, poniesionego przez Tramwaje Elbląskie sp. z o.o.

W tabeli 11 przedstawiono podstawowe wskaźniki eksploatacyjne przyjęte do obliczeń dla autobusów z napędem Diesla i elektrycznych bateryjnych.

Dla autobusów elektrycznych przyjęto parametry kosztów eksploatacji (bez uwzględnienia zużycia energii elektrycznej) na poziomie 70% kosztów autobusów z napędem Diesla. Jest to uzasadnione przede wszystkim brakiem lub znacznie niższym zużyciem materiałów eksploatacyjnych, takich jak płyny (AdBlue, oleje i inne) oraz zużywające się części silnika, jego

osprzętu i przekładni. W przypadku autobusów elektrycznych w analizie uwzględniono koszty serwisowania stacji ładowania.

Tab. 11. Wskaźniki kosztów eksploatacyjnych przyjęte do analizy

Kategoria	Jednostka	Podstawa	Wartość
Średnioroczne spalanie autobusu z silnikiem na olej napędowy o normie czystości spalin: – EURO VI o długości ok. 8 m – EURO VI o długości ok. 10,5-11,0 m	dm ³ /100 km	dane rynkowe	18,00 23,00
Średnia cena oleju napędowego	zł/dm ³	dane rynkowe	3,70
Cena energii elektrycznej	zł/kWh	dane TE sp. z o.o.	0,553
Koszty eksploatacji autobusów – zużycie materiałów	zł/km	szacunek własny	0,19
Koszty eksploatacji autobusów – naprawy i usługi obce	zł/km	szacunek własny	0,31
Współczynnik kosztów eksploatacji autobusów elektrycznych do autobusów z silnikiem Diesla (materiały i usługi)	-	dane producentów	0,70
Współczynnik kosztów eksploatacji autobusów na ON – EURO 6 do autobusów na ON – EURO 2-5 (materiały i usługi)	-	szacunek własny	0,85
Średnie zużycie energii przez autobus elektryczny: – o długości 10 m z bateriami 160 kWh – o długości 12 m z bateriami 350 kWh	kWh/km	dane operatorów	1,05 1,30
Przyjęte okresy użytkowania zakupionych pojazdów: – autobusy ON (nowe) – autobusy ON (używane) – autobusy elektryczne	lat	przewidywany okres użytkowania	15 6 18

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych rozproszonych.

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

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

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

Analiza została przygotowana według niżej przedstawionego schematu postępowania:

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

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

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

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

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

Dokonując wyceny efektów zewnętrznych zastosowano ogólne zasady metodyczne ilościowej analizy kosztów i korzyści, w tym monetyzacji efektów społeczno-ekonomicznych, które opisano w Przewodniku, Niebieskiej Księdze, a także w Vademecum Beneficjenta – wymienionych w rozdziale 1.1 opracowania. W analizie pominięto korzyści wynikające z ewentualnego 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 z rezygnacją z zakupu 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 metodyki. 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/raporty/41-wdrazanie-projektow/analiza-kosztow-i-korzysci/narzedzia/692-kalkulator-emisji-zanieczyszczen-i-kosztow-klimatu-dla-srodkow-transportu-publicznego, dostęp: 20.09.2021 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 12 przedstawiono emisję gazów cieplarnianych (GHG) przy produkcji energii elektrycznej w Polsce – dane dla krajowego miksu energetycznego.

Tab. 12. Emisja GHG przy produkcji energii elektrycznej w Polsce [gCO₂/KWh] – dane dla krajowego miksu energetycznego

Wyszczególnienie	Analizowany rok			
	2021	2025	2030	2035
Emisja CO ₂	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 w Polsce przedstawiono w tabeli 13.

Tab. 13. Emisja zanieczyszczeń przy produkcji energii elektrycznej w Polsce [g/kWh] – dane dla krajowego miksu energetycznego

Substancja zanieczyszczająca atmosferę	Analizowany rok			
	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 i CNG, spełniającymi normy EURO VI, przyjęto wskaźniki maksymalnej emisyjności dla tego typu silników.

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

Wyceny wpływu lokalnej emisji substancji szkodliwych dokonano z zastosowaniem współczynnika zwiększającego – będącego iloczynem procentowego wzrostu przeciętnej gęstości zaludnienia na obszarze Elblągu 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 Polsce²⁰.

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

²⁰ <http://www.kobize.pl/pl/fileCategory/id/16/krajowa-inwentaryzacja-emisji>, dostęp: 20.09.2021 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 oraz elektrycznego 1 i 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 14 przedstawiono wskaźniki oceny opłacalności efektywności finansowej porównywanych wariantów: konwencjonalnego, elektrycznego 1 i elektrycznego 2 – w stosunku do scenariusza bazowego.

Tab. 14. Wskaźniki efektywności finansowej porównywanych wariantów

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant		
		konwencjonalny	elektryczny 1	elektryczny 2
Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (FNPV/c)	tys. zł	7 561,7	-31 703,1	-33 851,5
Finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji (FRR/c)	%	nie istnieje	niepoliczalna	niepoliczalna

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 bardzo duże.

W tabeli 15 przedstawiono wyniki podsumowania analizy dla wariantów konwencjonalnego, elektrycznego 1 oraz elektrycznego 2 w zakresie emisji zanieczyszczeń, a w tabeli 16 – efekty ekonomiczne tej analizy.

Tab. 15. Emisja zanieczyszczeń i jej koszt w poszczególnych wariantach w latach 2021-2036

Lp.	Czas badania	Jednostka	Wielkość i koszt emisji			
			CO ₂	NO _x	NMVOC	PM
Scenariusz bazowy						
1.1	Średniorocznie	tona	1 193,3	1,8	0,6	0,04
1.2		tys. zł	273,3	180,3	7,3	74,3
1.3	Cały okres analizy	tona	19 092,9	28,5	9,3	0,71
1.4		tys. zł	4 372,1	2 885,5	117,1	1 189,2
Wariant konwencjonalny						
2.1	Średniorocznie	tona	1 195,2	1,8	0,6	0,04
2.2		tys. zł	273,7	180,7	7,3	74,5
2.3	Cały okres analizy	tona	19 123,8	28,5	9,3	0,71
2.4		tys. zł	4 379,8	2 890,7	117,3	1 191,3
Wariant elektryczny 1						
3.1	Średniorocznie	tona	1 239,6	1,8	0,5	0,05
3.2		tys. zł	284,2	181,8	5,9	76,3
3.3	Cały okres analizy	tona	19 834,4	28,7	7,7	0,73
3.4		tys. zł	4547,4	2 908,0	94,8	1 221,5
Wariant elektryczny 2						
4.1	Średniorocznie	tona	1 291,1	1,9	0,5	0,05
4.2		tys. zł	296,9	189,3	6,0	6,0
4.3	Cały okres analizy	tona	20 657,3	29,8	7,8	0,76
4.4		tys. zł	4 750,1	3 029,4	96,3	1 275,0
Różnica wysokości emisji i jej kosztów – wariant elektryczny 1 versus wariant konwencjonalny						
5.1	Średniorocznie	tona	44,4	0,0	-0,1	0,00
5.2		tys. zł	10,5	1,1	-1,4	1,9

Lp.	Czas badania	Jednostka	Wielkość i koszt emisji			
			CO ₂	NO _x	NM VOC	PM
5.3	Cały okres analizy	tona	710,5	0,2	-1,6	0,02
5.4		tys. zł	167,6	17,3	-22,5	30,2
Ograniczenie emisji w wariantcie elektrycznym 1 w porównaniu do wariantu konwencjonalnego [%]						
6.1	Średniorocznie	tona	3,7	0,7	-17,5	2,5
6.2		tys. zł	3,8	0,6	-19,2	2,5
6.3	Cały okres analizy	tona	3,7	0,7	-17,5	2,5
6.4		tys. zł	3,8	0,6	-19,2	2,5
Różnica wysokości emisji i jej kosztów – wariant elektryczny 2 versus wariant konwencjonalny						
7.1	Średniorocznie	tona	95,8	0,1	-0,1	0,00
7.2		tys. zł	23,1	8,7	-1,3	5,2
7.3	Cały okres analizy	tona	1 553,5	1,3	-1,5	0,05
7.4		tys. zł	370,3	138,7	-21,1	83,7
Ograniczenie emisji w wariantcie elektrycznym 2 w porównaniu do wariantu konwencjonalnego [%]						
8.1	Średniorocznie	tona	8,0	4,5	-16,4	6,6
8.2		tys. zł	8,5	4,8	-18,0	7,0
8.3	Cały okres analizy	tona	8,0	4,5	-16,4	6,6
8.4		tys. zł	8,5	4,8	-18,0	7,0

Źródło: opracowanie własne.

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.

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

Tab. 16. Podsumowanie wyników finansowo-ekonomicznych poszczególnych wariantów w stosunku do scenariusza bazowego w latach 2021-2036

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant		
		konwencjonalny	elektryczny 1	elektryczny 2
Koszty inwestycyjne	tys. zł	36 140,0	53 050,0	53 350,0
Infrastruktura i pozostałe koszty	tys. zł	0,0	3 650,0	1 950,0
Autobusy z wyposażeniem	tys. zł	36 140,0	49 400,0	51 400,0
Zmiany kosztów eksploatacyjnych	tys. zł/rok	-341,5	-424,9	-391,3
Zdyskontowane efekty zewnętrzne	tys. zł	-7,9	1 386,5	1 042,2
Emisja lokalna zanieczyszczeń – wartość zdyskontowana	tys. zł	-5,3	53,2	-61,5
Emisja CO ₂ – wartość zdyskontowana	tys. zł	-4,9	-118,6	-245,1
Redukcja hałasu	tys. zł	2,2	1 452,0	1 348,9
Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)	tys. zł	-14 603,6	-24 569,8	-26 992,0
Ekonomiczna stopa zwrotu (EIRR)	%	niepoliczalne	niepoliczalne	niepoliczalne
Wskaźnik przychód/koszty (BCR)	-	0,27	0,27	0,22

Źródło: opracowanie własne.

Z uwagi na znaczące różnice w wartości nakładów inwestycyjnych ocenianych wariantów, ENPV nie jest determinantą, która powinna być uwzględniona w ocenie. Należy odnieść się do efektywności ekonomicznej wariantów. Wskaźnikami, które informują o efektywności ekonomicznej, są EIRR oraz BCR. Z uwagi na charakterystykę przepływów ekonomicznych, EIRR jest niepoliczalna. Wskaźnik BCR wykazuje porównywalną wartość dla wariantów konwencjonalnego i elektrycznego 1 oraz wartość nieco wyższą dla wariantu konwencjonalnego wobec wariantu elektrycznego 2.

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 oraz nakłady na adaptację zajezdni.

Uzyskane w analizie wyniki oznaczają – przy przyjętych założeniach i uwzględnieniu jako miernika ENPV – brak osiągniętych korzyści z tytułu zastosowania w elbląskiej komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych – zarówno w wariantcie inwestycyjnym elektrycznym 1 i jak i w wariantcie elektrycznym 2.

Przy zastosowaniu jako miernika BCR także nie występuje korzyść z zastosowania wariantów elektrycznych 1 i 2.

7.3. Trwałość finansowa

Organizatorem elbląskiej komunikacji miejskiej jest Prezydent Miasta Elbląg, a zadania organizatora wykonuje wyspecjalizowana spółka komunalna – Zarząd Komunikacji Miejskiej w Elblągu sp. z o.o., który jest podmiotem wewnętrznym Miasta. Do zadań ZKM należy m.in. zawieranie umów z operatorami.

Operatorzy autobusowi, którzy zostali wybrani w przeprowadzonych postępowaniach przetargowych, posiadają umowy zawarte w grudniu 2020 r. oraz w kwietniu 2021 r., obowiązujące do końca 2027 r. W ramach tych umów operatorzy otrzymują wynagrodzenie wynikające z zaakceptowanej oferty w postępowaniu przetargowym, podlegające corocznej waloryzacji. W końcowym okresie obowiązywania tych umów ZKM zamierza zamieścić ogłoszenia informacyjne o zamiarze przeprowadzenia postępowania zmierzającego do zawarcia umów z operatorami wyłonionymi w wyniku postępowania przetargowego na następny kilkuletni okres (w niniejszej analizie przyjęto okres 10 lat).

Tramwaje Elbląskie sp. z o.o. jako operator – podmiot wewnętrzny, posiada umowę wieloletnią z ZKM sp. z o.o., zawartą w dniu 2 stycznia 1998 r., dotyczącą przewozów wyłącznie tramwajami, która może obowiązywać przez 30 lat.

W dotychczasowych postępowaniach pozyskanie taboru o określonych w warunkach postępowania parametrach należało do obowiązków operatorów. W kolejnych postępowaniach przetargowych zasada ta zostanie utrzymana, z tym że planuje się zastąpienie warunku średniego wieku taboru obowiązkiem wprowadzenia do eksploatacji w elbląskiej komunikacji miejskiej taboru fabrycznie nowego.

W tabeli 17 przedstawiono wykonanie budżetu Miasta Elbląg w latach 2018-2020 oraz plan na 2021 r. – według stanu na dzień 20 września 2021 r.

Miasto Elbląg w latach 2018-2021 osiągało stale dodatni wynik budżetu operacyjnego, choć wysokość tej nadwyżki przewidziana w 2021 r. jest niewielka. Zaplanowany w 2021 r. deficyt budżetowy oraz bardzo niska nadwyżka operacyjna, mogłyby budzić pewien niepokój, gdyby nie wstępny, ostrożnościowy charakter budżetu, który będzie korygowany w ciągu roku

obrotowego. Wynik finansowy i wynik operacyjny wykonania budżetu w 2021 r. zapewne będą znacznie korzystniejsze od zaplanowanych. Budżet Miasta był w stanie pokryć rosnące wydatki bieżące, w tym związane z finansowaniem publicznego transportu zbiorowego. Sytuacja finansowa Miasta charakteryzowała się w tym okresie występowaniem nadwyżki budżetowej oraz znacznej nadwyżki operacyjnej.

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 sytuacja występuje w Elblągu.

Tab. 17. Budżet Miasta Elbląg w latach 2018-2020 i plan na 2021 r. [mln zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach			Plan na 2021 r.
		2018	2019	2020	
1	Dochody	636,96	702,22	728,01	715,79
1a	– dochody bieżące	595,87	657,64	679,69	686,34
1b	– dochody majątkowe	41,09	44,58	48,32	29,45
1ba	– w tym transport zbiorowy	5,89	3,78	6,42	2,94
2	Wydatki	620,03	698,27	706,60	745,88
2a	– wydatki bieżące	554,35	604,92	648,84	680,30
2b	– wydatki majątkowe	65,68	93,35	57,76	65,58
2ba	– w tym transport zbiorowy	19,51	40,39	32,81	24,10
3	Deficyt/nadwyżka	16,93	3,95	21,41	-30,09
4	Deficyt/nadwyżka operacyjna	41,52	52,72	30,85	6,04
5	Finansowanie	8,35	16,33	18,38	30,09
5a	– w tym przychody	14,91	51,88	23,28	31,75
5b	– w tym rozchody	6,56	32,54	4,90	1,66

Źródło: um-elblag.samorzady.pl/kat/id/29, dostęp: 20.09.2021 r.

Gmina Miasta Elbląg wykazuje zdolność do dalszego przekazywania ZKM środków finansowych w wysokości pozwalającej na funkcjonowanie komunikacji miejskiej w obecnym zakresie. Realizowanie programu odnowy taboru operatorów w kolejnych umowach w wariacie

konwencjonalnym w niewielkim stopniu wpłynę na wzrost stawek za wozokilometr proponowanych w postępowaniach przetargowych, a zatem i w niewielkim stopniu na wzrost wydatków bieżących ponad obecnie przewidywane.

Odnowa taboru w wariantcie konwencjonalnym nie wymagałaby zwiększonego zaangażowania finansowego Miasta, odnośne nakłady ponoszone byłyby, jak obecnie, przez operatorów.

W wariantach elektrycznych, zwiększone wydatki operatorów na zakup taboru zeroemisyjnego oraz dodatkowe wydatki związane z budową kosztownych przyłączy, instalacji i urządzeń zasilających autobusy zeroemisyjne, wykorzystywanych przez stosunkowo krótki okres czasu, zdecydowanie wpłynęłyby na wzrost oczekiwanych przez operatorów stawek jednostkowych za wykonywany wozokilometr pracy eksploatacyjnej. W wariantach elektrycznych wymagane byłoby więc znaczne zwiększenie bieżącego finansowania komunikacji miejskiej przez ZKM, a w efekcie – także ponoszenia powiększonych wydatków ze strony budżetu Miasta.

Wielkość dotychczas realizowanych średniorocznie wydatków majątkowych Miasta wskazywałaby na zdolność Miasta do zrealizowania w przyszłości w wariantach elektrycznych także we własnym zakresie programu odnowy taboru, z instalacją urządzeń zasilających. W ostatnich kilku latach Miasto ponosiło jednak znaczące wydatki na modernizację trakcji tramwajowej oraz na zakup taboru tramwajowego, ze wsparciem środkami pomocowymi z Unii Europejskiej. Występuje ponadto konieczność dalszego ponoszenia nakładów na dokończenie procesu wymiany taboru tramwajowego. Wydatki na zakup taboru zeroemisyjnego wraz z instalacjami zasilającymi ponoszone wyłącznie przez Miasto, bez wsparcia środkami pomocowymi, wydają się być nieuzasadnione. Zmusiłoby to miasto do znaczącego zmniejszenia planowanych inwestycji w innych obszarach działalności miasta.

Miasto może natomiast w wariantcie elektrycznym 1 zrealizować inwestycje budowy stacji zasilania autobusów elektrycznych na pętlach autobusowych, w okresie do końca 2027 r., i ich udostępnienie operatorom wybranym w kolejnych postępowaniach konkurencyjnych. Pozyskanie przez Miasto wsparcia finansowego dla takich inwestycji ze środków krajowych lub europejskich, zmniejszyłoby zaangażowanie środków własnych Miasta, ułatwiając w kolejnych postępowaniach wyboru operatorów postawienie wymogu znaczącego udziału taboru zeroemisyjnego we flocie obsługującej komunikację miejską Elbląga.

Miasto może ponadto rozważyć opcję zakupu taboru zeroemisyjnego we własnym imieniu, w celu jego udostępnienia operatorom, jeśli taki zakup otrzymałoby istotne wsparcie finansowe środkami pomocowymi europejskimi lub krajowymi, i o ile nie wpłynęłoby to negatywnie na proces odnowy taboru tramwajowego.

W wariantcie elektrycznym 1 nakłady na uruchomienie stacji ładowania nocnego autobusów zeroemisyjnych powinni ponieść przyszli operatorzy.

Stawki jednostkowe oferowane przez operatorów w postępowaniach przetargowych przeprowadzonych w 2020 oraz w I kwartale 2021 r. wynosiły odpowiednio 6,92 i 6,26 zł za wozokilometr. Dla sieci komunikacyjnej w miastach wielkości Elbląga, stawki te należy uznać za stosunkowo niskie.

ZKM jest spółką celową powołaną dla wykonywania zadań organizatora publicznego transportu zbiorowego w Elblągu. ZKM osiąga przychody ze sprzedaży emitowanych biletów w komunikacji miejskiej, biletów parkingowych w strefie parkowania oraz opłat dodatkowych, ponosi natomiast koszty wynagrodzenia przekazywanego operatorom autobusowym i koszty rekompensaty przekazywanej na rzecz TE sp. z o.o., a ponadto utrzymuje infrastrukturę przystankową i urządzenia strefy parkowania. ZKM jest finansowo całkowicie zależny od Miasta i corocznie otrzymuje od Miasta środki finansowe w uzgodnionej kwocie na pokrycie strat wynikających z różnicy pomiędzy osiąganymi przychodami i ponoszonymi kosztami. W zasadzie więc, koszty funkcjonowania komunikacji miejskiej pokrywane są z budżetu Miasta.

Kontrola prawidłowości rozliczania się ZKM przeprowadzana jest przez radę nadzorczą, w tym w drodze corocznego badania sprawozdania finansowego przez biegłego rewidenta.

Zrealizowanie inwestycji przewidzianych w wariantach elektrycznych wymaga zaangażowania się Miasta – przynajmniej poprzez zagwarantowanie realizacji pełnego zakresu zlecanej wielkości pracy eksploatacyjnej oraz przekazywania ZKM środków finansowych pozwalających na płatności rekompensaty dla TE sp. z o.o. i wynagrodzenia dla operatorów autobusowych w pełnej wysokości. Każdorazowo należy także rozważyć, szczególnie w przypadku wystąpienia możliwości pozyskania dofinansowania ze środków pomocowych krajowych i europejskich, czy nie byłoby zasadne dokonanie zakupu taboru zeroemisyjnego z infrastrukturą zasilającą przez Miasto, a następnie udostępnienie go operatorom w ramach nowych umów przewozowych.

Zewnętrzne finansowanie zakupu taboru zeroemisyjnego oraz urządzeń do jego zasilania, pozyskane przez operatorów, zwiększa wysokość należnej rekompensaty, co oznacza w rezultacie konieczność pokrycia kosztów takiego finansowania przez Miasto, poprzez ZKM, w formie zwiększonego wynagrodzenia. W przypadku korzystania przez Miasto ze środków pomocowych dedykowanych wymianie taboru – krajowych lub Unii Europejskiej – Miasto musi z własnego budżetu wydatkować środki finansowe tylko na pokrycie udziału własnego w inwestycjach.

Założono, że Miasto w okresie analizy będzie przekazywało ZKM środki finansowe w formie należnej rekompensaty w kwocie pozwalającej na przekazywanie operatorom autobusowym i Tramwajom Elbląskim sp. z o.o. wynagrodzenia i rekompensaty w pełnej wysokości w ramach obecnej i przyszłych umów wykonawczych, tak aby odnowa taboru według wybranego wariantu, była możliwa do zrealizowania.

7.4. Analiza wrażliwości i ryzyka

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

Strukturę użytkowanego taboru determinować będą więc w najbliższych latach decyzje – pozytywne lub negatywne – o dofinansowaniu ze środków pomocowych zakupu autobusów zeroemisyjnych wraz z infrastrukturą zasilającą w ramach programów pomocowych krajowych oraz Unii Europejskiej. W ramach tych programów flota autobusów zeroemisyjnych w elbląskiej komunikacji miejskiej może osiągnąć poziom ponad 20 pojazdów. W przypadku braku uczestnictwa lub braku pozyskania dofinansowania dla takich projektów, spełnienie warunku 30% udziału taboru zeroemisyjnego we flocie pojazdów, którymi świadczone są usługi komunikacji miejskiej w Elblągu, wymaganego na 1 stycznia 2028 r., będzie znacznie trudniejsze.

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.

Niezwykle wysokie wydatki na zakup taboru zeroemisyjnego ponoszone w całości ze środków własnych operatorów, wymagałyby znacznego podwyższenia stawki za wozokilometr, co skutkowałoby zwiększonym finansowaniem działalności ZKM, a w efekcie oznaczałoby rezygnację przez Miasto z wielu innych przedsięwzięć inwestycyjnych. Uznaje się więc, że decyzja o wdrożeniu wariantów elektrycznych 1 lub 2, z zakupem pojazdów zeroemisyjnych, może być podjęta tylko w przypadku uzyskania dodatkowego dofinansowania zwiększonych wydatków z krajowych lub europejskich środków pomocowych.

Za największe ryzyko dalszej realizacji obydwu wariantów należy uznać brak możliwości sfinansowania przez Miasto zwiększonych wydatków na bieżące funkcjonowanie komunikacji

miejskiej, co stwarza ryzyko braku pełnego programu odnowy taboru, np. skutek braku lub zbyt małego dofinansowania ze środków pomocowych.

Z punktu widzenia jednostki samorządu terytorialnego, efektywność zastosowania autobusów zeroemisyjnych znacznie by wzrosła, gdyby ceny takich pojazdów były znacznie niższe. W tabeli 18 przedstawiono zmiany efektywności finansowej i ekonomicznej przyjętych do analizy wariantów – przy zmniejszeniu kosztu nabywanego autobusu zeroemisyjnego odpowiednio o 10, 25 i 40%.

Tab. 18. Zmiany efektywności finansowej wariantów elektrycznych w wyniku zmniejszenia kosztu jednostkowego nabywanego taboru

Lp.	Wyszczególnienie	Jednostka	Zmniejszenie ceny autobusu zeroemisyjnego		
			o 10%	o 25%	o 40%
Wariant – elektryczny 1					
1	Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (FNPV/c)	tys. zł	-29 291,1	-25 673,0	-22 055,0
2	Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)	tys. zł	-22 530,8	-19 472,4	-16 414,0
3	Różnica ENPV wobec wariantu 1 – konwencjonalnego	tys. zł	-7 927,2	-4 868,8	-1 810,4
Wariant – elektryczny 2					
1	Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (FNPV/c)	tys. zł	-31 139,1	-27 070,6	-23 002,1
2	Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)	tys. zł	-24 699,2	-21 260,0	-17 820,8
3	Różnica ENPV wobec wariantu 1 – konwencjonalnego	tys. zł	-10 095,6	-6 656,4	-3 217,2

Źródło: opracowanie własne.

Jak wynika z tabeli 18, różnica ENPV pomiędzy wariantami elektrycznymi i konwencjonalnym, nawet przy spadku ceny autobusów elektrycznych o 40% jest ujemna, nie występuje więc korzyść wynikająca ze zmniejszenia emisji zanieczyszczeń w wariantach elektrycznych.

Wartość progowa ceny standardowego autobusu zeroemisyjnego klasy maxi, o długości około 10,5-11,0 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 Elbląga w wariantcie elektrycznym 1 kwota 1 114,4 tys. zł (czyli o 48,9% niższa od przyjętej do analizy).

W wariantcie elektrycznym 2 wartość progowa autobusu zeroemisyjnego o długości 12 m wyniosła 1 231,6 tys. zł (czyli była o 54,0% niższa od kwoty przyjętej do analizy).

Dopiero przy takich 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 19. Dla każdego z ryzyk zidentyfikowanych jako aktywne przedstawiono jego prawdopodobieństwo i dotkliwość – zgodnie z dokumentem pn. „Przewodnik po analizie kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych. Narzędzie analizy ekonomicznej polityki spójności 2014-2020, Komisja Europejska 2014.” Prawdopodobieństwo ryzyka sklasyfikowano w skali od A – bardzo nieprawdopodobne do E – bardzo prawdopodobne. Siłę oddziaływania (dotkliwość ryzyka) sklasyfikowano natomiast od I – brak oddziaływania na dobrobyt społeczny do V – katastrofalne, wadliwość projektu. Poziom ryzyka, jako połączenie prawdopodobieństwa i siły oddziaływania, określono na podstawie tabeli zamieszczonej w wyżej wymienionym przewodniku.

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. 19. Wynikowa ocena ryzyka w okresie analizy

Rodzaj ryzyka	Prawdopodobieństwo	Siła oddziaływania	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
Brak możliwości sfinansowania przez Miasto pełnego wynagrodzenia dla operatorów	B	II	niski	obniżenie wymogów taborowych, dopuszczenie taboru używanego
Opóźnienia w dostawach taboru	A	III	niski	wyprzedzające ogłaszanie przetargów
Wyższe ceny oleju napędowego	B	III	umiarkowany	dywersyfikacja napędów autobusów
Wyższe ceny energii elektrycznej	C	I	niski	-
Warianty elektryczny 1				
Długotrwałe utrzymywanie się niskiego popytu na przewozy komunikacji miejskiej	D	III	wysoki	różnorodne działania Miasta promujące korzystanie z komunikacji miejskiej

Rodzaj ryzyka	Prawdopodobieństwo	Siła oddziaływania	Poziom ryzyka	Strategia przeciwdziałania
Brak możliwości sfinansowania przez Miasto pełnego wynagrodzenia dla operatorów	D	V	bardzo wysoki	zakup pojazdów elektrycznych i budowa infrastruktury przez Miasto, dostawa energii przez Miasto
Opóźnienie dostaw taboru	C	IV	wysoki	wyprzedzające ogłaszanie przetargów
Wyższe ceny taboru	C	II	umiarkowany	przetargi z wyprzedzeniem, zmiany kompletacji
Wyższe koszty infrastruktury	C	III	umiarkowany	ograniczenie wymogów taborowych, przetargi z wyprzedzeniem
Opóźnienie w realizacji infrastruktury	C	IV	wysoki	przetargi z wyprzedzeniem
Wyższe ceny oleju napędowego	B	III	umiarkowany	dywersyfikacja napędów autobusów
Wyższe ceny energii elektrycznej	C	III	umiarkowany	głównie nocne ładowanie, dodatkowe baterie
Wzrost cen baterii	C	II	umiarkowany	wydłużona eksploatacja
Wariant elektryczny 2				
Długotrwałe utrzymywanie się niskiego popytu na przewozy komunikacji miejskiej	D	III	wysoki	różnorodne działania Miasta promujące korzystanie z komunikacji miejskiej
Brak możliwości sfinansowania przez Miasto pełnego wynagrodzenia dla operatorów	D	V	bardzo wysoki	zakup pojazdów elektrycznych i budowa infrastruktury przez Miasto
Opóźnienie dostaw taboru	C	IV	wysoki	wyprzedzające ogłaszanie przetargów
Wyższe ceny taboru	C	II	umiarkowany	przetargi z wyprzedzeniem, zmiany kompletacji
Wyższe koszty infrastruktury i dostosowania obiektów	C	III	umiarkowany	ograniczenie wymogów taborowych, przetargi z wyprzedzeniem
Opóźnienie w realizacji infrastruktury	C	IV	wysoki	przetargi z wyprzedzeniem
Wyższe ceny oleju napędowego	B	III	umiarkowany	dywersyfikacja napędów autobusów
Wyższe ceny energii elektrycznej	C	III	umiarkowany	głównie nocne ładowanie, dodatkowe baterie
Wzrost cen baterii	C	II	umiarkowany	wydłużona eksploatacja

Źródło: opracowanie własne.

Bardzo wysokim ryzykiem jest ograniczona możliwość sfinansowania przez Miasto zwiększonych wydatków na zakup usług przewozowych autobusami w komunikacji miejskiej, z powodu nadmiernego wzrostu stawki spowodowanego ponoszeniem przez operatorów inwestycji w tabor zeroemisyjny i infrastrukturę jego ładowania. Autobusy elektryczne w zasadzie nie występują na rynku wtórnym, konieczne jest więc dokonanie zakupu takich pojazdów jako fabrycznie nowych, co wiąże się z wysokimi nakładami finansowymi. Niezbędne byłoby także ogłoszenie przetargów z odpowiednim wyprzedzeniem, tak by operatorzy mogli bez dodatkowych kosztów zrealizować inwestycje zakupu i instalacji zasilania pojazdów zeroemisyjnych na terenie swoich zajezdni. Bez zaangażowania finansowego Miasta, odnowa taboru w wariantcie elektrycznym 1 będzie się wiązać ze znacznie wyższymi wydatkami na funkcjonowanie segmentu autobusowego komunikacji miejskiej, natomiast w wariantcie elektrycznym 2 wprowadzenie przez operatorów taboru zeroemisyjnego z własnym zasilaniem może być niezwykle trudne, niemal nierealne.

Dla przeciwdziałania temu wysokiemu ryzyku Miasto może samodzielnie zrealizować inwestycje budowy stacji ładowania na pętlach oraz nabyć niezbędny tabor zeroemisyjny w całości lub w części, udostępniając go operatorom. Stosunkowo dobra sytuacja finansowa Miasta stwarza możliwości realizacji przez Miasto części zaprogramowanych inwestycji, w zakresie odnowy taboru komunikacji miejskiej.

Dodatkowo w wariantcie elektrycznym 2 Miasto (np. poprzez ZKM) może na własny koszt zapewnić dostawy energii dla pojazdów zeroemisyjnych zawierając jako grupa kontrakty z dostawcami.

Z wysokim ryzykiem wiąże się wzrost zainteresowania mieszkańców podróżami miejskim transportem publicznym, w szczególności autobusowym. 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 korzystaniem z pojazdów komunikacji miejskiej stwarza ryzyko nacisków na ograniczenia jej rozwoju i ponoszonych nakładów finansowych, wpływa na ograniczenie lub zahamowanie programu wymiany taboru.

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

także w obydwu wariantach elektrycznych budowa niezbędnej infrastruktury zasilającej, związana z procesem uzyskiwania pozwoleń na budowę oraz realizacją inwestycji w obszarach zabudowy miejskiej. Sposobem na zmniejszenie poziomu ryzyka jest odpowiednio wczesne ogłaszanie przez Miasto (ZKM) przetargów wyboru operatorów.

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.

Podobnie umiarkowane ryzyko związane jest ze stabilnością kosztów budowy infrastruktury zasilającej. Rynek budowlany podlega ciągłym fluktuacjom, a zwiększone zamówienia realizacyjne przed 2028 r. mogą spowodować okresowy wzrost cen.

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

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 „Wytycznych w zakresie zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód i projektów hybrydowych na lata 2014-2020”, opracowanych i zatwierdzonych w dniu 10 stycznia 2019 r. przez Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju. Wysokość wyliczonej luki w finansowaniu przedstawiono w tabeli 20.

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

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant		
		konwencjonalny	„elektryczny 1”	„elektryczny 2”
Suma zdyskontowanych nakładów inwestycyjnych DIC	tys. zł	40 719,1	55 920,1	56 348,8
Razem zdyskontowane dochody i wartość rezydualna (DNR)	tys. zł	3 628,2	3 928,7	2 907,4
Wskaźnik luki w finansowaniu (R)	%	91,09	92,97	94,84
Całkowite nakłady inwestycyjne	tys. zł	59 540,0	76 450,0	76 750,0
Koszty kwalifikowane skorygowane	tys. zł	54 234,9	71 079,0	72 790,0
Wysokość maksymalnej dotacji przy stopie współfinansowania 85%	tys. zł	46 099,6	60 417,1	61 871,5
Udział własny (dla 85%)	tys. zł	13 440,4	16 032,9	14 878,5

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki obliczeń wskazują, że udział własny w wyższej wysokości występuje dla wariantu elektrycznego 1, natomiast w niższej dla wariantu elektrycznego 2, różnice nie są jednak duże. W przypadku decyzji o realizacji wariantu elektrycznego 1 wysokość wkładu własnego byłaby wyższa jedynie o ok. 8% (1,2 mln zł) w porównaniu do wariantu elektrycznego 1. 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 Elbląg przekracza poziom 50 000 mieszkańców, jest zatem jako jednostka samorządu terytorialnego zobligowane do opracowania analizy kosztów i korzyści, o której mowa w art. 37 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych.

Według stanu na dzień 20 września 2021 r., w ramach elbląskiej komunikacji miejskiej funkcjonowało czternaście całorocznych dziennych linii autobusowych, oznaczonych handlowo numerami od 11 do 24 i jedna całoroczna linia autobusowa nocna 100.

Wszystkie linie tramwajowe oraz 12 linii autobusowych miało trasy zawierające się w całości w granicach miasta Elbląga. Jedynie trzy linie obsługiwały obszar miasta oraz pobliskie miejscowości podmiejskie w gminach wiejskich Elbląg i Milejewo – linia 11 obsługiwała wybranymi kursami miejscowość Nowakowo w gminie Elbląg, linia 16 obsługiwała wszystkimi kursami miejscowość Gronowo Górne w gminie Elbląg, natomiast linia 20 – wybranymi kursami miejscowości: Jagodnik, Majewo, Milejewo i Piastowo w gminie Milejewo.

Organizatorem autobusowej komunikacji miejskiej w Elblągu jest Prezydent Miasta Elbląg, którego zadania wykonuje Zarząd Komunikacji Miejskiej w Elblągu sp. z o.o. Jedynym operatorem elbląskiej komunikacji miejskiej w segmencie przewozów tramwajowych, a jednocześnie podmiotem wewnętrznym, jest spółka komunalna Tramwaje Elbląskie sp. z o.o. W segmencie przewozów autobusowych ZKM dokonuje wyboru operatorów w ramach przeprowadzanych postępowań przetargowych, według stanu na 20 września 2021 r. przewozy autobusowe wykonywało dwóch operatorów, z którymi zawarto umowy obowiązujące do końca 2027 r.

Tramwaje Elbląskie sp. z o.o. wykonują w ramach przewozów tramwajowych około 0,9 mln wozokilometrów rocznie, natomiast operatorzy autobusowi – około ok. 2,2 mln. Tramwaje Elbląskie sp. z o.o. dysponują flotą 29 wagonów tramwajowych, natomiast operatorzy autobusowi dysponują flotą składającą się z 41 autobusów.

Autobusy eksploatowane przez operatorów, według stanu na dzień 20 września 2021 r., posiadały silniki wyłącznie na olej napędowy. Wiek żadnego z autobusów nie przekroczył jednego roku, a ponad 90% wszystkich autobusów wyprodukowanych zostało w 2021 r.

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 trzy warianty zmian wyposażenia taborowego elbląskiej komunikacji miejskiej:

- konwencjonalny, w którym założono w kolejnych umowach z operatorami wprowadzanie autobusów wyłącznie zasilanych olejem napędowym;

- elektryczny 1, w którym założono:
 - wprowadzanie w kolejnych umowach z operatorami bateryjnych autobusów elektrycznych o długości 10,5-11,0 m, z szybkim doładowaniem pantografowym na pętlach i uzupełniającym plug-in na terenie zajezdni – w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności,
 - w pozostałym zakresie – wprowadzanie autobusów z klasycznym napędem Diesla;
- elektryczny 2, w którym założono:
 - wprowadzanie w kolejnych umowach z operatorami bateryjnych autobusów elektrycznych klasy maxi, ładowanych wyłącznie w porze nocnej poprzez złącza plug-in na terenie zajezdni – w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności,
 - w pozostałym zakresie wprowadzanie autobusów z klasycznym napędem Diesla.

W koncepcji elektryfikacji pojazdów obsługujących linie elbląskiej komunikacji miejskiej w niniejszej analizie przeanalizowano dwa rozwiązania, a mianowicie: nowe – z zastosowaniem autobusów zeroemisyjnych z bateriami o mniejszej pojemności, z doładowywaniem podczas pracy na linii oraz stanowiące modyfikację propozycji z poprzedniej analizy kosztów i korzyści, z doładowywaniem autobusów zeroemisyjnych wyłącznie na terenie zajezdni. W pierwszym rozwiązaniu przyjęto, że autobusy zeroemisyjne będą obsługiwały przede wszystkim zadania przewozowe na określonych liniach.

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 – linia priorytetowa 21 korzystająca z ładowarki pantografowej na pętli Dworzec;
- w drugiej kolejności – linie podstawowe 17 i 22, korzystające z ładowarki na pętli Aleja Odrodzenia;
- w trzeciej kolejności – linie 14 i 16 z instalacją ładowarki na pętli Nad Jarem.

Uzupełniająco autobusy zeroemisyjne mogłyby być kierowane do obsługi pozostałych linii z przystankami końcowymi na wyżej wymienionych pętlach.

Uzupełniająco autobusy zeroemisyjne mogłyby być kierowane do obsługi pozostałych linii z przystankami końcowymi na wyżej wymienionych pętłach.

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

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

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

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

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

W wyniku symulacji, zmiany efektywności finansowej i ekonomicznej przyjętych do analizy wariantów stwierdzono, że w przypadku Elbląga dla wariantu elektrycznego 1, wartość progowa ceny standardowego autobusu elektrycznego o długości 10,5-11,0 m, wyposażonego w baterie zasilane z ładowarek pantografowych na trasie przejazdu, przy której ekonomiczna bieżąca wartość netto ENPV byłaby wyższa w porównaniu do wariantu z taboru konwencjonalnym, to kwota 1 114 tys. zł (o 48,9% niższa od przyjętej do analizy).

W wariantcie elektrycznym 2 wartość progowa standardowego autobusu elektrycznego wyposażonego w baterie zasilanie wyłącznie podczas postoju nocnego, wyniosła 1 232 tys. zł, (czyli była o 54,0% niższa od przyjętej do analizy).

Dopiero przy takich cenach pojazdów zeroemisyjnych wystąpiłaby ekonomiczna opłacalność zakupu taboru zeroemisyjnego, czyli wystąpiłby obowiązek zakupu taboru zeroemisyjnego, przy uwzględnieniu korzyści wynikających ze zmniejszenia emisji zanieczyszczeń. Korzyści z zakupu autobusów z napędem elektrycznym dla jednostki samorządu terytorialnego znacznie wzrosną przy zmniejszeniu wkładu własnego w nabywanym taborze – jako efektu

wykorzystania zewnętrznych źródeł finansowania inwestycji (np. otrzymania bezzwrotnej dotacji ze środków krajowych lub europejskich).

W związku z wynikiem przeprowadzonej analizy, tj. brakiem korzyści ekonomicznych, wskazujących bezwarunkowo na zasadność eksploatacji autobusów zeroemisyjnych, Miasto Elbląg zamierza rozważyć nabycie autobusów elektrycznych tylko w sytuacji możliwości pozyskania dofinansowania ich zakupu ze środków zewnętrznych, zapewniających efektywność przedsięwzięcia.

Niniejsza analiza kosztów i korzyści nie jest polityką, strategią, planem lub programem, o których mowa w art. 46 ust. 2 i 3 ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U. z 2021 r. poz. 247 ze zm.). Niniejsza analiza kosztów i korzyści w żaden sposób nie oddziałuje na obszary Natura 2000, a ponadto realizacja analizowanych wariantów, w szczególności elektrycznego, wpływa pozytywnie na zmniejszenie emisji zanieczyszczeń emitowanych do atmosfery w obszarze funkcjonowania elbląskiej 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 opracowaniu dokumentu zapewniło Obwieszczenie Prezydenta Miasta Elbląg, wydane na podstawie art. 37 ust. 1 ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 110 ze zm.) oraz art. 30 i art. 39 ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnieniu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz ocenach oddziaływania na środowisko (t.j. Dz. U. 2021 poz. 2373 ze zm.).

Prezydent Miasta Elbląg zawiadomił o przystąpieniu do opracowywania projektu dokumentu pn. „Analiza 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 dla Gminy Miasto Elbląg”, informując że opracowywany dokument – wyłożony do publicznego wglądu – zawiera m.in. zakres sporządzenia analizy, charakterystykę komunikacji miejskiej w Elblągu, identyfikację wariantów oraz analizę kosztów i korzyści wprowadzenia autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług publicznego transportu zbiorowego na terenie Gminy.

Wyłożenie dokumentu w trybie konsultacji społecznych dało mieszkańcom Elbląga możliwość wpływu na jego kształt – poprzez zgłaszanie uwag i wniosków oraz propozycji zmian.

Projekt „Analizy kosztów i korzyści” został wyłożony do publicznego wglądu:

- 1) w wersji papierowej:
 - w siedzibie Urzędu Miejskiego w Elblągu, ul. Łączności 1, Budynek główny „B”, II piętro, p. 239 w godzinach pracy Urzędu, tj. poniedziałek, środa, czwartek: 7:30- 15:30, wtorek: 7:30-16:30, piątek: 7:30-14:30, tel. 55 239 32 56;
- 2) w wersji elektronicznej:
 - w Biuletynie Informacji Publicznej Urzędu Miejskiego w Elblągu: <http://um-elblag.samorzady.pl/>;
 - na Platformie Konsultacji Społecznych: <http://konsultacje.elblag.pl.eu/>.

Wszelkie uwagi i wnioski dotyczące przedmiotowej sprawy można była składać za pomocą formularza dostępnego do pobrania pod ww. adresami internetowymi. Zainteresowane osoby i jednostki organizacyjne miały prawo składać wnioski i uwagi do projektu dokumentu w terminie do 21 dni od dnia publikacji obwieszczenia, tj. do dnia 18 stycznia 2022 r., w następujący sposób:

- osobiście: Urząd Miejski w Elblągu, Budynek główny „B”, II piętro, p. 239, Departament Gospodarki Miasta, ul. Łączności 1, 82-300 Elbląg;
- pisemnie – na adres: Urząd Miejski w Elblągu, Departament Gospodarki Miasta, ul. Łączności 1, 82-300 Elbląg lub drogą elektroniczną na adres: dgm@umelblag.pl – wpisując tytuł „Konsultacje społeczne – projekt AKK”.

W ramach udziału społeczeństwa w opracowaniu analizy wpłynęła uwaga o charakterze ogólnym, zgłoszona przez osobę fizyczną – mieszkańca Elbląga – niewymagająca jednak zmian w treści dokumentu.

Autor uwagi wskazał, że argumentami za autobusami elektrycznymi, poza zawartymi w analizie kosztów i korzyści, są również:

- trzykrotnie dłuższa żywotność autobusów zeroemisyjnych;
- aktualnie występujące trendy ogólnoswiatowe w kierunku ochrony środowiska;
- poprawa oceny postrzegania miasta w wyniku posiadania autobusów zeroemisyjnych;
- zachęta dla osób niekorzystających obecnie z transportu publicznego – w wyniku wprowadzenia taboru ekologicznego.

Wnioskodawca zarekomendował wdrożenie któregoś z przedstawionych w analizie wariantów elektrycznych, z uwagi na argumenty przedstawione wyżej. Wskazał również, że społeczeństwo, a szczególnie młodzież, jest bardzo świadome i wymagające w aspektach ochrony środowiska. Dlatego – zdaniem autora uwagi – prawie 100% miast w Polsce decyduje się na wprowadzenie takiego taboru (np. Malbork), a dodatkowo istnieją możliwości dofinansowania jego zakupu.