

# **ANALIZA KOSZTÓW I KORZYŚCI**

## **ZWIĄZANYCH Z WYKORZYSTANIEM**

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

#### **AUTOBUSÓW ZEROEMISYJNYCH**

# **DLA MIASTA SUWAŁEK**

## Spis treści

|                                                                                                     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Wstęp .....                                                                                      | 3   |
| 2. Zakres i podstawy prawne opracowania oraz zastosowane definicje i określenia .....               | 7   |
| 2.1. Struktura analizy i dokumenty źródłowe.....                                                    | 7   |
| 2.2. Definicje i określenia .....                                                                   | 8   |
| 3. Podstawy opracowania analizy kosztów i korzyści .....                                            | 12  |
| 4. Charakterystyka Suwałk i suwalskiej komunikacji miejskiej .....                                  | 19  |
| 5. Tabor suwalskiej komunikacji miejskiej .....                                                     | 30  |
| 5.1. Aktualny stan taboru.....                                                                      | 30  |
| 5.2. Planowane zamierzenia inwestycyjne.....                                                        | 32  |
| 6. Identyfikacja wariantów.....                                                                     | 34  |
| 6.1. Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych Suwałk.....                         | 34  |
| 6.2. Wybór rodzaju napędu .....                                                                     | 38  |
| 6.3. Rozwiązania sposobów ładowania autobusów zeroemisyjnych .....                                  | 43  |
| 6.4. Proponowane warianty.....                                                                      | 52  |
| 6.5. Wybór linii do obsługi taborem zeroemisyjnym oraz optymalnej pojemności baterii autobusów..... | 59  |
| 6.6. Planowane nakłady inwestycyjne .....                                                           | 69  |
| 7. Analiza kosztów i korzyści .....                                                                 | 74  |
| 7.1. Przyjęte założenia analizy kosztów i korzyści .....                                            | 74  |
| 7.2. Wyniki analizy kosztów i korzyści .....                                                        | 81  |
| 7.3. Trwałość finansowa .....                                                                       | 85  |
| 7.4. Analiza wrażliwości i ryzyka .....                                                             | 91  |
| 7.5. Określenie luki w finansowaniu .....                                                           | 97  |
| 8. Podsumowanie .....                                                                               | 99  |
| Załącznik nr 1. Model finansowy .....                                                               | 103 |
| Załącznik nr 2. Uzasadnienie .....                                                                  | 104 |

## 1. Wstęp

Wraz z postępowaniem cywilizacyjnym systematycznie rosną oczekiwania społeczeństwa – nie tylko w zakresie otoczenia, w którym przebywa się przez większość czasu, sposobów spędzania tego czasu i przebiegu kariery zawodowej, ale i również wobec sposobów przemieszczania się w obrębie miast. Wszystkie środki transportu generują zanieczyszczenia i hałas, przy czym najbardziej negatywnie oddziałują w tym zakresie samochody osobowe, które w przeliczeniu na liczbę pasażerów, w największym stopniu degenerują przestrzeń miejskie 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. 28.10.2014 r., L 307/1). Na grunt krajowy transponuje tę dyrektywę ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 110 ze zm.) – stanowiąca ewaluację zmian proponowanych w „Krajowych ramach polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych”, przyjętych przez Radę Ministrów w dniu 29 marca 2017 r.

Paliwa alternatywne w transporcie należy rozumieć jako paliwa lub źródła energii, które przynajmniej częściowo są substytutem dla źródeł energii pochodzących z przetworzenia surowej ropy naftowej. Paliwa alternatywne potencjalnie mogą przyczynić się do redukcji negatywnego wpływu transportu na klimat, zmniejszając globalną emisję gazów cieplarnianych. Znacznie szersze niż obecnie zastosowanie paliw alternatywnych w Polsce wpłynęłoby na poprawę ekologiczności sektora transportu. Do paliw alternatywnych zalicza się: energię elektryczną, wodór, biopaliwa, paliwa syntetyczne i parafinowe, sprężony gaz ziemny (CNG), skroplony gaz ziemny (LNG) oraz gaz płynny (LPG).

Zwiększenie zastosowania paliw alternatywnych wymaga utworzenia dedykowanej im infrastruktury – przeznaczonej do tankowania lub ładowania pojazdów samochodowych nimi napędzanych. Brak takiej infrastruktury zniechęca konsumentów do wyboru paliw alternatywnych jako źródła zasilania silników ich pojazdów. Jedynym wyjątkiem jest gaz płynny (LPG), który w Polsce jest powszechnie dostępny na stacjach benzynowych i stacjach dedykowanych tankowaniu LPG. Niska cena i zarazem wysoka dostępność gazu płynnego, wpłynęły na 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 Miasto Suwałki jest jednostką samorządu terytorialnego, której liczba mieszkańców – według danych GUS – w latach 2015-2020 wynosiła ponad 69 tys. i tym samym przekraczała przywołany limit demograficzny wynikający z art. 36 ust. 1 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych. Gmina Miasto Suwałki 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 2019 r. Wynik tej analizy nie wykazał przewagi korzyści nad kosztami z tytułu wprowadzenia do eksploatacji autobusów zeroemisyjnych, Gmina Miasto Suwałki zwolniona więc została z obowiązku osiągnięcia wymaganego udziału autobusów zeroemisyjnych w okresie do 3 lat od daty jej sporządzenia, czyli do 2022 r.

Gmina Miasta Suwałki 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. 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 suwalskiej komunikacji miejskiej, w tym stan jej taboru;
- planowane do realizacji warianty wymiany taboru: konwencjonalny oraz dwa warianty zeroemisyjne wymiany taboru na autobusy elektryczne, których silniki zasilane są z baterii;
- podstawy i założenia wykonania analizy kosztów i korzyści;
- analizę kosztów i korzyści – opracowaną zgodnie z wymogami art. 37 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych.

W przygotowaniu opracowania uwzględniono w szczególności:

- obowiązujące przepisy prawa:
  - ustawę z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 110 ze zm.);
  - ustawę z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji (Dz. U. z 2020 r. poz. 1077 ze zm.);
  - ustawę z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (t.j. Dz. U. 2021 r. poz. 1371);
  - rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2015/207 z dnia 20 stycznia 2015 r. ustanawiające szczegółowe zasady wykonania rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1303/2013 w odniesieniu do wzoru sprawozdania z postępów, formatu dokumentu służącego przekazywaniu informacji na temat dużych projektów, wzorów wspólnego planu działania, sprawozdań z wdrażania w ramach celu „Inwestycje na rzecz wzrostu i zatrudnienia”, deklaracji zarządczej, strategii audytu, opinii audytowej i rocznego sprawozdania z kontroli oraz metodyki przeprowadzania analizy kosztów i korzyści, a także zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1299/2013 w odniesieniu do wzoru sprawozdań z wdrażania w ramach celu „Europejska współpraca terytorialna” (Dz. Urz. UE z dn. 13.02.2015 r. poz. L 38/1, zmienione rozporządzeniem wykonawczym Komisji (UE) 2018/277 z dnia 23.02.2018 r., L 54, rozporządzeniem wykonawczym Komisji (UE) 2019/256 z dnia 13.02.2019 r., L 43 oraz rozporządzeniem wykonawczym (UE) 2021/436 z dnia 3.03.2021 r., L 85);

- opracowania dotyczące sposobu wykonania analiz kosztów i korzyści, którymi są:
  - „Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach” Nowa edycja, Jaspers, sierpień 2015 r. ([www.pois.gov.pl/strony/o-programie/dokumenty/niebieskie-ksiegi-dla-projektow-w-sektorze-transportu-publicznego-infrastruktury-drogowej-oraz-kolejowej/](http://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](http://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](http://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/zakladki](http://www.cupt.gov.pl/wdrazenie-projektow/analiza-kosztow-i-korzysci/metodyka-analzy-kosztow-i-korzysci/podreczniki-akk/zakladki), 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;
- **linia komunikacyjna** – połączenie komunikacyjne na sieci dróg publicznych, albo liniach kolejowych, innych szynowych, linowych, linowo-terenowych, albo akwenach morskich lub wodach śródlądowych – wraz z oznaczonymi miejscami do wsiadania i wysiadania pasażerów na liniach komunikacyjnych, po których odbywa się publiczny transport zbiorowy;
- **Miasto** – Gmina Miasto Suwałki;
- **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);

- **PGK sp. z o.o.** – Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej w Suwałkach sp. z o.o., z siedzibą przy ul. Sejneńskiej 82, 16-400 Suwałki, zwana także operatorem;
- **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 3.12.2007 r.), zmienione Sprostowaniem z dnia 3 grudnia 2007 r. (Dz. Urz. UE, l. 240/65 z dnia 16.09.2015 r.) oraz Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/2338 z dnia 14 grudnia 2016 r. (Dz. Urz. UE, l. 354/22 z dnia 23.12.2016 r.);
- **sieć komunikacyjna** – układ linii komunikacyjnych obejmujących obszar działania organizatora publicznego transportu zbiorowego lub część tego obszaru;
- **stacja ładowania** – urządzenie budowlane obejmujące punkt ładowania o normalnej mocy lub punkt ładowania o dużej mocy, związane z obiektem budowlanym, lub wyposażone w oprogramowanie umożliwiające świadczenie usług ładowania, wraz ze stanowiskiem postojowym oraz instalacją prowadzącą od punktu ładowania do przyłącza elektroenergetycznego;
- **umowa wykonawcza** – umowa o świadczenie usług w ramach publicznego transportu zbiorowego w komunikacji autobusowej na terenie gminy miasto Suwałki oraz gmin, z którymi zawarto porozumienia w sprawie organizacji publicznego transportu zbiorowego, zawarta w dniu 14 czerwca 2019 r. pomiędzy Miastem jako organizatorem a PGK 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 ze zm.);
- **ustawa o ptz** – ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 1371);
- **Wydział** – Wydział Ochrony Środowiska i Gospodarki Komunalnej Urzędu Miasta w Suwałkach, ul. Mickiewicza 1, 16-400 Suwałki, który wypełnia zadania Miasta jako organizatora w zakresie publicznego 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 suwalskiej komunikacji miejskiej, w której jedynym operatorem jest PGK sp. z o.o., rozróżnienie podmiotowe wymogów w okresach przejściowych i docelowym, nie ma specjalnego znaczenia.

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 ogniwoch 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 Miasto Suwałki 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 przewoźników przekracza 50 000, to obowiązek zapewnienia określonego udziału autobusów zeroemisyjnych dotyczyć będzie zamówień usług przewoźnikowych 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 przewoźników w komunikacji miejskiej podmiotowi zapewniającemu ten udział we flocie wykonującej przewozy w sytuacji, gdy sporządzona przez nią analiza kosztów i korzyści wykaze brak korzyści użytkowania autobusów zeroemisyjnych (art. 37 ust. 5 ustawy o elektromobilności).

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

Załącznik do wskazanej ustawy zawiera wykaz gazów cieplarnianych i innych substancji wprowadzanych do powietrza, objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych. W wykazie tym na pozycji nr 1 znajduje się dwutlenek węgla (ditlenek węgla – CO<sub>2</sub>), a na pozycjach: 64, 65 i 66 – odpowiednio tlenek węgla oraz tlenki 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. Opisanie kryterium spełniają napędy zasilane energią elektryczną, w tym wytwarzaną w ogniwach paliwowych zasilanych czystym wodorem (H<sub>2</sub>) – nieemitujące dwutlenku węgla – ale nie spełniają już go silniki, w których paliwem jest gaz (LPG, CNG lub LNG).

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

- a) analizę finansowo-ekonomiczną;
- b) oszacowanie efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla środowiska naturalnego i zdrowia ludzi;
- c) analizę społeczno-ekonomiczną, uwzględniającą wycenę kosztów związanych z emisją szkodliwych substancji.

Przepisy ustawy nie wymagają więc przeprowadzania analizy wrażliwości oraz analizy ryzyka, co można uznać za uzasadnione, gdyż głównym celem analizy kosztów i korzyści, wynikającym z zapisów ustawy o elektromobilności, jest ewentualne wykazanie braku korzyści wynikających z użytkowania autobusów zeroemisyjnych. Analiza 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 półrocza 2021 r. żadne z ministerstw lub jednostek organizacyjnych ministerstw, nie wydało również dokumentu o charakterze podręcznika, wytycznych lub zasad do sporządzania takiej analizy. Poradnik taki – praktyczny przewodnik dla samorządów – wydała natomiast Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej w Warszawie<sup>1</sup>. Niniejsza analiza jest zgodna z wymogami przedstawionymi w tym przewodniku.

Analiza kosztów i korzyści jest obligatoryjnym elementem dokumentacji aplikacyjnej dużych projektów, w tym transportowych, ubiegających się o dofinansowanie 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;

---

<sup>1</sup> „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 suwalskiej 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 ujmują się w rachunku przepływów z analizy finansowej i w efekcie powstaje ilościowa analiza kosztów i korzyści.

---

<sup>2</sup>  $FRR/c$  – finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji.

<sup>3</sup>  $FNPV/c$  – finansowa zaktualizowana wartość netto.



Metoda ilościowa pozwala na wyznaczenie wartości wskaźników ekonomicznej efektywności inwestycji, takich jak: ERR<sup>4</sup>, ENPV<sup>5</sup> i BCR<sup>6</sup>. 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.

---

<sup>4</sup> ERR – ekonomiczna wewnętrzna stopa zwrotu.

<sup>5</sup> ENPV – ekonomiczna wartość bieżąca projektu.

<sup>6</sup> 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 Suwałk i suwalskiej komunikacji miejskiej

Miasto Suwałki położone jest na Pojezierzu Litewskim, w północno-wschodniej Polsce w północnej części województwa podlaskiego. Miasto położone jest na granicy dwóch mezo-regionów – Równiny Augustowskiej i Pojezierza Wschodniosuwalskiego. Miasto położone jest nad rzeką Czarną Hańcza, mającą ujście do Niemna. Suwałki zlokalizowane są w pobliżu granicy Polski z Litwą (ok. 18 km do granicy miasta), Białorusią (ok. 20 km) i Rosją (Obwód Kaliningradzki – ok. 25 km).

Na południowy wschód od Suwałk rozciągają się obszary leśne Puszczy Augustowskiej, niewielkim fragmentem obejmującej obszar miasta. Rejon leśny należy do obszarów Natura 2000, podobnie jak fragment Ostoi Wigierskiej, położony przy drodze wojewódzkiej nr 653. Niewielkie obszary przy wschodniej granicy miasta oraz przy północno-wschodnim fragmencie granicy miasta stanowią obszary chronionego krajobrazu. W bezpośrednim sąsiedztwie Suwałk, na wschód od miasta, zlokalizowany jest Wigierski Park Narodowy, a otulina parku obejmuje obszar aż do wschodniej granicy miasta.

Obszary Natura 2000 obejmują znaczną część terenów gminy Suwałki (wiejskiej), w tym wschodnią jej część oraz fragment sołectwa Jeleniewo na północnym-zachodzie gminy. Część wschodnia gminy Suwałki należy do Wigierskiego Parku Narodowego lub do jego otuliny. Do tej ostatniej należą miejscowości w gminie wiejskiej obsługiwane suwalską komunikacją miejską: Krzywe, Mała Huta, Lipniak, Nowa Wieś, Okuniowiec, Płociczno i Sobolewo. Żadna z tych miejscowości nie wchodzi w skład Wigierskiego Parku Narodowego.

Suwałki są drugim co do wielkości miastem województwa i jego ośrodkiem subregionalnym, w którym koncentrują się funkcje ponadpowiatowe dla otaczającego go obszaru, obejmujące także powiaty sejneński i augustowski.

Suwałki są miastem na prawach powiatu, a także siedzibą gminy (wiejskiej) Suwałki oraz Powiatu Suwalskiego. Miasto Suwałki graniczy tylko z jedną gminą – otaczającą je gminą wiejską Suwałki (tzw. gminą obwarzankową). Miasto – jako odrębny powiat grodzki – graniczy także z Powiatem Suwalskim, który obejmuje dziewięć okolicznych jednostek samorządu terytorialnego, położonych w większości na północ i zachód od miasta.

Miasto podzielone jest na kilkanaście zwyczajowych osiedli. Jednostkami pomocniczymi miasta są natomiast trzy sołectwa, stanowiące przyłączone do miasta były wsie – położone na południu miasta Dubowo I oraz w części północnej – Krzywólka i Szwajcaria. W tym ostatnim sołectwie zlokalizowany jest rezerwat przyrody Cmentarzysko Jaćwingów.

Zagospodarowanie Suwałk jest bardzo zróżnicowane. Obszar zurbanizowany miasta położony jest w większości południkowo i otaczają go z każdej strony tereny rolne, a na południu i północy – także lasy.

Centrum miasta stanowi zróżnicowana zabudowa mieszkaniowa i usługowa z prostokątną siatką ulic. Od południa i wschodu centrum otoczone jest doliną rzeki Czarna Hańcza, a od strony wschodniej – terenami kolejowymi linii nr 40. Linia ta kończy się na stacji kolejowej Suwałki, skąd zaczyna się linia nr 51 (Suwałki – Trakiszki), przechodząca dalej w linię nr 477 do litewskiej miejscowości Mockava. Na stacji Suwałki konieczna jest zmiana kierunku ruchu pociągów. Obie linie kolejowe są normalnotorowe (rozstaw 1435 mm) – tor szeroki rozpoczyna się w miejscowości Sestokai do Mockavy biegnie podwójnie z normalnym. W Mockawie znajduje się aparatura do automatycznej zmiany szerokości rozstawu kół wagonów.

Budynek stacji kolejowej Suwałki i wejście na perony, zlokalizowane są po północnej stronie torów, a więc po przeciwnej stronie niż centrum miasta.

Na stacji Suwałki rozpoczyna się także linia kolejowa nr 39 do Olecka, mająca w kierunku południowym około 4-kilometrowy wspólny przebieg z linią nr 40 i następnie odbijająca na zachód na wysokości osiedla Papiernia (obecnie stacja towarowa).

Na lewym brzegu rzeki Czarna Hańcza, w południowej części Suwałk i w sąsiedztwie centralnej części miasta, zlokalizowane są obszary zabudowy jednorodzinnej. W rejonie tym, przy ul. Wojska Polskiego, znajdują się także tereny jednostek wojskowych. Przy południowej granicy miasta, na południe od ul. Leśnej, do granic miasta, zlokalizowane są obszary przemysłowe Suwalskiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej. W pobliżu jest także niewielkie cywilne lotnisko Suwałki, z pasem startowym o długości 1,3 km.

Niewielkie obszary zabudowy jednorodzinnej, z enklawami wielorodzinnej, znajdują się także na lewym brzegu rzeki, w zachodniej części miasta. Pozostały obszar to tereny rolne z niewielkimi enklawami wyrobisk górniczych.

Północną zurbanizowaną część miasta Suwałki, na prawym brzegu rzeki Czarna Hańcza, stanowią głównie duże osiedla zwartej zabudowy wielorodzinnej. Część wschodnia na prawym brzegu rzeki oraz teren przy stacji kolejowej Suwałki, to obszary przemysłowe. Z kolei wschodnia część miasta na lewym brzegu rzeki, to tereny rolne i leśne, z obszarem wyrobisk górniczych.

Suwałki były miastem położonym przy drodze krajowej nr 8 prowadzącej z Litwy, przez Warszawę i Wrocław do Czech. Przez wiele lat ruch tranzytowy odbywał się przez ścisłe centrum miasta (ul. Kościuszki, a następnie wewnętrzna obwodnica – ul. Utrata). Aktualnie dawna droga krajowa nr 8 została w większości swojego przebiegu zastąpiona drogami ekspresowymi S8 i S61. Suwałki położone przy budowanej drodze ekspresowej S61 z Ostrowi Mazowieckiej do granicy państwa z Litwą w Budzisku. W 2019 r. został oddany do użytkowania odcinek tej drogi stanowiący zachodnią i północną obwodnicę miasta. Na odcinku tym zlokalizowano dwa węzły pośrednie: przy granicy miasta, w ciągu ul. Bakalarzewskiej (węzeł Suwałki-Zachód)

oraz tuż za granicą miasta, na przedłużeniu ul. Raczkowskiej (droga wojewódzka nr 655) – węzeł Suwałki-Południe.

Od północnego końca obwodnicy Suwałk w kierunku granicy z Litwą (ul. Pułaskiego), nadal przebiega przez miasto droga krajowa nr 8. Ruch tranzytowy, szczególnie ciężarowy, omija jednak obecnie teren zwartej zabudowy miejskiej.

Przez obszar całego miasta przebiega południkowo trasa drogi wojewódzkiej nr 655, w relacji: droga krajowa nr 63 (Kąp) – Wydminy – Olecko – Wieliczki – Cimochoy – Raczki Suwałki. W granicach miasta planowany jest nowy przebieg tej drogi, z wykorzystaniem budowanej od kilku lat wschodniej obwodnicy miasta (ulice: Pileckiego, Przemysłowa, 100-lecia Niepodległości i Utrata). Do zakończenia tej inwestycji brakuje już tylko odcinka przekraczającego linię kolejową nr 40 w rejonie ul. Przemysłowej.

Przez miasto Suwałki, w tym przez południową część centrum, przebiega droga wojewódzka nr 653, w relacji: droga krajowa nr 65 (Sedranki) – Suwałki – Sejny – droga krajowa nr 16 (Poćkuny). W Suwałkach rozpoczyna ponadto swój bieg droga wojewódzka nr 652 relacji Suwałki – droga krajowa nr 65 (Kowale Oleckie).

Drogi wojewódzkie poprowadzone są ważnymi ulicami miasta i pełnią istotną rolę w funkcjonowaniu systemu komunikacyjnego miasta. W Suwałkach drogi wojewódzkie nr 653, 655 i 662 mają dość długi wspólny przebieg ul. Utrata, który zostanie skorygowany po zakończeniu inwestycji wschodniej obwodnicy miasta. Ruch tranzytowy wyprowadzony zostanie wówczas z obszaru centrum i z osiedli o najintensywniejszej zabudowie wielorodzinnej.

Według Banku Danych Lokalnych GUS, w dniu 31 grudnia 2020 r. liczba ludności miasta wynosiła 69 639 osób.

W ostatniej dekadzie liczba ludności miasta wahała się, co jest zjawiskiem w skali kraju nietypowym, gdyż w innych podobnej wielkości samorządach najczęściej w tym okresie następował spadek liczby mieszkańców.

W tabeli 1 zaprezentowano liczbę mieszkańców, powierzchnię i gęstość zaludnienia Suwałkach w latach 2011-2020 – według danych banku Lokalnego GUS.

Według stanu na dzień 31 grudnia 2020 r., miasto Suwałki zajmowało 54. miejsce w kraju pod względem liczby ludności oraz 67. miejsce wśród miast pod względem zajmowanej powierzchni. Gęstość zaludnienia Suwałkach była zbliżona do przeciętnej miast w Polsce, przyjmując wartość jedynie o około 4% większą od średniej krajowej dla miast.

W mieście Suwałki i w gminie wiejskiej Suwałki – objętych suwalską komunikacją miejską – według Banku Danych Lokalnych GUS, na koniec 2020 r. zamieszkiwało łącznie niemal 77,5 tys. osób.

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

| Wyszczególnienie    | Jedn.                   | Rok    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---------------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                     |                         | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   |
| Liczba mieszkańców  | [osób]                  | 69 210 | 69 404 | 69 317 | 69 316 | 69 370 | 69 626 | 69 554 | 69 827 | 69 758 | 69 639 |
| Powierzchnia ogółem | [ha]                    | 6 551  | 6 551  | 6 551  | 6 551  | 6 551  | 6 551  | 6 551  | 6 551  | 6 551  | 6 551  |
| Gęstość zaludnienia | [osób/km <sup>2</sup> ] | 1057   | 1059   | 1058   | 1058   | 1059   | 1063   | 1062   | 1066   | 1065   | 1063   |

Źródło: Bank Danych Lokalnych GUS.

Jak już zasygnalizowano wcześniej, linie suwalskiej komunikacji miejskiej obsługują poza miastem Suwałki – na podstawie zawartego porozumienia międzygminnego – także miejscowości w gminie Suwałki (wiejskiej). Są to: Biała Woda, Krzywe, Mała Huta, Lipniak, Nowa Wieś, Okuniowiec, Płociczno, Poddubówek, Przebród, Sobolewo, Wychodne, Zielone Kamedulskie, Zielone Królewskie i Żywa Woda.

Organizatorem suwalskiej komunikacji miejskiej jest Prezydent Miasta Suwałk. Zadania organizatora wypełnia Wydział Ochrony Środowiska i Gospodarki Komunalnej Urzędu Miejskiego w Suwałkach, ul. Mickiewicza 1, 16-400 Suwałki. Do statutowych zadań Wydziału należy m.in. wykonywanie nadzoru nad wykonywaniem zadań Miasta oraz oceny merytorycznej i ekonomicznej nad działalnością spółek komunalnych, w tym PGK sp. z o.o.

Wg stanu na dzień 20 września 2021 r., Miasto wykorzystywało do realizacji usług przewozowych tylko jednego operatora – Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej w Suwałkach sp. z o.o., ul. Sejneńska 82, 16-400 Suwałki. Przewozy pasażerów w komunikacji miejskiej odbywały się na podstawie umowy zawartej z Miastem w dniu 14 czerwca 2019 r., określającej szczegółowy zakres zobowiązania Spółki do świadczenia usług w lokalnym transporcie zbiorowym, nałożonego aktem przekształcenia. Umowa stanowi, że Spółka prowadzi usługi przewozu w ramach komunikacji miejskiej, na terenie Miasta i gminy Suwałki, z wykorzystaniem taboru użyczonego przez Miasto i uzupełnionego własnymi (Spółki) środkami transportu.

W akcie założycielskim Spółki (Akt Przekształcenia) zawarte jest zobowiązanie Spółki do realizacji zadań Miasta m.in. z zakresu lokalnego transportu zbiorowego. Poza tym, PGK sp. z o.o. zobowiązana jest do wykonywania zadań Miasta z zakresu cmentarza komunalnego oraz targowisk i hal targowych. Zadania realizacji przewozów pasażerów w ramach suwalskiej komunikacji miejskiej wykonuje w strukturze Spółki wydzielony Zakład Komunikacji Miejskiej, natomiast sprawami utrzymania taboru w sprawności zajmuje się Zakład Remontu Taboru.

Zakład Komunikacji Miejskiej prowadzi sprzedaż biletów komunikacji miejskiej. Zajmuje się także przewozem osób niepełnosprawnych oraz prowadzi stację paliw.

Wpływy ze sprzedaży biletów stanowią przychód Spółki. PGK sp. z o.o. otrzymuje rekompensatę wyliczoną zgodnie z postanowieniami Załącznika do Rozporządzenia 1370/2007.

Wg stanu na dzień 20 września 2021 r., sieć suwalskiej komunikacji miejskiej tworzyło dwadzieścia całorocznych, dziennych linii autobusowych, oznaczonych handlowo numerami: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 i 21. Ponadto, funkcjonowała jedna sezonowa linia autobusowa 22, obsługująca Ogrody Działkowe położone po obu stronach ul. Wyszyńskiego (w 2021 r. była uruchomiona w okresie od 21 kwietnia do 24 października).

Trasy trzynastu całorocznych linii autobusowych: 1, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19 i 20 oraz sezonowej linii 22 zawierały się w całości w granicach miasta Suwałk. Trasy pozostałych siedmiu linii obsługiwały także pasażerów z obszaru podmiejskiego. Trzy z tych linii, tj. 2, 14 i 21, których trasy prowadziły odpowiednio do miejscowości: Krzywe, Mała Huta i Poddubówek, odgrywały jednak także istotne znaczenie na obszarze miasta Suwałk, a obsługa obszaru podmiejskiego była dla nich rolą drugorzędną. Pozostałe cztery linie obsługiwały zaś przede wszystkim pasażerów obszaru podmiejskiego i na terenie miasta odgrywały niewielką rolę. Linie te obsługiwały odpowiednio miejscowości:

- 3 – Przebród, Poddubówek, Wychodne, Zielone Kamedulskie i Zielone Królewskie;
- 4 – Płociczno i Sobolewo;
- 5 – Biała Woda i Żywa Woda;
- 8 – Lipniak, Nowa Wieś i Okuniowiec.

Kryterium dni funkcjonowania podzieliło linie suwalskiej komunikacji miejskiej na pięć kategorii, obejmujących odpowiednio:

- osiem linii całotygodniowych – 2, 7, 11, 14, 16, 18, 19 i 21 oraz dodatkowo linię sezonową 22;
- jedną linię funkcjonującą od poniedziałku do soboty – 1;
- dziesięć linii z kursami tylko w dni powszednie od poniedziałku do piątku – 3, 4, 5, 6, 10, 12, 13, 15, 17 i 20;
- jedną linię z kursami od poniedziałku do piątku i w niedzielę – 8.

Sieć komunikacyjna suwalskiej komunikacji miejskiej charakteryzuje się mocno zindywidualizowanymi rozkładami jazdy w ramach każdej linii. Trudno więc przypisać poszczególne linie do określonych kategorii, a cechą tylko niektórych linii jest rytmiczność odjazdów.

Biorąc pod uwagę intensywność kursowania, linie suwalskiej komunikacji miejskiej można podzielić na połączenia z odpowiednio:

- ponad trzydziestoma parami kursów w skali dnia powszedniego, które funkcjonują w tym rodzaju dnia całodziennie i w miarę rytmicznie, z częstotliwością kursów co 20 minut w szczytach przewozowych i co 40-60 minut w porach międzyszczytowych; są to dwie linie: **14 i 19**, przy czym w soboty i niedziele na linii 14 wykonywanych jest tylko kilka par kursów, natomiast na linii 19 kursy odbywają się co 60 minut w soboty do godziny 16 oraz co około 90 minut w pozostałych porach weekendowych; **linie te wyłącznie dla potrzeb analizy kosztów i korzyści nazwano podstawowymi**;
- przynajmniej dwudziestoma parami kursów w skali dnia powszedniego – są to linie: **2, 7 i 18**, ale każda z nich charakteryzuje się innym zakresem czasowym funkcjonowania; na linii 2 kursy odbywają się z w miarę rytmiczną częstotliwością co 60 minut we wszystkie dni tygodnia, na linii 7 kursy wykonywane są natomiast głównie poza godzinami szczytów (w porze międzyszczytowej z 20-minutową częstotliwością) oraz w godzinach wieczornych dnia powszedniego, w soboty i niedziele z częstotliwością zbliżoną do godzinnej; linia 18 funkcjonuje natomiast do godziny 19, z częstotliwością zbliżoną do 40-minutowej w dni powszednie oraz do 90-minutowej w soboty, niedziele i święta; **linie te wyłącznie dla potrzeb analizy kosztów i korzyści nazwano uzupełniającymi**;
- nie więcej niż piętnastoma parami kursów w ciągu dnia w dni powszednie, funkcjonujące również w mniejszym zakresie w soboty i niedziele – dwie linie: **11 i 21**;
- z mniej niż 10 parami kursów w ciągu dnia, dedykowane określonym lokalnym potrzebom lub grupom pasażerów – wśród tych linii wyróżnić należy linie dedykowane obszarowi podmiejskiemu (linie **3, 4, 5 i 8**), dowozom pracowników strefy przemysłowej na trzy zmiany (linie **13, 15 i 16**) oraz funkcjonujące głównie w godzinach szczytów przewozowych (**1, 6, 10, 12, 17 i 20**).

Niekorzystną cechą suwalskiej komunikacji miejskiej jest wysoki stopień wielowariantowości tras linii. Zdecydowana większość linii posiada więcej niż jeden wariant trasy w dla każdego z kierunków ruchu. Po części wynika to z wydłużania niektórych kursów poza teren miasta (dotyczy to linii: 2, 14 i 21). Różne warianty tras, obejmujące wybrane miejscowości, mają też poszczególne kursy linii podmiejskich (3, 4, 5 i 8). Wielowariantowość częściowo wynika też z wykorzystywania dwóch pętli położonych w bliskiej odległości od siebie, jak np. Szpitalna i Krzywólka, do których zamiennie prowadzą kursy linii: 1, 7 i 14 oraz z wyznaczania kursów różnymi trasami na terenie Suwalskiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej – dotyczy to w szczególności linii 19.



Trasy większości linii miejskich mają charakter mocno skomplikowany, meandrując przez osiedla lub co najmniej na nie zajeżdżając, co zdecydowanie wydłuża czas przejazdu pomiędzy głównymi celami podróży. Jednocześnie, oferta przewozowa w rozbudowujących się rejonach miasta, wciąż pozostaje dość uboga.

Linia autobusową z największą liczbą kursów we wszystkie rodzaje dni tygodnia jest **19**. Jej trasa prowadzi z pętli Północna/Osiedle Kamena do pętli Wojska Polskiego II. Niektóre kursy wydłużone są jednak do przystanku Wojska Polskiego/Porta lub/i prowadzą zajazdem przez pętlę Dubowo I lub Hubala/Track Tec, wybrane kursy zaczynają się też na przystanku Północna Stollar. Trasa linii 19 przez obszar zabudowy miejskiej przebiega od osiedla Kamena do dworca kolejowego, następnie przez obszar zabudowy jednorodzinnej – ul. Świerkową do ul. gen. Pułaskiego i dalej w kierunku północnym przez osiedle Północ II – ul. Wierusza-Kowalskiego do ul. Reja i tą ulicą w kierunku południowym do centralnej części miasta. Trasa linii 19 w kierunku południowym przez centrum prowadzi ul. Kościuszki, natomiast w kierunku północnym – ulicami: Kościuszki, Waryńskiego, Noniewicza, gen Sikorskiego i Bulwarową. W południowej części miasta trasę linii 19 wytyczono ul. Wojska Polskiego do przekroczenia linii kolejowej nr 39 do Olecka i dalej przez tereny Suwalskiej Specjalnej Strefy Przemysłowej.

Drugą linią z największą liczbą kursów w ciągu dnia powszedniego jest **14**. Linia ta łączy pętlę Krzywólka z krańcówką przy PGK sp. z o.o. (ul. Sejneńska). Jej trasa przebiega obok szpitala wojewódzkiego, następnie ulicami Reja i Wierusza-Kowalskiego przez osiedle Północ II, dalej ulicami gen. Pułaskiego i gen. Podhorskiego do centrum miasta, w którym wytyczona została ul. gen. Dwernickiego – obok centrum handlowego Suwałki Plaza – i ulicami: Noniewicza, Waryńskiego i 1 Maja do ul. Sejneńskiej. Dalszy odcinek trasy prowadzi w kierunku wschodnim ul. Sejneńską – do zajezdni PGK sp. z o.o. albo do Małej Huty, przy czym wybrane kursy skierowano zajazdem ul. 100-lecia Niepodległości w celu obsługi ogródków działkowych Malwa lub do Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej.

Linia **2** łączy miejscowość Krzywe lub pętlę przy PGK sp. z o.o. z przystankiem kierunkowym Nowomiejska Gazownia, przy czym kursy na niej wykonywane są tylko jednokierunkowo – inną trasą do ul. Nowomiejskiej i inną w kierunku przeciwnym, z przystankiem przy ul. Nowomiejskiej wyłącznie jako przelotowym. Od ul. Sejneńskiej we wschodniej części miasta trasa linii 2 prowadzi do jego centrum, przy czym w wybranych kursach realizowany jest zajazd na ul. Przemysłową do siedziby PEC w Suwałkach sp. z o.o. Przez centrum miasta trasa linii 2 prowadzi ulicami: Sejneńską, 1 Maja, Waryńskiego, Noniewicza, gen. Dwernickiego, gen. Podhorskiego i Papieża Jana Pawła II do ul. Nowomiejskiej. Z pętli Nowomiejska trasę 2 wytyczono ul. gen. Pułaskiego i następnie przez osiedle Północ II ul. Wierusza-Kowalskiego, po czym dalej

ul. Reja do centrum, w którym ulicami Kościuszki i gen. Dwernickiego poprowadzono ją do ul. Noniewiczza i dalej identycznie jak w kierunku przeciwnym.

Trasa linii **7** rozpoczyna się na pętli Krzywólka i biegnie obok szpitala wojewódzkiego i przez osiedle Północ II do centrum miasta identycznie jak trasa linii 14, przy czym część kursów linii 7 rozpoczyna się na pętli Szpitalna. Linia 7 stanowi skrócony wariant trasy linii 14, zróżnicowany od ul. Noniewiczza. Do pętli przy ul. 1 Maja trasa tej linii prowadzi ulicami Noniewiczza, Wigierską i 1 Maja, natomiast z powrotem – ulicami 1 Maja i Waryńskiego, a następnie identycznie jak trasa linii 14. Część kursów wykonywana jest w skróconym wariantcie trasy – od pętli Szpitalna do pętli 1 Maja.

Linia **1** na odcinku od Krzywólki do ul. Noniewiczza w centrum miasta ma identyczny przebieg jak linie 7 i 14, jej trasa prowadzi jednak dalej dwukierunkowo ulicami: Waryńskiego, Utrata, Piłsudskiej, Sportową, Wojska Polskiego Kościuszki i gen. Sikorskiego do przystanku końcowego Sikorskiego-Rondo na skraju os. Piastowskiego w zachodniej części miasta.

Linia **18** łączy pętlę Szpitalna oraz północne osiedla zwartej zabudowy miejskiej, w tym os. Północ II, z rejonem dworca kolejowego i centrum. Przebieg trasy linii 18 przez os. Północ II do ul. Pułaskiego jest zgodny z przebiegiem tras linii: 1, 7 i 14, przy czym wybrane kursy skierowano zajązdem do cmentarza komunalnego przy ul. Reja. Następnie trasa linii 18 prowadzi ul. Świerkową (z powrotem Świerkową i Nowomiejską), Klonową i Różaną przez obszar zabudowy jednorodzinnej i dalej ulicami Północną i Kolejową do dworca kolejowego. Dalszy przebieg trasy tej linii wytyczono ul. Kolejową i przez centrum ulicami gen. Dwernickiego, Noniewiczza i Waryńskiego do ul. Utrata, przy której na przystanku Utrata/Łąkowa wyznaczono przystanek krańcowy. W przeciwnym kierunku trasę linii 18 wytyczono ulicami: Utrata, Piłsudskiej, Sportową, Wojska Polskiego i Wigierską do ul. Noniewiczza, skąd dalej do Krzywólki analogicznie do kierunku przeciwnego (z przejazdem ul. Nowomiejską).

Należy w tym miejscu zaznaczyć, że rozkłady jazdy linii: 1, 7 i 14 wzajemnie się uzupełniają. W godzinach szczytów przewozowych zaplanowano tylko kursy na liniach 1 i 14, a linia 7 w tym czasie nie funkcjonuje. Z kolei w godzinach międzyszczytowych kursy odbywają się tylko na liniach 7 i 14, natomiast w godzinach wieczornych – już tylko na linii 7 (najkrótszej z całej trójki). W soboty zaplanowano kursy na liniach 1 i 7, a w niedzielę – wyłącznie na linii 7.

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

wielorodzinnej, przyczyniając się do redukcji hałasu emitowanego przez dotychczasowe pojazdy.

Maksymalna liczba autobusów, niezbędna do wykonania wszystkich zadań przewozowych zaplanowanych w sieci stałych linii autobusowych suwalskiej komunikacji miejskiej, wynosiła – według stanu na 20 września 2021 r. – 30 pojazdów dla dnia powszedniego.

Operator przewozów, optymalizując pracę kierowców i taboru, układa zadania przewozowe z bardzo częstą 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 pewnej przebudowy, uwzględniającej ten fakt – w celu wygospodarowania czasu postoju na doładowywanie i rotacji taboru wyłącznie pomiędzy liniami ze wspólną pętlą z ładowarką.

Część pętli autobusowych lub przystanków krańcowych połączeń suwalskiej komunikacji miejskiej, wg stanu na dzień 20 września 2021 r., skupiała po kilka linii:

- Krzywółka – położona w północnej części miasta, tuż poza obszarem intensywnie zurbanizowanym miasta – cztery linie: 1, 5, 7 i 14, przy czym tylko dla linii 14 pętla ta wykorzystywana była w większości kursów;
- Szpitalna – położona w północnej części obszaru zurbanizowanego miasta – siedem linii: 1, 6, 7, 16, 17, 18 i 22 oraz 14 – w niewielkiej liczbie kursów;
- 1 Maja – położona w ścisłym centrum (w jego południowej części) – sześć linii: 3, 5, 6, 7, 8 i 10;
- Północna/Os. Kamena – przystanek krańcowy położony w północno-wschodniej części miasta – cztery linie: 11, 19, 20 i 21;
- Sejneńska/PGK – położona we wschodniej części miasta, przy siedzibie operatora – sześć linii: 2, 3, 8, 10, 14 i 17, lecz w większości obsługiwana tylko wybranymi kursami.

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 suwalską komunikację miejską (wykonanie w latach 2018-2020 oraz plan na 2021 r.):

- liczbę wozokilometrów – w podziale na miasto Suwałki i gminę Suwałki;
- średnią liczbę autobusów komunikacji miejskiej PGK sp. z o.o. w inwentarzu i w ruchu;

- szacunkową liczbę pasażerów;
- przychody z biletów.

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

| Wyszczególnienie                                    | Jedn.     | Rok     |         |         |             |
|-----------------------------------------------------|-----------|---------|---------|---------|-------------|
|                                                     |           | 2018    | 2019    | 2020    | 2021 – plan |
| Liczba wozokilometrów                               |           | 1 353,4 | 1 369,5 | 1 257,6 | 1 355,6     |
| – w tym miasto Suwałki                              | tys. km   | 1 274,7 | 1 292,2 | 1 193,5 | 1 255,3     |
| – w tym gmina Suwałki                               |           | 78,7    | 77,3    | 64,1    | 100,3       |
| Średnia liczba autobusów we flocie                  | szt.      | 36      | 36      | 35      | 44          |
| Maksymalna liczba autobusów wyjeżdżających na trasy | szt.      | 31      | 31      | 30      | 30          |
| Liczba pasażerów                                    | tys. osób | 1 855,4 | 3 110,0 | 1 854,0 | 3 000,0     |
| Przychody z biletów brutto                          | tys. zł   | 3 431,5 | 2 720,5 | 1 816,2 | 1 911,6     |

Źródło: dane PGK sp. z o.o. oraz biuletyny „Komunikacja miejska w liczbach”, IGKM Warszawa.

Jak wynika z tabeli 2, w latach 2018-2021 wielkość oferty przewozowej, wyrażona liczbą wozokilometrów, ulegała tylko niewielkim wahaniom – można uznać, że była ona ustabilizowana.

Wzrost liczby pojazdów PGK sp. z o.o. we flocie w 2021 r. wynikał z realizacji zakupów taboru niskoemisyjnego przez Miasto, w 2020 r. przyjęto na stan 15 autobusów marki Autosan, Solaris i Scania zasilanych sprężonym gazem ziemnym, nie kasując żadnego z autobusów dotychczas eksploatowanych. Wynikało to z problemów z uruchomieniem stacji tankowania CNG (kwestia przyłącza gazu). W październiku 2021 r. na stan inwentarzowy Spółki przyjęto kolejne 4 autobusy marki Scania – zasilane CNG.

W 2019 r. nastąpił znaczący wzrost liczby pasażerów, będący skutkiem wprowadzenia we wrześniu 2018 r. bezpłatnych przejazdów dla uczniów i studentów legitymujących się Suwalską Kartą Mieszkańca.

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

W okresie analizy, tj. do 2036 r., w wariantcie konwencjonalnym przyjęto, z uwagi na przewidywany wzrost liczby wykonywanych wozokilometrów, maksymalnie 32 autobusy

wyjeżdżające w dni powszednie na trasy oraz 42 autobusy jako stan floty pojazdów. Założono również, że od początku 2022 r. wyłączone z codziennej eksploatacji na liniach komunikacji miejskiej zostanie 6 szt. najstarszych, które będą przeznaczone do sprzedaży lub wykorzystania w inny sposób. Pojazdy te zostaną zastąpione nabytymi 4 fabrycznie nowymi autobusami zasilanymi CNG.

Miasto zamierza w kolejnych latach prowadzić politykę kontrolowanych korekt wielkości pracy eksploatacyjnej, bez wprowadzania istotnych zmian. W najbliższej przyszłości planowane jest systematyczne dostosowywanie siatki połączeń, czyli oferty przewozowej do bieżących i dających się przewidzieć w najbliższej przyszłości, potrzeb mieszkańców miasta Suwałki i okolicznych miejscowości w gminie Suwałki.

## 5. Tabor suwalskiej komunikacji miejskiej

### 5.1. Aktualny stan taboru

Linie komunikacji miejskiej organizowanej przez Miasto Suwałki obsługiwane są wyłącznie autobusami – częściowo lub całkowicie niskopodłogowymi. Całą flotą pojazdów zarządza podmiot wewnętrzny – Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej w Suwałkach sp. z o.o., ul. Sejneńska 82, 16-400 Suwałki.

Według stanu na dzień 20 września 2021 r. flota autobusów wykorzystywanych do przewozów pasażerów w suwalskiej komunikacji miejskiej liczyła 44 pojazdy. Wszystkie wyposażone zostały w silniki spalinowe, w tym 29 autobusów (65,9% stanu floty) zasilanych było olejem napędowym, a 15 autobusów (34,1%) – sprężonym gazem ziemnym (CNG). W strukturze taboru komunikacji miejskiej PGK sp. z o.o. przeważały autobusy standardowe (12-metrowe, klasy maxi), które stanowiły 84% stanu floty (37 pojazdów), 4 autobusy były klasy mega (18-metrowe, przegubowe), a 3 – klasy midi (o dużej pojemności pasażerskiej w tym segmencie, 10,9 m długości).

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

**Tab. 3. Struktura taboru użytkowanego przez PGK sp. z o.o. 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 | Własność       |
|----------|------------------------------|--------------------|--------------|----------------|------------------|---------------|------------------------|----------------|
| 1        | Mercedes-Benz O530 Citaro G  | ON                 | 2            | 18             | 2001             | 152-153       | EURO III               | PGK sp. z o.o. |
| 2        | Irisbus Crossway 12 LE       | ON                 | 11           | 12             | 2009             | 116           | EURO IV                | Miasto         |
| 3        | Mercedes-Benz Conecto LF A30 | ON                 | 15           | 12             | 2010             | 103           | EURO V                 | Miasto         |
| 4        | Solaris Urbino 18            | ON                 | 1            | 18             | 2018             | 141           | EURO VI                | PGK sp. z o.o. |
| 5        | Solaris Urbino 18 CNG        | CNG                | 1            | 18             | 2020             | 143           | EURO VI                | Miasto         |
| 6        | Autosan SANCITY 12LF CNG     | CNG                | 11           | 12             | 2020             | 95            | EURO VI                | Miasto         |
| 7        | Scania M323 Citywide LF      | CNG                | 3            | 10,9           | 2020             | 81            | EURO VI                | Miasto         |
| <b>8</b> | <b>Ogółem</b>                | <b>ON/<br/>CNG</b> | <b>44</b>    | <b>10,9-18</b> | <b>2001-2020</b> | <b>81-153</b> | <b>EURO III-VI</b>     | <b>-</b>       |

Źródło: dane PGK sp. z o.o.

Poza autobusami wymienionymi w tabeli, PGK sp. z o.o. posiada na stanie jeden autobus po kolizji, przeznaczony do likwidacji oraz minibusy przeznaczone do przewozów osób niepełnosprawnych, wyłączone z niniejszej analizy.

Polityka odtwarzania taboru wykorzystywanego do przewozów w komunikacji miejskiej realizowana była od wielu lat przez Miasto, które nabywało autobusy, przekazując je następnie do eksploatacji Spółce. W obecnej flocie pojazdów tylko jeden autobus Solaris Urbino 18 jest własnością PGK sp. z o.o.

Tabor, którym dysponuje PGK sp. z o.o. do komunikacji miejskiej, jest obecnie zróżnicowany pod względem pojemności pasażerskiej. Park taborowy komunikacji miejskiej składa się z autobusów o nominalnej pojemności pasażerskiej od 81 do 153 osób, posiadających od 24 do 52 miejsc siedzących.

Wg stanu na dzień 20 września 2021 r., średni wiek taboru autobusowego PGK sp. z o.o. wynosił 8,1 lat. W całej flocie 28 autobusów było już w wieku 10 lat lub starszych – stanowiły one niemal dwie trzecie stanu taboru (63,6%), przy czym jedynie dwa pojazdy przekroczyły wiek 12 lat (4,5% floty).

W ostatnich latach średnia liczba pojazdów w ruchu była stała i wynosiła 30-31 szt.

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

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

| Wyszczególnienie | Jednostka | Norma czystości spalin EURO |      |      |      | Razem |
|------------------|-----------|-----------------------------|------|------|------|-------|
|                  |           | III                         | IV   | V    | VI   |       |
| Liczba pojazdów  | szt.      | 2                           | 11   | 15   | 16   | 44    |
| Struktura        | %         | 4,5                         | 25,0 | 34,1 | 36,4 | 100,0 |

Źródło: dane PGK sp. z o.o.

Względnie wysoki stan ilościowy taboru suwalskiej komunikacji miejskiej na dzień 20 września 2021 r. w stosunku do liczby pojazdów w ruchu, wynikał m.in. z przyjęcia do eksploatacji 15 nowych pojazdów zakupionych ze wsparciem środkami pomocowymi Unii Europejskiej, zasilanych sprężonym gazem ziemnym, przy jednoczesnym braku wycofania ze stanu autobusów dotychczas eksploatowanych.

W okresie analizy przyjęto, z uwagi na przewidywany wzrost liczby wykonywanych wokilometrów, maksymalnie 32 autobusy wyjeżdżające na trasy w dni powszednie. Założono także – za PGK sp. z o.o. – że stan floty pojazdów będzie w wariacie konwencjonalnym wynosił 42 autobusy. Od początku 2022 r. przyjęto wyłączenie 6 szt. najstarszych autobusów

z codziennej eksploatacji na liniach komunikacji miejskiej i przeznaczenie do sprzedaży lub wykorzystania w inny sposób – pojazdy te w części zastąpione zostaną nabytymi 4 fabrycznie nowymi autobusami zasilanymi CNG.

## 5.2. Planowane zamierzenia inwestycyjne

W suwalskiej komunikacji miejskiej inwestycje w tabor i infrastrukturę prowadzi zarówno Miasto, jak i PGK sp. z o.o.

W latach 2009-2011 Miasto Suwałki zrealizowało dwa projekty inwestycyjne ze wsparciem środkami pomocowymi Unii Europejskiej, obejmujące zakup jednostek taborowych dla potrzeb komunikacji miejskiej. W ramach projektu „Modernizacja systemu transportu publicznego miasta oraz gminy Suwałki” zakupiono w 2009 r. 11 autobusów niskopodłogowych Irisbus Crossway 12 LE, natomiast w 2010 r., w ramach projektu „Poprawa funkcjonowania systemu transportu publicznego miasta oraz gminy Suwałki – etap II”, zakupiono 15 niskopodłogowych autobusów Mercedes-Benz Conecto LE A30. Pojazdy te eksploatuje obecnie PGK sp. z o.o.

Miasto Suwałki zakończyło w sierpniu 2020 r. realizację projektu inwestycyjnego „Poprawa jakości systemu transportu publicznego w mieście Suwałki - III etap”, z dofinansowaniem środkami pomocowymi Unii Europejskiej, w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Podlaskiego na lata 2014-2020, Osi Priorytetowej V: Gospodarka niskoemisyjna, Działania 5.4 Strategie niskoemisyjne, Poddziałania 5.4.1 Strategie niskoemisyjne z wyłączeniem BOF. Jednym z głównych elementów tego projektu był zakup 15 autobusów niskoemisyjnych dla komunikacji miejskiej, zasilanych sprężonym gazem ziemnym.

W ramach projektu opisywanego nabyto m.in.:

- 3 autobusy klasy midi – Scania M323 Citywide LF;
- 11 autobusów klasy maxi – Autosan SANCITY 12LF CNG;
- 1 autobus klasy mega – Solaris Urbino 18 CNG;
- 15 monitorów i 2 komplety tablic informacyjnych do pozostałych autobusów komunikacji miejskiej.

Projekt obejmował także przystosowanie budynku warsztatu i diagnostyki PGK sp. z o.o. do obsługi autobusów zasilanych CNG.

Elementem projektu były również:

- budowa zatoki i przystanku przy ul. Daszyńskiego;
- montaż 10 tablic systemu informacji pasażerskiej na wybranych przystankach;
- infrastruktura rowerowa;
- przebudowa odcinków dróg.



Miasto Suwałki realizuje ponadto projekt inwestycyjny „Poprawa jakości systemu transportu publicznego w mieście Suwałki – IV etap”, także z dofinansowaniem ze środków Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Podlaskiego na lata 2014-2020, Osi Priorytetowej V Gospodarka niskoemisyjna, Działania 5.4 Strategii niskoemisyjne, Poddziałania 5.4.1 Strategii niskoemisyjne z wyłączeniem BOF.

W ramach tego projektu przewidziano:

- zakup 4 autobusów klasy midi, zasilanych CNG;
- montaż 4 tablic informacji pasażerskiej na przystankach;
- wdrożenie systemu roweru miejskiego, w tym elektrycznego;
- budowę zatoki autobusowej w ul. Szpitalnej, ścieżki rowerowej oraz chodnika.

Realizacja tego projektu przewidziana jest do czerwca 2022 r. Zakupione pojazdy to autobusy klasy midi – marki Scania M323 Citywide LF – identyczne jak dostarczone w 2020 r. Wszystkie pojazdy z tej partii zostały już dostarczone do Suwałk.

PGK sp. z o.o. i Miasto rozważają udział w przyszłych naborach konkursowych na dofinansowanie ze środków krajowych i unijnych zakupu autobusów zeroemisyjnych wraz z infrastrukturą zasilającą, w tym w ramach nowego horyzontu finansowania 2021-2027.

PGK sp. z o.o. oraz Miasto, w ramach posiadanych możliwości finansowych, niezależnie od wybranego wariantu odtwarzania floty, dokonywać będą sukcesywnej odnowy posiadanego taboru zasilanego olejem napędowym – wycofując systematycznie pojazdy najbardziej wyeksploatowane.

Niezależnie od powyższego, Miasto uznało, że w przypadku wskazania przez niniejszą analizę konieczności spełnienia wymogów ustawy o elektromobilności, PGK sp. z o.o. albo Miasto zakupią dla potrzeb obsługi sieci komunikacji miejskiej wyprzedzająco odpowiednią liczbę autobusów zeroemisyjnych wyposażonych w baterie trakcyjne z dodatkowym ładowaniem pantografowym albo alternatywnie – z ładowaniem na terenie zajezdni, jeśli będzie to możliwe do realizacji w krótkim czasie wymaganym na ich uruchomienie.

## 6. Identyfikacja wariantów

### 6.1. Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych Suwałk

Przedmiotem niniejszej analizy jest identyfikacja kosztów i korzyści powstałych w wyniku zapewnienia przez Miasto Suwałki 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 Suwałk.

Tabor użytkowany w komunikacji miejskiej w Suwałkach wg stanu na dzień 20 września 2021 r. przedstawiono w tabeli 4 w rozdziale 5.

Problematyka odnowy taboru suwalskiej komunikacji miejskiej zawarta została w różnych dokumentach strategicznych województwa i miasta.

„Strategia Rozwoju Województwa Podlaskiego 2030”<sup>7</sup> wyznacza trzy cele strategiczne:

- nr 1 – Dynamiczna gospodarka;
- nr 2 – Zasobni mieszkańcy;
- nr 3 – Partnerski region.

W ramach każdego celu strategicznego określono cele operacyjne oraz główne kierunki interwencji.

W ramach celu strategicznego nr 1 – „Dynamiczna gospodarka” wymieniono cel operacyjny nr 1.4 – „Rewolucja energetyczna i gospodarka obiegu zamkniętego”. W ramach tego celu jako jeden z głównych kierunków interwencji wskazano kierunek nr 4 – „Realizacja strategii niskoemisyjnych m.in. w obszarach takich jak: transport publiczny, efektywność energetyczna, jakość powietrza”.

W ramach celu strategicznego nr 2 – „Zasobni mieszkańcy” wymieniono cel operacyjny nr 2.3 – „Przestrzeń wysokiej jakości”. W ramach tego celu wskazano główne kierunki interwencji:

- nr 1 – „Rozwój i modernizacja infrastruktury komunikacyjnej oraz różnych form transportu (w tym autobusowej komunikacji publicznej)”;
- nr 2 – „Rozwój funkcji komunikacyjnych regionu w ruchu osobowym i towarowym (w tym drogowych, kolejowych i lotniczych) o znaczeniu regionalnym i międzynarodowym”.

„Program ochrony środowiska przed hałasem dla terenów położonych w województwie podlaskim poza aglomeracjami, wzdłuż dróg o natężeniu ruchu powyżej 3 000 000 pojazdów

---

<sup>7</sup> Strategia przyjęta uchwałą nr XVIII/213/2020 Sejmiku Województwa Podlaskiego z dnia 27 kwietnia 2020 r.

rocznie, których eksploatacja powoduje ponadnormatywne oddziaływanie akustyczne, określone wskaźnikami  $L_{DWN}$  i  $L_N$ <sup>8</sup>, jako jeden z podstawowych kierunków działań wymienia nie pogarszanie stanu klimatu akustycznego wokół istniejącej sieci transportowej. Program na obszarze miasta Suwałk stwierdza przekroczenia dopuszczalnego poziomu hałasu w ciągu ulic: Utrata, gen. Podhorskiego, gen. Pułaskiego i Reja.

Jako działanie naprawcze wskazano w programie budowę obwodnicy miasta oraz pozostałych odcinków drogi ekspresowej S61, zaś jako istotne działanie inwestycyjne – budowę obwodnic. Dokument w ramach działań nieinwestycyjnych wymienia opracowanie programów mających na celu zachęcenie do korzystania z komunikacji publicznej i do pozostawienia samochodów w domach.

„Suwałki 2030, Strategia Rozwoju”<sup>9</sup> wyznacza wizję oraz trzy cele strategiczne:

- „Silni mieszkańcy”;
- „Nowoczesna gospodarka”;
- „Wyjątkowe środowisko”.

Dla każdego z ww. celów nakreślono cele operacyjne.

W ramach celu strategicznego „Wyjątkowe środowisko” wyznaczono trzy cele operacyjne:

- „Bezpieczne i czyste środowisko przyrodnicze”;
- „Dostępność komunikacyjna”;
- „Atrakcyjne przestrzenie publiczne”.

W ramach celu operacyjnego „Bezpieczne i czyste środowisko przyrodnicze” przewidziano jako kierunki działań:

- A – poprawę bezpieczeństwa energetycznego;
- B – rozwój infrastruktury zielono-błękitnej;
- C – gospodarkę niskoemisyjną;
- D – rozwój infrastruktury technicznej;
- E – informację i edukację środowiskową.

W ramach kierunku A przewidziano działania służące obniżeniu energochłonności spółek komunalnych, natomiast w ramach kierunku C – przechodzenie na niskoemisyjny i zeroemisyjny transport publiczny oraz wdrażanie systemu roweru miejskiego.

---

<sup>8</sup> Aktualizacja Programu przyjęta uchwałą nr XIV/148/2019 Sejmiku Województwa Podlaskiego z dnia 28 października 2019 r.

<sup>9</sup> Strategia przyjęta uchwałą nr XXXIII/440/2021 Rady Miejskiej w Suwałkach z dnia 30 czerwca 2021 r.

W ramach celu operacyjnego „Dostępność komunikacyjna” przewidziano jako kierunki działań:

- A – wewnętrzną dostępność komunikacyjna;
- B – zewnętrzną dostępność komunikacyjna;
- C – poprawę bezpieczeństwa komunikacyjnego;
- D – rozwój infrastruktury teleinformatycznej.

W ramach kierunku A przewidziano działania dotyczące rozwoju: systemu komunikacji publicznej, rowerów miejskich, ścieżek rowerowych, infrastruktury dla pieszych oraz infrastruktury towarzyszącej (parkingi, w tym podziemne i wielopoziomowe, bezpieczne parkingi rowe-rowe). W ramach kierunku B przewidziano natomiast utworzenie lokalnego dworca autobusowo-kolejowego, zaś w ramach kierunku C – wdrożenie inteligentnych systemów transportowych, w tym np. w zakresie zarządzania ruchem i usprawnień funkcjonowania transportu publicznego.

W ramach celu operacyjnego „Atrakcyjne przestrzenie publiczne” przewidziano jako kierunki działań:

- A – „Rozwój terenów zieleni miejskiej”;
- B – „Rozwój przestrzeni rekreacyjnych”;
- C – „Dostosowanie przestrzeni miejskiej do potrzeb osób z niepełnosprawnościami i osób starszych”;
- D – „Rewitalizacja”;
- E – „Ochrona walorów historycznych”;
- F – „Poprawa bezpieczeństwa publicznego”.

W ramach kierunku C wymieniono dostosowanie przejść dla pieszych, przystanków i pozostałej infrastruktury.

„Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla Miasta Suwałk”<sup>10</sup>, opracowany w 2013 r., przedstawia jako główne korytarze transportowe dla transportu zbiorowego następujące ulice: Reja, Pułaskiego, Kościuszki, Noniewiczza, Buczka i Wojska Polskiego.

W zakresie inwestycji taborowych Plan wskazuje na potrzebę stopniowej wymiany taboru na niskopodłogowe, proekologiczne pojazdy hybrydowe oraz napędzane gazem ziemnym, w tym w szczególności zastąpienie wyeksploatowanych autobusów przegubowych nowymi ekologicznymi pojazdami. Jako podstawowe źródło finansowania inwestycji wskazano środki unijne i budżet miasta.

---

<sup>10</sup> Plan przyjęty uchwałą nr XLV/494/2014 Rady Miejskiej w Suwałkach z dnia 29 stycznia 2014 r.

Plan przywołuje istniejące na dzień sporządzenia dokumentu wyposażenie autobusów, takie jak: tablice zewnętrzne i wewnętrzne, system informacji głosowej, monitory LCD, miejsce na wózek, odchylaną klapę i oznakowanie dla niepełnosprawnych oraz monitoring.

W zakresie inwestycji infrastrukturalnych dokument wskazuje na potrzebę budowy zatok autobusowych oraz wyposażanie przystanków w wiaty, biletomaty oraz kolejne tablice dynamicznej informacji pasażerskiej.

„Plan gospodarki niskoemisyjnej dla miasta Suwałki”<sup>11</sup>, określa wizję i cel strategiczny, który brzmi: „Dążenie do niskoemisyjnego rozwoju gospodarczego i zaspokajania potrzeb społeczeństwa, tj. rozwoju gospodarczo-społecznego miasta Suwałki do 2020 roku następującego bez wzrostu zapotrzebowania na energię pierwotną i finalną”.

Dokument wyznacza ponadto jedenaście celów szczegółowych, w tym cele związane z transportem i mobilnością:

- nr 1 – Wdrożenie wizji miasta zarządzanego w sposób zrównoważony i ekologiczny;
- nr 3 – Ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> oraz emisji zanieczyszczeń z instalacji wykorzystywanych na terenie miasta, a także emisji pochodzącej z transportu, spełnienie norm w zakresie jakości powietrza;
- nr 8 – Realizacja idei wzorcowej roli sektora publicznego w zakresie oszczędnego gospodarowania energią;
- nr 10 – Promocja i realizacja wizji zrównoważonego transportu – z uwzględnieniem transportu publicznego, indywidualnego, jak również rowerowego.

Transport indywidualny i publiczny uznano w Planie za jeden z siedmiu obszarów interwencji.

Wśród projektów działań przewidzianych do realizacji, wymieniono związane z modernizacją dróg (od SWU029 do SWU032) oraz działania związane z mobilnością:

- nr SUW026 – Rozwój ścieżek rowerowych na obszarze miasta;
- nr SUW027 – Poprawa funkcjonowania systemu transportu publicznego poprzez zakup niskoemisyjnego taboru komunikacji miejskiej – etap III, instalacje elektronicznych tablic przystankowych, biletomatów oraz przygotowanie i przeprowadzenie kampanii społecznych związanych efektywnym i ekologicznym transportem;
- nr SUW028 – Prowadzenie działań mających na celu wsparcie projektów Via Baltica i Rail Baltica.

---

<sup>11</sup> Plan przyjęty uchwałą nr VI/47/2015 Rady Miejskiej w Suwałkach z dnia 25 marca 2015 r.

Dokument pn. „Założenia do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe Miasta Suwałk – Aktualizacja”<sup>12</sup> jako problem wskazuje m.in. zanieczyszczenie powietrza pochodzące z komunikacji.

W ramach działań adaptacji do zmian klimatu wymieniono m.in. zakup nowych niskoemisyjnych autobusów zasilanych sprężonym gazem CNG, elektrycznych lub zasilanych wodorem. W wykazie zadań działanie to nie zostało jednak powtórnie wymienione. Na pozycji 11 wskazaną natomiast „Organizację systemu zamówień publicznych z uwzględnieniem kryterium niskoemisyjności, co zwiększy oddziaływanie Gminy na innych użytkowników energii, poprzez pełnienie wzorcowej roli w zakresie energii i środowiska, z okresem realizacji w latach 2020-2034”.

„Zintegrowany Program Rewitalizacyjny Miasta Suwałki na lata 2017-2023”<sup>13</sup> obejmuje obszar Suwałk o koncentracji zjawisk negatywnych, czyli centralną część miasta ograniczoną od południa i zachodu rzeką Czarna Hańcza i ul. Gałaja, od północy – ulicami: Curie-Skłodowskiej, E. Plater, gen. Sikorskiego, 1 Maja i Sejneńską oraz od zachodu ulicami: 1 Maja, Wigierską, Utrata, Waryńskiego i Sejneńską, z tym że do obszaru włączono również fragment terenu przy ul. Szkolnej.

Program przedstawia cel strategiczny rewitalizacji oraz trzy cele operacyjne. W zakresie transportu w ramach celu operacyjnego nr 3 – „Wzrost funkcjonalności infrastruktury i nadanie nowych funkcji obiektom i przestrzeniom publicznym w obszarze rewitalizacji w celu poprawy jakości życia mieszkańców”, wymieniono jako szczegółowy kierunek działań nr K.3.3 – „Dostosowanie miejskiego układu komunikacyjnego do efektywnego świadczenia funkcji gospodarczych i usługowych”, jednak kierunek ten dotyczy budowy dróg i chodników w obszarze rewitalizacji.

## 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.

---

<sup>12</sup> Aktualizacja Założeń przyjęta uchwałą nr XXVIII/376/2021 Rady Miejskiej w Suwałkach z dnia 27 stycznia 2021 r.

<sup>13</sup> Program przyjęty uchwałą nr XXXV/424/2017 Rady Miejskiej w Suwałkach z dnia 26 lipca 2017 r.

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

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

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

Z kolei nakłady finansowe na uruchomienie przewozów autobusami elektrycznymi z wodorowymi ogniwami paliwowymi związane są z bardzo wysokim kosztem zakupu pojazdów stosujących 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/m<sup>3</sup>), zniesionej dopiero w II kwartale 2020 r. Nie bez znaczenia jest też fakt, że cena gazu ustalana jest przez jego dystrybutora – monopolistę – Grupę Kapitałową PGNiG.

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

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

Istotną kwestią, przy podejmowaniu decyzji o eksploatacji taboru zasilanego CNG, jest dostępność stacji tankowania sprężonego gazu ziemnego. W Suwałkach funkcjonuje obecnie taka stacja na terenie zajezdni PGK sp. z o.o., przy ul. Sejneńskiej 82, zapewniająca szybkie tankowanie z dystrybutora oraz tankowanie wolne, podczas nocnego postoju – poprzez 8 złączy NGV1.

Zainteresowanie pojazdami zasilanymi CNG zapewne wzrośnie po wprowadzeniu planowanych zmian do ustawy o elektromobilności, w wyniku implementacji w polskim systemie prawnym dyrektywy (UE) 2019/1161<sup>14</sup>.

Warto 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

---

<sup>14</sup> 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



pojazdy elektryczne do przewozu osób stosowane były głównie jako wózki golfowe i wózki transportowe w przemyśle.

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 CO<sub>2</sub> – co przy obecnym stanie zaawansowania techniki – w praktyce ogranicza je do autobusów z ogniwami paliwowymi zasilanymi wodorem (H<sub>2</sub>).

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 odciegach 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 odciegów, co negatywnie wpływa na estetykę miasta i nie wszędzie jest akceptowane.

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

Istotną wadą wprowadzenia trolejbusów do eksploatacji jest długotrwałość procesu budowy sieci trakcyjnej i jej zasilania. Budowa taka wymaga znaczącej ingerencji w infrastrukturę

okołodrogową, dlatego czas uzyskania niezbędnych uzgodnień jest znacznie dłuższy niż czas wymagany na budowę punktowych stacji zasilania dla autobusów elektrycznych pantografovych.

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

Trolejbusy z agregatem spalinowym trudno uznać za bezemisyjne, choć do 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.

W studiach wykonalności projektów inwestycyjnych: „Poprawa jakości systemu transportu publicznego w mieście Suwałki – III etap” oraz „Poprawa jakości systemu transportu publicznego w mieście Suwałki – IV etap” przeanalizowano dwie opcje technologiczne związane z zakupem taboru.

Pod uwagę brano zakup autobusów:

- zasilanych olejem napędowym, z napędami klasycznymi, spełniającymi wymogi normy EURO VI;
- zasilanych CNG, z napędami spełniającymi wymogi normy EURO VI.

W przywołanym dokumentach dokonano wyborów pojazdów z silnikami zasilanymi CNG, ze względu na m.in. wyższą efektywność kosztową oraz niższy poziom emisji zanieczyszczeń, potwierdzonych przeprowadzonymi analizami wielokryterialnymi.

Z uwagi na brak w Suwałkach sieci trolejbusowej i bardzo wysokie koszty jej uruchomienia od podstaw, w celu spełnienia w wymaganym krótkim czasie wymogów ustawy o elektromobilności, Miasto Suwałki może rozważyć zastosowanie jedynie dwóch typów napędów autobusów zapewniających zeroemisyjność, które stanowią odpowiednio elektryczne silniki napędowe zasilane bateryjnie – z okresowym doładowywaniem baterii oraz elektryczne silniki napędowe zasilane z lokalnego źródła – wodorowego ogniwa paliwowego.

### **6.3. Rozwiązania sposobów ładowania autobusów zeroemisyjnych**

Rozpoczęcie eksploatacji w komunikacji miejskiej elektrycznych autobusów zeroemisyjnych wprowadza w miastach nowy rodzaj napędu, nieemitującego z zastosowanych silników, w miejscu ich użytkowania, gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń powietrza. 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.

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

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

Rzeczony 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-MN<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) i litowo-żelazowo-fosforanowe (Li-FePO<sub>4</sub>). Systematycznie wprowadzane są na rynek także inne typy baterii, np. baterie litowo-nikielowo-kobaltowo-aluminiowe czy litowo-nikielowo-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 użytkownika 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 nikielowo-kadmowych jest wyższa niż kwasowo-ołowiowych. Gęstość energii akumulatorów litowo-jonowych jest natomiast około 3-krotnie wyższa niż akumulatorów nikielowo-kadmowych. Żaden z akumulatorów nie jest także odporny na jego całkowite rozładowanie, które może nawet doprowadzić do jego zniszczenia, a zwykle powoduje istotne zmniejszenie pojemności. Podobnie, przeładowanie akumulatora może spowodować jego zniszczenie – jeśli nieprawidłowo działa regulator napięcia albo gdy akumulator jest zbyt głęboko rozładowany.

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

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

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

Parametry ładowania zależą także od stosowanej ładowarki. Na rynku występują ładowarki o małej mocy (40-60 kW) – do codziennego ładowania postojowego (nocnego) oraz o dużej mocy (do 500 kW, a niekiedy nawet większej) – do szybkiego ładowania. Podstawową metodą dostarczania energii jest złącze kablowe plug-in, które ma jednak zwykle moc przekazywaną ograniczoną do 120 kW oraz dla autobusów miejskich – pantografy zwykłe i odwrócone – pozwalające na szybkie ładowanie wysokim prądem na stanowisku postojowym na trasie pojazdu. Innymi sposobami ładowania pojazdów są automatyczne stacje ładowania indukcyjnego – poprzez pętle zamontowane w nawierzchni jezdni, na przystanku lub na placu postojowym. Pętle indukcyjne muszą mieć system bezpiecznej automatyki – załączający dostawę prądu wyłącznie podczas postoju pojazdu nad pętlą i odłączający je wraz z rozpoczęciem jazdy autobusu.

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

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

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

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

Aktualnie na rynku w segmencie autobusów elektrycznych klasy maxi, o długości około 12 m, wyraźnie ścierają się ze sobą dwa rozwiązania. Pierwsze zakłada wyposażenie autobusów w baterie o relatywnie małej pojemności i zapewnienie ich okresowego doładowywania

szybkiego podczas pracy na linii, najczęściej poprzez pantograf. W najmniejszej pojemności baterie wyposażane są trolejbusy, pokonujące bez sieci trakcyjnej w miarę krótkie odcinki tras i następnie doładowywane z tej sieci w ruchu (In Motion Charging) lub podczas postojów wyrównawczych na pętlach, także pod siecią. W Gdyni, Lublinie i Tychach nabyto trolejbusy o pojemności baterii 58 kWh. Większą pojemność baterii (87 kWh) mają supertrollejbusy, 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 CS12LF dla Zielonej Góry, ale po pierwsze było to rozwiązanie przyjęte w autobusach kontraktowanych w 2017 r. i dostarczonych rok później, a po drugie – stanowiło odpowiedź jednego z oferentów na wymóg przetargowy zapewnienia możliwości pokonania przez autobus przynajmniej 50 km pomiędzy ładowaniami. Drugi z oferentów określił minimalną pojemność baterii przy takim wymogu na 120 kWh.

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

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

Celem organizatorów i operatorów jest zwykle optymalizacja masy baterii, umożliwiającą zmniejszenie zużycia energii, a także likwidacja koniecznych do zrealizowania przejazdów technicznych do i z bazy autobusowej, w celu podłączenia do źródła zasilania i związanych z dłuższym ładowaniem wyłączeń autobusów z ruchu. Jest to realizowane poprzez zastosowanie dodatkowych punktów ładowania na trasie linii – w ramach strategii szybkiego ładowania. Stosowany czas ładowania autobusu poprzez pantograf zainstalowany na pętli lub przystanku zależy od dopuszczalnego czasu postoju autobusu i waha się od kilku do ok. 20 minut.

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

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

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

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

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

Barierą w dalszym zwiększaniu zasięgu autobusów elektrycznych poprzez instalację baterii o jeszcze większej pojemności użytkowej (znacznie ponad 400 kWh) są – poza wysokimi kosztami takiego rozwiązania – ograniczenia w dopuszczalnej masie całkowitej pojazdów klasy maxi (dla autobusu o dwóch osiach – do 19,5 t) oraz w dopuszczalnym nacisku na oś (do 11,5 t na oś napędową i do 10 t na pojedynczą oś nienapędową). Większy ciężar baterii w opisanych uwarunkowaniach przekłada się na znaczące ograniczenie maksymalnej pojemności pasażerskiej w porównaniu do analogicznego autobusu ze standardowym napędem Diesla. W rezultacie, większe pojemności baterii stosuje się przeważnie tylko w autobusach trzyosiowych lub przegubowych, jak np. Irizar ie bus 18 m obsługujący trasy w Luksemburgu, który wyposażono w baterie o użytecznej pojemności 525 kWh.

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

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

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

Najczęściej stosowane jest ładowanie pantografowe, które odbywa się w czasie od kilku do kilkunastu minut – wielokrotnie w czasie użytkowania autobusu w ciągu dnia. Instalacja



ładowarki pantografowej wiąże się ze znacznymi kosztami jej budowy, w tym zasilania energetycznego o dużej mocy. Niezależnie od powyższego, w celu pełnego naładowania baterii oraz ich ustabilizowania, pojazd musi być też ostatecznie codziennie doładowywany podczas postoju w zajezdni.

W przypadku korzystania z 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 umożliwia podłączenie do niej każdego pojazdu drogowego wyposażonego w odpowiednie urządzenia odbiorcze (pantograf, przetwornice, elementy sterowania). Przykładem jest linia BRT w Marrakeszu. Pojazdy tam stosowane mogą być uznawane za autobusy o małej pojemności baterii z ładowaniem w ruchu albo też za trolejbusy o dużej pojemności baterii. W każdym przypadku będą one jednak, zgodnie z ustawą o elektromobilności, autobusami zeroemisyjnymi.

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

Autobusy wyposażone w ogniwa paliwowe zasilane H<sub>2</sub> mają zbiorniki sprężonego wodoru zainstalowane na dachu, o pojemności wystarczającej na przejazd nawet do 350-400 km.

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

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

Istotnym utrudnieniem jest nadal brak w Polsce dostępnych stacji tankowania wodoru. Plany budowy ogólnodostępnych stacji tankowania wodoru posiadają zarówno Grupa ORLEN,

jak i LOTOS. Budowę stacji tankowania wodoru w Koninie zapowiada także inwestor prywatny (pierwsza, mobilna stacja tankowania wodoru została uruchomiona przy ul. Łubinowej w Warszawie).

Brak jest także wciąż w Polsce pewnego dostawcy wodoru o wysokiej czystości w niskiej cenie i w wystarczającej ilości. Produkcję wodoru o wysokiej czystości zamierzają realizować metodą reformingu parowego obydwie polskie koncerny paliwowe, w tym w Gdańsku Grupa LOTOS, w Trzebini i we Włocławku – Grupa ORLEN, a także Grupa PGNiG, a metodą elektrolizy ZE PAK SA (Zespół Elektrowni Pątnów Adamów Konin), a w przyszłości – inne koncerny energetyczne.

Budowa takiej stacji w Suwałkach nie jest obecnie planowana.

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

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

W opracowanej w 2018 r. „Analizie kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych dla miasta Suwałk” uznano wariant „wodorowy” za nierealny do zastosowania.

W Suwałkach występuje specyficzna sytuacja, rzadko spotykana w polskich miastach. Miasto jako organizator wykorzystuje miejską spółkę komunalną, której zakres działalności jest dość szeroki i obejmuje poza publicznym transportem zbiorowym także odbiór odpadów, administrowanie cmentarzem, przewóz osób niepełnosprawnych i prowadzenie targowiska.

Obszar pętli autobusowych stanowi teren miejski, jedynie udostępniony operatorowi, zwłaszcza że przeważająca większość jednostek taborowych stanowi własność Miasta i jest jedynie udostępniona operatorowi. Inwestycje zakup taboru zeroemisyjnego oraz w stacje ładowania szybkiego powinno więc realizować Miasto, przekazując wybudowane urządzenia operatorowi do eksploatacji. W takim przypadku podmiotem zarządzającym stacjami ładowania mogłoby być PGK sp. z o.o.

Rozwiązaniem alternatywnym jest rozwiązanie ładowanie autobusów zeroemisyjnych, wyposażonych w baterie o dużej pojemności, wyłącznie w zajezdni operatora. Obecnie baterie

takich autobusów klasy maxi mogą mieć pojemność użytkową nawet przekraczającą 320 kWh, co czyni to rozwiązanie atrakcyjniejszym. Pewną przeszkodą w zastosowaniu takiego rozwiązania jest duży udział linii obsługujących miejscowości w gminie oraz kongestia w mieście, a także brak szerszych doświadczeń polskich miast z eksploatacją autobusów zeroemisyjnych z bateriami o dużej pojemności, ładowanych wyłącznie w zajezdni.

W „Analizie kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych dla miasta Suwałk” z 2018 r., w wariantcie elektrycznym założono budowę trzech lub czterech stacji szybkiego ładowania autobusów na wybranych pętlach, wybrano więc także wariant zakupu autobusów wyposażonych w mniejsze baterie z częstym, szybkim doładowywaniem na trasie.

Rozwiązania wymaga również kwestia dostosowania obiektu przyszłej zajezdni operatora do zasilania wielu pojazdów w okresie postoju nocnego. Przy 14 pojazdach zeroemisyjnych ładowanych wyłącznie w zajezdni i przy pojemności użytkowej baterii 320 kWh oraz dostępnym czasie 6 godzin na jej naładowanie, moc ładowarki dla każdego autobusu powinna wynosić ok. 60 kW (przy 90% sprawności). Każdej nocy baterie autobusów elektrycznych musiałyby być naładowane, zatem dostępna moc dla zajezdni powinna wynosić ponad 0,84 MW. PGK sp. z o.o. nie dysponuje obecnie odpowiednim terenem dla jednoczesnego ładowania 14 pojazdów, rozbudowy wymagałaby więc instalacja zasilania zajezdni oraz place postojowe zajezdni. Podobnie jak w przypadku doładowywania pojazdów na pętlach, na zasilanie terenu zajezdni operatora oraz doposażenie w urządzenia do ładowania baterii w pojazdach, potrzeba czasu co najmniej kilkunastu miesięcy.

W przypadku doładowywania autobusów na pętlach, z uwagi na niewielką rezerwę placu manewrowego, w zajezdni docelowo powinny być zarówno stanowiska ładowarek wolnych, jak i dodatkowe stanowisko ładowania szybkiego. Pojazdy zeroemisyjne z ładowarek zajezdniowych korzystałyby przede wszystkim w celu prawidłowego uformowania baterii, korzystając z ładowarki szybkiej do uzupełnienia energii w pojazdach.

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 w zajezdni – jako rozwiązanie alternatywne.

#### 6.4. Proponowane warianty

W opracowanej w 2018 r. „Analizie kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych dla miasta Suwałk” przeanalizowano dwa warianty inwestycyjne:

- konwencjonalny – w którym założono kontynuację dotychczasowej polityki sukcesywnej wymiany taboru na pojazdy zasilane olejem napędowym;
- elektryczny – w którym założono zakup w 2025 r. pojazdów elektrycznych, o długości 12 m, w celu spełnienia do 1 stycznia 2025 r. wymogów określonych ustawą o elektromobilności dla tej daty, a także zakup dodatkowych pojazdów elektrycznych, w celu spełnienia innych wymogów ustawowych.

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

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

- konwencjonalny, w którym założono sukcesywną wymianę wyeksploatowanego taboru na nowe pojazdy spalinowe z silnikami Diesla;
- elektryczny 1, w którym założono:
  - sukcesywne wprowadzanie kolejnych bateryjnych autobusów elektrycznych klasy maxi, 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 spalinowych z silnikami Diesla.
- elektryczny 2, w którym założono:
  - sukcesywne wprowadzanie kolejnych bateryjnych autobusów elektrycznych klasy maxi, z ładowaniem wyłącznie plug-in na terenie zajezdni – w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności;
  - w pozostałym zakresie – wprowadzanie autobusów zasilanych olejem napędowym.

W wariantcie konwencjonalnym przyjęto sukcesywną wymianę jednostek taborowych na analogiczne fabrycznie nowe, po upływie 15 lat eksploatacji, w tempie po 4-5 pojazdów rocznie.

W wariantach elektrycznych uwzględniono fakt braku eksploatacji w suwalskiej komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych, spowodowany wynikiem analizy kosztów i korzyści przeprowadzonej w 2018 r., niewprowadzającej takiego obowiązku. Uznając realną możliwość wprowadzenia do eksploatacji taboru zeroemisyjnego i budowy instalacji jego zasilania najwcześniej po upływie kilkunastu miesięcy (okres uzyskania pozwoleń na budowę, realizacji

inwestycji, wyboru operatora i zakupu taboru), przyjęto wprowadzenie pierwszych autobusów zeroemisyjnych do codziennej eksploatacji w komunikacji miejskiej dopiero od początku 2023 r. Założono także, iż z uwagi na zmniejszoną pojemność pasażerską w stosunku do pojazdów standardowych zasilanych olejem napędowym, autobusy elektryczne będą nabywane wyłącznie w klasie maxi.

W wariantach elektrycznych przyjęto zasadę zastępowania pojazdów spalinowych w ruchu zależną od rodzaju zasilania taboru. W wariantcie elektrycznym 1, dla autobusów elektrycznych doładowywanych na pętlach, przyjęto zasadę zastępowania każdych czterech autobusów spalinowych pięcioma autobusami elektrycznymi – z uwagi na konieczny dodatkowy czas postoju na pętli, niezbędny na doładowanie baterii. W wariantcie elektrycznym 2, dla autobusów ładowanych wyłącznie w zajezdni przed wyjazdem na trasę, przyjęto zastępowanie autobusów spalinowych analogiczną liczbą autobusów zeroemisyjnych. W tym wariantcie, z uwagi na wystarczającą rezerwę pojazdów, nie jest wymagany zakup dodatkowych autobusów.

W kolejnych latach przyjęto pełną realizację wymogów przewidzianych ustawą o elektromobilności. Wymianę pozostałego taboru zasilanego olejem napędowym i CNG przyjęto sukcesywnie po osiągnięciu 15 lat eksploatacji, przeciętnie po 4-5 pojazdów rocznie.

We wszystkich wariantach założono nabywanie w procesie wymiany taboru spalinowego nowych pojazdów klasy takiej, jak dany pojazd wycofywany z ruchu.

Poza opisanymi wyżej wariantami inwestycyjnymi utworzono scenariusz bazowy, o charakterze wyłącznie porównawczym, w którym założono sukcesywną wymianę jednostek taborowych po 17 latach eksploatacji na analogiczne używane, zasilane olejem napędowym w średnim wieku 8 lat albo fabrycznie nowe zasilane CNG, z uwagi na brak na rynku dostatecznej dostępności używanych autobusów zasilanych sprężonym gazem ziemnym.

We wszystkich wariantach analizy przyjęto przez pierwsze lata wzrastający zakres wykonywanej pracy eksploatacyjnej, wyrażonej liczbą wozokilometrów, do osiągnięcia poziomu 1 450 tys. wozokilometrów w 2024 r. Wzrost wynika z planowanego rozszerzenia zakresu funkcjonowania komunikacji miejskiej o kolejne miejscowości w gminie Suwałki. Powyższe założenie służy jedynie porównaniu kosztów i korzyści w poszczególnych wariantach, w związku z czym ma znaczenie wyłącznie teoretyczne, ponieważ rzeczywisty zakres pracy eksploatacyjnej będzie wynikał z potrzeb mieszkańców miasta i okolicznych gmin oraz możliwości finansowych budżetów gmin.

Pracę eksploatacyjną pojazdów elektrycznych przyjęto w latach analizy na poziomie 34 tys. km rocznie na jeden pojazd na stanie floty w wariantcie elektrycznym 1 oraz 38 tys. km rocznie w wariantcie elektrycznym 2. Pracę eksploatacyjną dla autobusów zasilanych CNG przy-

jęto od 2024 r. w wysokości 46,3 tys. km rocznie, będącą wynikiem zobowiązań wobec dostawcy urządzeń zasilających, natomiast dla autobusów zasilanych olejem napędowym ustalono wynikowo.

Uwzględniając obecnie przyjętą zasadę użyczenia operatorowi zakupionych przez Miasto autobusów, a także umiarkowaną zdolność finansową PGK sp. z o.o. do kolejnych inwestycji, uznano że w okresie analizy zakupy części nowego taboru realizować będzie Miasto, udostępniając następnie tabor operatorowi. Jest to jednak wyłącznie założenie przyjęte do celów analizy porównawczej wariantów, niezamykające absolutnie możliwości nabywania taboru przez Spółkę.

W tabeli 5 przedstawiono planowane zmiany struktury taboru w wariantcie „konwencjonalnym”, natomiast w tabelach 6 i 7 w wariantach elektrycznym 1 i elektrycznym 2. W tabelach przeanalizowano zmiany struktury taboru autobusowego komunikacji miejskiej – bez uwzględniania pojazdów przeznaczonych do realizacji innych przewozów. W tabeli uwzględniono zrealizowany w 2021 r. zakup przez Miasto pojazdów zasilanych CNG, w ramach projektu inwestycyjnego „Poprawa jakości systemu transportu publicznego w mieście Suwałki – IV etap”, i ich udostępnienie PGK sp. z o.o. do eksploatacji.

Przy kolejnych zakupach autobusów elektrycznych założono jednoczesny zakup ładowarek zajezdniowych – po jednej na każdy autobus. Ponadto, w wariantcie elektrycznym 1 założono budowę stacji ładowania szybkiego na pętlach – po jednej dla każdej dostarczonej kolejnej partii czterech autobusów elektrycznych oraz przy drugiej dostawie stacji szybkiego ładowania na terenie zajezdni.

W każdym wariantcie założono, że nabywane pojazdy fabrycznie nowe będą niskopodłogowe w kolorystyce miejskiej, a ich wyposażenie będzie obejmować co najmniej: klimatyzację całopojazdową, rampę, przyklęk i miejsce na wózek, system elektronicznej informacji pasażerskiej z zapowiedziami głosowymi przystanków i wyświetlaczami dla niedowidzących, system GPS, kasowniki, Wi-Fi, ładowarki usb oraz monitoring wewnętrzny i zewnętrzny.

Liczbę pasażerów we wszystkich wariantach oszacowano na podstawie danych PGK z lat 2018-2020 oraz prognozy na 2021 r. Na liczbę pasażerów duży wpływ ma wprowadzone prawo do bezpłatnych i ulgowych przejazdów na podstawie Suwalskiej Karty Mieszkańca, zmiana zachowań komunikacyjnych mieszkańców spowodowana stanem epidemii COVID-19 oraz prognozy demograficzne GUS spadku liczby mieszkańców Suwałk. Uwzględniono także wzrost liczby wykonywanych wozokilometrów, z zastosowaniem współczynnika korelacji 0,7.

**Tab. 5. Harmonogram wymiany taboru suwalskiej komunikacji miejskiej w latach 2021-2036 w wariantcie konwencjonalnym**

| Lp.      | Typ taboru – napęd                       | Rozpatrywany rok |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|------------------------------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|          |                                          | 2021             | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 |
| <b>1</b> | <b>Autobusy ON</b>                       |                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1a       | Zakup/wycofanie                          | -/6              | 2/2  | 4/4  | 4/4  | 4/4  | 4/4  | 4/4  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | 1/1  | -/-  | -/-  | -/-  |
| 1b       | Stan na koniec roku                      | 23               | 23   | 23   | 23   | 23   | 23   | 23   | 23   | 23   | 23   | 23   | 23   | 23   | 23   | 23   | 23   |
| <b>2</b> | <b>Autobusy CNG</b>                      |                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2a       | Zakup/wycofanie                          | 4/-              | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -    | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | 5/5  | 5/5  | 5/5  |
| 2b       | Stan na koniec roku                      | 19               | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   |
| <b>3</b> | <b>Autobusy elektryczne</b>              |                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 3a       | Zakup/wycofanie                          | -/-              | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  |
| 3b       | Stan na koniec roku                      | 0                | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| <b>4</b> | <b>Ogółem stan taboru na koniec roku</b> |                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 5        | Razem emisyjne                           | 42               | 42   | 42   | 42   | 42   | 42   | 42   | 42   | 42   | 42   | 42   | 42   | 42   | 42   | 42   | 42   |
| 6        | Zeroemisyjne                             | 0                | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 6a       | Udział we flocie [%]                     | 0,0              | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  |
| 7        | Średni wiek floty [lat]                  | 8,1              | 7,7  | 7,7  | 7,4  | 7,0  | 6,5  | 5,9  | 5,2  | 6,2  | 7,2  | 8,2  | 9,1  | 10,0 | 10,6 | 9,9  | 9,5  |

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych PGK sp. z o.o.

**Tab. 6. Harmonogram wymiany taboru suwalskiej komunikacji miejskiej w latach 2021-2036 w wariantcie elektrycznym 1**

| Lp.      | Typ taboru<br>– napęd                    | Rozpatrywany rok |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
|----------|------------------------------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
|          |                                          | 2021             | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 |     |
| <b>1</b> | <b>Autobusy ON</b>                       |                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 1a       | Zakup/wycofanie                          | -/6              | 2/6  | -/-  | -/4  | 4/4  | 4/4  | -/4  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | 1/1  | -/-  | -/-  | -/-  |     |
| 1b       | Stan na koniec roku                      | 23               | 19   | 19   | 15   | 15   | 15   | 11   | 11   | 11   | 11   | 11   | 11   | 11   | 11   | 11   | 11   |     |
| <b>2</b> | <b>Autobusy CNG</b>                      |                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 2a       | Zakup/wycofanie                          | 4/-              | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | 5/5  | 5/5  | 5/5 |
| 2b       | Stan na koniec roku                      | 19               | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   |     |
| <b>3</b> | <b>Autobusy elektryczne</b>              |                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 3a       | Zakup/wycofanie                          | -/-              | 5/-  | -/-  | 4/-  | -/-  | -/-  | 5/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  |     |
| 3b       | Stan na koniec roku                      | 0                | 5    | 5    | 9    | 9    | 9    | 14   | 14   | 14   | 14   | 14   | 14   | 14   | 14   | 14   | 14   |     |
| <b>4</b> | <b>Ogółem stan taboru na koniec roku</b> |                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 5        | Razem emisyjne                           | 42               | 38   | 38   | 34   | 34   | 34   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   |     |
| 6        | Zeroemisyjne                             | 0                | 5    | 5    | 9    | 9    | 9    | 14   | 14   | 14   | 14   | 14   | 14   | 14   | 14   | 14   | 14   |     |
| 6a       | Udział we flocie [%]                     | 0,0              | 11,6 | 11,6 | 20,9 | 20,9 | 20,9 | 31,8 | 31,8 | 31,8 | 31,8 | 31,8 | 31,8 | 31,8 | 31,8 | 31,8 | 31,8 |     |
| 7        | Średni wiek floty [lat]                  | 8,1              | 7,7  | 6,4  | 7,4  | 7,1  | 6,7  | 6,2  | 5,5  | 6,5  | 7,5  | 8,5  | 9,5  | 10,5 | 11,2 | 10,6 | 9,9  |     |

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych PGK sp. z o.o.



**Tab. 7. Harmonogram wymiany taboru suwalskiej komunikacji miejskiej w latach 2021-2036 w wariantcie elektrycznym 2**

| Lp.      | Typ taboru<br>– napęd                    | Rozpatrywany rok |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
|----------|------------------------------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
|          |                                          | 2021             | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 |     |
| <b>1</b> | <b>Autobusy ON</b>                       |                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 1a       | Zakup/wycofanie                          | -/6              | 2/7  | -/-  | -/4  | 4/4  | 3/3  | -/4  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | 1/1  | -/-  | -/-  | -/-  |     |
| 1b       | Stan na koniec roku                      | 23               | 18   | 18   | 14   | 14   | 14   | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   |     |
| <b>2</b> | <b>Autobusy CNG</b>                      |                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 2a       | Zakup/wycofanie                          | 4/-              | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | 5/5  | 5/5  | 5/5 |
| 2b       | Stan na koniec roku                      | 19               | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   |     |
| <b>3</b> | <b>Autobusy elektryczne</b>              |                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 3a       | Zakup/wycofanie                          | -/-              | 5/-  | -/-  | 4/-  | -/-  | -/-  | 4/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  | -/-  |     |
| 3b       | Stan na koniec roku                      | 0                | 5    | 5    | 9    | 9    | 9    | 13   | 13   | 13   | 13   | 13   | 13   | 13   | 13   | 13   | 13   |     |
| <b>4</b> | <b>Ogółem stan taboru na koniec roku</b> |                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 5        | Razem emisyjne                           | 42               | 37   | 37   | 33   | 33   | 33   | 29   | 29   | 29   | 29   | 29   | 29   | 29   | 29   | 29   | 29   |     |
| 6        | Zeroemisyjne                             | 0                | 5    | 5    | 9    | 9    | 9    | 13   | 13   | 13   | 13   | 13   | 13   | 13   | 13   | 13   | 13   |     |
| 6a       | Udział we flocie [%]                     | 0,0              | 11,9 | 11,9 | 20,0 | 21,4 | 21,4 | 31,0 | 31,0 | 31,0 | 31,0 | 31,0 | 31,0 | 31,0 | 31,0 | 31,0 | 31,0 |     |
| 7        | Średni wiek floty [lat]                  | 8,1              | 7,7  | 7,2  | 8,2  | 8,5  | 8,5  | 8,6  | 7,9  | 8,9  | 9,9  | 10,9 | 11,9 | 12,9 | 13,8 | 14,7 | 15,6 |     |

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych PGK sp. z o.o.

Należy przypuszczać, że w przypadku przyznania szerokich praw do przejazdów bezpłatnych i ulgowych, zamiana autobusów z silnikami Diesla na pojazdy elektryczne nie będzie w najbliższych latach skutkowała efektem w postaci jeszcze większego zainteresowania mieszkańców podróży komunikacją miejską. Bardziej uzasadnione jest przyjęcie założenia, że czasem stopniowego, ewolucyjnego powrotu mieszkańców do korzystania z pojazdów transportu publicznego będzie okres kilku lat po uchyleniu stanu pandemii.

Przychody z biletów przyjęto na podstawie prognozowanej liczby pasażerów, z uwzględnieniem zakładanego niewielkiego wzrostu wpływów w okresie najbliższych kilku lat.

W tabeli 8 przedstawiono wskaźniki krotności – o ile razy większa jest gęstość zaludnienia w obszarze obsługiwanych liniami miejskimi suwalskiej 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 obsługiwanych liniami miejskimi w porównaniu do średniej gęstości zaludnienia w polskich miastach. Wskaźniki te uwzględniono w wycenie wpływu emisji substancji szkodliwych innych niż gazy cieplarniane na zdrowie i życie mieszkańców w analizie kosztów i korzyści w dalszej części opracowania.

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

| Parametry charakteryzujące Suwałki |                                 |                                             | Wskaźniki               |        |                                  |
|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------|--------|----------------------------------|
| liczba mieszkańców [tys.]          | powierzchnia [km <sup>2</sup> ] | gęstość zaludnienia [osób/km <sup>2</sup> ] | krotności w stosunku do |        | wzrostu wobec miast w Polsce [%] |
|                                    |                                 |                                             | miast w Polsce          | Polski |                                  |
| 69,64                              | 65,51                           | 1 063                                       | 1,04                    | 8,7    | 4                                |

Źródło: dane Banku Danych Lokalnych GUS.

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

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

## 6.5. Wybór linii do obsługi taborem zeroemisyjnym 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 samorzady 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 samorzady do określonych działań).

Uzyskane odpowiedzi wskazały na cztery grupy przesłanek:

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

Niemal we wszystkich miastach reprezentowanych w warsztatach zaplanowano wykorzystanie autobusów elektrycznych do uruchomienia nowych połączeń. Miałyby one obejmować ściśle centra miast i osiedla o gęstej zabudowie mieszkaniowej, co byłoby istotą kampanii promujących nowe linie. Pomimo to zakładano, że autobusy elektryczne obsługiwać będą przede wszystkim już istniejącą sieć linii. Zastrzegano przy tym, że kształt tej sieci może, a nawet 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 pociągowe), gdyż w takich warunkach zużycie energii elektrycznej bardzo mocno się zwiększa.

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

- funkcjonowanie na danym obszarze (mieście lub jego rejonie) komunikacji tramwajowej bądź trolejbusowej, umożliwiające wpięcie się z infrastrukturą zasilającą w już istniejący system – korzyścią jest brak konieczności budowy kosztownego przyłącza 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.

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

- obejmuje ona obszary miejskie o intensywnej zabudowie wielorodzinnej – ze względu na brak emisji hałasu, szczególnie dotkliwego wśród wysokich i gęsto rozlokowanych budynków;
- występuje duża intensywność dobowego i rocznego wykorzystania taboru – środki transportu o wysokich kosztach stałych powinny być eksploatowane w sposób maksymalnie intensywny (dominantę stanowiły wartości od 65 do 80 tys. wozokilometrów rocznie w przeliczeniu na pojazd w inwentarzu, aczkolwiek próg opłacalności eksploatacji autobusów wyznaczono na 100 tys. wozokilometrów rocznie – zauważając przy tym, że obecny poziom techniki poważnie utrudnia lub nawet uniemożliwia jego osiągnięcie);
- ma miejsce wysoka dostępność przestrzenna przystanków – cechy techniczno-eksploatacyjne autobusów predestynują je do obsługi linii o dużej gęstości przystanków;
- trasa ma względnie płaski profil pionowy – przy obecnym zaawansowaniu i sprawności procesu rekuperacji powinno się preferować linie bez znacznych deniwelacji w przebiegu trasy;
- linia stanowi element systemu skoordynowanej obsługi obszaru zurbanizowanego wieloma liniami – wymagane synchronizacją rozkładów jazdy dłuższe postoje wyrównawcze na pętłach mogą być dzięki temu efektywnie wykorzystane na doładowanie zasobników energii;
- jest ona podatna na kongestię drogową – jej trasa charakteryzuje się dużą liczbą zatrzymań autobusów pomiędzy przystankami i niewielką prędkością jazdy pomiędzy tymi zatrzymaniami;
- niska prędkość techniczna zdeterminowana jest także przyczynami innymi niż kongestia (np. przebieg trasy przez strefy ograniczonego ruchu – z pierwszeństwem pieszych i rowerzystów, obszary uspokojonego ruchu „Tempo 30” i inne);
- przebieg trasy obejmuje planowane przyszłe strefy ekologiczne dla pojazdów mechanicznych (w szczególności okolice obiektów zabytkowych).

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

Celem, jaki Miasto zamierza osiągnąć określonym wyborem linii, jest ograniczenie wykorzystania autobusów z napędem spalinowym w zurbanizowanej części Suwałk, w szczególności

w centrum miasta i w największych osiedlach mieszkaniowych. Liniami komunikacyjnymi, które byłyby odpowiednie do obsługi taborem zeroemisyjnym, powinny być więc takie, których trasa w głównej mierze obejmuje centralną część miasta, o gęstej zabudowie mieszkaniowej oraz największe osiedla mieszkaniowe. Liniami obsługiwanymi taborem zeroemisyjnym powinny być jednocześnie linie o wysokiej częstotliwości kursowania.

W opracowanej w 2018 r. „Analizie kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych dla miasta Suwałk” w wyborze linii do obsługi taborem zeroemisyjnym wymieniono linie wskazane w opracowaniu „Koncepcja optymalizacji komunikacji miejskiej w Suwałkach po 2018 r.”. Do obsługi taborem zeroemisyjnym wskazano w pierwszej kolejności linie: 1 (dawna 2) i 18, a w drugiej kolejności – linie: 10, 11 i 17.

Jednocześnie, w Analizie z 2018 r. przyjęto wyposażenie autobusów w baterie o pojemności 140 kWh oraz instalację ładowarek pantografowych o mocy 400 kW na pętlach: 1 Maja, rtm. Pileckiego (Osiedle Falka) i Szpitalna lub Krzywólka, a w następnej kolejności – na Os. Kamena.

W stosunku do propozycji opracowanych w 2018 r. występuje jednak, wobec stanu obecnego funkcjonowania sieci komunikacji miejskiej, konieczność aktualizacji założeń sprzed trzech lat..

Według stanu z 20 września 2021 r. połączeniami o charakterze priorytetowym są dwie linie – 14 i 19, dla których przekroczono liczbę 60 kursów wykonywanych w dniu powszednim. Linia 19 ma charakter linii wyłącznie miejskiej, natomiast trasa linii 14 kilkoma kursami wykracza poza obszar miasta, obsługując sąsiedzką miejscowość Mała Huta.

Liniami o wysokiej częstotliwości kursowania, o charakterze linii podstawowych, są linie: 2, 7 i 18, dla których liczba kursów w dniu powszednim przekracza 40. Trasy linii 7 i 18 zawierają się w granicach miasta, natomiast linia 2 wybranymi kursami obsługuje miejscowość Krzywe, położoną poza granicami miasta.

Linie powyższe powinny być w pierwszej kolejności brane pod uwagę przy wyborze linii obsługiwanymi taborem zeroemisyjnym.

W rozkładach jazdy linii autobusowych obsługiwanych przez PGK sp. z o.o. zasada rytmiczności odjazdów występuje w ograniczonym zakresie. Dla części linii da się zauważyć w pewnych porach dnia rytmiczne odjazdy, ale bardzo często zasada rytmiczności jest zakłócona dostosowaniem niektórych, wybranych kursów do określonych potrzeb (szkół lub zakładów pracy), a przesunięcie nawet jednego kursu powoduje konieczność dostosowania innych kursów w zadaniu przewozowym. Warto jednak zaznaczyć, że pełna rytmiczność kursów jest rozwiązaniem bardzo korzystnym dla pasażerów, gdyż takie rozkłady jazdy powodują łatwiejszą koordynację pomiędzy różnymi liniami autobusowymi na wspólnych odcinkach tras, a to

daje poczucie znacznie wyższej częstotliwości kursowania, niż w przypadku zupełnie indywidualnych rozkładów jazdy, konstruowanych odrębnie dla poszczególnych linii.

W większości przypadków w suwalskiej komunikacji miejskiej rozkłady jazdy nie przewidywają jednak rytmicznej częstotliwości (np. 20, 40 czy 60), ale jedynie częstotliwość do takich zbliżoną – wskutek dostosowywania poszczególnych kursów pod określone potrzeby.

Aby jednak z jednej strony zapewnić pasażerom w miarę rytmiczne odjazdy, a z drugiej – optymalizować długość postoju na pętłach, w Suwałkach stosuje się zmiany w przypisaniu pojazdów do linii. Konieczne jest to w szczególności w przypadku linii, których rozkłady jazdy wzajemnie się uzupełniają – przede wszystkim w grupie linii: 1, 7 i 14). Przyjmuje się utrzymanie tej zasady także po wprowadzeniu taboru zeroemisyjnego w takim zakresie, aby autobusy zeroemisyjne były optymalnie wykorzystane w okresie całego dnia. Zachowana byłaby przy tym zasada co kilka kursów realizacji trasy kończącej się na pętli z dostępną ładowarką, dla doładowania baterii.

Trasy linii wybieranych do elektryfikacji powinny przebiegać przez obszary o gęstej zabudowie mieszkaniowej, wskutek czego korzyści środowiskowe wynikające z wyeliminowania emisji zanieczyszczeń oraz obniżenia hałasu, dotyczyłyby znacznej liczby mieszkańców Suwałk.

Przy poszukiwaniu możliwości wprowadzenia do eksploatacji taboru elektrycznego, wręcz samo nasuwa się rozwiązanie polegające na instalacji stacji szybkiego ładowania autobusów urządzonych na pętłach, które stanowią przystanki początkowo-końcowe dla wielu linii autobusowych.

Takimi pętlami są niżej wymienione – obsługujące odpowiednio następującą liczbę linii:

- Szpitalna – 7;
- Krzywólka – 5;
- 1 Maja – 6;
- Północna/Os. Kamena – 4;
- Sejneńska/PGK – 6.

We wszystkich przypadkach pętla obsługiwana jest jedynie wybranymi kursami w ramach danej linii.

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

W kontekście powyższych rozważań, niezależnie od możliwej elektryfikacji poszczególnych zadań przewozowych, połączonych wspólnym obiegiem taboru na różnych liniach, proponuje się w wariantcie elektrycznym 1, aby przydział linii do obsługi taboru zeroemisyjnym przedstawiał się następująco:

- w pierwszej kolejności – linia podstawowa 14 oraz dodatkowo linia uzupełniająca 7, korzystające z ładowarki pantografowej na pętli Krzywólka;
- w drugiej kolejności – linia podstawowa 19, korzystająca z ładowarki na pętli Północna/Os. Kamena;
- w trzeciej kolejności – linie 1, 17 i 18, z instalacją ładowarki na pętli Szpitalna.

Autobusy linii: 1, 7 i 14, których rozkłady wzajemnie się uzupełniają, mogą być obsługiwane taboru zeroemisyjnym także w innej kolejności.

Jednocześnie z elektryfikacją linii wymienionych w drugiej kolejności, w zajezdni autobusowej PGK sp. z o.o. przy ul. Sejneńskiej powinna zostać zainstalowana dodatkowa ładowarka pantografowa o standardowej mocy 400 kW. Z ładowarki tej mogłyby korzystać autobusy tych linii, które w poszczególnych kursach odbywają postoje wyrównawcze w zajezdni lub też zjeżdżają do niej na długie przerwy socjalne kierowców.

W wariantcie elektrycznym 2 obsługiwane byłyby te same linie, ale wszystkie urządzenia do ładowania baterii autobusów zainstalowane byłyby na terenie zajezdni PGK sp. z o.o. przy ul. Sejneńskiej.

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 taboru 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 pętlach, uzupełnienie energii odbywa się w nich na terenie zajezdni, poprzez złącze plug-in. Przy przeciętnych warunkach pracy pojazdu (brak wysokich temperatur powietrza, brak silnych mrozów, stosunkowo płaski teren), taka pojemność baterii powinna wystarczyć do obsługi całodziennych zadań w większości przypadków. Pomimo tego, zastosowanie ogrzewania elektrycznego w autobusach testowych, nie zapewnia w polskim klimacie, w trudnych warunkach użytkowania, pewności pokonania przez autobus 250-300 km bez konieczności doładowania (doświadczenia z testów w różnych miastach). Istotnym utrudnieniem jest występowanie silnych mrozów (co ma istotne znaczenie w Suwałkach z klimatem umiarkowanym zimnym o wyraźnym zaznaczonym kontynentalizmie, wskutek czego temperatury w mieście i jego okolicach należą do najniższych wśród nizinnych obszarów Polski), 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 niniejszej analizie przyjęto zakup autobusów zeroemisyjnych z szybkim doładowaniem na pętlach, 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, łączność z serwerami i dyspozytorem, itp.), ale także elementów informacji i obsługi pasażerskiej oraz komfortu przewozu i zapewnienia bezpieczeństwa. Znaczącymi odbiornikami energii w pojeździe elektrycznym są: system i wyświetlacze informacji pasażerskiej, w tym zapowiedzi głosowe kolejnych przystanków, monitoring, zasilanie automatu biletowego, systemy zliczania pasażerów, sieć Wi-Fi i porty USB, klimatyzacja przestrzeni pasażerskiej itd.

Zużycie energii przez pojazd elektryczny waha się w dość szerokich granicach, wynikających z warunków jazdy oraz z wyposażenia pojazdu. Przeciętne zużycie energii przez obecnie eksploatowane autobusy elektryczne w komunikacji miejskiej waha się od 0,9 do 1,4 kWh/km (dla autobusów przegubowych). Można przyjąć, że przy eksploatacji taboru 12-metrowego i przy standardowym dla suwalskiej komunikacji miejskiej wyposażeniu autobusu, bez ogrzewania elektrycznego, przy obsłudze obszarów o gęstej sieci ulic i w relatywnie trudnych warunkach ruchowych oraz specyfice klimatycznej miasta, średnie zużycie energii wyniesie ok. 1,15 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 dm<sup>3</sup> oleju na godzinę pracy, są więc dodatkowym źródłem emisji gazów cieplarnianych i emisji innych zanieczyszczeń do atmosfery. Autobus z takim systemem ogrzewania nie jest więc 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 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 suwalskich warunkach

ruchowych i klimatycznych należy przyjąć maksymalne zużycie energii przez autobus elektryczny klasy maxi z ogrzewaniem elektrycznym na poziomie  $1,15 + 0,75 = 1,9$  kWh w przeliczeniu na każdy 1 km trasy.

W tabeli 9 przedstawiono szacunkowe wyliczenia niezbędnej pojemności baterii dla autobusów dla poszczególnych linii suwalskiej komunikacji miejskiej. Z uwagi na często zmieniające się rozkłady jazdy i wprowadzanie wariantów przebiegu trasy linii zgodnie ze zmieniającym się zapotrzebowaniem pasażerów, uwzględniono długość trasy linii podaną przez Miasto. W rzeczywistości tak skrajne warunki wystąpią dość rzadko, z uwagi na zdecydowanie krótszą długość trasy znacznej części wariantów trasy 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 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 300 kW (przy sprawności wynoszącej 95%).

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

| Linia | Przeciętna długość dwóch kółek | Zużycie energii |       | Czas ładowania |       | Pojemność baterii   |             |
|-------|--------------------------------|-----------------|-------|----------------|-------|---------------------|-------------|
|       |                                | lato            | zima  | lato           | zima  | obliczona lato/zima | proponowana |
|       | [km]                           | [kWh]           | [kWh] | [min]          | [min] | [kWh]               | [kWh]       |
| 2     | 53,8                           | 88,9            | 91,3  | 9,0            | 14,8  | 76/126              | 120/160     |
| 7     | 41,1                           | 67,9            | 69,7  | 6,9            | 11,3  | 58/96               | 120         |
| 14    | 67,6                           | 111,6           | 114,6 | 11,3           | 18,6  | 96/158              | 120/180     |
| 18    | 55,5                           | 91,7            | 94,2  | 9,3            | 15,3  | 79/130              | 120/160     |
| 19    | 80,9                           | 133,7           | 137,2 | 13,5           | 22,3  | 114/189             | 150/210     |

Źródło: opracowanie własne.

Zestawienie zawarte w tabeli 9 ma jednak charakter przede wszystkim poglądowy, gdyż przy proponowanym zachowaniu obecnych częstych zmian w przypisaniu pojazdów do linii, kolejne kursy realizowane byłyby na różnych parach linii zestawionych spośród wymienionych w tabeli oraz o różnej długości wariantów tras.

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

Czas ładowania rozładowanej baterii autobusu na pętli zależy od jej pojemności, ale także od mocy dyspozycyjnej ładowarki. Przyjęta maksymalna moc ładowania 400 kW powoduje, że konieczny postój pojazdu na pętli 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 linii 7 w lecie umożliwiłyby autobusy z bateriami o mniejszej pojemności – 100-120 kWh. Pojemność ta może być jednak niewystarczająca w okresie wzmożonego zapotrzebowania w pojeździe na energię, generowanego przez urządzenia klimatyzacyjno-wentylacyjne. Zalecane jest więc wprowadzanie autobusów elektrycznych o ujednoliconej pojemności baterii – w celu umożliwienia swobodnego dysponowania pojazdami na poszczególnych liniach i pewności ich eksploatacji w każdych warunkach pogodowych oraz ruchowych. Pojemność baterii autobusów zeroemisyjnych powinna więc wynosić co najmniej 160 kWh dla autobusu klasy maxi. 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. Zmniejsza jednak jednocześnie pojemność pasażerską pojazdu i podnosi jego cenę.

Zastosowanie w wariantcie elektrycznym 1 w autobusach zeroemisyjnych baterii o pojemności 160 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).

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

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

### **6.6. Planowane nakłady inwestycyjne**

Przewidywane (przyszłe) koszty zakupu jednostek taborowych przyjęto na podstawie wyników rozstrzygniętych postępowań przetargowych w latach 2019-2021. Uwzględniono wynik postępowania przetargowego na dostawę 4 szt. autobusów zasilanych CNG w ramach realizacji projektu „Poprawa jakości systemu transportu publicznego w mieście Suwałki – IV etap”.

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

- 0,90 mln zł – z silnikiem na olej napędowy, klasy midi;
- 0,98 mln zł – z silnikiem na olej napędowy, klasy maxi;
- 1,27 mln zł – z silnikiem na olej napędowy, klasy mega;
- 1,03 mln zł – z silnikiem na CNG, klasy midi;
- 1,12 mln zł – z silnikiem na CNG, klasy maxi;
- 1,45 mln zł – z silnikiem na CNG, klasy mega;
- 2,37 mln zł – z silnikiem elektrycznym, ładowany za pomocą pantografu i poprzez plug-in, klasy maxi;
- 2,64 mln zł – z silnikiem elektrycznym, ładowany wyłącznie poprzez plug-in w zajezdni, klasy maxi.

Dla autobusów używanych, po 8-letnim okresie wcześniejszej eksploatacji, cenę zakupu przyjęto w wysokości netto odpowiednio: 0,25 mln zł dla klasy midi, 0,30 mln zł dla klasy maxi i 0,35 mln zł dla klasy mega. Przyjęto, że ceny te uwzględniają konieczność dostosowania jednostek taborowych do wymogów suwalskiej 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 w bazie PGK sp. z o.o. stacji wolnego ładowania, o mocy pozwalającej na naładowanie autobusu w czasie nie dłuższym niż 4-6 godzin;
- rozbudowę stacji transformatorowych, rozdzielni i sieci zasilających oraz stanowisk postojowych oraz dostosowanie obiektów zajezdni PGK sp. z o.o. do eksploatacji autobusów elektrycznych.

Moc ładowarek na pętlach zależy od zużycia energii na trasie, jaka ma być przez autobus elektryczny obsługiwana oraz od rodzaju i pojemności baterii zastosowanych w autobusach, a także 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 do 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 o 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, nie mniej niż 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.

PGK sp. z o.o. posiada place postojowe dla autobusów pozwalające na instalację ładowarek w obydwu systemach, wymagają one jednak dalszej rozbudowy.

Elementem inwestycji związanej z systemem ładowania nocnego autobusów jest konieczność dostosowania instalacji doprowadzających energię elektryczną do zajezdni oraz do ładowarek. W wariantach elektrycznych przyjmuje się rozpoczęcie eksploatacji taboru zeroemisyjnego bateryjnymi autobusami elektrycznymi, z zapewnieniem ładowarek o mocy 40 kW na jeden autobus w wariantcie elektrycznym 1 i 60 kW w wariantcie elektrycznym 2, co wymaga mocy przyłączeniowej rzędu 160-240 kW. Niezbędna byłaby szybka rozbudowa rozdzielni i stacji transformatorowej w celu umożliwienia dostarczenia takiej mocy do instalacji ładowania.

Przy docelowym użytkowaniu w wariantach elektrycznych łącznie 12 autobusów elektrycznych, wymagana moc dostarczona przez rozdzielnię to już ok. 0,5-0,7 MW. Do dostarczenia takiej mocy powinna być rozbudowana instalacja zasilająca zajezdnię. W obydwu wariantach rozbudowa byłaby konieczna już w pierwszym etapie – przed wprowadzeniem do ruchu pierwszych pojazdów elektrycznych.

Koszt inwestycji dla potrzeb eksploatacji autobusów elektrycznych przyjęto w wysokości szacunkowej w kwocie 1,5 mln zł na przebudowę instalacji zasilania zajezdni, rozdzielni oraz obiektów obsługi autobusów oraz 0,5 mln zł w wariantcie elektrycznym 1 oraz 1,0 mln zł w wariantcie elektrycznym 2 – na przebudowę terenu zajezdni. W wariantcie elektrycznym 1 autobusy będą mogły być doładowane na terenie zajezdni z wykorzystaniem ładowarki szybkiej, z jedynie doładowaniem ładowarkami o niskiej mocy. W wariantcie elektrycznym 2 autobusy muszą być doładowane przez kilka godzin na stacjonarnym stanowisku, stąd większe koszty adaptacji placu.

Ryczałtowy koszt instalacji do wolnego ładowania na terenie zajezdni operatora przyjęto w analizie na uśrednionym poziomie 80 tys. zł na autobus.

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

Przy kolejnych zakupach autobusów elektrycznych założono jednoczesny zakup ładowarek zajezdniowych – po jednej na każdy autobus oraz budowę stacji ładowania na pętlach – jednej dla każdej dostarczonej kolejnej partii czterech autobusów elektrycznych.

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

- 2,00 mln zł – w wariantcie elektrycznym 1 – na budowę zasilania oraz adaptację zajezdni PGK sp. z o.o. do potrzeb eksploatacji i utrzymania w ruchu autobusów elektrycznych;
- 2,50 mln zł – w wariantcie elektrycznym 1 – na budowę zasilania oraz adaptację zajezdni PGK sp. z o.o. do potrzeb eksploatacji i utrzymania w ruchu autobusów elektrycznych;
- 0,08 mln zł na ładowarki zajezdniowe wolnego ładowania z zasilaniem, po jednej na każdy zakupiony autobus elektryczny;
- 0,75 mln zł na instalację szybkich ładowarek na pętlach autobusowych;
- 0,35 mln zł na instalację szybkiej ładowarki na terenie zajezdni;
- 0,074 mln zł – w wariantcie elektrycznym 1 – na wymianę baterii o pojemności rzędu 160 kWh po 8 latach eksploatacji bateryjnego autobusu elektrycznego;
- 0,162 mln zł – w wariantcie elektrycznym 2 – na wymianę baterii o pojemności rzędu 350 kWh po 8 latach eksploatacji bateryjnego autobusu elektrycznego.

W przypadku instalacji ładowarki na pętli zwykle konieczne jest także kompleksowe dostosowanie układu dróg i placów – wraz z umożliwieniem omijania pojazdów korzystających w danym czasie z ładowarek, co również generuje dodatkowe koszty inwestycyjne. Nakładów tych nie uwzględniono, gdyż 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 dla poszczególnych wariantów inwestycji taborowych w latach 2021-2036 [mln zł]**

| Lp.        | Wyszczególnienie                         | Rozpatrywany rok              |              |             |              |             |             |                              |             |             |             |             |                              |             |             |             |             |
|------------|------------------------------------------|-------------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|            |                                          | 2021                          | 2022         | 2023        | 2024         | 2025        | 2026        | 2027                         | 2028        | 2029        | 2030        | 2031        | 2032                         | 2033        | 2034        | 2035        | 2036        |
| <b>1</b>   | <b>Wariant konwencjonalny</b>            |                               |              |             |              |             |             |                              |             |             |             |             |                              |             |             |             |             |
| 1.1        | Autobusy ON                              | 0,00                          | 2,54         | 3,92        | 3,92         | 3,92        | 3,92        | 3,92                         | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00                         | 1,27        | 0,00        | 0,00        | 0,00        |
| 1.2        | Autobusy CNG                             | 3,35                          | 0,00         | 0,00        | 0,00         | 0,00        | 0,00        | 0,00                         | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00                         | 0,00        | 5,60        | 5,66        | 5,60        |
| <b>1.3</b> | <b>Ogółem</b>                            | <b>3,35</b>                   | <b>2,54</b>  | <b>3,92</b> | <b>3,92</b>  | <b>3,92</b> | <b>3,92</b> | <b>3,92</b>                  | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>0,00</b>                  | <b>1,27</b> | <b>5,60</b> | <b>5,66</b> | <b>5,60</b> |
| <b>2</b>   |                                          |                               |              |             |              |             |             |                              |             |             |             |             |                              |             |             |             |             |
| 2.1        | Autobusy ON                              | 0,00                          | 2,54         | 0,00        | 0,00         | 3,92        | 3,92        | 0,00                         | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00                         | 1,27        | 0,00        | 0,00        | 0,00        |
| 2.2        | Autobusy CNG                             | 3,35                          | 0,00         | 0,00        | 0,00         | 0,00        | 0,00        | 0,00                         | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00                         | 0,00        | 5,60        | 5,66        | 5,60        |
| 2.3        | Autobusy elektryczne                     | 0,00                          | 11,85        | 0,00        | 9,48         | 0,00        | 0,00        | 11,85                        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00                         | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        |
| 2.4        | Infrastruktura zajezdni, wymiana baterii | 0,00                          | 3,15         | 0,00        | 1,42         | 0,00        | 0,00        | 1,15                         | 0,00        | 0,00        | 0,37        | 0,00        | 0,30                         | 0,00        | 0,00        | 0,37        | 0,00        |
| <b>2.5</b> | <b>Ogółem</b>                            | <b>3,35</b>                   | <b>17,54</b> | <b>0,00</b> | <b>10,90</b> | <b>3,92</b> | <b>3,92</b> | <b>13,00</b>                 | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>0,37</b> | <b>0,00</b> | <b>0,30</b>                  | <b>1,27</b> | <b>5,60</b> | <b>6,03</b> | <b>5,60</b> |
| <b>3</b>   |                                          |                               |              |             |              |             |             |                              |             |             |             |             |                              |             |             |             |             |
| 3.1        | Autobusy ON                              | 0,00                          | 2,54         | 0,00        | 0,00         | 3,92        | 2,94        | 0,00                         | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00                         | 1,27        | 0,00        | 0,00        | 0,00        |
| 3.2        | Autobusy CNG                             | 3,35                          | 0,00         | 0,00        | 0,00         | 0,00        | 0,00        | 0,00                         | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00                         | 0,00        | 5,60        | 5,66        | 5,60        |
| 3.3        | Autobusy elektryczne                     | 0,00                          | 13,20        | 0,00        | 10,56        | 0,00        | 0,00        | 10,56                        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00                         | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        |
| 3.4        | Infrastruktura zajezdni, wymiana baterii | 0,00                          | 2,90         | 0,00        | 0,32         | 0,00        | 0,00        | 0,32                         | 0,00        | 0,00        | 0,81        | 0,00        | 0,65                         | 0,00        | 0,00        | 0,65        | 0,00        |
| <b>3.5</b> | <b>Ogółem</b>                            | <b>3,35</b>                   | <b>18,64</b> | <b>0,00</b> | <b>10,88</b> | <b>3,92</b> | <b>2,94</b> | <b>10,88</b>                 | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>0,81</b> | <b>0,00</b> | <b>0,65</b>                  | <b>1,27</b> | <b>5,60</b> | <b>6,31</b> | <b>5,60</b> |
| <b>4</b>   | <b>Razem wydatki</b>                     | <b>wariant konwencjonalny</b> |              |             |              |             |             | <b>wariant elektryczny 1</b> |             |             |             |             | <b>wariant elektryczny 2</b> |             |             |             |             |
|            |                                          | <b>43,62</b>                  |              |             |              |             |             | <b>71,79</b>                 |             |             |             |             | <b>70,84</b>                 |             |             |             |             |

Źródło: opracowanie własne.

## 7. Analiza kosztów i korzyści

### 7.1. Przyjęte założenia analizy kosztów i korzyści

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

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

W obliczeniach wykorzystano:

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

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

Koszty utrzymania taboru zostały w analizie finansowej zaprognozowane na podstawie prognozy przedstawionej przez PGK sp. z o.o. Roczne koszty eksploatacji w zakresie komunikacji miejskiej prognozowane do poniesienia w 2021 r. przedstawiono w tabeli 11. Na podstawie powyższych danych obliczono następnie wskaźniki jednostkowe kosztów (zł/km).

Do obliczeń przyjęto koszt jednostkowy kilowatogodziny – na podstawie danych PGK sp. z o.o. – w wysokości 0,56 zł netto, poniesiony w I połowie 2021 r.

W tabeli 12 przedstawiono podstawowe wskaźniki eksploatacyjne przyjęte do obliczeń dla autobusów z napędem Diesla oraz bateryjnych elektrycznych.

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

Ceny gazu ziemnego nabywanego obecnie przez PGK sp. z o.o. są wyjątkowo wysokie, aczkolwiek ich tendencja zmian odpowiada cenom rynkowym gazu w Europie, które w okresie od marca do września 2021 r. wzrosły aż o niemal 35%. Wysokie ceny gazu są wynikiem

spekulacji spowodowanej ograniczeniem dostaw gazu do Europy poprzez Ukrainę przez Federację Rosyjską, przy jednoczesnym braku uruchomienia gazociągu Nord Stream 2. Można przypuszczać, że jest to zjawisko okresowe i w dłuższym okresie czasu ceny gazu znacząco spadną. Ponadto, ceny gazu w kontraktach terminowych są znacząco niższe od takich cen na rynku spot. W analizie przyjęto zatem ich spadek do poziomu 3,50 zł za m<sup>3</sup> w 2024 r. i utrzymanie tej ceny w dalszym okresie.

**Tab. 11. Prognozowane roczne koszty eksploatacji w komunikacji miejskiej PGK sp. z o.o. w 2021 r. [tys. zł]**

| Kategoria kosztu                                      | Wartość         |
|-------------------------------------------------------|-----------------|
| Amortyzacja                                           | 165,0           |
| Zużycie paliwa i smarów                               | 2 351,1         |
| Ogumienie                                             | 40,0            |
| Części zamienne                                       | 280,0           |
| Pozostałe materiały                                   | 118,2           |
| Usługi obce                                           | 1 301,0         |
| Wynagrodzenia                                         | 3 610,4         |
| Narzuty na wynagrodzenia                              | 883,2           |
| Podatki i opłaty                                      | 136,2           |
| Remonty własne i przeglądy                            | 760,0           |
| Ubezpieczenia                                         | 421,5           |
| Pozostałe koszty                                      | 95,0            |
| <b>Razem koszty eksploatacji</b>                      | <b>10 161,6</b> |
| Koszty ogólnozakładowe                                | 1 019,2         |
| <b>Razem koszty przewozów w komunikacji miejskiej</b> | <b>11 180,8</b> |

Źródło: Dane PGK sp. z o.o.

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

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

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

| Kategoria                                                                                                                                                 | Jednostka               | Podstawa                                  | Wartość                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------|-------------------------|
| Średnioroczne spalanie autobusu z silnikiem na olej napędowy o normie czystości spalin:<br>– EURO III – 18 m<br>– EURO IV – VI – 12 m<br>– EURO VI – 18 m | dm <sup>3</sup> /100 km | dane<br>PGK sp. z o.o.                    | 52,18<br>37,41<br>49,13 |
| Średnioroczne spalanie autobusu z silnikiem na CNG o normie czystości spalin EURO VI, o długości:<br>– 12 m<br>– 18 m                                     | m <sup>3</sup> /100 km  |                                           | 58,93<br>70,00          |
| Średnia cena oleju napędowego                                                                                                                             | zł/dm <sup>3</sup>      | dane<br>PGK sp. z o.o.                    | 3,74                    |
| Cena energii elektrycznej                                                                                                                                 | zł/kWh                  | dane<br>PGK sp. z o.o.                    | 0,563                   |
| Cena CNG:<br>– w latach 2021-2023<br>– od 2024 r.                                                                                                         | zł/m <sup>3</sup>       | dane<br>PGK sp. z o.o.<br>szacunek własny | 4,54<br>3,50            |
| Koszty eksploatacji autobusów<br>– zużycie materiałów                                                                                                     | zł/km                   | dane<br>PGK sp. z o.o.                    | 0,49                    |
| Koszty eksploatacji autobusów<br>– naprawy i usługi obce                                                                                                  | zł/km                   | dane<br>PGK sp. z o.o.                    | 0,56                    |
| Współczynnik kosztów eksploatacji autobusów elektrycznych do autobusów z silnikiem Diesla (materiały i usługi)                                            | -                       | dane<br>producentów                       | 0,70                    |
| Współczynnik kosztów eksploatacji nowych autobusów w stosunku do autobusów używanych (materiały i usługi)                                                 | -                       | szacunek<br>własny                        | 0,85                    |
| Średnie zużycie energii przez autobus elektryczny o długości 12 m:<br>– z baterią 160 kW<br>– z baterią 350 kW                                            | kWh/km                  | dane<br>operatorów                        | 1,20<br>1,30            |

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych rozproszonych.

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

Analiza została przygotowana według niżej przedstawionego schematu postępowania:

- 1) przeprowadzenie analizy odchyleń cenowych, płacowych oraz aspektów podatkowych;
- 2) ocena wpływu na środowisko;

3) ocena projektu z punktu widzenia mierzalnych i niemierzalnych efektów oddziaływania na środowisko.

Analiza korzyści użytkowników koncentruje się na efektach inwestycji z perspektywy dobrobytu społecznego, dlatego wyłączono z niej przychody PGK sp. z o.o. i Miasta Suwałki, w szczególności wyeliminowano ich wzajemne rozliczenia 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 20 września 2021 r. Ze względu na specyfikę i charakter analizy, zgodnie z wymogami art. 37 ust. 2 pkt 3 ustawy o elektromobilności, ujęto w niej efekty zewnętrzne związane z emisją:

- gazów cieplarnianych (CO<sub>2</sub>);
- gazów innych niż cieplarniane (tj. lokalne skutki zanieczyszczenia powietrza);
- hałasu.

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

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

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

w takim przypadku należy unikać podwójnego naliczenia kosztów ekologicznych w analizie ekonomicznej).

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

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

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

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

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

#### Emisja gazów cieplarnianych

Ocena oddziaływań zmian klimatycznych umożliwia określenie wartości ekonomicznej przyrostowych oddziaływań emisji gazów cieplarnianych na zmiany klimatyczne, generowanych przez pojazdy wykorzystujące infrastrukturę transportową. Emisje gazów cieplarnianych są wyrażane jako ekwiwalent CO<sub>2</sub>, zgodnie z metodyką zawartą w opracowaniu pt. „European Investment Bank Induced GHG Footprint. The carbon footprint of projects financed by the Bank. Methodologies for the Assessment of Project GHG Emissions and Emission Variations. Version 10.1”, kwiecień 2014 r.

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

Koszt jednostkowy emisji CO<sub>2</sub> został przyjęty w analizie na podstawie powyższej metodologii. Zgodnie z rekomendacjami CUPT, wykorzystano scenariusz średni z tego opracowania, w którym koszt klimatyczny emisji 1 tony CO<sub>2</sub> oszacowano na 25 euro. Indeksacja tego kosztu polega na dodaniu do wartości dla roku poprzedniego, wzrostu rocznego w wysokości 1 euro na 1 tonę CO<sub>2</sub> (w cenach z 2006 r.). W celu przeliczenia na złote, w każdym roku analizy

wykorzystano średni kurs roczny EUR/PLN, podawany przez Europejski Bank Centralny (EBC). Indeksacja kosztów zmian klimatycznych jest niezależna od dynamiki PKB *per capita*.

Do obliczeń przyjęto wartości jednostkowe uzyskane zgodnie z Kalkulatorem emisji zanieczyszczeń i kosztów klimatu dla środków transportu publicznego CUPT, dostępnym w serwisie internetowym tej instytucji ([www.cupt.gov.pl/raporty/41-wdrazanie-projektow/analiza-kosztow-i-korzysci/narzedzia/692-kalkulator-emisji-zanieczyszczen-i-kosztow-klimatu-dla-srodkow-transportu-publicznego](http://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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> w okresie analizy. Obliczeń dokonano w oparciu o scenariusz według Krajowego planu na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030.

W tabeli 13 przedstawiono emisję gazów cieplarnianych (GHG) przy produkcji energii elektrycznej w Polsce – dane dla krajowego miksu energetycznego.

**Tab. 13. Emisja GHG przy produkcji energii elektrycznej w Polsce [gCO<sub>2</sub>/kWh] – dane dla krajowego miksu energetycznego**

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

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

#### Emisja gazów innych niż cieplarniane

Koszt związany z emisją substancji szkodliwych innych niż gazy cieplarniane (NO<sub>x</sub>, PM, NMHC/NMVOC) został oszacowany dla scenariusza bazowego i wariantów inwestycyjnych – zgodnie z aktualnymi wartościami dopuszczalnych zanieczyszczeń dla poszczególnych norm EURO użytkowanego taboru.

Dla wariantu elektrycznego, z autobusami elektrycznymi zasilanymi z baterii, uwzględniono koszty emisji powstającej przy wytwarzaniu energii elektrycznej w Polsce, pomimo że emisję lokalną można uznać za zerową. Wielkość emisji zanieczyszczeń przy produkcji energii wyrażoną w g/kWh przedstawiono w tabeli 14.

**Tab. 14. Emisja zanieczyszczeń przy produkcji energii elektrycznej w Polsce [g/KWh] – dane dla krajowego miks energetycznego**

| Substancja zanieczyszczająca atmosferę | Wielkość emisji w roku [g/kWh] |       |       |       |
|----------------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|
|                                        | 2021                           | 2025  | 2030  | 2035  |
| NMHC/NMVOC                             | 0,005                          | 0,005 | 0,005 | 0,003 |
| SO <sub>2</sub>                        | 2,627                          | 2,188 | 2,023 | 1,522 |
| NO <sub>x</sub>                        | 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 oraz CNG i 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 Suwałk 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 Polsce<sup>15</sup>.

#### 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

<sup>15</sup> <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, elektrycznego 1 i elektrycznego 2.

Różnica pomiędzy rozpatrywanym wariantem a scenariuszem bazowym, stanowi wartość kosztów lub korzyści wynikających z realizacji danego wariantu. W przypadku, gdy różnica kosztów danego wariantu i kosztów wariantu bazowego jest dodatnia, dana kategoria efektu zewnętrznego jest kosztem, natomiast w przypadku, gdy różnica jest wynikiem ujemnym, dana kategoria efektu zewnętrznego traktowana jest jako korzyść społeczną realizacji wariantu.

W tabeli 15 przedstawiono wskaźniki oceny opłacalności efektywności finansowej porównywanych wariantów: konwencjonalnego, elektrycznego 1 i elektrycznego 2 – w stosunku do scenariusza bazowego.

**Tab. 15. Wskaźniki efektywności finansowej porównywanych wariantów**

| Wyszczególnienie                                                | Jednostka | Wariant        |               |               |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|----------------|---------------|---------------|
|                                                                 |           | konwencjonalny | elektryczny 1 | elektryczny 2 |
| Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji ( <b>FNPV/c</b> )    | tys. zł   | -14 460,6      | -27 235,1     | -26 552,7     |
| Finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji ( <b>FRR/c</b> ) | %         | niepoliczalna  | nie istnieje  | nie istnieje  |

Źródło: opracowanie własne.

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

W tabeli 16 przedstawiono wyniki podsumowania analizy dla wariantów konwencjonalnego, elektrycznego 1 oraz elektrycznego 2 w zakresie emisji zanieczyszczeń, a w tabeli 17 – efekty ekonomiczne tej analizy.

We wszystkich wariantach z taborem zeroemisyjnym wartości ENPV przyjęły wielkości ujemne. W przypadku, gdy wartość ENPV wynosi zero, bieżąca wartość przyszłych korzyści ekonomicznych jest równa bieżącej wartości kosztów ekonomicznych wariantu. W analizowanym przypadku nie są jednak istotne osiągnięte wartości ENPV w porównaniu do scenariusza bazowego, lecz różnice wartości ENPV poszczególnych analizowanych wariantów. Scenariusz bazowy nie będzie bowiem realizowany i ma znaczenie wyłącznie porównawcze, ponieważ służy zaprognozowaniu przepływów dla poszczególnych wariantów przy zastosowaniu metody różnicowej.

**Tab. 16. Emisja zanieczyszczeń i jej koszt w poszczególnych wariantach w latach 2021-2036**

| Lp.                             | Czas badania       | Jednostka | Wielkość i koszt emisji |                 |                      |       |
|---------------------------------|--------------------|-----------|-------------------------|-----------------|----------------------|-------|
|                                 |                    |           | CO <sub>2</sub>         | NO <sub>x</sub> | NM <sub>10</sub> VOC | PM    |
| <b>Scenariusz bazowy</b>        |                    |           |                         |                 |                      |       |
| 1.1                             | Średniorocznie     | tona      | 1 449,7                 | 4,2             | 2,1                  | 0,04  |
| 1.2                             |                    | tys. zł   | 332,4                   | 408,9           | 24,2                 | 61,6  |
| 1.3                             | Cały okres analizy | tona      | 23 195,1                | 67,2            | 33,3                 | 0,63  |
| 1.4                             |                    | tys. zł   | 5 318,3                 | 6 542,2         | 386,7                | 985,9 |
| <b>Wariant „konwencjonalny”</b> |                    |           |                         |                 |                      |       |
| 2.1                             | Średniorocznie     | tona      | 1 450,7                 | 3,8             | 1,7                  | 0,04  |
| 2.2                             |                    | tys. zł   | 332,6                   | 371,8           | 19,5                 | 56,1  |
| 2.3                             | Cały okres analizy | tona      | 23 210,1                | 61,3            | 27,0                 | 0,58  |
| 2.4                             |                    | tys. zł   | 5 322,3                 | 5 949,4         | 312,7                | 897,9 |
| <b>Wariant „elektryczny 1”</b>  |                    |           |                         |                 |                      |       |
| 3.1                             | Średniorocznie     | tona      | 1 301,5                 | 3,6             | 1,4                  | 0,03  |
| 3.2                             |                    | tys. zł   | 295,3                   | 348,1           | 16,4                 | 48,9  |
| 3.3                             | Cały okres analizy | tona      | 20 823,3                | 57,8            | 23,0                 | 0,51  |
| 3.4                             |                    | tys. zł   | 4 724,4                 | 5 570,0         | 262,5                | 783,1 |

| Lp.                                                                                                          | Czas badania       | Jednostka | Wielkość i koszt emisji |                 |        |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------|-------------------------|-----------------|--------|--------|
|                                                                                                              |                    |           | CO <sub>2</sub>         | NO <sub>x</sub> | NM VOC | PM     |
| <b>Wariant „elektryczny 2”</b>                                                                               |                    |           |                         |                 |        |        |
| 4.1                                                                                                          | Średniorocznie     | tona      | 1 313,7                 | 3,6             | 1,4    | 0,03   |
| 4.2                                                                                                          |                    | tys. zł   | 298,0                   | 341,7           | 15,8   | 49,8   |
| 4.3                                                                                                          | Cały okres analizy | tona      | 21 019,0                | 56,8            | 22,2   | 0,52   |
| 4.4                                                                                                          |                    | tys. zł   | 4 768,1                 | 5 467,2         | 253,5  | 797,4  |
| <b>Różnica wysokości emisji i jej kosztów<br/>– wariant „elektryczny 1” versus wariant „konwencjonalny”</b>  |                    |           |                         |                 |        |        |
| 5.1                                                                                                          | Średniorocznie     | tona      | -149,2                  | -0,2            | -0,2   | -0,00  |
| 5.2                                                                                                          |                    | tys. zł   | -37,4                   | -23,7           | -3,1   | -7,2   |
| 5.3                                                                                                          | Cały okres analizy | tona      | -2 387,9                | -3,5            | -4,0   | -0,06  |
| 5.4                                                                                                          |                    | tys. zł   | -597,9                  | -379,6          | -50,2  | -114,7 |
| <b>Ograniczenie emisji w wariantcie „elektrycznym 1”<br/>w porównaniu do wariantu „konwencjonalnego” [%]</b> |                    |           |                         |                 |        |        |
| 6.1                                                                                                          | Średniorocznie     | tona      | -10,3                   | -5,7            | -14,8  | -10,9  |
| 6.2                                                                                                          |                    | tys. zł   | -11,2                   | -6,4            | -16,0  | -12,8  |
| 6.3                                                                                                          | Cały okres analizy | tona      | -10,3                   | -5,7            | -14,8  | -10,9  |
| 6.4                                                                                                          |                    | tys. zł   | -11,2                   | -6,4            | -16,0  | -12,8  |
| <b>Różnica wysokości emisji i jej kosztów<br/>– wariant „elektryczny 2” versus wariant „konwencjonalny”</b>  |                    |           |                         |                 |        |        |
| 7.1                                                                                                          | Średniorocznie     | tona      | -137,0                  | -0,3            | -0,3   | -0,00  |
| 7.2                                                                                                          |                    | tys. zł   | -34,6                   | -30,1           | -3,7   | -6,3   |
| 7.3                                                                                                          | Cały okres analizy | tona      | -2 192,1                | -4,5            | -4,8   | -0,06  |
| 7.4                                                                                                          |                    | tys. zł   | -554,2                  | -482,2          | -59,3  | -100,5 |
| <b>Ograniczenie emisji w wariantcie „elektrycznym 2”<br/>w porównaniu do wariantu „konwencjonalnego” [%]</b> |                    |           |                         |                 |        |        |
| 8.1                                                                                                          | Średniorocznie     | tona      | -9,4                    | -7,3            | -17,7  | -9,5   |
| 8.2                                                                                                          |                    | tys. zł   | -10,4                   | -8,1            | -19,0  | -11,2  |
| 8.3                                                                                                          | Cały okres analizy | tona      | -9,4                    | -7,3            | -17,7  | -9,5   |
| 8.4                                                                                                          |                    | tys. zł   | -10,4                   | -8,1            | -19,0  | -11,2  |

Źródło: opracowanie własne.

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

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

**Tab. 17. Podsumowanie wyników finansowo-ekonomicznych poszczególnych wariantów w stosunku do scenariusza bazowego w latach 2021-2036**

| Wyszczególnienie                                      | Jednostka      | Wariant          |                  |                  |
|-------------------------------------------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|
|                                                       |                | konwencjonalny   | elektryczny 1    | elektryczny 2    |
| <b>Koszty inwestycyjne</b>                            | <b>tys. zł</b> | <b>27 630,0</b>  | <b>54 770,0</b>  | <b>52 750,0</b>  |
| Infrastruktura i pozostałe koszty                     | tys. zł        | 0,0              | 5 720,0          | 3 540,0          |
| Autobusy z wyposażeniem                               | tys. zł        | 27 630,0         | 49 050,0         | 49 210,0         |
| Zmiany kosztów eksploatacyjnych                       | tys. zł/rok    | -326,2           | -545,5           | -564,4           |
| Zdyskontowane efekty zewnętrzne                       | tys. zł        | 600,8            | 2 587,6          | 2 692,7          |
| Emisja lokalna zanieczyszczeń – wartość zdyskontowana | tys. zł        | 578,3            | 947,1            | 1 014,9          |
| Emisja CO <sub>2</sub> – wartość zdyskontowana        | tys. zł        | -2,4             | 358,6            | 325,8            |
| Redukcja hałasu                                       | tys. zł        | 24,9             | 1 281,9          | 1 352,6          |
| <b>Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)</b>       | <b>tys. zł</b> | <b>-12 351,2</b> | <b>-27 235,1</b> | <b>-26 552,7</b> |
| Ekonomiczna stopa zwrotu (ERR)                        | %              | nie istnieje     | nie istnieje     | nie istnieje     |
| <b>Wskaźnik przychód/koszty (BCR)</b>                 | <b>-</b>       | <b>0,30</b>      | <b>0,29</b>      | <b>0,29</b>      |

Źródło: opracowanie własne.

**Uzyskane w analizie wyniki oznaczają – przy przyjętych założeniach i uwzględnianiu jako miernika ENPV – brak osiągniętych korzyści z tytułu zastosowania w suwalskiej komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych – zarówno w wariantcie inwestycyjnym elektrycznym 1, 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 suwalskiej komunikacji miejskiej jest Prezydent Miasta Suwałk, a zadania organizatora wykonuje wyspecjalizowana komórka organizacyjna – Wydział Ochrony Środowiska i Gospodarki Komunalnej Urzędu Miejskiego w Suwałkach.

Jedynym operatorem suwalskiej komunikacji miejskiej jest Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej w Suwałkach sp. z o.o., które jest jednocześnie podmiotem wewnętrznym Miasta.

PGK Sp. z o.o. jako operator – podmiot wewnętrzny, posiada umowę wieloletnią zawartą z Miastem w dniu 14 czerwca 2019 r., dotyczącą prowadzenia komunikacji miejskiej na terenie Miasta oraz gminy Suwałki, obowiązującą do 30 czerwca 2029 r., z możliwością jej przedłużenia.

W tabeli 18 przedstawiono wykonanie budżetu Miasta Suwałki w latach 2018-2020 oraz plan na 2021 r. – według stanu na dzień 20 września 2021 r.

Miasto Suwałki w latach 2018-2021 osiągało stale dodatni wynik budżetu operacyjnego, choć planowana nadwyżka w 2021 r. jest niewielka. Budżet Miasta był w stanie pokryć wydatki bieżące, w tym związane z finansowaniem publicznego transportu zbiorowego. Sytuacja finansowa Miasta charakteryzowała się w tym okresie występowaniem deficytu budżetowego oraz znacznej nadwyżki operacyjnej. Budżet zaplanowany na 2021 r. wykazuje mniejszą nadwyżkę operacyjną niż w latach poprzednich. Zaplanowane wydatki nie odbiegają jednak istotnie od poziomu w latach poprzednich.

Sytuacja finansowa Miasta jest dość dobra, charakteryzuje się jednak stałym występowaniem deficytu budżetowego, finansowanym środkami zewnętrznymi. Stwarza to pewne ograniczenia finansowania rozwoju lokalnego transportu zbiorowego w kolejnych latach.

Wysokość nadwyżki operacyjnej (lub deficytu) określa swego rodzaju wynik finansowy działalności bieżącej jednostki samorządu terytorialnego. Informuje o tym, ile samorządowi pozostało dochodów o charakterze stabilnym – cyklicznym, po sfinansowaniu wszystkich wydatków o takim charakterze. Pozytywna dla jednostki samorządowej sytuacja występuje wówczas, gdy ma miejsce istotna, stała i coroczna nadwyżka operacyjna, co oznacza, że po sfinansowaniu wszystkich wydatków bieżących, zostaną jeszcze środki finansowe na realizację inwestycji. Taka też sytuacja występuje w Suwałkach, choć wysokość tej nadwyżki zaplanowana

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.

**Tab. 18. Budżet Miasta Suwałki w latach 2018-2020 i plan na 2021 r. [mln zł]**

| Lp.      | Wyszczególnienie            | Wykonanie w latach |               |               | Plan na 2021 r. |
|----------|-----------------------------|--------------------|---------------|---------------|-----------------|
|          |                             | 2018               | 2019          | 2020          |                 |
| <b>1</b> | <b>Dochody</b>              | <b>451,80</b>      | <b>524,10</b> | <b>509,54</b> | <b>511,69</b>   |
| 1a       | – dochody bieżące           | 402,10             | 447,61        | 465,62        | 472,81          |
| 1b       | – dochody majątkowe         | 49,71              | 76,49         | 43,92         | 38,88           |
| 1ba      | – w tym transport zbiorowy  | 0,44               | 0,60          | 0,54          | 0,75            |
| <b>2</b> | <b>Wydatki</b>              | <b>476,39</b>      | <b>566,22</b> | <b>516,79</b> | <b>532,93</b>   |
| 2a       | – wydatki bieżące           | 370,95             | 412,70        | 443,65        | 470,10          |
| 2b       | – wydatki majątkowe         | 105,44             | 153,52        | 73,14         | 62,83           |
| 2ba      | – w tym transport zbiorowy  | 6,33               | 8,29          | 8,61          | 8,89            |
| <b>3</b> | <b>Deficyt/nadwyżka</b>     | <b>-24,59</b>      | <b>-42,12</b> | <b>-7,25</b>  | <b>-21,24</b>   |
| 4        | Deficyt/nadwyżka operacyjna | 31,15              | 34,91         | 21,97         | 2,71            |
| 5        | Finansowanie                | 40,64              | 62,53         | 24,28         | 21,24           |
| 5a       | – w tym przychody           | 57,32              | 76,77         | 40,31         | 34,17           |
| 5b       | – w tym rozchody            | 16,68              | 14,24         | 16,03         | 12,93           |

Źródło: um.bip.suwalki.pl, dostęp: 20.09.2021 r.

Miasto Suwałki wykazuje zdolność do dalszego przekazywania PGK sp. z o.o. środków finansowych w wysokości pozwalającej na funkcjonowanie komunikacji miejskiej w obecnym zakresie. Realizowanie programu odnowy taboru w wariantcie konwencjonalnym wymagać będzie jednak od Miasta poniesienia wydatków majątkowych w zakresie lokalnego transportu zbiorowego.

W ostatnich kilku latach Miasto ponosiło znaczące wydatki inwestycyjne na modernizację taboru autobusowego, ze wsparciem środkami pomocowymi z Unii Europejskiej.

Obecna sytuacja finansowa Miasta pozwala na zrealizowanie przez Miasto inwestycji budowy stacji zasilania autobusów elektrycznych na pętlach autobusowych, dla spełnienia wymogów ustawy o elektromobilności – w okresie do końca 2027 r. – i ich udostępnienie operatorowi, podmiotowi wewnętrznemu. W wariantach elektrycznych wydatki Miasta na lokalny

transport zbiorowy, związane z zakupem taboru zeroemisyjnego oraz z budową kosztownych przyłączy, instalacji i urządzeń zasilających autobusy zeroemisyjne, byłyby jednak kilkakrotnie wyższe niż w wariantcie konwencjonalnym. Wydatki na zakup taboru zeroemisyjnego wraz z instalacjami zasilającymi ponoszone wyłącznie przez Miasto, wydają się być nieuzasadnione.

Pozyskanie przez Miasto wsparcia finansowego dla takich inwestycji ze środków krajowych lub europejskich, zmniejszyłoby zaangażowanie środków własnych Miasta, ułatwiając podjęcie decyzji o wprowadzeniu do eksploatacji taboru zeroemisyjnego we flocie obsługującej komunikację miejską Suwałk.

Powyższe nie wyklucza zakupu zeroemisyjnych jednostek taborowych w części lub w całości oraz poniesienia nakładów na budowę instalacji zasilających na terenie zajezdni przez PGK sp. z o.o., jeżeli sytuacja finansowa Spółki na to pozwoli. PGK sp. z o.o. może także stać się beneficjentem środków pomocowych, jeśli w danym programie będzie to dopuszczalne. Ewentualne wsparcie finansowe takich działań przez budżet Miasta nie może jednak spowodować przekazania Spółce nadmiernej rekompensaty.

W 2020 r. koszty działalności przewozowej w suwalskiej komunikacji miejskiej wyniosły 10 195,7 tys. zł, co przy zrealizowanej pracy eksploatacyjnej w wysokości 1 257,6 tys. wozokilometrów, odpowiada stawce 8,11 zł za wozokilometr. Dla sieci komunikacyjnej w miastach średniej wielkości, stawkę tę należy uznać za odpowiadającą przeciętnej.

PGK sp. z o.o. jest spółką wielobranżową, powołaną dla wykonywania zadań własnych Miasta w kilku zakresach: lokalnego transportu zbiorowego, cmentarza komunalnego, targowisk i hal targowych oraz przewozu osób niepełnosprawnych. Zadania realizacji przewozów pasażerów w ramach suwalskiej komunikacji miejskiej wykonuje Zakład Komunikacji Miejskiej, wspomagany Zakładem Remontu Taboru. Spółka prowadzi także usługowo odbiór odpadów z terenu gminy Suwałki oraz prowadzi Okręgową Stację Kontroli Pojazdów.

Miasto zobowiązane jest do przeprowadzania corocznego audytu wykonywanego przez niezależnego audytora – w celu sprawdzenia, czy wielkość przekazanej PGK sp. z o.o. rekompensaty jest właściwa. Wyniki audytów za 2019 r. i 2020 r. wykazały niewielką nadpłatę rekompensaty, która – zgodnie z umową wykonawczą – jest uwzględniana podczas przekazywania rekompensaty w roku kolejnym.

W tabeli 19 przedstawiono rachunek zysków i strat PGK sp. z o.o., w tabelach 20 i 21 bilans, a w tabeli 22 przepływy pieniężne – wykonanie w latach 2018-2020.

**Tab. 19. Rachunek zysków i strat PGK sp. z o.o. – wykonanie w latach 2018-2020**

| Lp.       | Wyszczególnienie                              | Wykonanie w latach [tys. zł] |                 |                 |
|-----------|-----------------------------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|
|           |                                               | 2018                         | 2019            | 2020            |
| <b>1</b>  | <b>Przychody ze sprzedaży</b>                 | <b>11 384,5</b>              | <b>10 811,5</b> | <b>11 180,6</b> |
| 1a        | – w tym przychody ze sprzedaży produktów      | 11 128,5                     | 10 687,3        | 11 081,3        |
| 1b        | – w tym zmiana stanu produktów                | 13,6                         | 17,6            | -42,5           |
| 1c        | – w tym koszty wytworzenia na własne potrzeby | 232,7                        | 77,4            | 114,4           |
| 1d        | – w tym przychody ze sprzedaży towarów i mat. | 9,6                          | 29,2            | 27,6            |
| <b>2</b>  | <b>Koszty działalności operacyjnej</b>        | <b>17 793,3</b>              | <b>18 670,9</b> | <b>19 120,9</b> |
| <b>3</b>  | <b>Zysk ze sprzedaży</b>                      | <b>-6 408,8</b>              | <b>-7 859,4</b> | <b>-7 940,3</b> |
| 4         | Pozostałe przychody operacyjne                | 7 061,1                      | 8 420,6         | 8 928,4         |
| 5         | Pozostałe koszty operacyjne                   | 603,6                        | 920,8           | 914,4           |
| <b>6</b>  | <b>Zysk z działalności operacyjnej</b>        | <b>48,7</b>                  | <b>-359,6</b>   | <b>73,7</b>     |
| 7         | Saldo przychodów i kosztów finansowych        | -439,9                       | -386,9          | -219,7          |
| <b>8</b>  | <b>Zysk brutto</b>                            | <b>-391,2</b>                | <b>-746,5</b>   | <b>-145,9</b>   |
| 9         | Podatek dochodowy i inne obciążenia           | 0,0                          | 93,4            | 159,6           |
| <b>10</b> | <b>Zysk netto</b>                             | <b>-391,2</b>                | <b>-839,8</b>   | <b>-305,5</b>   |

Źródło: dane: ekrs.ms.gov.pl, dostęp: 20.09.2021 r.

**Tab. 20. Bilans PGK sp. z o.o. – aktywa, wykonanie w latach 2018-2020**

| Lp.        | Wyszczególnienie                                  | Wykonanie w latach [tys. zł] |                 |                 |
|------------|---------------------------------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|
|            |                                                   | 2018                         | 2019            | 2020            |
| <b>A</b>   | <b>Aktywa trwałe</b>                              | <b>33 725,</b>               | <b>32 768,4</b> | <b>32 526,0</b> |
| <b>I</b>   | <b>Wartości niematerialne i prawne</b>            | <b>12,4</b>                  | <b>6,4</b>      | <b>32,3</b>     |
| <b>II</b>  | <b>Rzeczowe aktywa trwałe</b>                     | <b>33 711,9</b>              | <b>32 718,9</b> | <b>32 490,7</b> |
| 1          | Środki trwałe                                     | 33 559,9                     | 32 262,3        | 31 787,6        |
| 2          | Środki trwałe w budowie                           | 152,0                        | 456,7           | 703,1           |
| <b>III</b> | <b>Należności długoterminowe</b>                  | <b>1,1</b>                   | <b>43,1</b>     | <b>3,0</b>      |
| <b>IV</b>  | <b>Długoterminowe rozliczenia międzyokresowe</b>  | <b>0,0</b>                   | <b>0,0</b>      | <b>0,0</b>      |
| <b>B</b>   | <b>Aktywa obrotowe</b>                            | <b>3 128,6</b>               | <b>3 429,5</b>  | <b>4 009,9</b>  |
| <b>I</b>   | <b>Zapasy</b>                                     | <b>177,1</b>                 | <b>195,4</b>    | <b>195,6</b>    |
| <b>II</b>  | <b>Należności krótkoterminowe</b>                 | <b>1 775,0</b>               | <b>1 437,6</b>  | <b>1 921,2</b>  |
| <b>III</b> | <b>Inwestycje krótkoterminowe</b>                 | <b>941,7</b>                 | <b>1 585,4</b>  | <b>1 705,2</b>  |
| <b>IV</b>  | <b>Krótkoterminowe rozliczenia międzyokresowe</b> | <b>234,8</b>                 | <b>211,1</b>    | <b>187,9</b>    |
| -          | <b>Aktywa razem</b>                               | <b>36 854,0</b>              | <b>36 197,9</b> | <b>36 535,9</b> |

Źródło danych: ekrs.ms.gov.pl, dostęp: 20.09.2021 r.



**Tab. 21. Bilans PGK sp. z o.o. – pasywa, wykonanie w latach 2018-2020 [tys. zł]**

| Lp.        | Wyszczególnienie                              | Wykonanie w latach [tys. zł] |                 |                 |
|------------|-----------------------------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|
|            |                                               | 2018                         | 2019            | 2020            |
| <b>A</b>   | <b>Kapitał własny</b>                         | <b>16 820,4</b>              | <b>17 722,5</b> | <b>19 766,1</b> |
| I          | Kapitał podstawowy                            | 21 534,5                     | 22 866,0        | 24 224,5        |
| II         | Kapitał zapasowy                              | 438,0                        | 457,3           | 379,6           |
| IV         | Zysk z lat ubiegłych                          | -4 761,0                     | -4 761,0        | -5 143,5        |
| V          | Zysk/strata netto                             | 391,2                        | 839,8           | 305,5           |
| <b>B</b>   | <b>Zobowiązania i rezerwy na zobowiązania</b> | <b>20 033,7</b>              | <b>18 475,4</b> | <b>17 380,8</b> |
| <b>I</b>   | <b>Rezerwy na zobowiązania</b>                | <b>2 176,5</b>               | <b>2 363,2</b>  | <b>2 716,9</b>  |
| <b>II</b>  | <b>Zobowiązania długoterminowe</b>            | <b>13 720,0</b>              | <b>11 783,7</b> | <b>9 807,0</b>  |
| <b>III</b> | <b>Zobowiązania krótkoterminowe</b>           | <b>4 091,7</b>               | <b>4 268,7</b>  | <b>4 816,1</b>  |
| <b>IV</b>  | <b>Rozliczenia międzyokresowe</b>             | <b>45,5</b>                  | <b>59,9</b>     | <b>40,8</b>     |
| -          | <b>Pasywa razem</b>                           | <b>36 854,0</b>              | <b>36 197,9</b> | <b>37 146,9</b> |

Źródło danych: ekrs.ms.gov.pl, dostęp: 20.09.2021 r.

**Tab. 22. Rachunek przepływów pieniężnych PGK sp. z o.o.**

**– wykonanie w latach 2018-2020 [tys. zł]**

| Lp.        | Wyszczególnienie                                                  | Wykonanie w latach [tys. zł] |                 |                 |
|------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|
|            |                                                                   | 2018                         | 2019            | 2020            |
| <b>A</b>   | <b>Przepływy środków pieniężnych z działalności operacyjnej</b>   |                              |                 |                 |
| <b>I</b>   | <b>Zysk netto</b>                                                 | <b>-391,1</b>                | <b>-839,8</b>   | <b>-305,5</b>   |
| <b>II</b>  | <b>Korekty razem</b>                                              | <b>844,7</b>                 | <b>2 538,0</b>  | <b>2 083,8</b>  |
| <i>IIa</i> | <i>– w tym amortyzacja</i>                                        | <i>1 399,3</i>               | <i>1 415,4</i>  | <i>1 504,7</i>  |
| <b>III</b> | <b>Przepływy pieniężne z działalności operacyjnej</b>             | <b>453,5</b>                 | <b>-1 698,1</b> | <b>1 778,2</b>  |
| <b>B</b>   | <b>Przepływy środków pieniężnych z działalności inwestycyjnej</b> |                              |                 |                 |
| <b>I</b>   | <b>Wpływy</b>                                                     | <b>548,5</b>                 | <b>32,3</b>     | <b>77,5</b>     |
| <i>Ia</i>  | <i>– w tym zbycie aktywów trwałych</i>                            | <i>61,6</i>                  | <i>21,5</i>     | <i>71,3</i>     |
| <b>II</b>  | <b>Wydatki</b>                                                    | <b>2 007,5</b>               | <b>419,4</b>    | <b>1 302,4</b>  |
| <i>IIa</i> | <i>– w tym nabycie aktywów trwałych</i>                           | <i>2 007,5</i>               | <i>419,4</i>    | <i>1 302,4</i>  |
| <b>III</b> | <b>Przepływy pieniężne netto z działalności inwestycyjnej</b>     | <b>-1 459,0</b>              | <b>-387,1</b>   | <b>-1 224,9</b> |
| <b>C</b>   | <b>Przepływy środków pieniężnych z działalności finansowej</b>    |                              |                 |                 |
| <b>I</b>   | <b>Wpływy</b>                                                     | <b>2 429,0</b>               | <b>1 741,9</b>  | <b>1 738,1</b>  |
| <i>Ia</i>  | <i>– w tym zaciągnięcie kredytów</i>                              | <i>0,0</i>                   | <i>0,0</i>      | <i>0,0</i>      |
| <i>Ib</i>  | <i>– w tym inne wpływy</i>                                        | <i>2 429,0</i>               | <i>1 741,9</i>  | <i>1 738,1</i>  |

| Lp.        | Wyszczególnienie                                           | Wykonanie w latach [tys. zł] |                |                |
|------------|------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------|----------------|
|            |                                                            | 2018                         | 2019           | 2020           |
| <b>II</b>  | <b>Wydatki</b>                                             | <b>2 395,8</b>               | <b>2 409,3</b> | <b>2 171,6</b> |
| <i>IIa</i> | <i>– w tym spłata kredytów</i>                             | <i>1 763,2</i>               | <i>1 820,3</i> | <i>1 744,1</i> |
| <b>III</b> | <b>Przepływy pieniężne netto z działalności finansowej</b> | <b>33,3</b>                  | <b>-667,3</b>  | <b>-433,5</b>  |
| <b>D</b>   | <b>Przepływy pieniężne netto</b>                           | <b>-972,2</b>                | <b>643,7</b>   | <b>119,8</b>   |
| <b>E</b>   | <b>Środki pieniężne na początek okresu</b>                 | <b>1 913,9</b>               | <b>941,7</b>   | <b>1 585,4</b> |
| <b>F</b>   | <b>Środki pieniężne na koniec okresu</b>                   | <b>941,7</b>                 | <b>1 585,4</b> | <b>1 705,2</b> |

Źródło danych: ekrs.ms.gov.pl, dostęp: 20.09.2021 r.

W tabeli 23 przedstawiono podstawowe wskaźniki charakteryzujące sytuację finansową PGK sp. z o.o.

**Tab. 23. Wskaźniki finansowe PGK sp. z o.o. w latach 2018-2020**

| Lp. | Wyszczególnienie                  | Wskaźniki w latach |       |         |
|-----|-----------------------------------|--------------------|-------|---------|
|     |                                   | 2018               | 2019  | 2020    |
| 1   | Wskaźnik płynności bieżącej       | 0,76               | 0,75  | 0,79    |
| 2   | Wskaźnik płynności szybkiej       | 0,66               | 0,71  | 0,75    |
| 3   | Wskaźnik ogólnego zadłużenia      | 0,54               | 0,51  | 0,48    |
| 4   | EBITDA [tys. zł]                  | 1 080,3            | 688,2 | 1 210,7 |
| 5   | ROE [%]                           | -2,33              | -4,74 | -1,55   |
| 6   | ROA [%]                           | -1,16              | -2,56 | -0,94   |
| 7   | Cykl regulowania należności [dni] | 56,9               | 48,5  | 62,7    |
| 8   | Cykl regulowania zobowiązań [dni] | 131,2              | 144,1 | 157,2   |
| 9   | Cykl rotacji zapasów [dni]        | 3,6                | 3,8   | 3,7     |
| 10  | Rotacja aktywów                   | 0,31               | 0,30  | 0,31    |
| 11  | Rotacja środków trwałych          | 0,34               | 0,33  | 0,34    |

Źródło: opracowanie własne.

Sytuację finansową PGK sp. z o.o. w latach 2018-2020 należy uznać za stabilną, ale słabą.

Brak osiąganego dodatniego wyniku finansowego oraz niski poziom amortyzacji w skali całej firmy, uniemożliwiająca realizację przez Spółkę procesu odnowy taboru w każdym z wariantów w pełnym zakresie. PGK sp. z o.o. posiada niewielkie nadwyżki finansowe pozwalające na zrealizowanie ograniczonych inwestycji, lecz realizuje dodatkowo inne zadania powierzone,

które także wymagają okresowego ponoszenia nakładów. Spółka może w ograniczonym zakresie korzystać z zewnętrznego finansowania, np. w formie leasingu, jednak powiększone wówczas koszty funkcjonowania komunikacji miejskiej i tak obciążą budżet Miasta – poprzez zwiększony poziom rekompensaty. Spółka korzystając jedynie z własnych środków, może realizować zakupy wyłącznie jednostek taborowych używanych, według scenariusza bazowego. Wykonanie całego programu inwestycyjnego przedstawionego w analizie, wymagałoby pozyskania przez PGK sp. z o.o. dodatkowego wsparcia finansowego ze strony Miasta.

Realizację procesu odnowy taboru powinno więc prowadzić Miasto, z wykorzystaniem dostępnych środków pomocowych krajowych i europejskich, a następnie udostępnić nabyty tabor i wybudowane urządzenia operatorowi do eksploatacji.

Zrealizowanie inwestycji przewidzianych w wariantach elektrycznych 1 i 2, nawet z aplikowaniem o dodatkowe środki pomocowe, wymaga znacznego zaangażowania się finansowego Miasta. Nakłady rzeczywiście do poniesienia mogą mieć wyższy poziom, np. z powodu konieczności zrealizowania przez Miasto towarzyszących inwestycji infrastrukturalno-drogowych.

W niniejszej analizie założono, że Miasto będzie przekazywało PGK sp. z o.o. środki finansowe w formie należnej rekompensaty w wysokości określonej przepisami krajowymi i europejskimi.

#### **7.4. Analiza wrażliwości i ryzyka**

Dla przyjętych założeń wykazano brak korzyści z wykorzystywania autobusów zeroemisyjnych w suwalskiej komunikacji miejskiej. 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 suwalskiej komunikacji miejskiej może osiągnąć poziom nawet 14 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 Suwałkach, 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.**

**Niezwykłe wysokie wydatki na zakup taboru zeroemisyjnego ponoszone w całości ze środków własnych Miasta i operatora, oznaczałyby w efekcie 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. wskutek braku lub zbyt małego dofinansowania ze środków pomocowych.

Z punktu widzenia jednostki samorządu terytorialnego, efektywność zastosowania autobusów zeroemisyjnych znacznie by wzrosła, gdyby ceny takich pojazdów były znacznie niższe. W tabeli 24 przedstawiono zmiany efektywności finansowej i ekonomicznej przyjętych do analizy wariantów – przy zmniejszeniu kosztu nabywanego autobusu zeroemisyjnego odpowiednio o 10, 25 i 40%.

**Tab. 24. 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%     |
| <b>Wariant – elektryczny 1</b> |                                                              |           |                                           |           |           |
| 1                              | Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji ( <b>FNPV/c</b> ) | tys. zł   | -32 704,7                                 | -28 326,6 | -23 948,5 |
| 2                              | Ekonomiczna bieżąca wartość netto ( <b>ENPV</b> )            | tys. zł   | -24 734,1                                 | -20 982,7 | -17 231,3 |
| 3                              | Różnica <b>ENPV</b> wobec wariantu 1 – konwencjonalnego      | tys. zł   | -12 382,9                                 | -8 631,4  | -4 880,0  |
| <b>Wariant – elektryczny 2</b> |                                                              |           |                                           |           |           |
| 1                              | Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji ( <b>FNPV/c</b> ) | tys. zł   | -31 816,5                                 | -27 252,6 | -22 688,7 |
| 2                              | Ekonomiczna bieżąca wartość netto ( <b>ENPV</b> )            | tys. zł   | -23 943,2                                 | -20 029,0 | -16 114,7 |
| 3                              | Różnica <b>ENPV</b> wobec wariantu 1 – konwencjonalnego      | tys. zł   | -11 592,0                                 | -7 677,7  | -3 763,5  |

Źródło: opracowanie własne.

Jak wynika z tabeli 24, różnica ENPV pomiędzy wariantami elektrycznym i konwencjonalnym, nawet przy spadku ceny autobusów elektrycznych o 40% jest ujemna, nie występuje więc korzyść wynikających ze zmniejszenia emisji zanieczyszczeń w wariantcie elektrycznym.

**Wartość progowa ceny standardowego autobusu zeroemisyjnego klasy maxi, o długości około 12 m, zasilanego z baterii doładowywanych na stacji z pantografu, przy której ekonomiczna bieżąca wartość netto ENPV byłaby wyższa niż dla wariantu z taboru konwencjonalnym, to dla Suwałk w wariantcie elektrycznym 1 kwota 959,5 tys. zł (czyli o 59,51% niższa od przyjętej do analizy).**

**W wariantcie elektrycznym 2 wartość progowa takiego autobusu zeroemisyjnego wyniosła 1 203,2 tys. zł (czyli o 54,42% 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.**

Główną przyczyną braku efektywności zakupu taboru zeroemisyjnego jest w warunkach Suwałk konieczność zwiększenia liczby pojazdów w ruchu, co wpływa na zwiększenie ponoszonych nakładów inwestycyjnych oraz wysoki koszt dostosowania zajezdni do eksploatacji autobusów elektrycznych.

Identyfikację podstawowych czynników ryzyka, które mogą mieć wpływ na realizację wariantów, przedstawiono w tabeli 25. 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. 25. Wynikowa ocena ryzyka w okresie analizy**

| Rodzaj ryzyka                                                                     | Prawdo-<br>podo-<br>bieństwo | Siła<br>oddziały-<br>wania | Poziom<br>ryzyka | Strategia<br>przeciwdziałania                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Wariant konwencjonalny</b>                                                     |                              |                            |                  |                                                                                                      |
| 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 programu wymiany taboru        | C                            | V                          | bardzo wysokie   | korzystanie z instrumentów wsparcia krajowych i europejskich oraz z zewnętrznych źródeł finansowania |
| Brak możliwości finansowych zakupu jednostek taborowych przez PGK sp. z o.o.      | E                            | I                          | średni           | sfinansowanie zakupu taboru przez Miasto                                                             |
| Brak możliwości sfinansowania przez Miasto pełnej rekompensaty dla PGK sp. z o.o. | A                            | IV                         | niski            | zmniejszenie zakresu pracy eksploatacyjnej, alternatywne formy rekompensaty                          |
| Opóźnienia w dostawach taboru                                                     | A                            | III                        | niski            | wyprzedzające ogłaszanie przetargów                                                                  |
| Wyższe ceny oleju napędowego                                                      | B                            | III                        | średni           | dywersyfikacja napędów autobusów                                                                     |
| Wyższe ceny CNG                                                                   | C                            | III                        | średni           | dywersyfikacja napędów autobusów, ograniczenie przewozów taborem CNG                                 |
| <b>Warianty elektryczny 1</b>                                                     |                              |                            |                  |                                                                                                      |
| 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 programu wymiany taboru        | D                            | V                          | bardzo wysoki    | korzystanie z instrumentów wsparcia krajowych i europejskich oraz z zewnętrznych źródeł finansowania |
| Brak możliwości finansowych zakupu jednostek taborowych przez PGK sp. z o.o.      | E                            | II                         | średni           | sfinansowanie zakupu taboru przez Miasto                                                             |
| Brak możliwości sfinansowania przez Miasto pełnej rekompensaty dla PGK sp. z o.o. | A                            | IV                         | niski            | zmniejszenie zakresu pracy eksploatacyjnej, alternatywne formy rekompensaty                          |
| Opóźnienia w dostawach taboru                                                     | C                            | IV                         | wysoki           | wyprzedzające ogłaszanie przetargów                                                                  |
| Wyższe lub zbyt wysokie ceny taboru                                               | C                            | II                         | średni           | wyprzedzające ogłaszanie przetargów, zmiany kompletacji                                              |
| Wyższe koszty infrastruktury i dostosowania obiektów                              | C                            | III                        | średni           | ograniczenie wymogów, wyprzedzające ogłaszanie przetargów                                            |

| Rodzaj ryzyka                                                                     | Prawdopodobieństwo | Siła oddziaływania | Poziom ryzyka | Strategia przeciwdziałania                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Opóźnienie w realizacji infrastruktury                                            | C                  | IV                 | wysoki        | wyprzedzające ogłaszanie przetargów                                                                  |
| Wyższe ceny oleju napędowego                                                      | B                  | III                | średni        | dywersyfikacja napędów autobusów                                                                     |
| Wyższe ceny energii elektrycznej                                                  | C                  | III                | średni        | głównie nocne ładowanie, dodatkowe baterie                                                           |
| Wyższe ceny CNG                                                                   | C                  | III                | średni        | kontrakty długoterminowe, ograniczenie przewozów taborem CNG                                         |
| Wzrost cen baterii                                                                | C                  | II                 | średni        | wydłużona eksploatacja                                                                               |
| <b>Wariant elektryczny 2</b>                                                      |                    |                    |               |                                                                                                      |
| 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 programu wymiany taboru        | D                  | V                  | bardzo wysoki | korzystanie z instrumentów wsparcia krajowych i europejskich oraz z zewnętrznych źródeł finansowania |
| Brak możliwości finansowych zakupu jednostek taborowych przez PGK sp. z o.o.      | E                  | II                 | średni        | sfinansowanie zakupu taboru przez Miasto                                                             |
| Brak możliwości sfinansowania przez Miasto pełnej rekompensaty dla PGK sp. z o.o. | A                  | IV                 | niski         | zmniejszenie zakresu pracy eksploatacyjnej, alternatywne formy rekompensaty                          |
| Opóźnienie dostaw taboru                                                          | C                  | IV                 | wysoki        | wyprzedzające ogłaszanie przetargów                                                                  |
| Wyższe lub zbyt wysokie ceny taboru                                               | C                  | II                 | średni        | wyprzedzające ogłaszanie przetargów, zmiany kompletacji                                              |
| Wyższe koszty infrastruktury i dostosowania obiektów                              | C                  | III                | średni        | ograniczenie wymogów, wyprzedzające ogłaszanie przetargów                                            |
| Opóźnienie w realizacji infrastruktury                                            | C                  | IV                 | wysoki        | wyprzedzające ogłaszanie przetargów                                                                  |
| Wyższe ceny oleju napędowego                                                      | B                  | III                | średni        | dywersyfikacja napędów autobusów                                                                     |
| Wyższe ceny energii elektrycznej                                                  | C                  | III                | średni        | głównie nocne ładowanie, dodatkowe baterie                                                           |
| Wyższe ceny CNG                                                                   | C                  | III                | średni        | kontrakty długoterminowe, ograniczenie przewozów taborem CNG                                         |
| Wzrost cen baterii                                                                | C                  | II                 | średni        | wydłużona eksploatacja                                                                               |

Źródło: opracowanie własne.

Bardzo wysokim ryzykiem jest ograniczona możliwość sfinansowania przez Miasto zwiększonych znacznych wydatków na zakupów jednostek taborowych dla komunikacji miejskiej oraz infrastruktury zasilającej. 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. Konieczne jest także zbudowanie dedykowanej infrastruktury zasilającej. Bez zaangażowania finansowego Miasta, odnowę taboru we wszystkich wariantach, poza scenariuszem bazowym, można uznać za zupełnie nierealną.

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

Wysokim ryzykiem 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 w obydwu wariantach elektrycznych procesu wymiany taboru zeroemisyjnego obarczona jest także budowa niezbędnej infrastruktury zasilającej, związana z procesem uzyskiwania pozwoleń na budowę oraz realizacją inwestycji w obszarach zabudowy miejskiej. Niezbędne byłoby także ogłaszanie przetargów z odpowiednim wyprzedzeniem, tak by możliwe były dostawy taboru zeroemisyjnego oraz instalacja urządzeń zasilania w oczekiwanych terminach.

Umiarkowane ryzyko związane jest ze stabilnością cen pojazdów zeroemisyjnych i urządzeń infrastruktury, 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 z stabilnością kosztów budowy infrastruktury zasilającej. Rynek budowlany podlega ciągłym fluktuacjom, a zwiększone zamówienia realizacyjne przed 2028 r. mogą spowodować okresowy wzrost cen.

Dla przeciwdziałania temu ryzyku Miasto może wcześniej przygotować inwestycje budowy stacji ładowania na pętlach, a PGK sp. z o.o. – na terenie zajezdni. Miasto może także



wyprzedzająco, samodzielnie nabyć niezbędny tabor zeroemisyjny w całości lub w części, udostępniając go operatorowi. Stosunkowo dobra sytuacja finansowa Miasta stwarza możliwości realizacji przez nie co najmniej części zaprogramowanych inwestycji w zakresie odnowy taboru komunikacji miejskiej.

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

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

### **7.5. Określenie luki w finansowaniu**

Określenia niezbędnej wartości dofinansowania dla danego wariantu wymiany taboru dokonano metodą luki w finansowaniu, zgodnie z metodologią przedstawioną w „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 26.

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. 26. Wysokość luki w finansowaniu dla poszczególnych wariantów w okresie analizy – lata 2021-2035**

| Wyszczególnienie                                                | Jednostka | Wariant        |               |               |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|----------------|---------------|---------------|
|                                                                 |           | konwencjonalny | elektryczny 1 | elektryczny 2 |
| Suma zdyskontowanych nakładów inwestycyjnych ( <b>DIC</b> )     | tys. zł   | 32 101,7       | 57 281,8      | 55 840,7      |
| Razem zdyskontowane dochody i wartość rezydualna ( <b>DNR</b> ) | tys. zł   | 3 714,7        | 5 423,2       | 4 955,3       |
| Wskaźnik luki w finansowaniu ( <b>R</b> )                       | %         | 88,78          | 90,53         | 91,13         |
| Całkowite nakłady inwestycyjne                                  | tys. zł   | 43 615,0       | 70 755,0      | 68 735,0      |
| Koszty kwalifikowane skorygowane                                | tys. zł   | 38 720,5       | 64 056,2      | 62 635,4      |
| Wysokość maksymalnej dotacji przy stopie współfinansowania 85%  | tys. zł   | 32 912,4       | 54 447,8      | 53 240,1      |
| Udział własny (dla 85%)                                         | tys. zł   | 10 702,6       | 16 307,2      | 15 494,9      |

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 o ok. 5% (0,8 mln zł) w porównaniu do wariantu elektrycznego 2. 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 Suwałki przekracza poziom 50 000 mieszkańców, jest zatem jako jednostka samorządu terytorialnego zobligowane do opracowania analizy kosztów i korzyści, o której mowa w art. 37 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych.

Wg stanu na dzień 20 września 2021 r., w ramach suwalskiej komunikacji miejskiej funkcjonowało dwadzieścia całorocznych, dziennych linii autobusowych, oznaczonych handlowo numerami od 1 do 8 i od 10 do 21 oraz jedna sezonowa linia autobusowa 22 (w 2021 r. uruchomiona w okresie od 21 kwietnia do 24 października).

Większość linii autobusowych miała trasy zawierające się w całości w granicach miasta Suwałki. Trzy linie obsługiwały przede wszystkim obszar miasta i tylko dodatkowo – wybranymi kursami – pobliskie miejscowości w gminie Suwałki. Cztery linie miały charakter podmiejskich.

Oferta przewozowa suwalskiej komunikacji miejskiej charakteryzuje się występowaniem relatywnie wysokiej liczby linii, mających zróżnicowane częstotliwości kursowania, najczęściej o zmiennym takcie.

Organizatorem autobusowej suwalskiej komunikacji miejskiej jest Prezydent Miasta Suwałk, którego zadania wykonuje Wydział Ochrony Środowiska i Gospodarki Komunalnej Urzędu Miejskiego w Suwałkach. Jedynym operatorem w segmencie połączeń organizowanych przez miasto Suwałki – a jednocześnie podmiotem wewnętrznym, jest Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej w Suwałkach sp. z o.o., wykonujące w ramach komunikacji miejskiej ok. 1,3 mln wozokilometrów rocznie. PGK sp. z o.o. eksploatuje flotę komunikacji miejskiej składającą się z 44 autobusów, z których większość stanowi własność Miasta.

Autobusy eksploatowane przez PGK sp. z o.o., według stanu na dzień 20 maja 2021 r., posiadały silniki wyłącznie spalinowe, na olej napędowy oraz CNG. Średni wiek taboru autobusowego wynosił 8,1 lat, ale ponad dwie trzecie wszystkich autobusów miało 10 lub więcej lat.

Miasto Suwałki realizuje projekt inwestycyjny „Poprawa jakości systemu transportu publicznego w mieście Suwałki – IV etap”, w ramach którego na przełomie III i IV kwartału 2021 r. otrzymało dodatkowe 4 autobusy zasilane CNG, które zostaną do końca 2021 r. wprowadzone do eksploatacji.

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 możliwych zmian wyposażenia taborowego suwalskiej komunikacji miejskiej:

- konwencjonalny, w którym założono sukcesywną wymianę wyeksploatowanego taboru na nowe pojazdy spalinowe z silnikami Diesla;

- elektryczny 1, w którym założono:
  - realizację programu zakupu 14 autobusów elektrycznych klasy maxi z ładowaniem pantografowym na pętłach oraz uzupełniającym plug-in w zajezdni, z infrastrukturą do ich ładowania oraz przebudową zajezdni, w liczbie zapewniającej wypełnienie zobowiązań wynikających z ustawy o elektromobilności;
  - realizację polityki sukcesywnej wymiany pozostałego taboru na nowe autobusy spalinowe z silnikami Diesla;
- elektryczny 2, w którym założono:
  - realizację zakupu 13 autobusów elektrycznych klasy maxi, ze znacznie podwyższoną pojemnością baterii, z ładowaniem wyłącznie plug-in w zajezdni, z infrastrukturą do ich ładowania oraz przebudową zajezdni, w liczbie zapewniającej wypełnienie zobowiązań wynikających z ustawy o elektromobilności;
  - realizację polityki sukcesywnej wymiany pozostałego taboru na nowe autobusy spalinowe z silnikami Diesla.

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

Zachowano możliwość dokonywania zmian w przypisaniu pojazdów do linii w skali dnia, w pierwszym przypadku ograniczając ją jednak do linii korzystających z pętli, na których zainstalowane będą ładowarki do szybkiego zasilania baterii autobusów.

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 podstawowa 14 oraz dodatkowo linia uzupełniająca 7, korzystające z ładowarki pantografowej na pętli Krzywólka;

- w drugiej kolejności – linia podstawowa 19, korzystająca z ładowarki na pętli Północna/Os. Kamena, z dodatkową ładowarką na terenie zajezdni autobusowej PGK sp. z o.o. przy ul. Sejneńskiej;
- w trzeciej kolejności – linie 1, 17, 18 z instalacją ładowarki na pętli Szpitalna.

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

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

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

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

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

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

W wyniku symulacji zmiany efektywności finansowej i ekonomicznej przyjętych do analizy wariantów stwierdzono, że w przypadku Suwałk dla wariantu elektrycznego 1, wartość progowa ceny standardowego autobusu klasy maxi z napędem elektrycznym zasilanym z baterii, ładowanych poprzez pantograf na trasie przejazdu i złącze plug-in, przy której ekonomiczna bieżąca wartość netto ENPV byłaby wyższa w porównaniu do wariantu z taboru konwencjonalnym, to kwota 959,5 tys. zł (o 59,5% niższa od przyjętej do analizy).

W wariantcie elektrycznym 2 wartość progowa standardowego autobusu elektrycznego wyposażonego w baterie ładowane wyłącznie na terenie zajezdni wyniosła 1 203,2 tys. zł, (czyli o 54,4% niższa od przyjętej do analizy).

Dopiero przy takich cenach pojazdów zeroemisyjnych wystąpiłaby ekonomiczna opłacalność zakupu taboru zeroemisyjnego, czyli wystąpiłby obowiązek zakupu taboru zeroemisyj-

nego, 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 Suwałki zamierza nabyć dla swojego operatora wewnętrznego autobusy elektryczne 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 suwalskiej komunikacji miejskiej. Analiza kosztów i korzyści nie podlega więc obowiązkowi przeprowadzenia strategicznej oceny oddziaływania na środowisko.

## **Załącznik nr 1**

### **Model finansowy**

Załącznik stanowi rozbudowany plik obliczeniowy w arkuszu kalkulacyjnym.

## Załącznik nr 2

### Uzasadnienie

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

Możliwość udziału społeczeństwa w postępowaniu zapewniło Ogłoszenie Prezydenta Miasta Suwałk z dnia 2 listopada 2021 r. w sprawie konsultacji społecznych projektu dokumentu pn. „Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych dla Gminy Miasto Suwałki”, wydane na podstawie art. 39 ust. 1 ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 247 ze zm.) w związku z art. 37 ust. 3 ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 110 ze zm.).

Celem konsultacji było zebranie opinii, propozycji i uwag mieszkańców miasta Suwałk i gminy Suwałki na temat zapisów ww. analizy.

Konsultacje społeczne przeprowadzono w terminie od 3 do 23 listopada 2021 r., w formie zbierania formularzy konsultacyjnych.

Z treścią dokumentu zapoznać można się było:

- 1) na stronach internetowych [www.um.suwalki.pl](http://www.um.suwalki.pl) oraz [www.bip.um.suwalki.pl](http://www.bip.um.suwalki.pl);
- 2) w budynku Urzędu Miejskiego w Suwałkach, przy ul. Mickiewicza 1 – w godzinach pracy Urzędu.

Opinie do projektu można było składać na formularzu konsultacyjnym:

- 1) drogą elektroniczną (skan) – przesyłając je na adres e-mailowy: [osgk@um.suwalki.pl](mailto:osgk@um.suwalki.pl) i wpisując w tytule wiadomości „Konsultacje społeczne AKK”;
- 2) drogą korespondencyjną, na adres: Wydział Ochrony Środowiska i Gospodarki Komunalnej Urzędu Miejskiego w Suwałkach, ul. Mickiewicza 1, 16-400 Suwałki, z dopiskiem „Konsultacje społeczne AKK” – w terminie do dnia 23 listopada 2021 r. (liczyła się data wpływu) – lub ustnie, do protokołu – w Wydziale Ochrony Środowiska i Gospodarki Komunalnej Urzędu Miejskiego w Suwałkach, ul. Mickiewicza 1, 16-400 Suwałki, pok. 208, w godzinach pracy Wydziału, tj. poniedziałek od 8:00 do 16:00 oraz od wtorku do piątku w godzinach od 7:30 do 15:30.

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