

Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych dla Gminy Grodzisk Mazowiecki

Gdynia – Grodzisk Mazowiecki, grudzień 2021 r. – kwiecień 2022 r.



ANALIZA KOSZTÓW I KORZYŚCI

ZWIĄZANYCH Z WYKORZYSTANIEM

PRZY ŚWIADCZENIU USŁUG KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ

AUTOBUSÓW ZEROEMISYJNYCH

DLA GMINY GRODZISK MAZOWIECKI

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 Grodziska Mazowieckiego i grodziskiej komunikacji miejskiej.....	19
4.1. Charakterystyka Grodziska Mazowieckiego	19
4.2. Planowane zamierzenia inwestycyjne.....	22
5. Identyfikacja wariantów.....	26
5.1. Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych Grodziska Mazowieckiego	26
5.2. Wybór rodzaju napędu	37
5.3. Rozwiązania sposobów ładowania autobusów zeroemisyjnych	42
5.4. Proponowane warianty.....	50
5.5. Wybór linii do obsługi taboru zeroemisyjnym	54
5.6. Planowane nakłady inwestycyjne	61
6. Analiza kosztów i korzyści	63
6.1. Przyjęte założenia analizy kosztów i korzyści	64
6.2. Wyniki analizy kosztów i korzyści	70
6.3. Trwałość finansowa	74
6.4. Analiza wrażliwości i ryzyka	76
6.5. Określenie luki w finansowaniu	79
7. Podsumowanie	81
Załącznik nr 1 Model finansowy	84
Załącznik nr 2 Uzasadnienie	85

1. Wstęp

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

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

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

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

Podstawą prawną rozwoju elektromobilności w krajach Unii Europejskiej jest dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych (Dz. Urz. UE z dn. 28.10.2014 r., L 307/1). Na grunt krajowy transponuje tę dyrektywę ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 110 ze zm.) – stanowiąca ewaluację zmian proponowanych w „Krajowych ramach polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych”, przyjętych przez Radę Ministrów w dniu 29 marca 2017 r.

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

Zwiększenie zastosowania paliw alternatywnych wymaga utworzenia dedykowanej im infrastruktury – przeznaczonej do tankowania lub ładowania pojazdów samochodowych nimi napędzanych. Brak takiej infrastruktury zniechęca konsumentów do wyboru paliw alternatywnych jako źródła zasilania silników ich pojazdów. Jedynym wyjątkiem jest gaz płynny (LPG), który w Polsce jest powszechnie dostępny na stacjach benzynowych i stacjach dedykowanych tankowaniu LPG. Niska cena i zarazem wysoka dostępność gazu płynnego, wpłynęły na 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 usług komunikacji miejskiej, w rozumieniu ustawy o ptz podmiotom, tak by zapewnić udział autobusów zeroemisyjnych lub autobusów napędzanych biometanem we flocie użytkowanych pojazdów na obszarze tej jednostki w wysokości łącznie co najmniej 30%. Przepis ten, na mocy art. 86 pkt 4, wchodzi w życie z dniem 1 stycznia 2028 r.

Z kolei art. 68 ust. 4 nakłada na 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. Analizy takiej, na mocy ust. 1a nie muszą sporządzać te jednostki samorządu terytorialnego, które osiągnęły udział autobusów zeroemisyjnych we flocie pojazdów na poziomie wyższym niż wymagany dla kolejnego okresu, dla którego powinna być sporządzona analiza. W 2021 r. poziom ten musiałby wynosić 20%.

Gmina Grodzisk Mazowiecki jest jednostką samorządu terytorialnego, której liczba mieszkańców – według danych GUS – w latach 2015-2020 systematycznie wzrastała i osiągnęła poziom ponad 50 tys. mieszkańców w połowie 2021 r., przekraczając przywołany limit demograficzny wynikający z art. 36 ust. 1 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych. Gmina Grodzisk Mazowiecki jest więc prawnie zobowiązana do cyklicznego sporządzania analiz

kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej.

Niniejsze opracowanie jest pierwszą analizą kosztów i korzyści z tytułu wprowadzenia do eksploatacji autobusów zeroemisyjnych, Gmina Grodzisk Mazowiecki do końca 2020 r. nie osiągnęła poziomu 50 000 mieszkańców, nie musiała więc opracowywać analizy kosztów i korzyści oraz nie musiała zapewnić od 1 stycznia 2021 r. minimum 5% udziału autobusów zeroemisyjnych w użytkowanej w komunikacji miejskiej flocie pojazdów.

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 grodziskiej komunikacji miejskiej;
- planowane do realizacji warianty wymiany taboru: konwencjonalny oraz wariant 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 ze zm.);
 - rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2015/207 z dnia 20 stycznia 2015 r. ustanawiające szczegółowe zasady wykonania rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1303/2013 w odniesieniu do wzoru sprawozdania z postępów, formatu dokumentu służącego przekazywaniu informacji na temat dużych projektów, wzorów wspólnego planu działania, sprawozdań z wdrażania w ramach celu „Inwestycje na rzecz wzrostu i zatrudnienia”, deklaracji zarządczej, strategii audytu, opinii audytowej i rocznego sprawozdania z kontroli oraz metodyki przeprowadzania analizy kosztów i korzyści, a także zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1299/2013 w odniesieniu do wzoru sprawozdań z wdrażania w ramach celu „Europejska współpraca terytorialna” (Dz. Urz. UE z dn. 13.02.2015 r. poz. L 38/1, zmienione rozporządzeniem wykonawczym Komisji (UE) 2018/277 z dnia 23.02.2018 r., L 54, rozporządzeniem wykonawczym Komisji (UE) 2019/256 z dnia 13.02.2019 r., L 43 oraz rozporządzeniem wykonawczym (UE) 2021/436 z dnia 3.03.2021 r., L 85);

- opracowania dotyczące sposobu wykonania analiz kosztów i korzyści, którymi są:
 - „Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach” Nowa edycja, Jaspers, sierpień 2015 r. (www.pois.gov.pl/strony/o-programie/dokumenty/niebieskie-ksiegi-dla-projektow-w-sektorze-transportu-publicznego-infrastruktury-drogowej-oraz-kolejowej/, dostęp: 30.01.2022 r.);
 - „Analiza kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej. Vademecum Beneficjenta”, opracowanie CUPT Warszawa, 2016 r. (www.cupt.gov.pl/wdrazenie-projektow/analiza-kosztow-i-korzysci/metodyka-analzy-kosztow-i-korzysci/vademecum-beneficjenta, dostęp: 30.01.2022 r.);
 - „Przewodnik po analizie kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych. Narzędzie analizy ekonomicznej polityki spójności 2014-2020”, opracowanie Komisja Europejska, grudzień 2014 r. (www.funduszeuropejskie.gov.pl/media/5594/Przewodnik_AKK_14_20.pdf, dostęp: 30.01.2022 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, dostęp: 30.01.2022 r.);
 - „Wytyczne w zakresie zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód i projektów hybrydowych na lata 2014-2020” (<https://www.funduszeuropejskie.gov.pl/strony/o-funduszach/dokumenty/wytyczne-ministra-infrastruktury-i-rozwoju-w-zakresie-zagadnien-zwiazanych-z-przygotowaniem-projektow-inwestycyjnych-w-tym-projektow-generujacych-dochod-i-projektow-hybrydowych-na-lata-2014-2020-1/>, dostęp: 30.01.2022 r.);
 - „Zasady opracowania wymaganej ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych analizy korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Praktyczny przewodnik dla samorządów”, IGKM Warszawa, 2018 r.

Weryfikacja wszystkich przywołanych w dokumencie odnośników internetowych miała miejsce w dniu 30 stycznia 2022 r.

2.2. Definicje i określenia

Używane w opracowaniu wyrażenia, uszeregowane poniżej w kolejności alfabetycznej, zostały zdefiniowane w ustawach: o elektromobilności i paliwach alternatywnych oraz o publicznym transporcie zbiorowym lub w innych aktach prawnych i oznaczają odpowiednio:

- **autobus zeroemisyjny** – autobus w rozumieniu art. 2 pkt 41 Prawa o ruchu drogowym albo trolejbus w rozumieniu art. 2 pkt 83 ustawy Prawo o ruchu drogowym, wykorzystujący

do napędu energią elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w nim ogniwach paliwowych lub wyłącznie silnik, którego cykl pracy nie prowadzi do emisji gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych, o którym mowa w ustawie z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji;

- **CUPT** – Centrum Unijnych Projektów Transportowych, pl. Europejski 2, 00-844 Warszawa;
- **infrastruktura ładowania drogowego transportu publicznego** – punkty ładowania baterii lub tankowania wodoru wraz z niezbędną dla ich funkcjonowania infrastrukturą towarzyszącą, przeznaczone do ładowania lub tankowania, w szczególności autobusów zeroemisyjnych, wykorzystywanych w transporcie publicznym;
- **komunikacja miejska** – sieć wszystkich linii komunikacyjnych o charakterze użyteczności publicznej zorganizowanych przez Gminę na obszarze jego właściwości – Gminy i gmin, które z Gminą 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;
- **Gmina** – Gmina Grodzisk Mazowiecki;
- **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);
- **pojazd elektryczny** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu wyłącznie energią elektryczną akumulowaną przez

podłączenie do zewnętrznego źródła zasilania, w opracowaniu nazywany także autobusem elektrycznym;

- **pojazd hybrydowy** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, o napędzie spalinowo-elektrycznym, w którym energia elektryczna jest akumulowana przez podłączenie do zewnętrznego źródła zasilania;
- **pojazd napędzany gazem ziemnym** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu sprężony gaz ziemny (CNG) lub skroplony gaz ziemny (LNG), w tym pochodzący z biometanu;
- **pojazd napędzany wodorem** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w nim ogniach paliwowych, w opracowaniu w odniesieniu do autobusu nazywany także autobusem elektrycznym z wodorowymi ogniwami paliwowymi lub autobusem elektrycznym zasilanym z ogniów paliwowych;
- **praktyczny przewodnik** – publikacja pt. „Zasady opracowywania wymaganej ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Praktyczny przewodnik dla samorządów”, wydana przez Izbę Gospodarczą Komunikacji Miejskiej w Warszawie, czerwiec 2018 r.;
- **punkt ładowania** – urządzenie umożliwiające ładowanie pojedynczego pojazdu elektrycznego, pojazdu hybrydowego i autobusu zeroemisyjnego oraz miejsce, w którym wymienia się lub ładuje akumulator służący do napędu tego pojazdu; punkt ładowania może być małej mocy (do 22 kW) lub dużej mocy (większej niż 22 kW);
- **punkt tankowania CNG** – zespół urządzeń służących do zaopatrywania pojazdów samochodowych w sprężony gaz ziemny (CNG), w tym pochodzący z biometanu, w celu napędu silników tych pojazdów;
- **punkt tankowania wodoru** – zespół urządzeń służących do zaopatrywania pojazdów samochodowych w wódór;
- **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, którą Gmina zawrze z operatorem, o świadczenie usług w ramach publicznego transportu zbiorowego w komunikacji autobusowej na terenie Gminy oraz gmin, z którymi zawarto porozumienia w sprawie organizacji publicznego transportu zbiorowego;
- **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 ze zm.).

3. Podstawy opracowania analizy kosztów i korzyści

Jak już to zasygnalizowano we wstępie, ustawa o elektromobilności w art. 36 stanowi, że jednostka samorządu terytorialnego, której liczba mieszkańców przekracza 50 000 osób, świadczy usługę lub zleca świadczenie usługi komunikacji miejskiej, w rozumieniu ustawy o ptz podmiotom, które łącznie zapewnią udział autobusów zeroemisyjnych lub napędzanych biometanem we flocie użytkowanych pojazdów na obszarze tej jednostki w wysokości co najmniej 30%. Przepis ten, na mocy art. 86 pkt 4 przywołanej ustawy, wchodzi w życie z dniem 1 stycznia 2028 r.

Z kolei art. 68 ust. 4 ustawy o elektromobilności nakłada na przekraczającą ten sam próg demograficzny jednostkę samorządu terytorialnego obowiązek zapewnienia w różnych latach określonych udziałów autobusów zeroemisyjnych 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 udziały mogą być kumulowane u jednego operatora lub u wybranych operatorów. Aby spełnić limity określone w art. 68, do dnia 31 grudnia 2027 r. wystarczy więc, gdy tylko jeden, wybrany operator, będzie posiadać i eksploatować tabor zeroemisyjny w liczbie wymaganej dla danej daty dla całej floty.

W przypadku grodzkiej komunikacji miejskiej, obsługiwanej jedynie kilkoma autobusami, nie przewiduje się w okresach przyszłych wyboru więcej niż jednego operatora, możliwość ta nie ma specjalnego znaczenia, ale potencjalnie może być wykorzystana w przyszłości.

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

Gmina Grodzisk Mazowiecki według stanu 30 czerwca 2021 r. przekracza wynikający z przywołanych wcześniej przepisów próg 50 000 mieszkańców. Należy podkreślić, że określony w ustawie o elektromobilności próg dotyczy obszaru danej gminy świadczącej lub zlecającej świadczenie usług komunikacji miejskiej, a nie całego obszaru nią obsługiwanego lub każdej z pozostałych gmin – obsługiwanych na podstawie zawartych porozumień. Z drugiej strony, jeśli liczba mieszkańców miasta-organizatora przewozów przekracza 50 000, to obowiązek zapewnienia określonego udziału autobusów zeroemisyjnych dotyczyć będzie zamówień usług przewozowych w skali całego obsługiwanego obszaru, a nie tylko na potrzeby obsługi gminy, która przekroczyła próg.

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

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

Załącznik do wskazanej ustawy zawiera wykaz gazów cieplarnianych i innych substancji wprowadzanych do powietrza, objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych. W wykazie tym na pozycji nr 1 znajduje się dwutlenek węgla (dwutlenek węgla – CO₂), a na pozycjach: 64, 65 i 66 – odpowiednio tlenek węgla oraz tlenki azotu i siarki. Zapis zawarty w ustawie o elektromobilności oznacza więc, że w analizie kosztów i korzyści uwzględnia się pojazdy, których silniki nie korzystają z procesu spalania paliw emitujących w nim m.in. takie substancje. Opisane kryterium spełniają napędy zasilane energią elektryczną, w tym wytwarzaną w ogniwach paliwowych zasilanych czystym wodorem (H₂) – nieemitujące dwutlenku węgla – ale nie spełniają już go silniki, w których paliwem jest gaz (LPG, CNG lub LNG).

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

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

Przepisy ustawy nie wymagają więc przeprowadzania analizy wrażliwości oraz analizy ryzyka, co można uznać za uzasadnione, gdyż głównym celem analizy kosztów i korzyści, wynikającym z zapisów ustawy o elektromobilności, jest ewentualne wykazanie braku korzyści wynikających z użytkowania autobusów zeroemisyjnych. Analiza wymagana przepisami ustawy o elektromobilności różni się wymaganym zakresem i metodologią sporządzania od analogicznych analiz wykonywanych na potrzeby dokumentacji aplikacyjnych o dofinansowanie inwestycji ze wsparciem ze środków zewnętrznych.

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

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

Wymagana aktualizacja planu transportowego dotyczy:

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

Przepisy art. 12 ust. 2b ustawy o ptz wprowadzają dodatkowy obowiązek skonsultowania projektu planu z operatorem systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego i operatorem systemu dystrybucyjnego gazowego – jeżeli wyniki analizy wskazują na zasadność wykorzystania w publicznym transporcie zbiorowym odpowiednio autobusów zeroemisyjnych lub napędzanych gazem ziemnym.

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

Analiza kosztów i korzyści jest obligatoryjnym elementem dokumentacji aplikacyjnej dużych projektów, w tym transportowych, ubiegających się o dofinansowanie środkami Unii Europejskiej. Celem analizy wykonanej na użytek wniosku o dofinansowanie jest potwierdzenie, że pod względem kryteriów finansowo-ekonomicznych dany projekt kwalifikuje się do współfinansowania unijnego oraz wskazanie, w jakiej proporcji powinien on podlegać współfinansowaniu.

Ogólne zasady prowadzenia analizy kosztów i korzyści określono na poziomie rozporządzeń unijnych. W szczególności, w załączniku nr III do rozporządzenia wykonawczego Komisji (UE) 2015/207 z 20 stycznia 2015 r., określono metodykę przeprowadzania analizy kosztów i korzyści.

Zasady i metody przeprowadzania analizy kosztów i korzyści dla planowanych dużych projektów we wszystkich branżach zawiera „Przewodnik po analizie kosztów i korzyści...”, przywołany w rozdziale 2.1 niniejszego opracowania. Zasady przeprowadzania analizy kosztów i korzyści dla planowanych projektów inwestycyjnych w sektorze transportu publicznego w Polsce określa także „Niebieska Księga...”, opracowana przez Inicjatywę Jaspers i również wymieniona w rozdziale 2.1 opracowania.

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

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

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

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

Identyfikacja wariantów polega na zdefiniowaniu co najmniej dwóch scenariuszy działań: realizacji zamierzeń inwestycyjnych zmierzających do spełnienia określonych w ustawie o elektryczności 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.

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

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

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

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

W przypadku projektów z dofinansowaniem unijnym niezaliczanych do projektów dużych, tj. o całkowitym koszcie kwalifikowalnym przekraczającym 50 mln euro, „Wytyczne w zakresie zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód i projektów hybrydowych na lata 2014-2020” zalecają w podrozdziale 9.2, aby analiza ekonomiczna dla projektów niezaliczanych do dużych, została przeprowadzona w sposób uproszczony i opierała się na oszacowaniu ilościowych i jakościowych skutków realizacji projektu. Zaleca się, aby na etapie składania wniosku o dofinansowanie wymienić i opisać wszystkie istotne środowiskowe, gospodarcze i społeczne efekty projektu oraz – jeśli to możliwe – zaprezentować je w kategoriach ilościowych. Ponadto, wnioskodawca może odnieść się do analizy efektywności kosztowej – wykazując, że realizacja danego projektu inwestycyjnego stanowi dla społeczeństwa najtańszy wariant.

Koniecznym elementem analizy kosztów i korzyści jest ocena trwałości finansowej realizacji wariantów. Polega ona na ocenie zdolności organizatora i operatorów do realizacji przyjętych do analizy wariantów wymiany taboru oraz do zabezpieczenia przez organizatora i/lub operatora wystarczających środków finansowych na realizację planowanych zamierzeń inwestycyjnych. W niniejszym opracowaniu analizę trwałości przeprowadzono w sposób uproszczony.

Ostatnim elementem analizy kosztów i korzyści jest analiza wrażliwości i ryzyka. Pierwsza z nich ma na celu zbadanie skutków finansowych dla projektu w przypadku braku spełnienia przyjętych założeń. Polega ona na określeniu wpływu zmiany pojedynczych zmiennych krytycznych o wartość określoną procentowo, na wartość finansowych i ekonomicznych wskaźników efektywności projektu wraz z obliczeniem wartości progowych zmiennych – w celu określenia, jaka zmiana procentowa zmiennych krytycznych zrównałaby NPV (ekonomiczną lub finansową) z zerem.

⁴ ERR – ekonomiczna wewnętrzna stopa zwrotu.

⁵ ENPV – ekonomiczna wartość bieżąca projektu.

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

Analiza ryzyka ma zaś na celu jego identyfikację, czyli określenie możliwych ryzyk realizacji projektu, ich analizę jakościową oraz przedstawienie możliwych działań zaradczych, jeśli poziom ryzyka nie jest akceptowalny.

Praktyczny przewodnik wymaga ponadto określenia wysokości ewentualnej luki finansowej, wyliczonej według zasad stosowanych dla projektów unijnych. Lukę finansową wylicza się w celu określenia niezbędnego poziomu wsparcia zewnętrznymi instrumentami finansowymi, w tym środkami pomocowymi, niezbędnego dla osiągnięcia celów wyznaczonych w ustawie o elektromobilności.

4. Charakterystyka Grodziska Mazowieckiego i grodziskiej komunikacji miejskiej

4.1. Charakterystyka Grodziska Mazowieckiego

Gmina Grodzisk Mazowiecki położona jest w centralnej Polsce, w województwie mazowieckim, na obszarze mezoregionu Równiny Łowicko-Błońskiej, stanowiącego część makroregionu Niziny Środkowomazowieckiej.

Grodzisk Mazowiecki jest siedzibą władz gminy miejsko-wiejskiej oraz powiatu grodziskiego. Poza miastem Grodzisk Mazowiecki w skład Gminy wchodzi 34 sołectw – jednostek pomocniczych.

Miasto Grodzisk Mazowiecki położone jest w bliskiej odległości od Warszawy, jego centrum oddalone jest o ok. 40 km od centrum Warszawy, i ok. 22 km od granicy Warszawy (odległość drogowa). Gmina Grodzisk Mazowiecki wchodzi w skład Obszaru Metropolitalnego Warszawy (OMW), zawiera się także w granicach Warszawskiego Obszaru Funkcjonalnego. Takie położenie ułatwia ścisłą współpracę z gminami ościennymi oraz z Warszawą, wpływając na potencjał jej rozwoju społeczno-gospodarczego.

Na terenie Gminy nie występują obszary Natura 2000, nie występują też rezerваты przyrody, natomiast południowy fragment należy do Warszawskiego Obszaru Chronionego Krajobrazu. Na terenie gminy zlokalizowane jest jedynie wiele pomników przyrody.

Przez Gminę oraz przez miasto Grodzisk Mazowiecki przebiega dwutorowa, zelektryfikowana linia kolejowa nr 1 Warszawa Zachodnia – Katowice, ze stacją Grodzisk Mazowiecki. Na stacji tej rozpoczyna swój bieg dwutorowa, zelektryfikowana linia kolejowa nr 4 Grodzisk Mazowiecki – Zawiercie (Centralna Magistrala Kolejowa) oraz zelektryfikowana, dwutorowa linia kolejowa nr 447 Warszawa Zachodnia – Grodzisk Mazowiecki. Druga z linii poprowadzona jest w kierunku Warszawy równoległe do linii kolejowej nr 1 i wykorzystywana jest w ruchu pasażerskim do i z Warszawy.

Grodzisk Mazowiecki jest także stacją końcową jednej z odcinów Warszawskiej Kolei Dojazdowej (WKD) – linii kolejowej nr 47 Warszawa Śródmieście WKD – Grodzisk Mazowiecki Radońska. Linia ta jest w całości zelektryfikowana, dwutorowa od Warszawy do Podkowy Leśnej Główna, a jednotorowa tylko na odcinku Podkowa Leśna Główna – Grodzisk Mazowiecki Radońska. Ostatni z odcinków jednotorowych będzie w najbliższych latach przebudowany na dwutorowy. Na linii WKD zlokalizowane są w granicach Gminy oraz miasta przystanki osobowe: Grodzisk Mazowiecki Okrężna, Grodzisk Mazowiecki Piaskowa, Grodzisk Mazowiecki Jordanowice i Grodzisk Mazowiecki Radońska (przystanek końcowy).

Podstawowymi połączeniami pasażerskimi Gminy z Warszawą są połączenia organizowane przez Koleje Mazowieckie sp. z o.o. z wykorzystaniem linii kolejowej nr 447 oraz połączenia WKD. Ze względu na usytuowanie w granicach miasta aż czterech stacji i przystanków kolejowych na linii WKD, odgrywa ona także pewną rolę w przewozach miejskich.

Stacja Grodzisk Mazowiecki tworzy wraz z przystankami komunikacji regionalnej lokalny węzeł integracyjny, dostęp pieszy do stacji możliwy jest z obydwu stron torów kolejowych, dostęp transportem indywidualnym i regionalnym występuje przede wszystkim od strony centrum miasta (południowej).

Przez północną część Gminy przebiega trasa autostrady A2, z węzłem Grodzisk Mazowiecki. Węzeł ten zlokalizowany jest na skrzyżowaniu z drogą wojewódzką nr 579 relacji: droga krajowa nr 7 (Kazun Polski) – Leszno – Błonie – Grodzisk Mazowiecki – Radziejowice. Przez miasto przebiega także droga wojewódzka nr 719 relacji: Warszawa – Pruszków – Grodzisk Mazowiecki – Żyrardów – Kamion. Drogi wojewódzkie poprowadzone są głównymi ulicami miasta i są powodem występującej kongestii, ruch tranzytowy stanowi istotne utrudnienie dla ruchu lokalnego.

Obecnie realizowana jest budowa zachodniej obwodnicy miasta, która będzie nowym 7,5 kilometrowym odcinkiem przebiegu drogi wojewódzkiej nr 579, omijającym centrum Grodziska Mazowieckiego, co istotnie wpłynie na zmniejszenie poziomu kongestii w mieście. Nowa droga będzie przebiegała od węzła autostradowego Grodzisk Mazowiecki, przez miejscowości Natolin, Chlebiń, Chrzanów Duży, Wólkę Grodziską, Kozery, Kozarki do drogi wojewódzkiej nr 579 na terenie Kałęczyna. Za strefą przemysłową w Chlebni, droga zacznie omijać Grodzisk Mazowiecki od zachodu. Planowany termin oddania inwestycji to koniec 2022 r.

Zdecydowana większość terenów miasta to obszary zurbanizowane. Przebiegająca przez miasto linia kolejowa nr 1, dzieli jego obszar na dwie strefy różniące się zagospodarowaniem przestrzennym. Zabudowa miejska wraz z centrum zlokalizowana jest w większości po południowej stronie tej linii. Po północnej stronie linii kolejowej znaczną część terenu miasta zajmują obszary przemysłowe, poza tym występuje tu zabudowa mieszkaniowa i tereny rolne. Miasto posiada wyraźne wyodrębnione centrum (plac-deptak), w którym koncentrują się obiekty gastronomiczne, handlowe i rozrywkowe. W centralnej części miasta dominuje zabudowa wielorodzinna i usługowa, natomiast południowa i wschodnia część miasta to zabudowa w większości o charakterze jednorodinnym.

Według Banku Danych Lokalnych GUS, w dniu 31 grudnia 2020 r. liczba ludności Gminy wynosiła 49 948 osób, natomiast na dzień 30 czerwca 2021 r. już 50 368 osób. Dane Gminy przedstawiają nieco mniejsze wielkości – na koniec 2020 r. 29 980 osób zameldowane było

na stałe, a 16 663 osób na czas określony, co daje liczbę zameldowanych mieszkańców 47 711 osób.

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

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

Wyszczególnienie	Jedn.	Rok									
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Liczba mieszkańców	[osób]	42 736	43 353	44 029	44 718	45 259	45 837	46 671	47 641	48 907	49 948
Powierzchnia ogółem	[km ²]	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107
Gęstość zaludnienia	[osób/km ²]	399	405	411	418	423	428	436	445	457	467

Źródło: Bank Danych Lokalnych GUS.

W ostatniej dekadzie liczba ludności gminy zwiększyła się (o 17%), co jest dość powszechnym zjawiskiem w skali kraju dla obszarów otaczających główne ośrodki metropolitalne.

Według stanu na dzień 31 grudnia 2020 r., Gmina Grodzisk Mazowiecki zajmowała 90. miejsce w kraju pod względem liczby ludności oraz 1 267. miejsce wśród gmin pod względem zajmowanej powierzchni.

Organizatorem przewozów na obszarze Gminy jest Burmistrz Grodziska Mazowieckiego. Komunikacja miejska w Grodzisku Mazowieckim funkcjonowała w zmieniającym się zakresie do końca 2021 roku. W 2020 r. sieć komunikacji miejskiej obejmowała 13 linii, obsługujących miasto i miejscowości w Gminie. W związku z utworzeniem przez Powiat Grodziski, w porozumieniu z gminami Grodzisk Mazowiecki i Żabia Wola, sieci powiatowych przewozów pasażerskich, uruchomionych ze wsparciem Funduszu Rozwoju Przewozów Autobusowych o charakterze użyteczności publicznej, zakres dotychczasowych linii komunikacji miejskiej został od lipca 2021 r. znacznie ograniczony. Docelowym rozwiązaniem planowanym do wdrożenia było utworzenie związku powiatowo-gminnego.

Związek powiatowo-gminny Grodziskie Przewozy Autobusowe z siedzibą w Grodzisku Mazowieckim utworzono czerwcu w 2021 roku, według stanu na 28 lutego 2022 r. należą do niego powiaty Grodziski i Pruszkowski oraz gminy: Baranów, Błonie, Grodzisk Mazowiecki, Jaktorów, Milanówek i Żabia Wola. Związek zorganizował 28 linii autobusowych, funkcjonujących od początku 2022 roku, obsługujących miejscowości w powiatach i gminach – członkach związku. W szczególności 17 z tych linii przebiega przez teren miasta Grodzisk Mazowiecki.

Szeroki zakres sieci linii utworzonych przez Związek zaspokoił w większości potrzeby mieszkańców Gminy na przewozy transportem publicznym, przez co dalsze funkcjonowanie sieci komunikacji miejskiej w dotychczasowym zakresie nie miało już uzasadnienia. Od 1 stycznia 2022 r. na obszarze Gminy w ramach komunikacji miejskiej nie funkcjonowała już żadna linia.

Gmina Grodzisk Mazowiecki widząc jednak zapotrzebowanie społeczne mieszkańców na linię wewnątrzmiejską, zamierza w 2022 r. uruchomić linię komunikacyjną z wykorzystaniem taboru zeroemisyjnego, o charakterze linii bezpłatnej.

Linia ta będzie uruchomiona w ramach realizacji projektu inwestycyjnego „Zielone płuca Mazowsza – rozwój mobilności wiejskiej w gminach południowo-zachodniej części województwa”. Do przewozów na nowej linii komunikacji miejskiej wykorzystane zostaną zakupione w ramach projektu dwa autobusy elektryczne wraz z infrastrukturą do ich ładowania.

4.2. Planowane zamierzenia inwestycyjne

Gmina Grodzisk Mazowiecki nie posiada własnych jednostek taborowych, które mogłaby udostępnić operatorowi.

Miasto Żyrardów realizuje projekt inwestycyjny integralnie związany z funkcjonowaniem publicznego transportu zbiorowego, pn. „Zielone płuca Mazowsza – rozwój mobilności wiejskiej w gminach południowo-zachodniej części województwa”, w którym partnerem jest Gmina Grodzisk Mazowiecki. Projekt jest dofinansowany z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego na lata 2014-2020, Oś Priorytetowa IV Przejście na gospodarkę niskoemisyjną, Działanie 4.3 Redukcja emisji zanieczyszczeń powietrza, poddziałanie 4.3.1 Ograniczenie emisji zanieczyszczeń powietrza i rozwój mobilności miejskiej.

Liderem projektu jest Miasto Żyrardów, natomiast partnerami Gmina Grodziska Mazowiecki oraz Gmina Miasto Pruszków. Zakres rzeczowy projektu obejmuje zgodnie z wnioskiem: budowę/przebudowę parkingu P+R, budowę/przebudowę ścieżek rowerowych, budowę infrastruktury pozwalającej na utworzenie nowego połączenia i/lub uprzywilejowanego transportu publicznego w ruchu, zakup nowego taboru autobusowego oraz wdrożenie systemu ITS wspierającego transport publiczny. Całkowita wartość projektu wynosi 41 683,1 tys. zł, w tym wsparcie Unii Europejskiej 31 222,5 tys. zł, a okres realizacji przewidywany jest do końca września 2022 r.

Celem projektu jest: poprawa jakości powietrza w gminach południowo-zachodniej części Warszawskiego Obszaru Funkcjonalnego poprzez rozwój zrównoważonej mobilności miejskiej.

Główne korzyści społeczno-gospodarcze jakie zostaną osiągnięte poprzez realizację projektu to:

- zwiększenie możliwości korzystania z transportu publicznego poprzez udostępnienie mieszkańcom nowych pojazdów;

- wzrost mobilności mieszkańców poprzez uruchomienie dodatkowych kursów autobusowych oraz budowę zintegrowanych sieci ścieżek rowerowych w powiązaniu ze stacjami rowerowymi;
- integracja różnych gałęzi transportowych poprzez budowę parkingów „P&R” i „B&R”;
- poprawa warunków korzystania z transportu publicznego poprzez budowę/rozbudowę infrastruktury transportowej (zatoki, wiaty przystankowe) oraz drogowej (ulice stanowiące trasę przejazdu dla nowo zakupionych pojazdów);
- usprawnienie transportu publicznego poprzez wdrożenie systemu ITS nadającym mu priorytet przejazdowy na głównych skrzyżowaniach;
- poprawę warunków życia mieszkańców w wyniku ograniczenia ruchu samochodowego, hałasu, zatłoczenia, stworzenia lepszych warunków do korzystania z form transportu niskoemisyjnego;
- poprawę jakości środowiska i zdrowia mieszkańców w wyniku zmniejszenia zanieczyszczeń generowanych dotychczas przez zmotoryzowany transport indywidualny oraz udostępnienie nowych odcinków tras rowerowych;
- wzrost poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego poprzez przebudowę ulic, wytyczenie oznaczonych ścieżek rowerowych oraz ograniczenie ruchu kołowego na drogach;
- zwiększenie przepustowości dróg poprzez ograniczenie ruchu samochodowego i związanych z nim zatorów drogowych, spowolnień.

W ramach realizacji projektu zakupione zostanie m.in. 6 autobusów elektrycznych wraz z infrastrukturą zasilającą.

Gmina Grodzisk Mazowiecki jako partner zrealizuje w ramach tego projektu następujące inwestycje:

- zakup dwóch autobusów elektrycznych klasy midi, o pojemności pasażerskiej co najmniej 50 osób;
- zakup dwóch ładowarek stacjonarnych plug-in (zajezdniowych), jednej dwustanowiskowej o mocy 2 x 60 kW oraz jednej jednostanowiskowej o mocy 60 kW;
- przebudowę skrzyżowania ulic Towarowej i Traugutta z urządzeniem zatoki autobusowej ze stanowiskiem do ładowania autobusu;
- budowę zajezdni autobusowej – placu postojowego autobusów wraz z instalacją do przyłączenia stacjonarnej dwustanowiskowej ładowarki plug-in, drogą dojazdową i ogrodzeniem;
- budowę drogi gminnej stanowiącej połączenie ul. Dalekiej z ul. Chełmońskiego wraz z mostem na rzece Mrowli oraz drogą dla rowerów;

- przebudowę skrzyżowania drogi powiatowej nr 1526W, ul. 3 Maja z drogą gminną – ul. Teligi;
- przebudowę skrzyżowania drogi powiatowej nr 1503W, ul. Nadarzyńskiej z drogą gminną – ul. Warszawską wraz z trasami dla rowerów;
- budowę stacji rowerowych (przy ulicach: Teligi, Daleka, Ossowiecka) z wyposażeniem;
- budowę trasy dla rowerów wzdłuż ul. Ossowieckiej;
- urządzenie i oznakowanie przystanków autobusowych (peronów dla pasażerów);
- wdrożenie systemu ITS wspierającego uprzywilejowanie transportu publicznego z przystosowaniem sygnalizacji świetlnej.

Łączną wartość inwestycji zrealizowanych w ramach projektu przez Gminę Grodzisk Mazowiecki zaplanowano w wysokości 14 402,8 tys. zł brutto.

W wyniku rozstrzygnięcia przetargu, ogłoszonego przez Miasto Żyrardów jako lidera projektu, zakupione zostały autobusy Solaris Urbino 10 electric. Przewidywana dostawa jednostek taborowych to III kwartał 2022 r.

Autobusy będą niskopodłogowe, wymalowane w barwy miejskie, klimatyzowane, nie mniejsze niż 50-miejscowe (w tym nie mniej niż 20 miejsc siedzących, z czego co najmniej trzy dostępne z niskiej podłogi). Pojazdy wyposażone będą w baterie trakcyjne o pojemności nie mniejszej niż 220 kWh, ładowane w systemie plug-in mocą do 120 kW, z przystosowaniem do montażu na dachu pojazdu złącza do ładowania za pomocą pantografu mocą 250 kW. Autobus będzie wyposażony w: elektroniczne tablice informacji pasażerskiej (przednia, boczna, tylna i wewnętrzna); zapowiedzi głosowe przystanków; system monitoringu wizyjnego; odbiornik GPS współpracujący z komputerem pokładowym; dodatkowe ogrzewanie na olej napędowy oraz wyposażenie diagnostyczne.

Zakupione stacje ładowania za pomocą złącza plug-in będą posiadały moc ładowania 120 kW każda oraz 2x60 kW – dwustanowiskowa.

W wyniku rozstrzygniętego przetargu Gmina Grodzisk Mazowiecki zawarła umowę na budowę zatoki autobusowej przy ul. Towarowej/Traugutta oraz zajezdni autobusowej w Chrzanowie Dużym, w pobliżu granicy miasta Grodzisk Mazowiecki. Zatoka autobusowa wraz z jezdnią manewrową przeznaczona będzie do postoju autobusów podczas ładowania baterii. W skład zajezdni autobusowej, zlokalizowanej w sąsiedztwie obiektów Zakładu Gospodarki Komunalnej, wchodzić będą: dwa miejsca postojowe dla autobusów, jezdnia manewrowa, odwodnienie, ogrodzenie, zasilanie stacji ładowania i monitoring.

Zajezdnia i zatoka autobusowa zostaną wybudowane do końca I półrocza 2022 r.

Gmina zamieściła w 4 marca 2022 r. w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej ogłoszenie informacyjne o zamiarze zawarcia umowy z operatorem na świadczenie usług przewozowych w komunikacji miejskiej. Analogiczne ogłoszenie zamieszczono w tym samym dniu także w BIP Gminy Grodzisk Mazowiecki.

Przy planowanej rocznej liczbie wozokilometrów znacznie ponad 50 tys. oznacza to, że rozpoczęcie procedury wyboru operatora może nastąpić nie wcześniej niż 5 marca 2023 r., a rozpoczęcie wykonywania świadczeń kilka miesięcy później, po zakończeniu procedury i zawarciu umowy z operatorem. W pierwszym okresie funkcjonowania nowej linii komunikacji miejskiej Gmina zamierza zawrzeć z wybranym operatorem roczną umowę przeciwwzakończniową. Okres ten będzie służył zebraniu pierwszych doświadczeń w eksploatacji autobusów zeroemisyjnych, co pozwoli na określenie ostatecznych wymogów wobec przyszłego operatora.

Gmina planuje w 2023 r. przeprowadzenie procedury przetargowej wyboru operatora, do obsługi linii komunikacji miejskiej autobusami elektrycznymi.

W ramach postępowania Gmina udostępni operatorowi zakupiony tabor i wybudowaną infrastrukturę w ramach projektu „Zielone płuca Mazowsza – rozwój mobilności wiejskiej w gminach południowo-zachodniej części województwa”, a w pozostałej części, jako pojazdy rezerwowe, wykorzystywany będzie tabor operatora. W niniejszej analizie założono, że do świadczenia usług w grodziskiej komunikacji miejskiej wykorzystywane będą łącznie trzy autobusy.

Wprowadzenie do eksploatacji dwóch autobusów elektrycznych spowoduje spełnienie wymogów ustawy o elektromobilności, dotyczących udziału taboru zeroemisyjnego w użytkowanej flocie, niezależnie od wyniku niniejszej analizy kosztów i korzyści.

Gmina nie planuje realizacji, w horyzoncie finansowania 2021-2027 Unii Europejskiej, dodatkowych zadań inwestycyjnych związanych z wymianą taboru, ani też z budową instalacji zasilania taboru zeroemisyjnego. Nie wyklucza jednak udziału w przyszłych naborach konkursowych na dofinansowanie ze środków krajowych lub unijnych zakupu autobusów zeroemisyjnych wraz z infrastrukturą zasilającą, w ramach posiadanych możliwości finansowych, o ile wystąpią takie potrzeby.

5. Identyfikacja wariantów

5.1. Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych Grodziska Mazowieckiego

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

Problematyka grodziskiej komunikacji miejskiej zawarta została w różnych dokumentach strategicznych województwa, powiatu i miasta.

„Strategia Rozwoju Województwa Mazowieckiego do roku 2030. Innowacyjne Mazowsze”⁷ dotyczy czterech płaszczyzn rozwoju województwa – wspierania konkurencyjności, zrównoważonego rozwoju, wyrównania szans oraz kryzysowego, w każdym z nich wyodrębniając następujące obszary: przemysłu i produkcji, gospodarki, przestrzeni i transportu, społeczeństwa; środowiska i energetyki oraz kultury i dziedzictwa. W dokumencie wskazano kierunki działań wyodrębnione odpowiednio dla: Warszawy wraz z Obszarem Metropolitalnym Warszawy, pozostałych miast i obszarów wiejskich. Gmina Grodzisk Mazowiecki należy do Obszaru Metropolitalnego Warszawy (OMW).

Strategia jako cel główny określa „Zmniejszenie dysproporcji rozwoju w województwie mazowieckim, wzrost znaczenia obszaru metropolitalnego Warszawy w Europie”, natomiast jako cel rozwojowy w tym obszarze – „Poprawę dostępności i spójności terytorialnej regionu oraz kształtowanie ładu przestrzennego”.

Kierunki działań określono dla wymiarów polityki regionalnej, dla obszaru Warszawy i OMW następująco:

- w wymiarze konkurencyjności:
 - zwiększenie dostępności komunikacyjnej wewnątrz regionu;
 - zapobieganie nadmiernej suburbanizacji i kreowanie ładu przestrzennego;
- w wymiarze spójności:
 - rozwój form transportu przyjaznych dla środowiska i mieszkańców;
 - udrożnienie systemu tranzytowego.

⁷ Strategia przyjęta uchwałą nr 158/13 Sejmiku Województwa Mazowieckiego z dnia 28 października 2013 r.

W ramach każdego z kierunków określono konkretne działania. W obszarze „Przestrzeń i Transport” w zakresie dotyczącym wspólnie Warszawy i OMW, wymieniono odpowiednio działania:

- w kierunku „13. Zwiększenie dostępności komunikacyjnej wewnątrz regionu”:
 - 13.1. Zwiększenie konkurencyjności transportu kolejowego względem drogowego, w tym poprzez poprawę jakości infrastruktury, taboru i usług;
 - 13.2. Dostosowanie parametrów, standardów technicznych i przebiegu dróg do ich funkcji;
 - 13.3. Integracja systemów transportowych i rozwój transportu kombinowanego towarów;
 - 13.4. Rozwój infrastruktury transportowej o znaczeniu ponadregionalnym;
 - 13.5. Rozwój transportu szynowego, w tym budowa nowych linii;
 - 13.6. Udrożnienie warszawskiego węzła TEN-T;
- w kierunku „15. Rozwój form transportu przyjaznych dla środowiska i mieszkańców”:
 - 15.1. Usprawnienie i rozbudowa multimodalnego transportu zbiorowego oraz wspieranie proekologicznych rozwiązań w transporcie publicznym;
 - 15.2. Zwiększenie udziału ruchu pieszego i rowerowego w ogóle podróży;
 - 15.3. Podniesienie poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego, w tym poprzez strefowe uspokojenie ruchu na obszarach zabudowanych;
- w kierunku „16. Zapobieganie nadmiernej suburbanizacji i kreowanie ładu przestrzennego”:
 - 16.1. Tworzenie spójnej, harmonijnej oraz uporządkowanej przestrzennie i urbanistycznie sieci osadniczej;
 - 16.2. Koncentracja i zagęszczenie zabudowy w miastach z minimalizacją presji urbanistycznej na pozostałe obszary;
- w kierunku „17. Zapobieganie nadmiernej suburbanizacji i kreowanie ładu przestrzennego”:
 - 17.1. Rozbudowa i modernizacja infrastruktury dostosowanej do ruchu tranzytowego (towarowe linie kolejowe, drogi krajowe), omijającej miasta;
 - 17.2. Działania organizacyjno-prawne ograniczające ruch tranzytowy w miastach.

W celu zapewnienia możliwości odbywania wygodnych podróży, według Strategii istotne znaczenie będą miały działania w zakresie integracji systemów transportowych oraz poprawy warunków ruchu pieszego i rowerowego.

Integracja powinna przebiegać na kilku płaszczyznach:

- taryfowo-biletowej;

- koordynacji rozkładów jazdy;
- rozwiązań przestrzennych, w tym tworzenia efektywnych węzłów przesiadkowych i likwidowania barier tworzonych przez ciągi komunikacyjne.

Możliwość dogodnych przesiadek powinna być zapewniana również z roweru i samochodu do komunikacji zbiorowej – poprzez rozwój systemu parkingów P&R w małych miastach i w obszarach podmiejskich dużych miast oraz parkingów B&R – w miastach i na obszarach wiejskich.

W celu usprawnienia ruchu w miastach, należy zgodnie ze Strategią zwiększyć konkurencyjność i efektywność transportu zbiorowego. Ponadto, uspokojenie ruchu i pasy dla rowerów powinny, pozwolić zwiększyć udział najmniej uciążliwego ruchu pieszego i rowerowego. Wzrost atrakcyjności publicznego transportu zbiorowego i niezmotoryzowanego pozwoli na zmniejszenie zatłoczenia na drogach miast, poprawiając tym samym również warunki ruchu samochodów.

„Plan wykonawczy do Strategii Rozwoju Województwa Mazowieckiego do 2030 r. w obszarze Przestrzeń i Transport”⁸ jest dokumentem stanowiącym uszczegółowienie Strategii, który określa cele operacyjne w obszarze „Przestrzeń i Transport”, przy wykorzystaniu środków Unii Europejskiej. Zadania inwestycyjne na poziomie regionalnym podzielono w dokumencie na trzy priorytetowe obszary, tj. inwestycje kolejowe, drogowe oraz pozostałe.

W zakresie rozwoju transportu w ramach najistotniejszych przedsięwzięć wymieniono: modernizację i rozbudowę infrastruktury dworcowej i przystankowej kolei oraz integrację systemów transportowych wraz ze zwiększeniem konkurencyjności i efektywności transportu zbiorowego – m.in. poprzez zwiększenie niezależności od ruchu samochodowego (np. w formie wydzielonych pasów dla komunikacji zbiorowej) i rozwój uprzywilejowania w sygnalizacji świetlnej.

W zakresie pozostałych inwestycji wymieniono działania zmierzające do:

- promowania i rozwoju ruchu niezmotoryzowanego i komunikacji zbiorowej;
- zwiększenia udziału ekologicznych środków transportu;
- integracji systemów transportowych (w oparciu o węzły transportu zbiorowego, zwłaszcza kolejowego).

Przywołany dokument określa także zakres inwestycji w obszarze „Przestrzeń i Transport” – w załączniku do Planu.

⁸ Plan przyjęty uchwałą nr 1546/183/16 Zarządu Województwa Mazowieckiego z dnia 4 października 2016 r.

Dla obszaru poza miastem Warszawą wymieniono:

- w horyzoncie 2014-2020:
 - prace na linii kolejowej nr 447 Warszawa – Włochy – Grodzisk Mazowiecki – Leszno – Błonie – Kampinos – Sochaczew;
 - modernizację infrastruktury kolejowej linii WKD – poprzez budowę drugiego toru linii kolejowej nr 47 od Podkowy Leśnej do Grodziska Mazowieckiego;
 - budowę zachodniej obwodnicy Grodziska Mazowieckiego, w ciągu drogi wojewódzkiej nr 579;
- w horyzoncie 2021-2030:
 - rozbudowę linii Warszawskiej Kolei Dojazdowej;
 - modernizację sygnalizacji świetlanych na drogach wojewódzkich województwa mazowieckiego;
 - P&R – przygotowanie kompletnej dokumentacji projektowej oraz budowa parkingów;
 - stworzenie systemu atrakcyjnej i spójnej liniowej infrastruktury rowerowej B&R przy dworcach kolejowych wraz z wypożyczalniami rowerów lub systemami roweru publicznego.

„Strategia Rozwoju Obszaru Metropolitalnego Warszawy do roku 2030”⁹ dotyczy łącznie 71 gmin (wiejskich, miejsko-wiejskich oraz miast) i Warszawy – jako jedynego miasta na prawach powiatu. Wśród tych gmin jest także miasto i gmina Grodzisk Mazowiecki. Dokument wyznacza sześć celów strategicznych, w tym cel strategiczny nr 1 – „Inteligentna, zintegrowana sieć transportu publicznego dla OMW”.

Według Strategii, poprawa funkcjonalności systemu transportu zbiorowego powinna uwzględniać nie tylko powiązania różnych rodzajów komunikacji – szynowej, autobusowej, rowerowej i pieszej (multimodalne systemy komunikacji) – z równoczesnym zmniejszaniem zapotrzebowania na drogowy transport indywidualny, ale także włączać kolejne gminy do już funkcjonujących sieci powiązań transportowych.

Jako główne cele operacyjne w ramach tego celu strategicznego wymieniono:

- działania przygotowawcze na poziomie OMW – obejmujące m.in. integrację zarządzania transportem publicznym oraz przeprowadzenie audytów;
- rozwój podstawowej infrastruktury transportowej – obejmujący usprawnienie obsługi portów lotniczych niskoemisyjnym transportem zbiorowym, budowę i rozbudowę parkingów

⁹ <http://omw.um.warszawa.pl/programowanie-rozwoju-obszaru-metropolitalnego-warszawy/strategia-rozwoju-obszaru-metropolitalnego-warszawy-do-roku-2030>, dostęp: 30 stycznia 2021 r.

P&R, budowę obwodnic i innych istotnych dróg, a także wsparcie rozwiązań typu carsharing;

- rozbudowę infrastruktury rowerowej i pieszo-rowerowej – obejmującą utworzenie spójnego systemu tras rowerowych w OMW, rozbudowę systemów roweru miejskiego;
- wdrożenie inteligentnych rozwiązań w zakresie ITS, BRD i transportu zbiorowego – obejmujące zaprojektowanie wspólnej taryfy i biletu w OMW, zsynchronizowanie rozkładów jazdy, instalowanie urządzeń nadających priorytet pojazdom komunikacji zbiorowej, wdrożenie kompleksowych aplikacji mobilnych.

„Strategia Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych dla Warszawskiego Obszaru Funkcjonalnego 2014-2020+”¹⁰ obejmuje gminy, które przystąpiły do „Porozumienia gmin Warszawskiego Obszaru Funkcjonalnego o współpracy w zakresie realizacji Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych w perspektywie finansowej UE 2014-2020” zawartego w 2014 r. Jedną z takich gmin jest Pruszków.

Strategia określa trzy cele operacyjne oraz w ramach celów kierunki działań. Cele nr 3 jest „Poprawa jakości przestrzeni”, a jednym z dwóch kierunków działań – kierunek nr 3.1 – „Powiązania komunikacyjne”. W ramach tego kierunku Strategia przewiduje realizację zadań na rzecz rozwoju powiązań komunikacyjnych i usprawnienia komunikacji w ramach WOF oraz promowania zrównoważonej mobilności. W dokumencie zakłada się realizację przedsięwzięć zmierzających do rozwoju zrównoważonego transportu – poprzez budowę dróg rowerowych i parkingów P+R wraz z budową i przebudową niezbędnych dróg dojazdowych.

W ramach przywołanego kierunku wymieniono projekty komplementarne dotyczące m.in. budowy tras tramwajowych i zakupu taboru autobusowego w Warszawie.

W ramach listy przedsięwzięć towarzyszących wymieniono m.in. dotyczące wspierania rozwoju proekologicznego transportu miejskiego na terenie WOF.

„Plan zrównoważonej mobilności dla Warszawskiego Obszaru Funkcjonalnego”¹¹ określa wizję, misję, cele strategiczne i cele szczegółowe oraz działania w zakresie zrównoważonej mobilności. Celem głównym jest „Poprawa mobilności mieszkańców przy jednoczesnym zapewnieniu im możliwości zaspokajania potrzeb w pobliżu miejsca zamieszkania oraz stymulowanie zrównoważonego rozwoju gospodarczego Warszawskiego Obszaru Funkcjonalnego”.

¹⁰ http://omw.um.warszawa.pl/wp-content/uploads/2021/03/7_STRATEGIA-ZIT-WOF-w.-IX_zaakceptowane_zmiany_uwagi_last.pdf, dostęp: 30 stycznia 2022 r.

¹¹ <http://omw.um.warszawa.pl/plan-zrownowazonej-mobilnosci-dla-warszawskiego-obszaru-funkcjonalnego>, dostęp: 30 stycznia 2022 r.

Dokument określa w ramach realizacji celu głównego cztery cele strategiczne:

- 1. Zrównoważony rozwój przestrzenny;
- 2. Przyjazna środowisku logistyka;
- 3. Sprawny system transportu zbiorowego oraz niezmotoryzowanego;
- 4. Ograniczenie wpływu transportu indywidualnego na środowisko i zdrowie mieszkańców.

W ramach celu strategicznego nr 1 i celu szczegółowego nr 1.1 – „Bliskość miejsc pracy względem miejsc zamieszkania” przewiduje się działanie nr 1.1.1. – „Stymulowanie koncentracji miejsc pracy w lokalizacjach o charakterze węzłów w sieci transportu zbiorowego”. Z kolei w ramach celu szczegółowego nr 1.2 – „Rozwój intensywnej zabudowy wielorodzinnej w miejscach o dobrej dostępności systemu transportu zbiorowego”, zakłada się działanie nr 1.2.1 – „Planowanie i uzbrajanie nowych założeń urbanistycznych w miejscach o dobrej dostępności do systemu transportu zbiorowego”.

Cel strategiczny nr 2 dotyczy ograniczenia wpływu transportu ciężkiego na stan środowiska naturalnego oraz jakość zamieszkania – poprzez jego koncentrację w pobliżu tras szybkiego ruchu. Cel ten nie ma więc – poza upłynnieniem ruchu – bezpośredniego wpływu na publiczny transport zbiorowy.

W ramach celu strategicznego nr 3 przewidziano cztery cele szczegółowe:

- 3.1. Rozwój transportu szynowego;
- 3.2. Usprawnienie komunikacji autobusowej;
- 3.3. Budowa multimodalnych węzłów przesiadkowych;
- 3.4. Rozbudowa systemu rowerowego.

Cel szczegółowy nr 3.1 obejmuje następujące działania:

- budowę nowych i relokalizację istniejących przystanków kolejowych;
- poprawę oferty przewozowej kolei regionalnej;
- rozwój integracji biletowej;
- budowę nowych odcinków kolejowych oraz reaktywowanie wyłączonych;
- rozbudowę systemów tramwajowych;
- wdrożenie systemów ITS, w których zakłada się wprowadzenie systemów sygnalizacji świetlnej z priorytetami dla transportu zbiorowego, w tym z „zieloną falą” dla tramwajów i autobusów na kolejnych skrzyżowaniach.

Dokument zakłada integrację biletową w oparciu o ZTM w Warszawie jako podstawowego organizatora usług przewozowych w publicznym transporcie zbiorowym.

Cel szczegółowy nr 3.2 obejmuje następujące działania:

- 3.2.1. Objęcie istotnych z perspektywy rozwoju obszaru linii obsługiwanych obecnie na zasadach komercyjnych umowami o świadczenie usług przewozu na liniach użyteczności publicznej;
- 3.2.2. Poprawa jakości taboru wykorzystywanego do obsługi połączeń gminnych (zakup nowego taboru, zawarcie nowych umów z operatorami);
- 3.2.3. Wprowadzenie pojazdów przyjaznych środowisku wraz z zapewnieniem niezbędnego zaplecza.

Przewidziane w Planie usprawnienie funkcjonowania komunikacji autobusowej obejmuje inwestycje w nowoczesny tabor – napędzany paliwami alternatywnymi (np. CNG, LNG), hybrydowy i elektryczny – w formie zakupu nowego taboru przez organizatora i przekazania do użytkowania operatorom albo poprzez wymaganie od operatorów nowoczesnego taboru w specyfikacji przetargowej. Wraz z zakupem taboru wymagane jest utworzenie odpowiedniego zaplecza, takiego jak stacje tankowania lub ładowania. Budowa stacji szybkiego ładowania autobusów elektrycznych powinna być zrealizowana w lokalizacji umożliwiającej jej docelowe wykorzystanie przez komunalne pojazdy ciężarowe oraz samochody innych służb miejskich. Miasto Pruszków zostało wskazane w przywołanym dokumencie jako miejsce wprowadzenia do eksploatacji „nowego, nowoczesnego taboru”.

W ramach celu szczegółowego nr 3.3 przewidziano w Planie działania związane z rewizją lokalizacji istniejących i budową nowych parkingów oraz rewizją funkcjonalności istniejących węzłów przesiadkowych – z budową i urządzaniem nowych.

Cel szczegółowy nr 3.4 obejmuje działania związane z planowaniem i rozbudową sieci dróg rowerowych oraz infrastruktury parkingowej i wypożyczalni rowerów.

Cel strategiczny nr 4 obejmuje trzy cele szczegółowe:

- 4.1. Zrównoważony rozwój infrastruktury drogowej;
- 4.2. Uszczelnienie egzekwowania przepisów dotyczących parkowania oraz emisji ze środków transportu;
- 4.3. Promowanie przyjaznych środowisku zachowań transportowych.

Działania w ramach celu szczegółowego nr 4.1 powinny dotyczyć budowy systemu obwodowych dróg głównych oraz uspokojenia ruchu na drogach lokalnych. Działania w ramach celu nr 4.2 powinny polegać na innowacyjnych metodach kontroli legalności parkowania oraz na wyposażeniu służb w odpowiednie narzędzia. W ramach tego celu przewidziano także działania zmierzające do ograniczenia emisji zanieczyszczeń i hałasu, np. poprzez wprowadzanie

ułatwień dla pojazdów elektrycznych w centrum Warszawy oraz na obszarach cennych przyrodniczo, w tym poprzez utworzenie dodatkowych miejsc parkingowych oraz dopuszczenie wjazdu do obszarów ograniczonego ruchu i na buspasy.

Cel szczegółowy nr 4.3 obejmuje działania związane z prowadzeniem akcji promocyjnych, wypożyczalni samochodów oraz wprowadzaniem ekologicznych środków transportu w służbach komunalnych.

„Program ochrony powietrza wraz z planem działań krótkoterminowych dla stref w województwie mazowieckim: mazowieckiej, aglomeracja warszawska, miasto Płock i miasto Radom (kod Programu – WOJ_MAZ_2018)”¹² przewiduje działania dotyczące transportu, w tym poprawy jakości taboru komunikacji miejskiej – poprzez wymianę autobusów na autobusy o napędzie elektrycznym lub spełniające przynajmniej normę EURO VI – ale wyłącznie dla strefy aglomeracji warszawskiej, którą w tym dokumencie są granice miasta Warszawy.

Projekt „Planu zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla powiatu grodziskiego”¹³, który nie został jednak przyjęty przez Radę Powiatu Grodziskiego, określał planowaną sieć komunikacyjną, która może być zorganizowana przez powiat, składającą się z pięciu linii łączące poszczególne miejscowości powiatu z Grodziskiem Mazowieckim. Zaproponowana sieć linii stanowiła uzupełnienie do funkcjonującej w okresie opracowywania planu sieci linii grodziskiej komunikacji miejskiej.

Dokument nie wprowadzał wymagań co do eksploatowanego taboru, poza uwzględnieniem potrzeb osób niepełnosprawnych.

„Strategia rozwoju gminy Grodzisk Mazowiecki na lata 2014-2024”¹⁴ wyznacza misję oraz wizję rozwoju. Zdefiniowana wizja wynika z uznania Grodziska Mazowieckiego za dynamicznie rozwijający się ośrodek handlowo-usługowy, oferujący dobre warunki dla osiedlenia się mieszkańców pobliskich aglomeracji, a jednocześnie będący ważnym węzłem komunikacyjnym aglomeracji warszawskiej w obsłudze Mazowsza Zachodniego. Określonym w dokumencie celem generalnym jest z kolei – wzrost poziomu życia mieszkańców.

Strategia wyznacza trzy cele priorytetowe i odpowiadające im cele strategiczne. Celem priorytetowym II jest „Dostępność komunikacyjna”, a odpowiadającym mu celem strategicznym – „2. Rozbudowa i modernizacja ciągów komunikacyjnych zwiększających dostępność

¹² Program przyjęty uchwałą nr 115/20 Sejmiku Województwa Mazowieckiego z dnia 8 września 2020 r.

¹³ bip.powiatgrodziski.pl, dostęp 30 stycznia 2022 r.

¹⁴ Strategia przyjęta uchwałą nr 692/2014 Rady Miejskiej w Grodzisku Mazowieckim z dnia 26 lutego 2014 r.

transportową. Natomiast celem priorytetowym III jest – „Rozwój kapitału społecznego”, a odpowiadającym mu celem strategicznym – „3. Zwiększenie dostępu do usług publicznych wysokiej jakości”.

W każdym z celów operacyjnych wymieniono cele operacyjne. W ramach celu strategicznego nr 2 celami operacyjnymi są:

- 1. Poprawa zewnętrznej dostępności komunikacyjnej gminy.
- 2. Rozwój lokalnego układu drogowego.
- 3. Poprawa jakości komunikacji zbiorowej.
- 4. Aktywna polityka przestrzenna gminy.

Dla każdego z ww. celów operacyjnych nakreślono zadania.

W ramach celu operacyjnego nr 1 wśród zadań wymieniono: budowę obwodnic miasta, połączenia drogi krajowej nr 8 z drogą wojewódzką nr 719 oraz przebudowę skrzyżowań z wprowadzeniem inteligentnych rozwiązań transportowych.

W ramach celu operacyjnego nr 2 wśród zadań wymieniono: modernizację dróg, budowę parkingów P&R i innych parkingów oraz optymalizację rozwiązań organizacji ruchu.

W ramach celu operacyjnego nr 3 wymieniono dwa zadania:

- 1. Współpraca z przewoźnikami w zakresie optymalizacji transportu publicznego.
- 2. Rozwijanie transportu we współpracy z aglomeracją warszawską.

Dla celu strategicznego nr 3 jednym z celów operacyjnych jest „1. Poprawa standardu infrastruktury technicznej i ochrony środowiska”, w którym zadaniami związanymi z transportem i mobilnością są:

- 1. Podejmowanie działań w celu podnoszenia świadomości ekologicznej mieszkańców.
- 7. Program ograniczania niskiej emisji – polityka niskoemisyjna Gminy Grodzisk Mazowiecki.

„Strategia rozwoju Elektromobilności dla Gminy Grodzisk Mazowiecki na lata 2019-2040”¹⁵ określa jako cel strategiczny rozwoju elektromobilności w Grodzisku Mazowieckim – „Opracowanie spójnej polityki lokalnej, prowadzącej do warunków dogodnych dla rozwoju elektromobilności oraz zwiększenia udziału wykorzystania paliw alternatywnych w sektorze transportu na terenie Gminy”.

W dokumencie wymieniono pięć głównych celów operacyjnych:

- Poprawa jakości powietrza na terenie Gminy poprzez zmniejszenie emisji zanieczyszczeń z transportu;

¹⁵ Strategia przyjęta uchwałą nr 409/2020 Rady Miejskiej w Grodzisku Mazowieckim z dnia 25 listopada 2020 r.

- Rozwój i budowa zeroemisyjnego transportu zbiorowego wraz z infrastrukturą towarzyszącą;
- Rozwój elektromobilności w sektorze transportu prywatnego;
- Wykreowanie wizerunku ekologicznej i nowoczesnej Gminy;
- Wzrost świadomości ekologicznej (m.in. w zakresie wykorzystania pojazdów elektrycznych przez mieszkańców i podmioty prywatne).

Jako działania wspólne dla wszystkich głównych celów operacyjnych wskazano natomiast:

- Zakup autobusów elektrycznych kursujących na bezpłatnej linii;
- Budowa stacji ładowania dla autobusu elektrycznego;
- Budowa stacji ładowania rowerów elektrycznych;
- Budowa w dalszej przyszłości kolejnych stacji ładowania samochodów i rowerów elektrycznych;
- Rozbudowa sieci parkingów typu P&R;
- Rozbudowa sieci ścieżek rowerowych;
- Prowadzenie działań miękkich dotyczących edukacji i promocji w zakresie elektromobilności.

Działania te będą zmierzały do wyeliminowania występujących problemów m.in. w zakresie: oparcia publicznego transportu zbiorowego wyłącznie o pojazdy spalinowe, przekroczenia dopuszczalnych poziomów zanieczyszczeń, niedostatecznej liczby pojazdów elektrycznych w sektorze transportu, braku zachęt do korzystania z transportu publicznego.

Działania zmierzać będą także do zaspokojenia potrzeb w zakresie zwiększenia dostępności transportu zbiorowego i lepszego dopasowania linii do potrzeb mieszkańców, zwiększenia świadomości ekologicznej mieszkańców i podmiotów gospodarczych oraz aktywizacji lokalnej społeczności we wdrażaniu działań związanych z innowacyjnym i ekologicznym transportem.

W ramach harmonogramu zadań do realizacji w okresie do końca 2022 r. wymieniono m.in.:

- przyłączenie do sieci stacji ładowania autobusów elektrycznych przy ul. Traugutta,
- zakup 2 autobusów elektrycznych,
- budowę parkingu P&R przy ul. Traugutta wraz ze stacją ładowania autobusów elektrycznych.

W dalszych okresach jako działania długofalowe przewidziano m.in. budowę systemu zintegrowanych tras rowerowych, rozbudowę systemu roweru miejskiego, budowę kolejnych stacji ładowania pojazdów elektrycznych, rozwój transportu elektrycznego.

W dokumencie przewidziano budowę stacji ładowania autobusów elektrycznych przy ul. Traugutta, poprzez dwie ładowarki wolne o mocy 60 kW każda, a w dalszej kolejności także poprzez ładowarkę pantografową szybką o mocy 400 kW. Niezbędną pojemność baterii autobusu określono natomiast na 237 kWh.

W dokumencie przewidziano, że zakupione pojazdy będą niskopodłogowe, z minimum 4 miejscami dostępnymi z poziomu podłogi, wyposażone w miejsca na wózek oraz wysuwaną rampę, przyklęk, system informacji pasażerskiej z zapowiedziami głosowymi przystanków.

„Lokalny Program Rewitalizacji gminy Grodzisk Mazowiecki. Aktualizacja”¹⁶ obejmuje dziewięć wyznaczonych do rewitalizacji obszarów, w tym w granicach miasta – centrum, teren przy ul. Szczęsnej, teren przy ul. Sportowej, osiedle Kopernik, teren przy ul. Piaskowej oraz obszar Łąki.

Dokument określa wizję wyznaczonych obszarów po okresie rewitalizacji, cele rewitalizacji oraz odpowiadające im kierunki działań. W Programie określono także niezbędne przedsięwzięcia rewitalizacyjne oraz w ramach nich projekty do realizacji.

Do problematyki transportu publicznego oraz mobilności odnosi się cel nr 4 – „Kształtowanie postaw osób zagrożonych wykluczeniem społecznym poprzez tworzenie i wzmacnianie udogodnień miejskich związanych z funkcjonowaniem przestrzeni publicznych i znoszeniem barier architektonicznych”. Wymienione w ramach celu nr 4 kierunki działań nie odnoszą się jednak do problematyki transportu publicznego i mobilności.

Wśród wskazanych w dokumencie przedsięwzięć, w ramach przedsięwzięcia „4. Nasz dom – przeciwdziałanie problemom społecznym poprzez zagospodarowanie przestrzeni publicznej Miasta” wskazano natomiast projekty związane z rewitalizacją pasażów śródmiejskich, modernizacją ulicy 3 Maja, budową parkingów P&R przy ulicach Żydowskiej i Piaskowej oraz rozwojem sieci tras rowerowych.

„Plan gospodarki niskoemisyjnej dla Gminy Grodzisk Mazowiecki na lata 2021-2027 z perspektywą do 2035 roku”¹⁷ jasno obszary problemowe wskazuje: niską emisję generowaną głównie przez kotłownie przy niewielkim wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii, emisję pochodzącą z transportu, przy niskiej jakości infrastruktury drogowej oraz znacznej emisji przez pojazdy oraz energochłonność infrastruktury gminnej.

Plan określa główny cel strategiczny jako „Poprawa jakości powietrza i komfortu życia mieszkańców poprzez redukcję zanieczyszczeń powietrza, w tym CO₂ oraz ograniczenie zużycia energii finalnej we wszystkich sektorach”. Celami szczegółowym są natomiast: ograniczenie

¹⁶ Program przyjęty uchwałą nr 383/2016 Rady Miejskiej w Grodzisku Mazowieckim z dnia 18 lipca 2016 r.

¹⁷ Plan przyjęty uchwałą nr 466/2021 Rady Miejskiej w Grodzisku Mazowieckim z dnia 24 lutego 2021 r.

zużycia energii końcowej, ograniczenie emisji CO₂, pyłów PM_{2,5} i PM₁₀ oraz benzo(a)pirenu, a także wzrost udziału energii ze źródeł odnawialnych.

Wśród działań inwestycyjnych wymieniono: termomodernizację budynków, monitoring zużycia energii, montaż odnawialnych źródeł energii, wymianę źródeł ciepła, wymianę oświetlenia, rozwój sieci tras rowerowych, budowę parkingów P&R, wdrażanie ITS oraz niebiesko-zieloną infrastrukturę. Wymienione w dokumencie działania nie dotyczą bezpośrednio komunikacji miejskiej.

5.2. Wybór rodzaju napędu

Wybór rodzaju napędu stosowanego w pojazdach komunikacji miejskiej zależy nie tylko od wyników analiz zawartych w dokumentach strategicznych związanych z rozwojem danego miasta i jego obszaru funkcjonalnego, w tym w obszarze publicznego transportu zbiorowego, ale także od wielu różnych uwarunkowań technicznych i finansowych.

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

- dywersyfikacja źródeł zasilania taboru zwiększa bezpieczeństwo ekonomiczne przy wahanach 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 baterijnymi 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 lub napędzanych biometanem w strukturze taboru wykorzystywanego w komunikacji miejskiej, stwarza konieczność zmiany dotychczasowej praktyki nabywania nowych pojazdów zasilanych olejem napędowym na – w coraz większym zakresie – pojazdy zeroemisyjne. Zapisy tej ustawy wymagają, aby w miastach przekraczających 50 000 mieszkańców, począwszy od 1 stycznia 2028 r., flota pojazdów składała się przynajmniej w 30% z autobusów zeroemisyjnych lub napędzanych biometanem. W skali kraju aktualnie udział takich autobusów w strukturze taboru operatorów komunikacji miejskiej jest nadal niewielki, tymczasem narzucone tempo wzrostu tego udziału, wynikające z przepisów ustawy o elektromobilności, należy uznać za wysokie.

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

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

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

Przy eksploatacji taboru zasilanego CNG istotne jest także to, że właścicielem infrastruktury do tankowania autobusów gazowych nie jest operator przewozów, lecz jedna ze spółek

Grupy PGNiG. W miastach eksploatujących takie pojazdy, pewne problemy z codzienną eksploatacją autobusów CNG wynikają z częstych awarii stacji tankowania, w szczególności braku dostatecznej liczby zapasowych sprężarek.

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

Istotną kwestią, przy podejmowaniu decyzji o eksploatacji taboru zasilanego CNG, jest dostępność stacji tankowania sprężonego gazu ziemnego. W Grodzisku Mazowieckim nie funkcjonuje obecnie taka stacja, najbliższe stacje tankowania CNG znajdują się w Warszawie – na terenie zajezdni autobusowej Miejskich Zakładów Autobusowych sp. z o.o. przy ul. Kleszczyńskiej 28 oraz przy ul. Prądzyńskiego 16 na terenie Gazowni Warszawa Zachód PSG sp. z o.o.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

wymagany na budowę punktowych stacji zasilania dla autobusów elektrycznych pantografovych.

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

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

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

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

Najbliższa Grodziska Mazowieckiego sieć trolejbusowa zlokalizowana jest w Lublinie, ok. 200 km od centrum Grodziska Mazowieckiego. Linie trolejbusowe komunikacji miejskiej w Lublinie są organizowane przez Zarząd Transportu Miejskiego w Lublinie.

Uruchomienie przewozów trolejbusami wymagałoby instalacji w obszarze silnie zurbanizowanym sieci napowietrznej na większości planowanej trasy linii komunikacji miejskiej oraz budowy nowej zajezdni trolejbusowej z możliwością parkowania, obsługi codziennej, napraw i remontów trolejbusów. Z uwagi na bardzo wysokie koszty ich uruchomienia od podstaw, w celu spełnienia w wymaganym krótkim czasie wymogów ustawy o elektromobilności, Gmina

może rozważyć zastosowanie jedynie dwóch typów napędów autobusów zapewniających zeroemisyjność. Są to elektryczne silniki napędowe zasilane bateryjnie – z okresowym doładowywaniem baterii na pętlach lub podczas postoju na terenie zajezdni oraz elektryczne silniki napędowe zasilane z lokalnego źródła – wodorowego ogniwa paliwowego.

5.3. 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 nowowprowadzanych do użytkowania autobusów z napędem elektrycznym. Istotną kwestią, związaną z ich codzienną eksploatacją, jest wybór strategii ładowania baterii.

Rozwój pojazdów elektrycznych poruszających się samodzielnie był i jest ograniczony dostępnymi zasobnikami energii. Początkowo zasobniki takie stanowiły akumulatory kwasowo-ołowiowe, potem nikielowo-kadmowe (NiCd), a obecnie: nikielowo-metalowo-wodorkowe (NiMH) oraz litowo-jonowe (Li-Ion), litowo-polimerowe (Li-Poly), litowo-manganowe (Li-MN₂O₄) i litowo-żelazowo-fosforanowe (Li-FePO₄). Systematycznie wprowadzane są na rynek także inne typy baterii, np. baterie litowo-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 użytkowania oraz pozwalające na zwiększenie zasięgu pojazdu.

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

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

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

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

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

Parametry ładowania zależą także od stosowanej ładowarki. Na rynku występują ładowarki o małej mocy (40-60 kW) – do codziennego ładowania postojowego (nocnego) oraz o dużej mocy (do 500 kW, a niekiedy nawet większej) – do szybkiego ładowania. Podstawową metodą dostarczania energii jest złącze kablowe plug-in, które ma jednak zwykle moc przekazywaną ograniczoną do 120 kW oraz dla autobusów miejskich – pantografy zwykłe i odwró-

cone – 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 supertrolejbusy, posiadające homologację zarówno autobusu elektrycznego, jak i trolejbusu, eksploatowane już w Gdyni i zakontraktowane dla Tychów.

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

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

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

Celem organizatorów i operatorów jest zwykle optymalizacja masy baterii, umożliwiająca zmniejszenie zużycia energii, a także likwidacja koniecznych do zrealizowania przejazdów technicznych do i z bazy autobusowej, w celu podłączenia do źródła zasilania i związanych z dłuższym ładowaniem wyłączeń autobusów z ruchu. Jest to realizowane 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 z wodorowym ogniwem paliwowym. Autobus wyposażony w taki napęd posiada baterie o znacznie mniejszej pojemności – mające jedynie charakter wyrównawczy – podobnie jak zestawy baterii w autobusach hybrydowych, pojazdach z rekuperacją energii, czy też z systemem start-stop.

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

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

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

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

Brak jest także wciąż w Polsce pewnego dostawcy wodoru o wysokiej czystości w niskiej cenie i w wystarczającej ilości. Produkcję wodoru o wysokiej czystości zamierzają realizować metodą reformingu parowego obydwa 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. Najbliższy uruchomienia stacji tankowania wodoru dla autobusów komunikacji miejskiej jest Miejski Zakład Komunikacji w Koninie sp. z o.o., który zawarł umowę z ZE PAK SA na dostawę czystego wodoru przez dwa lata, w związku z dzierżawą autobusów Solaris Urbino 12 Hydrogen. Uruchomienie stacji tankowania planowane jest w III kwartale 2022 r.

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 Grodzisku Mazowieckim występuje specyficzna sytuacja, rzadko spotykana w polskich miastach. Gmina jako organizator wykorzystywała dotychczas do świadczenia przewozów w komunikacji miejskiej wyłącznie zewnętrznych operatorów, wyłonionych w ramach przeprowadzonych postępowań przetargowych.

Gmina wybuduje, w ramach realizacji projektu partnerskiego „Zielone płuca Mazowsza – rozwój mobilności wiejskiej w gminach południowo-zachodniej części województwa”, zajezdnię autobusową z dwustanowiskową stacją ładowania autobusów elektrycznych poprzez złącze plug-in, o mocy 2x60 kW, położoną na terenie miejscowości Chrzanów Duży, lecz tuż przy granicy miasta, w sąsiedztwie ul. Cieszyńskiej. Drugą, uzupełniającą stację ładowania poprzez złącze plug-in, o mocy 120 kW, Gmina wybuduje w rejonie skrzyżowania ulic Towarowej i Traugutta. Stacje te zostaną udostępnione operatorowi wybranemu do świadczenia przewozów.

Z uwagi na dysponowanie dwoma punktami do ładowania baterii autobusów o stosunkowo niskiej mocy, na terenie zajezdni oraz w mieście, założono że autobusy zeroemisyjne wyposażone zostaną w baterie o dużej pojemności. Stacja na terenie zajezdni będzie pełniła funkcję podstawowego ładowania nocnego baterii pojazdów, a stacja zlokalizowana w mieście służyć będzie dla doładowania baterii pojazdów na trasie podczas dłuższych przerw w kursowaniu.

Oczekiwana przez Gminę pojemność baterii pojazdu klasy midi to 220 kWh, przy dopuszczalnym poziomie rozładowania do 80% zapewni pojemność użytkową rzędu 176 kWh, która

po kilku latach eksploatacji może spaść do poziomu nawet 140 kWh. Korzystanie z dodatkowej stacji ładowania plug-in w ciągu dnia kursowania autobusów, przy przeciętnym przebiegu dziennym autobusu 190 do 220 km, będzie więc koniecznością.

Zakupione autobusy będą dostosowane do zamontowania łączy pantografowego, umożliwiając w przyszłości zmianę sposobu ładowania i znaczne skrócenie niezbędnego czasu postoju autobusu na trasie.

Ze względu na opisane wyżej uwarunkowania, w niniejszej analizie ujęto jeden wariant zastosowania autobusów zeroemisyjnych, z doładowaniem poprzez złącza plug-in – uznając to za rozwiązanie o dostatecznej pewności poprawnego funkcjonowania przewozów, z uwagi na zastosowanie autobusów o dużej pojemności baterii.

5.4. Proponowane warianty

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

- konwencjonalny, w którym założono wprowadzenie do eksploatacji nowych pojazdów spaliniowych klasy midi, z silnikami Diesla;
- elektryczny, w którym założono wprowadzenie do eksploatacji dwóch autobusów elektrycznych klasy midi z doładowaniem baterii o dużej pojemności poprzez złącze plug-in – w wyniku realizacji projektu partnerskiego „Zielone płuca Mazowska – rozwój mobilności wiejskiej w gminach południowo-zachodniej części województwa” oraz uzupełniając jednego autobusu rezerwowego z silnikiem Diesla.

Wariant konwencjonalny ma znaczenie wyłącznie teoretyczne, przygotowany został wyłącznie dla oceny korzyści z zastosowania autobusów zeroemisyjnych i nie oznacza rezygnacji przez Gminę z realizacji projektu „Zielone płuca Mazowska – rozwój mobilności wiejskiej w gminach południowo-zachodniej części województwa”.

W obydwu wariantach uwzględniono fakt braku eksploatacji w grodziskiej komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych, spowodowany brakiem funkcjonowania linii komunikacji miejskiej od początku 2022 roku.

Uruchomienie nowej linii komunikacji miejskiej oraz prowadzenie do eksploatacji taboru przewidziano, zgodnie z założeniami Gminy, od dnia 1 września 2022 r. Klasę autobusów przyjęto zgodnie z założeniami Gminy.

W obydwu wariantach przyjęto że operator przeznaczy do eksploatacji w grodziskiej komunikacji miejskiej autobusy w liczbie niezbędnej do obsługi linii komunikacyjnych – dwa w ruchu plus jeden pojazd rezerwowo. Jako pojazd rezerwowo przyjęto w obydwu wariantach uży-

wany autobus klasy midi, z silnikiem zasilanym olejem napędowym. Z uwagi na niewielki przebiegi roczne pojazdu rezerwowego, przyjęto jego wprowadzenie do ruchu jako pojazd 8-letni, z wymianą na analogiczny po okresie 7-8 lat.

W obydwu wariantach założono, że autobus rezerwowy będzie wysyłany na trasę wyłącznie w krótkich okresach przeglądów, napraw bieżących lub usuwania awarii. Pojazd ten nie będzie więc wymagany jako fabrycznie nowy, a jego roczny przebieg będzie wynosił jedynie 5% założonej pracy eksploatacyjnej w sieci komunikacji miejskiej.

W obydwu wariantach założono, że nakłady inwestycyjne na budowę zatoki autobusowej nie są związane z rodzajem nabywanego taboru i będą poniesione w zaplanowanej wysokości. Zatoka autobusowa będzie jednocześnie stanowić pętlę dla projektowanej nowej linii.

Z kolei miejsca postojowe na placu zajezdni będą wykorzystywane przez operatora tylko w wariantcie elektrycznym, przede wszystkim w celu nocnego ładowania baterii pojazdów. W latach poprzednich operatorzy obsługujący pojazdami spalinowymi linie komunikacji miejskiej korzystali z własnych zajezdni. Nakłady do poniesienia na budowę zajezdni uwzględniono więc jedynie w wariantcie elektrycznym.

Przyjęto, że umowy przewozowe z operatorami będą w okresie analizy zawierane przy założeniu udostępnienia operatorowi dwóch zakupionych przez Gminę autobusów. Z kolei pojazd rezerwowy zapewni operator we własnym zakresie. Po upływie założonego 15-letniego okresu eksploatacji przyjęto wymianę autobusów udostępnionych przez Gminę na fabrycznie nowe, w analogicznej liczbie i klasie.

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

Wielkość wykonywanej pracy eksploatacyjnej we wszystkich wariantach analizy, przyjęto w latach 2022-2025 w wysokości zakładanej przez Gminę w przygotowywanym postępowaniu wyboru operatora. W latach kolejnych przyjęto poziom średni z lat 2023-2025, w wysokości 172,98 tys. wozokilometrów rocznie.

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 oraz możliwości finansowych budżetu.

W analizie przyjęto jak opisano wyżej zasadę zakupu dwóch jednostek taborowych przez Gminę, a jednej przez operatora wyłonionego w postępowaniu przetargowym. Jest to jednak

wyłącznie założenie przyjęte do celów analizy porównawczej wariantów, niezamykające absolutnie możliwości dalszego nabywania taboru przez Miasto, w celu późniejszego jego udostępnienia operatorowi.

W tabeli 2 przedstawiono planowane zmiany struktury taboru w wariantach konwencjonalnym i elektrycznym.

W każdym wariantcie założono, że nabywane fabrycznie nowe pojazdy będą wyposażone zgodnie ze specyfikacją postępowania przetargowego, w szczególności będą wymalowane w barwy miejskie, niskopodłogowe, wyposażone w: klimatyzację całopojazdową, rampę, przyklęk i miejsce na wózek, system elektronicznej informacji pasażerskiej z zapowiedziami głosowymi przystanków i wyświetlaczami, system GPS oraz monitoring wewnętrzny i zewnętrzny.

W wariantcie elektrycznym przyjęto udostępnienie operatorowi stacji ładowania w zatoce autobusowej przy ul. Traugutta/Towarowej oraz na terenie zajezdni w Chrzanowie Dużym.

Z uwagi na planowane uruchomienie komunikacji miejskiej w wersji bezpłatnej przychodów z biletów nie uwzględniano.

Tab. 2. Harmonogram wymiany taboru grodzkiej komunikacji miejskiej w latach 2022-2037

Lp.	Typ taboru – napęd	Rozpatrywany rok															
		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
wariant konwencjonalny																	
1	Autobusy ON																
1a	Zakup/wycofanie	3/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	3/3
1b	Stan na koniec roku	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	Autobusy ON używane																
3a	Zakup/wycofanie	1/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	1/1	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	1/1
3a	Stan na koniec roku	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	Razem flota	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
5	Średni wiek floty [lat]	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7	7,7	8,7	9,7	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0
wariant elektryczny																	
6	Autobusy ON używane																
6a	Zakup/wycofanie	1/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	1/1	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	1/1
6b	Stan na koniec roku	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	Autobusy elektryczne																
7a	Zakup/wycofanie	2/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	2/2
7b	Stan na koniec roku	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
8	Razem flota	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
9	Udział zeroemisyjnych we flocie [%]	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7
10	Średni wiek floty [lat]	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0

Źródło: opracowanie własne.

5.5. Wybór linii do obsługi taborem zeroemisyjnym

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

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

Uzyskane odpowiedzi wskazały na cztery grupy przesłanek:

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

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

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

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

- zdecydowana preferencja dla krótkich tras, z przerwami na doładowanie na punktach krańcowych.

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

- obejmuje ona obszary miejskie o intensywnej zabudowie wielorodzinnej – ze względu na brak emisji hałasu, szczególnie dotkliwego wśród wysokich i gęsto rozlokowanych budynków;
- występuje duża intensywność dobowego i rocznego wykorzystania taboru – środki transportu o wysokich kosztach stałych powinny być eksploatowane w sposób maksymalnie intensywny (dominantę stanowiły wartości od 65 do 80 tys. wozokilometrów rocznie w przeliczeniu na pojazd w inwentarzu, aczkolwiek próg opłacalności eksploatacji 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 pętlach 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).

Grodziska komunikacja miejska spełnia wiele z powyższych przesłanek: występuje intensywna zabudowa wielo- i jednorodzinna, gęstość przystanków jest znaczna, miasto obsługiwane jest wieloma liniami, dobowe przebiegi autobusów komunikacji miejskiej będą przekra-

czały 200 km, występuje zjawisko kongestii, w mieście nie występują istotne deniwelacje. Kierując się powyższymi przesłankami pojazdy zeroemisyjne można wprowadzić do realizacji każdego z zadań przewozowych grodziskiej komunikacji miejskiej.

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

Trasa linii **0** komunikacji miejskiej, planowanej do obsługi taboru elektrycznym, przebiegać ma od przystanku przy ul. Towarowej/Traugutta, następnie drogą wojewódzką nr 579 przez wiadukt kolejowy, z zajeżdżaniem pod budynek dworca kolejowego, w kierunku do szpitala specjalistycznego. Od szpitala linia poprowadzona będzie obok cmentarza, następnie przez południową część miasta do ulicy Na Laski, następnie do drogi wojewódzkiej nr 719 i z powrotem przez wiadukt kolejowy do krańcówki Towarowa/Traugutta. Planowana długość trasy wynosi 27,5 km w jednym kierunku. Przewiduje się, że linia 0 będzie kursować w dni powszednie, soboty i niedziel co godzinę, od 5 rano do 21 wieczorem. Szczegółowy przebieg trasy i częstotliwość kursowania może ulec korektom, ostateczny rozkład jazdy zostanie przygotowany przed rozpoczęciem procedury przetargowej wyboru operatora.

Dla linii zachowane będą we wszystkich porach dnia rytmiczne odjazdy, nie są jednak wykluczone drobne przesunięcia odjazdów w przypadku występowania takich potrzeb mieszkańców. Warto jednak zaznaczyć, że pełna rytmiczność kursów jest rozwiązaniem bardzo korzystnym dla pasażerów, gdyż takie rozkłady jazdy ułatwiają dostosowanie się mieszkańców do godzin odjazdów i zwiększają zainteresowanie korzystaniem z pojazdów transportu publicznego.

Trasa linii wybranej do elektryfikacji będzie przebiegać przez obszary o gęstej zabudowie mieszkaniowej, obsługując podstawowe źródła i cele ruchu, wskutek czego korzyści środowiskowe wynikające z wyeliminowania emisji zanieczyszczeń oraz obniżenia hałasu, dotyczyć będą znacznej liczby mieszkańców Grodziska Mazowieckiego.

Wybrany przystanek autobusowy przy skrzyżowaniu ulic Towarowej i Traugutta stanowić będzie pętlę, na której w wybranych porach dnia doładowywane będą baterie autobusu.

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 linią taką będzie linia 0.

Wraz z wyborem linii do obsługi taborem zeroemisyjnym powinna być określona niezbędna pojemność baterii autobusu. Dla autobusu standardowego, ładowanego wyłącznie w zajezdni, w celu zapewnienia przebiegu 200 km, pakiet baterii pojazdowych (przy założeniu braku ogrzewania elektrycznego i zastosowaniu agregatu spalinowego) powinien posiadać pojemność nie mniejszą niż 240 kWh, co przekłada się na ciężar baterii rzędu 2,4 tony. W praktyce, z uwagi na zakres pracy baterii z reguły znacznie niższy od przedziału 0-100% naładowania i ze względu na możliwość wystąpienia warunków ruchu gorszych niż typowe (kongestia, inne utrudnienia), bezwzględnie wymagana byłaby jeszcze około 30% rezerwa pojemności baterii.

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

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

Opisanego rodzaju autobusy elektryczne, z uwagi na duży ciężar baterii, posiadają znacznie wyższą masę własną od pojazdów standardowych z napędem Diesla, czyli ponad 14 ton, co wpływa na konieczność zmniejszenia maksymalnej pojemności pasażerskiej pojazdu –

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

W niniejszej analizie przyjęto zakup autobusów zeroemisyjnych zgodny ze specyfikacją przygotowaną przez Gminę, z bateriami o dużej pojemności, ale z jednoczesnym dostosowaniem autobusu do przyszłego szybkiego doładowania na planowanej do wybudowania stacji pantografowej.

Zużycie energii przez przeciętny autobus elektryczny oraz trolejbus zależne jest nie tylko od nowoczesności zastosowanych rozwiązań (wyższa sprawność urządzeń, ograniczenie zwykłego zużycia energii przez nowe technologie), ale także od liczby zainstalowanych urządzeń korzystających z pokładowej energii elektrycznej. W eksploatowanych od wielu lat trolejbusach, pobór energii przez urządzenia pokładowe sięga nawet 35% całości jej zużycia. Dotyczy to nie tylko systemów funkcjonowania pojazdu (zasilanie w sprężone powietrze, wentylacja i klimatyzacja, oświetlenie wewnętrzne, obsługa autokomputera i urządzeń towarzyszących, łączność z serwerami i dyspozytorem, itp.), ale także elementów informacji i obsługi pasażerskiej oraz komfortu przewozu i zapewnienia bezpieczeństwa. Znaczącymi odbiornikami energii w pojeździe elektrycznym są: system i wyświetlacze informacji pasażerskiej, w tym zapowiedzi głosowe kolejnych przystanków, monitoring, systemy biletowe, 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 10-metrowego i przy standardowym dla grodziskiej 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. 0,8-0,9 kWh/km.

Zużycie energii elektrycznej wzrasta, w okresach upałów, przy pracującej klimatyzacji, baterie pojazdu powinny więc posiadać pewien zapas pojemności, dla pokrycia zwiększonego zapotrzebowania na energię przy intensywnie pracującej klimatyzacji, nawet jeśli urządzenia klimatyzacyjne wspomagane są pompą ciepła. Z doświadczeń eksploatacyjnych wynika, że przy pracującej klimatyzacji zużycie energii zwiększa się nawet o 25-30%. Można więc przyjąć, że średnie zużycie energii przez autobus klasy midi w Grodzisku Mazowieckim, przy pracującej klimatyzacji, wyniesie ponad 1,0 kWh/km.

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

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 dla pojazdu klasy maxi nawet do 0,9 kWh w przeliczeniu na każdy 1 km pokonywanej trasy. W grodzkich warunkach ruchowych i klimatycznych należy przyjąć maksymalne zużycie energii przez autobus elektryczny klasy midi z ogrzewaniem elektrycznym na poziomie do 1,0 + 0,6 = 1,6 kWh w przeliczeniu na każdy 1 km trasy.

Zakupione przez Gminę autobusy zeroemisyjne wyposażone będą w dodatkowy agregat grzewczy na olej napędowy. W specyfikacji przetargowej postawiony był wymóg zapewnienia przez producenta zużycia mniejszego niż 1,0 kWh/km, a wybrany producent zapewnił że zużycie w warunkach testu SORT 2 wyniesie ponad 0,95 kWh/km, ale nie więcej niż 1,0 kWh/km.

Uwzględniając okresy pracy klimatyzacji w ciągu roku nie będzie zbyt długi, można przyjąć, że średnioroczne zużycie energii autobusu elektrycznego z ogrzewaniem spalinowym wyniesie 1,10 kWh/km.

W tabeli 3 przedstawiono dla autobusu zeroemisyjnego klasy midi z baterią o pojemności nominalnej 220 kWh: prawdopodobne minimalne przebiegi do czasu rozładowania baterii oraz czas ładowania baterii całkowicie rozładowanej na przystanku autobusowym – z zastosowaniem ładowarki o mocy 120 kW i na terenie zajezdni – z zastosowaniem ładowarki o mocy 60 kW.

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, przy okresie eksploatacji 7 lat. Sprawność ładowarek przyjęto na poziomie 95%.

Tab. 3. Zakładane przebiegi i czasy ładowania autobusów zeroemisyjnych.

Klasa autobusu	Pojemność baterii			Minimalny przebieg	Maksymalny czas ładowania	
	nominalna	użytkowa	minimalna		na trasie	zajeżdźnia
	[kWh]	[kWh]	[kWh]		[godzin]	[godzin]
midi	220	176	158	158	1,54	3,09

Źródło: opracowanie własne.

Czasy ładowania przy mniejszym przebiegu autobusu byłyby odpowiednio krótsze, co oznacza że czas na doładowanie baterii może być w trakcie pracy autobusu na linii podzielony na odpowiednio mniejsze części i krótsze postoje pod ładowarką. Przerwa na ładowanie autobusów na przystanku powinna być odpowiednio wcześniej zaplanowana w rozkładzie jazdy.

Czas ładowania rozładowanej baterii autobusu na pętli zależy od jej pojemności, ale także od mocy dyspozycyjnej ładowarki. Przyjęta maksymalna moc ładowania 120 kW powoduje, że konieczny postój pojazdu na pętli jest relatywnie dłuższy, a efektywność wykorzystania pojazdów mniejsza. Przy zastosowaniu w przyszłości ładowarki pantografowej o większej mocy czasy zdecydowanie by się skróciły, a autobusy na trasie zmuszone byłyby poświęcać na postój na pętlach, w celu naładowania baterii, mniejszą część czasu. Czas postoju łącznego na ładowanie baterii przy zastosowaniu ładowarki o mocy 250 kW można skrócić do 45 minut, ponadto łączny czas postoju można podzielić na kilka części, przez co czas jednostkowy mógłby być relatywnie krótki, rzędu kilkunastu minut.

Powyższe wyliczenia mają jednak charakter wyłącznie szacunkowy – dla potrzeb analizy kosztów i korzyści.

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

5.6. Planowane nakłady inwestycyjne

Przewidywane (przyszłe) koszty zakupu jednostek taborowych zeroemisyjnych przyjęto na podstawie wyników rozstrzygniętych postępowań przetargowych przeprowadzonych w ramach realizacji projektu „Zielone płuca Mazowsza – rozwój mobilności wiejskiej w gminach południowo-zachodniej części województwa”. Przewidywane koszty zakupu jednostek taborowych zasilanych olejem napędowym przyjęto na podstawie wyników postępowań przetargowych z 2022 r. Nakłady niezbędne do poniesienia na zakup taboru i instalacje zasilające przedstawiono w tabeli 4.

Tab. 4. Planowane nakłady inwestycyjne dla poszczególnych wariantów inwestycji taborowych w latach 2022-2037 [mln zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Rozpatrywany rok															
		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
1	Wariant konwencjonalny																
1.1	Autobusy ON midi	2,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,32
1.2	Zatoka	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.3	Ogółem	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,32
2	Wariant elektryczny																
2.1	Autobusy ON midi	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20
2.2	Autobusy elektr. midi	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,50
2.3	Zajezdnia i zatoka	1,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.4	Ładowarki plug-in	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.4	Wymiana baterii	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.5	Ogółem	5,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,70
3	Razem wydatki	wariant konwencjonalny								wariant elektryczny							
		9,82								9,52							

Źródło: opracowanie własne.

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

- 1,06 mln zł – z silnikiem na olej napędowy, klasy midi;
- 1,75 mln zł – z silnikiem elektrycznym, ładowany poprzez plug-in, klasy midi.

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

W każdym wariantie przewiduje się wybudowanie zatoki autobusowej przy ul. Towarowej/Traugutta, z przyłączem do stacji ładowania plug-in. Zatoka ta będzie służyła jako miejsce postoju autobusów na pętli końcowej.

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

- budowę zajezdni autobusowej w Chrzanowie Dużym, wraz z przyłączem do stacji ładowania plug-in;
- zakup ładowarek wolnych – dwustanowiskowej o mocy 2x60 kW oraz jednostanowiskowej o mocy 120 kW.

Koszt budowy zatoki autobusowej przyjęto w wysokości wynikającej z zawartej, w wyniku rozstrzygniętego przetargu, umowy Gminy z wykonawcą na realizację zadania A, uwzględniając dodatkowe nakłady na opracowanie koncepcji i dokumentacji projektowej. Koszt budowy zajezdni wraz z zatoką autobusową przyjęto jak powyżej, z tym że powiększony o wynikający z umowy koszt realizacji zadania B.

Koszt ładowarek przyjęto na podstawie rozstrzygniętego postępowania przetargowego, prowadzonego przez Miasto Żyrardów.

W analizie nie uwzględniano potencjalnych przyszłych nakładów na budowę instalacji do szybkiego ładowania.

Podsumowując, w wariantie konwencjonalnym przyjęto poniesienie nakładów infrastrukturalnych w następujących kwotach (netto):

- 0,338 mln zł na budowę zatoki autobusowej wraz z instalacją zasilającą stację ładowania.

W wariantie elektrycznym przyjęto poniesienie nakładów infrastrukturalnych w następujących kwotach (netto):

- 1,283 mln zł na budowę zajezdni oraz zatoki autobusowej wraz z instalacją zasilającą stację ładowania;
- 0,420 mln zł na zakup ładowarek plug-in wolnego ładowania;
- 0,11 mln zł – na wymianę baterii o pojemności 220 kWh po 7 latach eksploatacji autobusu elektrycznego.

Po 15-letnim okresie eksploatacji autobusów elektrycznych i nowych autobusów spaliniowych, przyjęto ich wymianę na fabrycznie nowe. Wymianę autobusów spaliniowych używanych na nowsze przewidziano po 7 letnim okresie ich eksploatacji.

6. Analiza kosztów i korzyści

6.1. Przyjęte założenia analizy kosztów i korzyści

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

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

W obliczeniach wykorzystano:

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

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

Koszty utrzymania taboru w analizie finansowej z uwagi na brak danych rzeczywistych przyszłego operatora zostały zaprognozowane na podstawie kosztów poniesionych w 2021 r. przez lokalnego przewoźnika PKS w Grodzisku Mazowieckim sp. z o.o., zindeksowanych do poziomu 2022 r. Koszty oleju napędowego przyjęto na podstawie średnich cen hurtowych oleju napędowego Ekodiesel PKN ORLEN SA (<https://a.orklen.pl/PL/DlaBiznesu/HurtoweCenyPaliw/Strony/archiwum-cen.aspx?Fuel=ONEkodiesel&Year=2021>) osiągniętych w 2021 r. oraz zindeksowanych do poziomu 2022 r. o prognozowany wskaźnik wzrostu cen energii, i pomniejszonych o szacunkowy upust 0,20 zł/dm³. Wskaźniki wzrostu przyjęto na podstawie prognozy NBP z listopada 2021 r. (https://www.nbp.pl/home.aspx?f=/polityka_pieniezna/dokumenty/projekcja_inflacji.html).

Wartości oszacowanych kosztów eksploatacji autobusów w 2021 r. przedstawiono w tabeli 5.

Tab. 5. Prognozowane roczne koszty eksploatacji w komunikacji miejskiej dla nowej umowy wykonawczej [tys. zł]

Kategoria kosztu	Wartość
Wynagrodzenia	2 385,1
Narzuty na wynagrodzenia	672,7
Ogumienie	22,3
Części zamienne	89,3
Pozostałe materiały	200,0
Usługi obce	479,9
Ubezpieczenia	13,0
Razem koszty eksploatacji	3 862,3
Koszty wydziałowe i ogólnozakładowe	2 328,3
Razem koszty przewozów w komunikacji miejskiej	6 190,6

Źródło: opracowanie własne.

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

Wyższe koszty jednostkowe energii wystąpią w przypadku znacznego poboru energii w okresie szczytowym przez stację ładowania zlokalizowaną na przystanku, a niższe przy wykorzystywaniu ładowarek zajezdniowych do ładowania nocnego poza szczytem energetycznym. Do obliczeń przyjęto koszt jednostkowy kilowatogodziny na podstawie faktur za energię wystawionych dla Gminy Grodzisk Mazowiecki za styczeń 2022 r. – w wysokości 0,82 zł netto.

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

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

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

W tabeli 6 przedstawiono przyjęte wskaźniki do wyliczenia wysokości kosztów w analizie.

Tab. 6. Wskaźniki kosztów eksploatacyjnych przyjęte do analizy

Kategoria	Jednostka	Podstawa	Wartość
Średnioroczne spalanie autobusu z silnikiem na olej napędowy o normie czystości spalin EURO VI klasy midi	dm ³ /100 km	dane operatorów	31,0
Średnia cena oleju napędowego	zł/dm ³	dane operatorów	4,70
Cena energii elektrycznej	zł/kWh	dane operatorów	0,82
Koszty eksploatacji autobusów – zużycie materiałów	zł/km	dane operatorów	0,30
Koszty eksploatacji autobusów – naprawy i usługi obce	zł/km	dane operatorów	0,45
Współczynnik kosztów eksploatacji autobusów elektrycznych do autobusów z silnikiem Diesla (materiały i usługi)	-	dane producentów	0,70
Współczynnik kosztów eksploatacji nowych autobusów w stosunku do autobusów używanych (materiały i usługi)	-	szacunek własny	0,85
Średnie zużycie energii przez autobus elektryczny klasy midi z baterią 220 kW	kWh/km	dane producenta	1,00

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych rozproszonych.

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

Analiza została przygotowana według niżej przedstawionego schematu postępowania:

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

Analiza korzyści użytkowników koncentruje się na efektach inwestycji z perspektywy dobrobytu społecznego, dlatego wyłączono z niej wzajemne przychody operatorów i Miasta, w szczególności wyeliminowano wzajemne rozliczenia w zakresie przekazywanej rekompensaty oraz dzierżawy stacji ładowania szybkiego. Uwzględniono natomiast korzyści w postaci

oszczędności w kosztach eksploatacyjnych, które wystąpią w wyniku realizacji wybranego wariantu – zostały one przeniesione z analizy finansowej do analizy społeczno-ekonomicznej.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Emisja gazów cieplarnianych

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

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

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

Do obliczeń przyjęto wartości jednostkowe uzyskane zgodnie z Kalkulatorem emisji zanieczyszczeń i kosztów klimatu dla środków transportu publicznego CUPT, dostępnym w serwisie internetowym tej instytucji (www.cupt.gov.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=692&Itemid=411, dostęp: 4.01.2022 r.).

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

W tabeli 7 przedstawiono emisję gazów cieplarnianych (GHG) przy produkcji energii elektrycznej w Polsce – dane dla krajowego miksu energetycznego.

**Tab. 7. Emisja GHG przy produkcji energii elektrycznej w Polsce [gCO₂/kWh]
– dane dla krajowego miksu energetycznego**

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

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

Emisja gazów innych niż cieplarniane

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

Dla wariantu elektrycznego, z autobusami elektrycznymi zasilanymi z baterii, uwzględniono koszty emisji powstającej przy wytwarzaniu energii elektrycznej w Polsce, pomimo że emisję lokalną można uznać za zerową. Wielkość emisji zanieczyszczeń przy produkcji energii wyrażoną w g/kWh przedstawiono w tabeli 8.

Dla autobusów z silnikami Diesla, zasilanymi olejem napędowym, spełniającymi normy EURO, przyjęto wskaźniki maksymalnej emisyjności dla tego typu silników.

Emisja substancji szkodliwych, innych niż gazy cieplarniane, wpływa bezpośrednio na stan zdrowia mieszkańców obszarów przyległych do źródeł emisji liniowych. Emisja substancji szkodliwych przy wytwarzaniu energii elektrycznej rozprasa się z kolei na bardzo dużym obszarze, przez co jej oddziaływanie na stan zdrowotności mieszkańców miast jest mniejsze. Zmniejszenie emisji lokalnej ze środków transportowych zawsze korzystnie wpływa na lokalne warunki środowiskowe i poprawia warunki życia mieszkańców. Ze względów społecznych

koszt emisji lokalnej należy zatem wycenić wyżej, niż koszt emisji z elektrowni, tworzącej ogólne tło zanieczyszczeń w kraju.

Tab. 8. Emisja zanieczyszczeń przy produkcji energii elektrycznej w Polsce [g/KWh] – dane dla krajowego miksu energetycznego

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

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

Emisja hałasu

Dla nowych autobusów z silnikiem Diesla, spełniających normę EURO VI, założono 5% redukcję hałasu. Obecnie stosowane silniki elektryczne, w porównaniu do silników spalinyowych, niemal nie emitują słyszalnego hałasu, natomiast pozostaje emisja hałasu wynikająca z toczenia się kół, pracy różnorodnych urządzeń pokładowych – szczególnie wentylatorów w układach chłodzenia – oraz pracy konstrukcji nadwozia.

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.

6.2. 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 6.1 korzyści społecznych, bazuje na ujęciu różnicowym, tzn. w pierwszej kolejności obliczono finansowe koszty eksploatacji oraz koszty społeczne emisji gazów cieplarnianych, emisji lokalnej oraz emisji hałasu dla scenariusza bazowego, zakładającego brak realizacji analizowanych wariantów, a następnie obliczono tożsame kategorie kosztów społecznych dla wariantów konwencjonalnego i elektrycznego.

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

W tabeli 9 przedstawiono wskaźniki oceny opłacalności efektywności finansowej porównywanych wariantów: konwencjonalnego i elektrycznego – w stosunku do scenariusza bazowego.

Tab. 9. Wskaźniki efektywności finansowej porównywanych wariantów

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant	
		konwencjonalny	elektryczny
Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (FNPV/c)	tys. zł	-1 339,2	-3 959,6
Finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji (FRR/c)	%	nie istnieje	nie istnieje

Źródło: opracowanie własne.

Żaden z wariantów z taborem zeroemisyjnym nie wykazał dodatnich wartości wskaźników FNPV/c i FRR/c – ich realizacja wymaga więc udzielenia zewnętrznego wsparcia finansowego. Różnica pomiędzy efektami finansowymi wariantu konwencjonalnego a elektrycznego nie jest jednak duża.

W tabeli 10 przedstawiono wyniki podsumowania analizy dla wariantów konwencjonalnego i elektrycznego w zakresie emisji zanieczyszczeń, a w tabeli 11 – efekty ekonomiczne analizy.

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

Tab. 10. Emisja zanieczyszczeń i jej koszt w poszczególnych wariantach w latach 2022-2037

Lp.	Czas badania	Jed- nostka	Wielkość i koszt emisji			
			CO ₂	NO _x	NMVOC	PM
Scenariusz bazowy						
1.1	Średniorocznie	tona	138,5	0,21	0,07	0,01
1.2		tys. zł	32,7	21,7	0,88	8,94
1.3	Cały okres analizy	tona	2 216,0	3,31	1,07	0,08
1.4		tys. zł	522,8	346,9	14,1	143,0
Wariant konwencjonalny						
2.1	Średniorocznie	tona	138,5	0,21	0,07	0,01
2.2		tys. zł	32,7	21,7	0,88	8,94
2.3	Cały okres analizy	tona	2 216,0	3,31	1,07	0,08
2.4		tys. zł	522,8	346,9	14,1	143,0
Wariant elektryczny						
3.1	Średniorocznie	tona	103,1	0,15	0,00	0,00
3.2		tys. zł	23,4	15,1	0,05	6,78
3.3	Cały okres analizy	tona	1 648,8	2,35	0,06	0,06
3.4		tys. zł	374,7	241,5	0,84	108,4
Różnica wysokości emisji i jej kosztów – wariant elektryczny versus wariant konwencjonalny						
4.1	Średniorocznie	tona	-35,4	-0,06	-0,06	-0,00
4.2		tys. zł	-9,3	-6,6	-0,83	-2,16
4.3	Cały okres analizy	tona	-567,2	-0,96	-1,01	-0,02
4.4		tys. zł	-148,1	-105,4	-13,2	-34,6
Ograniczenie emisji w wariancie elektrycznym w porównaniu do wariantu konwencjonalnego [%]						
5.1	Średniorocznie	tona	-25,6	-29,0	-94,1	-22,7
5.2		tys. zł	-28,3	-30,4	-94,1	-24,2
5.3	Cały okres analizy	tona	-25,6	-29,0	-94,1	-22,7
5.4		tys. zł	-28,3	-30,4	-94,1	-24,2

Źródło: opracowanie własne.

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

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

Należy podkreślić, że przeprowadzona analiza uwzględnia korzyści tzw. bezpośrednie (emisje, hałas), nie uwzględnia natomiast takich korzyści, jak podniesienie komfortu jazdy, czy też postrzeganie transportu publicznego przez mieszkańców.

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

Tab. 11. Podsumowanie wyników finansowo-ekonomicznych poszczególnych wariantów w stosunku do scenariusza bazowego w latach 2022-2037

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant	
		konwencjonalny	elektryczny
Koszty inwestycyjne	tys. zł	3 040,0	7 459,5
Infrastruktura i pozostałe koszty	tys. zł	0,0	1 659,5
Autobusy z wyposażeniem	tys. zł	3 040,0	5 800,0
Zmiany kosztów eksploatacyjnych	tys. zł/rok	-4,3	-150,8
Zdyskontowane efekty zewnętrzne	tys. zł	0	819,7
Emisja lokalna zanieczyszczeń – wartość zdyskontowana	tys. zł	0	100,4
Emisja CO ₂ – wartość zdyskontowana	tys. zł	0	85,6
Redukcja hałasu	tys. zł	0	633,7
Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)	tys. zł	-1 929,6	-2 202,4
Ekonomiczna stopa zwrotu (ERR)	%	nie istnieje	nie istnieje
Wskaźnik przychód/koszty (BCR)	-	0,04	0,58

Źródło: opracowanie własne.

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

Wyniki analizy ekonomicznej są jednak bardzo do siebie zbliżone.

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

6.3. Trwałość finansowa

Organizatorem grodziskiej komunikacji miejskiej jest Burmistrz Grodziska Mazowieckiego, a zadania organizatora wykonuje Wydział Zarządzania Drogami w Urzędzie Miejskim w Grodzisku Mazowieckim.

Według stanu na dzień 30 stycznia 2022 r. w Gminie Grodzisk Mazowiecki nie funkcjonuje żadna linia komunikacji miejskiej, nie występuje więc także operator.

Nowa linia komunikacyjna, obejmująca swym zasięgiem miasto Grodzisk Mazowiecki, planowana jest do uruchomienia od 1 września 2022 r., do tego czasu wyłoniony zostanie operator do świadczenia usług przewozowych w pierwszym, rocznym okresie eksploatacji. Wybory operatorów na kolejne okresy wieloletnie dokonywane będą w ramach procedur przetargowych.

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

W tabeli 12 przedstawiono wykonanie budżetu Gminy Grodzisk Mazowiecki w latach 2018-2020 oraz plan budżetu w latach 2021 i 2022 – według stanu na dzień 27 lutego 2022 r.

Gmina Grodzisk Mazowiecki w latach 2018-2021 osiągała stale dodatni wynik budżetu operacyjnego, dodatni wynik operacyjny zaplanowany jest także w 2022 r. Budżet Gminy był w stanie pokryć wydatki bieżące, w tym związane z finansowaniem publicznego transportu zbiorowego. Sytuacja finansowa Gminy charakteryzowała się w tym okresie występowaniem początkowo niewielkiego deficytu lub nadwyżki budżetowej oraz istotnej nadwyżki operacyjnej, a w latach 2021-2022 znacznego deficytu budżetowego, przy dużej nadwyżce operacyjnej. Zaplanowane wydatki majątkowe w latach 2021 i 2022 są jednocześnie wyższe od średniego ich poziomu w latach poprzednich.

Sytuację finansową Gminy w latach 2018-2022 można uznać za umiarkowanie dobrą, charakteryzującą się występowaniem okresowego, znacznego deficytu budżetowego.

Tab. 12. Budżet Gminy Grodzisk Mazowiecki w latach 2018-2022 [mln zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach			Budżet na rok	
		2018	2019	2020	2021	2022
1	Dochody	300,36	333,16	369,24	400,96	377,49
1a	– dochody bieżące	252,57	29-8,82	330,77	381,04	340,65
1ba	– w tym transport zbiorowy	0,00	0,11	0,16	0,35	0,10
1b	– dochody majątkowe	47,80	34,34	38,47	19,92	36,84
1ba	– w tym transport zbiorowy	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Wydatki	314,08	330,93	375,19	439,40	408,66
2a	– wydatki bieżące	209,39	261,75	296,89	333,82	299,88
2aa	– w tym transport zbiorowy	4,06	5,04	4,60	3,82	3,741
2b	– wydatki majątkowe	104,69	69,18	78,30	105,58	108,78
2ba	– w tym transport zbiorowy	0,00	0,00	3,82	0,00	1,15
2ba	– w tym projekt UE	-	-	-	-	7,60
3	Deficyt/nadwyżka	-13,71	2,23	-5,96	-38,43	-31,16
4	Deficyt/nadwyżka operacyjna	43,17	37,07	33,08	47,22	40,77
5	Finansowanie	19,87	10,65	34,56	38,43	31,16
5a	– w tym przychody	32,69	26,16	51,97	65,60	52,88
5b	– w tym rozchody	12,82	15,54	17,41	27,17	21,72

Źródło: um.bip.grodzisk.pl, dostęp: 27.02.2022 r.

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

Zaplanowany w 2022 r. budżet Gminy nieco odbiega od wykonania w 2021 r. Na znacznie niższym poziomie zaplanowano dochody budżetu, stanowią one 94% poziomu dochodów osiągniętego w 2021 r., ale 113% średniego poziomu z lat 2018-2020. Tak znaczne obniżenie dochodów jest efektem wprowadzonych od początku 2022 r. ustawowych zmian wysokości podatków i innych obciążeń, w szczególności zwiększenia kwoty wolnej w podatku dochodowym od osób fizycznych.

Także wydatki w budżecie na 2022 r. zaplanowano na niższym poziomie – 93% wykonania z 2020 r. i 120% wykonania z lat 2018-2020. Mniejsze ograniczenie wydatków spowodowało zaplanowanie dość wysokiego deficytu budżetowego. Wydatki bieżące zaplanowane na lokalny transport zbiorowy pozostały na poziomie zbliżonym do poniesionych w 2021 r. (98%). Utrzymanie założonego poziomu wydatków, przy występującej inflacji rzędu 8%, oznaczałoby jednak konieczność zmniejszenia zakresu świadczonych usług przewozowych dla ludności. W ramach wydatków majątkowych zaplanowano w budżecie na 2022 r. wydatkowanie środków na modernizację przystanków oraz na realizację projektu „Zielone płuca Mazowsza – rozwój mobilności wiejskiej w gminach południowo-zachodniej części województwa” – zakup 2 autobusów oraz budowę zajezdni i zatoki autobusowej.

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

Sytuację finansową Gminy Grodzisk Mazowiecki na podstawie zaplanowanego budżetu na 2022 r. należałoby uznać za umiarkowaną.

Realizowanie projektu inwestycyjnego „Zielone płuca Mazowsza – rozwój mobilności wiejskiej w gminach południowo-zachodniej części województwa” wydaje się być zapewnione.

W nowej, kilkuletniej umowie z operatorem, Gmina zamierza zastosować zasadę korzystania przez operatora z taboru zeroemisyjnego zakupionego przez Gminę oraz zajezdni autobusowej i instalacji do ładowania baterii wybudowanej i zakupionej przez Gminę. Zakupu taboru w warunkach Grodziska Mazowieckiego, prowadzić więc będzie operator jedynie w części pojazdów rezerwowych. W okresie analizy konieczność odnowy taboru wystąpi dopiero w końcowym okresie analizy.

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

6.4. Analiza wrażliwości i ryzyka

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

W wariancie elektrycznym flota autobusów zeroemisyjnych w grodzkiej komunikacji miejskiej to 2 pojazdy zakupione przez Gminę.

Spełnienie warunku wymaganego na 1 stycznia 2028 r. 30% udziału taboru zeroemisyjnego we flocie pojazdów, którymi świadczone są usługi komunikacji miejskiej w Grodzisku Mazowieckim, spełnione będzie od początku funkcjonowania uruchomionej linii, pod warunkiem utrzymania stanu dwóch autobusów elektrycznych we flocie liczącej nie więcej niż 6 pojazdów ogółem. Spełniony będzie także warunek 32% udziału autobusów wykorzystujących paliwa alternatywne w całkowitej liczbie autobusów objętych zamówieniami, pod warunkiem realizacji zamówień do dnia 31 grudnia 2025 r. nie więcej niż 6 autobusów.

Identyfikację podstawowych czynników ryzyka, które mogą mieć wpływ na realizację wariantów, przedstawiono w tabeli 13. 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. 13. Wynikowa ocena ryzyka w okresie analizy

Rodzaj ryzyka	Prawdopodobieństwo	Siła oddziaływania	Poziom ryzyka	Strategia przeciwdziałania
Wariant konwencjonalny				
Długotrwałe utrzymywanie się niskiego popytu na przewozy komunikacji miejskiej	B	II	niski	różnorodne działania Miasta promujące korzystanie z komunikacji miejskiej
Zbyt wysokie oferty cenowe autobusów	B	II	niski	ograniczenie wymogów, dopuszczenie taboru używanego
Zbyt wysokie stawki za wozokilometr oferowane w postępowaniu wyboru operatora	A	III	niski	zmniejszenie zakresu pracy eksploatacyjnej
Brak możliwości sfinansowania przez Gminę rekompensaty dla operatora	B	IV	średni	zmniejszenie zakresu pracy eksploatacyjnej

Rodzaj ryzyka	Prawdopodobieństwo	Siła oddziaływania	Poziom ryzyka	Strategia przeciwdziałania
Opóźnienia w dostawach taboru	A	III	niski	późniejsze uruchomienie przewozów
Wzrost kosztów budowy zajezdni i zatoki autobusowej	B	IV	średni	negocjacje z wykonawcą, podwyższenie wynagrodzenia
Opóźnienie w budowie zajezdni	C	I	niski	dopuszczenie korzystania z innej zajezdni operatora
Wyższe ceny oleju napędowego	B	III	średni	ustalenie limitów waloryzacji w umowie wykonawczej
Wariant elektryczny				
Długotrwałe utrzymywanie się niskiego popytu na przewozy komunikacji miejskiej	B	II	niski	różnorodne działania Miasta promujące korzystanie z komunikacji miejskiej
Opóźnienia w dostawach taboru zeroemisyjnego	C	III	średni	okresowe dopuszczenie pojazdów spalinowych, późniejsze uruchomienie przewozów
Opóźnienie w dostawach stacji ładowania szybkiego	C	III	średni	okresowe dopuszczenie pojazdów spalinowych, późniejsze uruchomienie przewozów
Opóźnienie w budowie zajezdni	C	III	średni	okresowe dopuszczenie pojazdów spalinowych, późniejsze uruchomienie przewozów
Wzrost kosztów budowy zajezdni i zatoki autobusowej	B	IV	średni	negocjacje z wykonawcą, podwyższenie wynagrodzenia
Zbyt wysokie stawki za wozokilometr oferowane w postępowaniu wyboru operatora	B	III	średni	zmniejszenie zakresu pracy eksploatacyjnej
Brak możliwości sfinansowania przez Gminę rekompensaty dla operatora	B	IV	średni	ograniczenie pracy eksploatacyjnej
Wyższe ceny oleju napędowego	B	II	niski	eksploatacja przede wszystkim taboru zeroemisyjnego
Wyższe ceny energii elektrycznej	C	III	średni	głównie nocne ładowanie, dodatkowe baterie
Wzrost cen baterii	C	II	średni	wydłużona eksploatacja

Źródło: opracowanie własne.

W analizie nie stwierdzono występowania ryzyka o poziomie wysokim albo bardzo wysokim. Umowy na dostawy taboru i stacji ładowania zostały zawarte z odpowiednim wyprzedzeniem, poziom zamówień jest niewielki i nie występują sygnały o możliwych opóźnieniach.

Średnim ryzykiem jest ograniczenie możliwości sfinansowania przez Gminę zwiększonych wydatków na funkcjonowanie komunikacji miejskiej – w trakcie funkcjonowania nowej umowy wykonawczej. Może to powodować konieczność okresowego lub stałego ograniczenia zakresu wykonywanej pracy eksploatacyjnej. Średnim ryzykiem w wariacie elektrycznym jest także zaproponowanie przez oferentów, w postępowaniu wyboru operatora, zbyt wysokich stawek za wozokilometr, przekraczających możliwości finansowe budżetu Gminy. Może to oznaczać konieczność unieważnienia postępowania i obniżenie zakresu realizowanej pracy eksploatacyjnej.

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

Umiarkowane ryzyko w wariacie elektrycznym związane jest z terminowością budowy zajezdni i zatoki autobusowej z przyłączami energetycznymi. Pomimo niewielkiego zakresu prac mogą wystąpić opóźnienia wynikające z ogólnej sytuacji w budownictwie. Dla przeciwdziałania temu ryzyku Gmina może wydłużyć okres realizacji inwestycji i opóźnić uruchomienie przewozów albo dopuścić okresowe świadczenie przewozów pojazdami spalinowymi.

Także umiarkowane ryzyko związane jest ze wzrostem kosztów budowy zajezdni i zatoki autobusowej, związane z niestabilną sytuacją w budownictwie. Rynek budowlany podlega ciągłym fluktuacjom, a niestabilna sytuacja gospodarcza może spowodować okresowy wzrost cen. Gmina powinna wówczas rozpocząć negocjacje z wykonawcą i ewentualnie zwiększyć jego wynagrodzenie.

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

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

6.5. Określenie luki w finansowaniu

Określenia niezbędnej wartości dofinansowania dla danego wariantu wymiany taboru dokonano metodą luki w finansowaniu, zgodnie z metodologią przedstawioną w „Wytycznych w zakresie zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projek-

tów 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 14.

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. 14. Wysokość luki w finansowaniu dla poszczególnych wariantów w okresie analizy – lata 2022-2037

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant	
		konwencjonalny	elektryczny
Suma zdyskontowanych nakładów inwestycyjnych (DIC)	tys. zł	4 097,9	7 903,6
Razem zdyskontowane dochody i wartość rezydualna (DNR)	tys. zł	86,6	1 655,4
Wskaźnik luki w finansowaniu (R)	%	97,89	78,93
Całkowite nakłady inwestycyjne	tys. zł	5 177,7	9 597,2
Koszty kwalifikowane skorygowane	tys. zł	5 068,2	7 575,0
Wysokość maksymalnej dotacji przy stopie współfinansowania 85%	tys. zł	4 308,0	6 438,7
Udział własny (dla 85%)	tys. zł	869,7	3 158,5

Źródło: opracowanie własne.

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

7. Podsumowanie

Gmina Grodzisk Mazowiecki przekroczyła w I półroczu 2021 r. poziom 50 000 mieszkańców, jest zatem jako jednostka samorządu terytorialnego zobligowana do opracowania analizy kosztów i korzyści, o której mowa w art. 37 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych.

Wg stanu na dzień 30 stycznia 2022 r., w ramach grodziskiej komunikacji miejskiej nie funkcjonowała żadna linia autobusowa. Uruchomienie takiej linii, obsługującej wyłącznie obszar miasta, planowane jest od 1 września 2022 r.

Organizatorem autobusowej grodziskiej komunikacji miejskiej jest Burmistrz Grodziska Mazowieckiego, którego zadania wykonuje Wydział Zarządzania Drogami w Urzędzie Miejskim w Grodzisku Mazowieckim. Wybór operatora uruchamianej linii przewidziany jest natomiast w III kwartale 2022 r.

Gmina Grodzisk Mazowiecki jest partnerem projektu inwestycyjnego „Zielone płuca Mazowsza – rozwój mobilności wiejskiej w gminach południowo-zachodniej części województwa”, którego liderem jest Miasto Żyrardów. W ramach tego projektu Gmina nabędzie dwa autobusy elektryczne klasy midi, ładowarki wolne do ładowania baterii autobusów oraz wybuduje dla tych pojazdów zajezdnię oraz stanowisko do postoju podczas ładowania na trasie linii.

Gmina Grodzisk Mazowiecki ogłosiła w 2020 r. w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej oraz w BIP o zamiarze zawarcia umowy z operatorem na świadczenie usług przewozowych w komunikacji miejskiej, z wyborem operatora w ramach procedury przetargowej. W pierwszym okresie eksploatacji Gmina zamierza zawrzeć umowę w trybie art. ustawy o ptz. W ramach zawartych umów zakupione autobusy, ładowarki oraz zajezdnie i zatoka zostaną udostępnione operatorom do używania przy świadczeniu usług.

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

Zidentyfikowano dwa warianty wyposażenia taborowego grodziskiej komunikacji miejskiej:

- konwencjonalny, w którym założono wprowadzenie do eksploatacji nowych pojazdów spalinowych klasy midi z silnikami Diesla;
- elektryczny, w którym założono wprowadzenie do eksploatacji dwóch autobusów elektrycznych klasy midi z doładowaniem baterii o dużej pojemności poprzez złącze plug-in – w wyniku realizacji projektu inwestycyjnego „Zielone płuca Mazowsza – rozwój mobilności wiejskiej w gminach południowo-zachodniej części województwa” oraz uzupełniając jako rezerwowego jednego autobusu z silnikiem Diesla.

Warianty te porównano ze scenariuszem zastosowania autobusów używanych z silnikami na olej napędowy, jako scenariuszem bazowym.

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

Z uwagi na zamiar uruchomienia przez Gminę jednej linii komunikacyjnej w niniejszej analizie kosztów i korzyści proponuje się, aby linia ta obsługiwana była tabor zeroemisyjnym.

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 korzystniej 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 wyższe ceny autobusów zeroemisyjnych oraz konieczność ponoszenia 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.

W związku z wynikiem przeprowadzonej analizy, tj. brakiem korzyści ekonomicznych, wskazujących bezwarunkowo na zasadność eksploatacji autobusów zeroemisyjnych, Gmina Miejska Grodzisk Mazowiecki nie ma obowiązku stawiania wobec operatora wymogu określonego udziału autobusów zeroemisyjnych w użytkowanej w komunikacji miejskiej flocie pojazdów. Pozostaje jednak nadal w mocy, określony w art. 68a ust. 1 pkt 3, warunek udziału 32% autobusów wykorzystujących do napędu paliwa alternatywne, w całkowitej liczbie autobusów

objętych zamówieniami, w okresie do 31 grudnia 2025 r. oraz taki warunek 46% udziału w latach 2026-2030.

Niniejsza analiza kosztów i korzyści nie jest polityką, strategią, planem lub programem, o których mowa w art. 46 ust. 2 i 3 ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 2373 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 grodziskiej 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 Burmistrza Grodziska Mazowieckiego z dnia 10 marca 2022 r. 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. 2373 ze zm.) w związku z art. 37 ust. 3 ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 110 ze zm.).

Celem konsultacji ze społeczeństwem było zebranie opinii, propozycji i uwag mieszkańców gminy Grodzisk Mazowiecki na temat zapisów ww. analizy. Udział społeczeństwa w postępowaniu zapewniono w terminie od 11 do 31 marca 2022 r., poprzez możliwość składania wypełnionych formularzy konsultacyjnych.

Z treścią projektu dokumentu zapoznać można się było:

- 1) na stronie internetowej bip.grodzisk.pl;
- 2) w budynku Urzędu Miejskiego w Grodzisku Mazowieckim, przy ul. Kościuszki 12a, w godzinach pracy Urzędu.

Opinie do projektu dokumentu można było składać na formularzu konsultacyjnym:

- 1) drogą elektroniczną – przesyłając je (skan) na adres e-mailowy: urząd@grodzisk.pl i wpisując w tytule wiadomości „Konsultacje społeczne AKK”;
- 2) drogą korespondencyjną – na adres: Wydział Zarządzania Drogami Gminnymi Urzędu Miejskiego w Grodzisku Mazowieckim, ul. Kościuszki 12a, 05-825 Grodzisk Mazowiecki, z dopiskiem „Konsultacje społeczne AKK” – w terminie do dnia 31 marca 2022 r.
– lub ustnie do protokołu, w Wydziale Zarządzania Drogami Gminnymi Urzędu Miejskiego w Grodzisku Mazowieckim, ul. Kościuszki 12a, w godzinach pracy Wydziału: tj. poniedziałek od 8:00 do 18:00 oraz wtorek-czwartek od 8:00 do 16:00 i w piątek od 8:00 do 15:00.

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