ANALIZA KOSZTÓW I KORZYŚCI

ZWIĄZANYCH Z WYKORZYSTANIEM

PRZY ŚWIADCZENIU USŁUG KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ

AUTOBUSÓW ZEROEMISYJNYCH

DLA GMINY PIŁA

DO KONSULTACJI SPOŁECZNYCH

Gdynia – Piła, wrzesień – listopad 2018 r.

Spis treści

1. Cel i zakres opracowania 3
1.1. Wstęp 3
1.2. Cel opracowania 4
1.3. Definicje i określenia 6
2. Podstawy opracowania analizy kosztów i korzyści 9
3. Charakterystyka komunikacji miejskiej w Pile 15
4. Tabor pilskiej komunikacji miejskiej 21
4.1. Aktualny stan taboru 21
4.2. Planowane zamierzenia inwestycyjne 22
5. Identyfikacja wariantów 24
5.1. Problematyka taborowa w opracowaniach strategicznych Piły 24
5.2. Uwarunkowania wyboru rodzaju napędów autobusów komunikacji miejskiej w Pile 27
5.3. Rozwiązania sposobów ładowania autobusów zeroemisyjnych 30
5.4. Proponowane warianty 32
5.5. Wybór linii do obsługi taborem zeroemisyjnym 38
6. Analiza kosztów i korzyści 51
6.1. Przyjęte założenia analizy kosztów i korzyści 51
6.2. Wyniki analizy kosztów i korzyści 57
6.3. Trwałość finansowa 61
6.4. Analiza wrażliwości i ryzyka 67
6.5. Określenie luki w finansowaniu 70
7. Podsumowanie 72
8. Informacja o udziale społeczeństwa w postępowaniu (projekt) 75

1. Cel i zakres opracowania

1.1. Wstęp

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.

Rozwiązanie problemu niskiego wykorzystania paliw alternatywnych (poza LPG) w transporcie przybliża się w naszym kraju w rezultacie przyjęcia przez Sejm RP ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2018 r., poz. 317 z późn. zm.). Przywołana regulacja jest efektem wdrożenia zmian proponowanych w „Krajowych ramach polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych", przyjętych przez Radę Ministrów w dniu 29 marca 2017 r. Ustawa określa warunki rozwoju i zasady rozmieszczania infrastruktury paliw alternatywnych w transporcie, zasady świadczenia usług w zakresie ładowania pojazdów elektrycznych oraz tankowania pojazdów napędzanych gazem ziemnym, nakłada obowiązki informacyjne i wprowadza obowiązek korzystania z pojazdów zeroemisyjnych przez przedsiębiorstwa realizujące usługi publiczne oraz stwarza zasady funkcjonowania stref czystego transportu.

Jednym z przewidzianych ustawą obowiązków dotyczących organizatorów i operatorów publicznego transportu zbiorowego, jest wymóg zlecania świadczenia usług komunikacji miejskiej wyłącznie podmiotom, u których udział autobusów zeroemisyjnych we flocie użytkowanych pojazdów w tym transporcie wyniesie co najmniej odpowiednio:

- 5% – od dnia 1 stycznia 2021 r.;
- 10% – od dnia 1 stycznia 2023 r.;
- 20% – od dnia 1 stycznia 2025 r.;
- 30% – od dnia 1 stycznia 2028 r.

Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych transponuje do polskiego systemu prawnego dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych (Dz. Urz. UE z dn. 28 października 2014 r. poz. L 307/1).

1.2. Cel opracowania

Gmina Piła jest jednostką samorządu terytorialnego, której liczba mieszkańców – według danych GUS – w latach 2010-2017 wynosiła ponad 73 tys. osób i tym samym przekraczała limit, o którym mowa w art. 36 ust. 1 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych. Gmina Piła została więc prawnie zobowiązana, na podstawie art. 37 ww. ustawy, 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 (Dz. U. z 2017 r. poz. 286 z późn. zm.).

Pierwszą analizę kosztów i korzyści, o której mowa w ustawie o elektromobilności i paliwach alternatywnych, należy sporządzić do dnia 31 grudnia 2018 r. Przedmiotowa analiza stanowi treść niniejszego opracowania.

W ramach dokumentu przedstawiono:

- aktualną sytuację eksploatacyjną pilskiej komunikacji miejskiej, w tym stan jej taboru;
- planowane do realizacji przez warianty wymiany taboru na konwencjonalny i zeroemisyjny;
- podstawy i założenia do wykonania analizy kosztów i korzyści;
- analizę kosztów i korzyści opracowaną zgodnie z wymogami art. 37 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych.

W przygotowaniu opracowania uwzględniono w szczególności:

- obowiązujące przepisy prawa:
  - ustawę z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2018 r., poz. 317 z późn. zm.);
  - ustawę z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji (tekst jednolity Dz. U. z 2018 r. poz. 1271);
  - ustawę z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (tekst jednolity Dz. U. z 2018 r., poz. 2016);
  - rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2015/207 z dnia 20 stycznia 2015 r. ustanawiające szczegółowe zasady wykonania rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1303/2013 w odniesieniu do wzoru sprawozdania z postępów, formatu dokumentu służącego przekazywaniu informacji na temat dużych projektów, wzorów wspólnego planu działania, sprawozdań z wdrażania w ramach celu „Inwestycje na rzecz wzrostu i zatrudnienia", deklaracji zarządczej, strategii audytu, opinii audytowej i rocznego sprawozdania z kontroli oraz metodyki przeprowadzania analizy kosztów i korzyści, a także zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1299/2013 w odniesieniu do wzoru sprawozdań z wdrażania w ramach celu „Europejska współpraca terytorialna" (Dz. Urz. UE z dn. 13.02.2015 r., poz. L 38/1);
- opracowania dotyczące analizy kosztów i korzyści:
  - „Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach" Nowa edycja, Jaspers, sierpień 2015 r. (https://www.pois.gov.pl/strony/o-programie/dokumenty/niebieskie-ksiegi-dla-projektow-w-sektorze-transportu-publicznego-infrastruktury-drogowej-oraz-kolejowej/, dostęp: 31.10.2018 r.);
  - „Analiza kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej. Vademecum Beneficjenta", opracowanie CUPT Warszawa, 2016 r. (https://www.cupt.gov.pl/wdrazanie-projektow/analiza-kosztow-i-korzysci/metodyka-analizy-kosztow-i-korzysci/vademecum-beneficjenta, dostęp: 31.10.2018 r.);
  - „Przewodnik po analizie kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych. Narzędzie analizy ekonomicznej polityki spójności 2014-2020", opracowanie Komisja Europejska, grudzień 2014 r. (https://www.mos.gov.pl/fileadmin/user_upload/fundusze/Przewodnik_do_analizy_kosztow.pdf, dostęp: 31.10.2018 r.);
  - „Najlepsze praktyki w analizach kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków unijnych", opracowanie CUPT, grudzień 2014 r. (https://www.cupt.gov.pl/images/zakladki/analiza_koszt%C3%B3w_i_korzysci/AKK_CUPT_2014_pol.pdf, dostęp: 31.10.2018 r.);

- „Wytyczne w zakresie zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód i projektów hybrydowych na lata 2014-2020" (https://www.funduszeeuropejskie.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: 31.10.2018 r.).

W opracowaniu przywołano niektóre z wymienionych dokumentów źródłowych.

1.3. Definicje i określenia

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

- **autobus zeroemisyjny** – autobus w rozumieniu art. 2 pkt 41 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w nim ogniwach paliwowych lub wyłącznie silnik, którego cykl pracy nie prowadzi do emisji gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych, o którym mowa w ustawie z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji oraz trolejbus w rozumieniu art. 2 pkt 83 ustawy Prawo o ruchu drogowym;
- **Gmina Piła** – gmina miejska Piła;
- **infrastruktura ładowania drogowego transportu publicznego** – punkty ładowania baterii lub tankowania wodoru wraz z niezbędną dla ich funkcjonowania infrastrukturą towarzyszącą, przeznaczone do ładowania lub tankowania, w szczególności autobusów zeroemisyjnych, wykorzystywanych w transporcie publicznym;
- **komunikacja miejska** – gminne przewozy pasażerskie wykonywane w granicach administracyjnych miasta albo:
  - miasta i gminy;
  - miast albo
  - miast i gmin sąsiadujących;

  jeżeli zostało zawarte porozumienie lub został utworzony związek międzygminny w celu wspólnej realizacji publicznego transportu zbiorowego;
- **linia komunikacyjna** – połączenie komunikacyjne na sieci dróg publicznych, albo liniach kolejowych, innych szynowych, linowych, linowo-terenowych, albo akwenach morskich lub wodach śródlądowych – wraz z oznaczonymi miejscami do wsiadania i wysiadania pasażerów na liniach komunikacyjnych, po których odbywa się publiczny transport zbiorowy;

- **MZK** – Miejski Zakład Komunikacji Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością, z siedzibą przy ul. Łącznej 4, 64-920 Piła, określane w opracowaniu także jako **Spółka**;
- **organizator** – organizator publicznego transportu zbiorowego, właściwa jednostka samorządu terytorialnego albo minister właściwy do spraw transportu, zapewniający funkcjonowanie publicznego transportu zbiorowego na danym obszarze;
- **operator** – operator publicznego transportu zbiorowego, samorządowy zakład budżetowy oraz przedsiębiorca uprawniony do prowadzenia działalności gospodarczej w zakresie przewozu osób, który zawarł z organizatorem publicznego transportu zbiorowego umowę o świadczenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego na linii komunikacyjnej określonej w umowie;
- **podmiot wewnętrzny** – odrębna prawnie jednostka, powołana do świadczenia zadań własnych jednostki samorządu lokalnego, podlegająca kontroli właściwego organu lokalnego, a w przypadku grupy organów przynajmniej jednego właściwego organu lokalnego, analogicznej do kontroli, jaką sprawują one nad własnymi służbami;
- **POIiŚ** – Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko – krajowy program operacyjny zarządzany przez Ministerstwo ds. Rozwoju, w ramach udostępniania środków pomocowych Unii Europejskiej w ramach horyzontu finansowania 2014-2020, którego priorytetami są: gospodarka niskoemisyjna, ochrona środowiska, rozwój infrastruktury technicznej kraju i bezpieczeństwo energetyczne;
- **pojazd elektryczny** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu wyłącznie energię elektryczną akumulowaną przez podłączenie do zewnętrznego źródła zasilania, w opracowaniu nazywany także autobusem elektrycznym;
- **pojazd napędzany wodorem** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w nim ogniwach paliwowych, w opracowaniu nazywany także autobusem wyposażonym w ogniwa paliwowe;
- **Praktyczny przewodnik** – publikacja pt. „Zasady opracowywania wymaganej ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Praktyczny przewodnik dla samorządów", wydana przez Izbę Gospodarczą Komunikacji Miejskiej w Warszawie, czerwiec 2018 r.;
- **punkt ładowania** – urządzenie umożliwiające ładowanie pojedynczego pojazdu elektrycznego, pojazdu hybrydowego i autobusu zeroemisyjnego oraz miejsce, w którym wymienia

się lub ładuje akumulator służący do napędu tego pojazdu; punkt ładowania może być małej mocy (do 22kW) lub dużej mocy (większej niż 22 kW);

- **publiczny transport zbiorowy** – powszechnie dostępny regularny przewóz osób wykonywany w określonych odstępach czasu i po określonej linii komunikacyjnej, liniach komunikacyjnych lub sieci komunikacyjnej;
- **sieć komunikacyjna** – układ linii komunikacyjnych obejmujących obszar działania organizatora publicznego transportu zbiorowego lub część tego obszaru;
- **stacja ładowania** – urządzenie budowlane obejmujące punkt ładowania o normalnej mocy lub punkt ładowania o dużej mocy, związane z obiektem budowlanym, lub wyposażone w oprogramowanie umożliwiające świadczenie usług ładowania, wraz ze stanowiskiem postojowym oraz instalacją prowadzącą od punktu ładowania do przyłącza elektroenergetycznego;
- **ustawa o ptz** – ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (tekst jednolity Dz. U. z 2018 r. poz. 2016);
- **ustawa o elektromobilności** – ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2018 r., poz. 317 z późn. zm.);
- **Wydział** – Wydział Gospodarki Komunalnej w Urzędzie Gminy Piła, Plac Staszica 10, 64-920 Piła, pełniący funkcję organizatora publicznego transportu zbiorowego na obszarze właściwości Gminy Piła.

2. Podstawy opracowania analizy kosztów i korzyści

Ustawa o elektromobilności w art. 36 stanowi, że jednostka samorządu terytorialnego, której liczba mieszkańców przekracza 50 000 osób, świadczy usługę lub zleca świadczenie usługi komunikacji miejskiej w rozumieniu ustawy o ptz podmiotowi, którego udział autobusów zeroemisyjnych we flocie użytkowanych pojazdów na obszarze tej jednostki wynosi co najmniej 30%. Przepis ten, na mocy art. 86 pkt 4 ustawy o elektromobilności, 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 obsłudze 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).

Zgodnie brzmieniem art. 36 ustawy o elektromobilności, jednostka samorządu terytorialnego nie może zlecić wykonywania przewozów w ramach komunikacji miejskiej podmiotowi, który zapewnia mniejszy niż 30% udział pojazdów zeroemisyjnych w wykonywaniu usług przewozowych na jej obszarze. Przepis ten dotyczy każdego z operatorów i będzie obowiązywał od dnia 1 stycznia 2028 r.

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

Piła, jako gmina miejska, znacznie przekracza 50 tys. mieszkańców. Próg określony w ustawie dotyczy obszaru danej gminy, a nie całego obszaru obsługiwanego komunikacją miejską. Jeśli liczba mieszkańców miasta-organizatora przewozów przekracza 50 tys., to obowiązek zapewnienia określonego udziału autobusów zeroemisyjnych dotyczyć będzie zamówień usług przewozowych w skali całego obsługiwanego obszaru, a nie tylko na potrzeby obsługi gminy, która przekroczyła próg.

Pomimo spełniania kryterium demograficznego, jednostka samorządu terytorialnego może uniknąć obowiązku uzyskania określonego udziału taboru zeroemisyjnego we flocie pojazdów lub własnego lub zewnętrznego operatora w sytuacji, gdy sporządzona przez tę jednostkę 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. Przepis ten wymaga wykonania analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej, autobusów zeroemisyjnych oraz innych środków transportu, w których do napędu wykorzystywane są wyłącznie silniki, których cykl pracy nie powoduje emisji gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych, o którym mowa w ustawie z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji.

Załącznik do wskazanej ustawy zawiera wykaz gazów cieplarnianych i innych substancji wprowadzanych do powietrza, objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych. W wykazie tym na pozycji nr 1 znajduje się dwutlenek węgla (ditlenek węgla – CO_2), a na pozycjach: 64, 65 i 66 – odpowiednio tlenek węgla oraz tlenki siarki i azotu. Zapis zawarty w ustawie o elektromobilności oznacza więc, że w analizie kosztów i korzyści uwzględnia się pojazdy, których silniki nie korzystają z procesu spalania paliw emitujących w nim m.in. takie substancje. Opisane kryterium spełniają napędy zasilane energią elektryczną, w tym wytwarzaną w ogniwach paliwowych zasilanych czystym wodorem (H_2) – nieemitujące dwutlenku węgla – ale nie spełniają już go silniki, w których paliwem jest gaz (LPG, CNG lub LNG).

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

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

Przepisy ustawy nie wymagają więc przeprowadzania analizy wrażliwości oraz analizy ryzyka, co można uznać za uzasadnione, gdyż głównym celem analizy kosztów i korzyści, wynikającym z zapisów ustawy o elektromobilności, jest ewentualne wykazanie braku korzyści wynikających z użytkowania autobusów zeroemisyjnych.

Analiza powinna także zawierać elementy wynikające z art. 80 w związku z art. 59 ustawy o elektromobilności. W przypadku planowanego wykorzystywania pojazdów elektrycznych, są to:

- wyznaczenie linii komunikacyjnych, na których przewidywane jest wykorzystanie pojazdów elektrycznych – wraz z planowanym terminem rozpoczęcia ich użytkowania;
- określenie geograficznego położenia infrastruktury ładowania.

Analiza, po jej opracowaniu, jest natychmiast przekazywana trzem ministrom: właściwemu do spraw energii, właściwemu do spraw gospodarki i właściwemu do spraw środowiska.

Pierwsza analiza kosztów i korzyści, o której mowa w art. 37 ust. 1 ustawy o elektromobilności, musi być sporządzona przez jednostkę samorządu terytorialnego w terminie do 31 grudnia 2018 r.

Jednocześnie, wykonanie analizy kosztów i korzyści zgodnie z wymogami ustawy o elektromobilności jest niezbędne do opracowania i przyjęcia zmian w planie zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego (planie transportowym), o którym mowa w rozdziale 2 ustawy z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym.

Niezbędna aktualizacja planu transportowego dotyczy:

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

oraz skonsultowania projektu planu z operatorem systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego i operatorem systemu dystrybucyjnego gazowego – jeżeli wyniki analizy wskazują na zasadność wykorzystania w publicznym transporcie zbiorowym odpowiednio autobusów zeroemisyjnych lub napędzanych gazem ziemnym.

Zmiany w planie transportowym w powyższym zakresie muszą być wprowadzone w ciągu roku od wejścia w życie ustawy o elektromobilności, czyli do dnia 22 lutego 2019 r. Biorąc pod uwagę obowiązkowe konsultacje społeczne projektu planu transportowego i zdefiniowany minimalny czas ich trwania (21 dni), projekt zmienianego planu należy de facto opracować także do końca 2018 r.

Ustawa o elektromobilności nie określiła zasad sporządzania analizy i nie upoważniła także żadnego z ministrów do wydania rozporządzenia określającego sposób jej opracowywania. Do 31 października 2018 r. żadne z ministerstw lub jednostek organizacyjnych ministerstw, nie wydało również dokumentu o charakterze podręcznika, wytycznych lub zasad do sporządzania takiej analizy. Poradnik taki – praktyczny przewodnik dla samorządów – wydała natomiast Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej w Warszawie[1]. Niniejsza analiza jest zgodna z wymogami przedstawionymi w tym przewodniku.

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

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

Zasady i metody przeprowadzania analizy kosztów i korzyści dla planowanych dużych projektów we wszystkich branżach zawiera „Przewodnik po analizie kosztów i korzyści…", wymieniony w rozdziale 1.2 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 1.2. 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 wymaganych ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych analizy korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Praktyczny przewodnik dla samorządów". IGKM Warszawa, 2018 r.

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

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

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

Kolejnym etapem jest analiza społeczno-ekonomiczna, zwana także analizą ekonomiczną lub analizą 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 jako jakościowa, która polega na sporządzeniu bilansu kosztów i korzyści w wersji ilościowej, polegającej na ujęciu zmonetyzowanych efektów społeczno-ekonomicznych w rachunku przepływów z analizy finansowej.

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

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

W projektach transportowych ubiegających się o dofinansowanie z Unii Europejskiej wykonuje się co do zasady analizę ilościową – jeśli wskaźniki ERR lub ENPV są wymagane – poza

projektami dotyczącymi bezpieczeństwa w transporcie, gdyż uznaje się, że nie istnieje rozsądna metodyka wyrażenia bezpieczeństwa i poczucia bezpieczeństwa w kategoriach pieniężnych.

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

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

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

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

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

3. Charakterystyka komunikacji miejskiej w Pile

Piła położona jest w północno-zachodniej Polsce, na pograniczu Pojezierza Wałeckiego i Krajeńskiego, w północnej części województwa wielkopolskiego, nad rzeką Gdwą, dopływem Noteci. Gmina Piła jest ośrodkiem subregionalnym województwa wielkopolskiego.

Piła stanowi siedzibę władz miejskich oraz władz Powiatu Pilskiego.

Według danych Banku Danych Lokalnych GUS, w dniu 31 grudnia 2017 r. liczba ludności Gminy Piła wynosiła 73 791 mieszkańców, co oznacza przekroczenie limitu 50 tys. osób, powyżej którego niezbędne jest opracowywanie analizy kosztów i korzyści, zgodnie z art. 36 ustawy o elektromobilności.

Liczba ludności Gminy Piła systematycznie maleje, co jest typowym zjawiskiem w skali kraju. Spadek ten wynika z ujemnego salda migracji, stanowiącego efekt procesów suburbanizacji oraz z ujemnego przyrostu naturalnego. W rezultacie, zmniejsza się również średnia gęstość zaludnienia miasta. W tabeli 1 przedstawiono zmiany liczby ludności, powierzchni i gęstości zaludnienia Piły w latach 2010-2017.

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

Wyszczególnienie	Jedn.	Rok							
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Liczba mieszkańców	[osób]	74 856	74 818	74 930	74 609	74 333	74 140	73 987	73 791
Powierzchnia	[ha]	10 268	10 268	10 268	10 268	10 268	10 268	10 268	10 268
Gęstość zaludnienia	[osób/km^2]	729	729	730	727	724	722	721	719

Źródło: Bank Danych Lokalnych GUS.

Według stanu na koniec 2017 r., Piła zajmowała 50. miejsce w kraju pod względem liczby ludności oraz 29. miejsce pod względem zajmowanej powierzchni. Gęstość zaludnienia Piły jest więc znacznie poniżej od średniej krajowej w miastach.

W zasięgu funkcjonowania pilskiej komunikacji miejskiej zamieszkiwało łącznie około 79 tys. osób.

Organizatorem pilskiej komunikacji miejskiej jest Prezydent Miasta. Zadania organizatora wypełnia Wydział Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej Urzędu Miasta Piły, pl. Staszica 10, 64-920 Piła. Do zadań Wydziału należy m.in. sprawowanie kontroli nad miejskimi jednostkami organizacyjnymi wykonującymi zadania Gminy Piła w zakresie funkcjonowania lokalnego transportu zbiorowego.

Jedynym operatorem, obsługującym pilską komunikację miejską, jest Miejski Zakład Komunikacji Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością, ul. Łączna 4, 64-920 Piła – spółka komunalna ze 100% udziałem Gminy Piła. Operator wykonuje także wybrane zadania organizatora, m.in.: emisję, dystrybucję, sprzedaż i kontrolę biletów, windykację należności za przejazd komunikacją miejską, promocję usług komunikacji miejskiej, przeprowadzanie badań marketingowych, w tym badań popytu, opracowywanie rozkładów jazdy zatwierdzanych przez organizatora i prowadzenie problematyki informacji pasażerskiej.

Spółka powstała z przekształcenia zakładu budżetowego i pełni rolę podmiotu wewnętrznego w rozumieniu prawodawstwa europejskiego i ustawy o ptz. Przedmiotem przeważającej działalności Spółki jest transport lądowy pasażerski miejski i podmiejski (PKD 49.31.Z).

Wynikającym z aktu założycielskiego głównym celem działalności Spółki jest wykonywanie zadania własnego Gminy Piła – zaspokajanie potrzeb mieszkańców w zakresie transportu zbiorowego.

Spółka zawarła z Gminą Piła w dniu 29 grudnia 2017 r. umowę o świadczenie usług publicznych – dotyczącą wykonywania zadania własnego Gminy Piła w zakresie lokalnego transportu zbiorowego w latach 2018-2027. Przywołana umowa obowiązuje od dnia 1 stycznia 2018 r. do dnia 31 grudnia 2027 r. W umowie określono maksymalny wymiar pracy eksploatacyjnej wykonywanej przez MZK w 2018 r., określając go na 2,69 mln wozokilometrów.

Umowa zakłada, że w następnych latach wielkość usług przewozowych nie może wzrosnąć lub zmaleć w stosunku do roku poprzedniego o więcej niż +/-5%. Wyjątek stanowi modernizacja infrastruktury drogowej, w warunkach której przyjęto dopuszczalny spadek pracy eksploatacyjnej Spółki o maksymalnie 10%.

Wysokość rekompensaty na 2018 r. określono w umowie na maksymalnie 8,5 mln zł, a na lata kolejne – w ww. wysokości waloryzowanej zgodnie z załącznikiem do umowy. Wysokość rekompensaty jest sukcesywnie rozliczana w zależności od zrealizowanych wozokilometrów. Organizator został w umowie uprawniony do dokonywania audytów – sprawdzających, czy wysokość przekazanej rekompensaty została ustalona i wypłacona prawidłowo. Kwota rekompensaty wyliczana jest jako różnica planowanych kosztów zamówionej usługi i planowanych przychodów netto ze sprzedaży biletów, powiększona o osiągnięte pozostałe dodatnie wpływy finansowe wygenerowane podczas świadczenia usług publicznych. Spółka zobowiązana została do prowadzenia zarachowań zgodnie z wymogami Rozporządzenia.

Załącznik do umowy stanowi lista pojazdów, którymi będą realizowane przewozy w komunikacji miejskiej. Obowiązek odnawiania taboru umowa przydziela operatorowi.

Poza podstawową działalnością przewozową w komunikacji miejskiej, Spółka wykonuje także przewozy osób tramwajem wodnym – jako własną działalność uboczną.

Linie pilskiej komunikacji miejskiej obsługują, na podstawie zawartych porozumień komunalnych, poza Piłą, także gminę miejsko-wiejską Ujście w powiecie pilskim. Linia 1 obejmuje ponadto teren gminy Szydłowo, na którym ma pętlę nawrotową, ale celem jej obsługi jest dowóz mieszkańców Piły do pobliskich ogródków działkowych.

Wg stanu na dzień 31 października 2018 r., sieć komunikacyjną obsługiwaną przez MZK tworzyło 20 dziennych linii autobusowych: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 8 bis, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 50, K i P. Kursy wykonywane z oznaczeniami bisowymi: 2 bis, 3 bis, 17 bis i 50 bis uznano za warianty tras odpowiadających im linii podstawowych (w tej grupie za odrębną uznano tylko linię 8 bis).

Kryterium okresu funkcjonowania podzieliło wymienione linie na cztery kategorie, obejmujące odpowiednio:

- trzynaście całorocznych dziennych linii całotygodniowych – 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 14, 15, 16 i 50;
- sześć całorocznych dziennych linii funkcjonujących tylko w dni powszednie od poniedziałku do piątku – 8, 8 bis, 10, 11, 17 i K;
- jedną dzienną linię sezonową – P.

Linia rekreacyjna P – nad jezioro Płotki – uruchamiania jest w czasie wakacji.

Kryterium liczby obsługiwanych jednostek administracyjnych pozwoliło na wyodrębnienie wśród połączeń całorocznych dwóch grup linii, obejmujących odpowiednio:

- osiemnaście linii miejskich – dedykowanych obsłudze komunikacyjnej miasta Piły, przy czym na linii 1 wybrane kursy zaplanowano do przystanku „Działki Zalesie” – formalnie w miejscowości Dolaszewo w gminie Szydłowo, ale funkcjonalnie przystanek ten obsługuje pobliskie ogródki działkowe, do których podróżują mieszkańcy Piły, w celach rekreacyjnych;
- jedną linię podmiejską (50) – łączącą miasto Piłę z miejscowościami miejsko-wiejskiej gminy Ujście w powiecie pilskim.

Oferta przewozowa pilskiej komunikacji w skali poszczególnych linii jest dość zróżnicowana. Linie pilskiej komunikacji miejskiej można podzielić na:

- podstawowe – na których wykonuje się co najmniej 50 kursów w jednym kierunku w dniu powszednim, w tym przez większą część dnia od 3 do 4 kursów w ciągu godziny – są to trzy linie: 1, 3 i 5;
- uzupełniające – na których wykonuje się w dniu powszednim od 11 do 39 kursów – trzynaście linii: 0, 2, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17 i 50;
- dedykowane – z ofertą przewozową liczącą tylko kilka kursów na dobę – trzy linie z kursami tylko w dniu powszednim: 8, 8bis i K.

Na części linii miejskich obowiązują wspólne takty częstotliwości modułowej, stanowiącej wielokrotność częstotliwości obowiązującej w danej porze dnia na dwóch liniach podstawowych – 1 i 5. W dniu powszednim na tych liniach w godzinach 6-17 obowiązuje częstotliwość 15-minutowa, w godzinach 5-6 i 17-20 – częstotliwość 20-minutowa, a po godzinie 20 – częstotliwość 30-minutowa.

Charakteryzująca się wysoką częstotliwością kursów linia 1 ma przebieg w większości równoleżnikowy – łączy położone we wschodniej części miasta Podlasie, poprzez charakteryzujące się intensywną zabudową wielorodzinną osiedle Zamość i Śródmieście – z północną częścią osiedla Górne w zachodniej części miasta i z Gładyszewem. Trasa linii 1 obejmuje ścisłe centrum miasta oraz rejon dworców kolejowego i autobusowego. Pętla linii 1 przy ul. Lelewela położona jest w sąsiedztwie południowej bramy zakładów Philips Lighting Poland.

Równie często funkcjonująca linia 5 łączy z kolei zachodnią część Podlasia (z drugiej strony toru kolejowego do Złotowa), osiedle Zamość, rejon dworców kolejowego i autobusowego oraz Śródmieście z osiedlem Górne. Pomimo łączenia tych samych rejonów miasta, linie 1 i 5 mają niemal na całej trasie odmienny przebieg (ich trasy prowadzą innymi ulicami), nie mają też wspólnych pętli. Pętla przy ul. Kossaka położona jest bezpośrednio przy południowej bramie zakładów Philips Lighting Poland, a od pętli linii 1 przy ul. Lelewela dzieli ją jedynie około 250 m, wymagające jednak pokonania przejazdu kolejowego.

Linia 3, cechująca się nieznacznie niższymi częstotliwościami kursów i znaczną wielowariantowością tras, łączy rozbudowujące się rejony osiedla Koszyce z Jadwiżynem, meandruje przez osiedle Zamość i prowadzi przez Śródmieście, do północnej części osiedla Górne – rejonu ul. Lotniczej. Trasa linii 3 omija rejon dworców. Linia 3bis obejmuje krótki fragment linii 3 i stanowi połączenie Koszyc z Jadwiżynem.

Część pętli autobusowych skupia więcej niż jedną linię, a kilka – nawet więcej niż dwie:

- Żeromskiego/Plac Inwalidów – sześć linii: 4, 5, 8, 10, 11 i 16;
- Al. Powstańców Wielkopolskich/Philips – cztery linie: 4, 8, 11 i 12;
- Rydygiera/Szpital – trzy linie: 9, 14 i 15;
- Kamienna/Agatowa – trzy linie: 1, 9 i 16;
- Lelewela/Pętla – trzy linie: 1, 10 i 15;
- Kossaka/Philips – trzy linie: 5, 10 i 50.

Jest to okoliczność umożliwiająca wprowadzenie nie tylko nowoczesnych technik zarządzania ofertą przewozową – zmian w przypisaniu pojazdów do linii w ciągu dnia, przeprowadzanych w celu zoptymalizowania pojemności taboru, ale także bardzo ułatwia wprowadzenie taboru zeroemisyjnego o większym udziale we flocie pojazdów.

W tabeli 2 przedstawiono liczbę wykonanych i planowanych do wykonania wozokilometrów oraz maksymalną liczbę autobusów w ruchu w pilskiej komunikacji miejskiej w latach 2016-2017 i plan na 2018 r.

Tab. 2. Liczba wozokilometrów oraz autobusów w ruchu w pilskiej komunikacji miejskiej w latach 2016-2018

Wyszczególnienie	Jedn.	Rok		
		2016	2017	2018 – plan
Liczba wozokilometrów:	tys.km	2 715,9	2 682,6	2 727,0
Liczba pojazdów w ruchu: – w dniu powszednim – w sobotę – w niedzielę	szt.	 40 26 18	 39 26 18	 39 26 18

Źródło: dane MZK.

Jak wynika z tabeli 2, w ostatnich trzech latach wielkość oferty przewozowej ulegała jedynie niewielkim wahaniom – można uznać, że była ustabilizowana. Na ten stan rzeczy wpływ miała względnie stała liczba mieszkańców miasta i niezmieniany zakres obsługi obszarów pozamiejskich.

Gmina Piła zamierza w kolejnych latach prowadzić politykę niewielkiego zwiększania wielkości pracy eksploatacyjnej. W najbliższej przyszłości (2019 r.) planowane jest uruchomienie nowego połączenia pomiędzy osiedlami Koszyce i Jadwiżyn a osiedlem Podlasie – w reakcji na postulaty zgłaszane przez mieszkańców miasta.

Liczbę pasażerów oraz wysokość przychodów osiągniętych ze sprzedaży z biletów w latach 2016-2017 – wraz z wartościami planowanymi na 2018 r. na podstawie wykonania III kwartałów, przedstawiono w tabeli 3. W analizowanym okresie osiągnięto niewielki wzrost wpływów ze sprzedaży biletów (o 0,6%), w tym o 0,8% ze sprzedaży biletów normalnych i o 0,2% ze sprzedaży biletów ulgowych. Wahania liczby pasażerów oraz przychodów ze sprzedaży biletów, można ocenić jako niewielkie.

Objęcie trasą wszystkich linii komunikacyjnych ścisłego centrum miasta, charakteryzującego się wysokim obciążeniem ruchem, stanowi pewną uciążliwość – związaną z wysokim poziomem hałasu i emisją zanieczyszczeń do atmosfery. Podobnie, skierowanie tras części linii w uliczki osiedlowe – w celu zapewnienia wysokiej, oczekiwanej przez mieszkańców dostępności przestrzennej usług publicznego transportu zbiorowego – również wiąże się z określoną uciążliwością, wynikającą z generowanego przez autobusy hałasu i zanieczyszczeń.

Tab. 3. Liczba pasażerów oraz wpływy ze sprzedaży biletów netto w pilskiej komunikacji miejskiej w latach 2016-2018

Lp.	Wyszczególnienie	Jedn.	Rok		
			2016	2017	Plan 2018
1	**Liczba pasażerów**	**tys.**	**7 577,4**	**7 688,1**	**7 627,3**
1.1	dynamika zmian rok/rok	%	-	1,5	-0,8
2	**Wartość sprzedanych biletów:**	**tys. zł**	**6 966,6**	**7 010,2**	**7 008,2**
2.1	– w tym normalnych	tys. zł	4 294,1	4 379,9	4 329,5
2.2	– w tym ulgowych	tys. zł	2 672,5	2 630,3	2 678,7
3	Zmiany wpływów z biletów	%	-	0,6	0,0
3.1	– w tym normalne	%	-	2,0	-1,2
3.2	– w tym ulgowe	%	-	-1,6	1,8
4	Przychód jednostkowy – na pasażera	zł/pas.	0,919	0,912	0,919

Źródło: dane MZK.

W kontekście opisanego w niniejszym rozdziale kształtu sieci komunikacyjnej, bardzo ważne byłoby – zarówno dla mieszkańców Śródmieścia Piły, jak i osiedli z intensywną, w szczególności wysoką zabudową wielorodzinną – zmniejszenie poziomu hałasu i emisji zanieczyszczeń komunikacyjnych przynajmniej na drogach, którymi poruszają się autobusy komunikacji miejskiej.

4. Tabor pilskiej komunikacji miejskiej

4.1. Aktualny stan taboru

Linie pilskiej komunikacji miejskiej obsługiwane są autobusami, którymi dysponuje MZK – jako podmiot wewnętrzny. Wszystkie autobusy eksploatowane w pilskiej komunikacji miejskiej są niskopodłogowe. MZK dysponował (stan na 30 września 2018 r.) 47 autobusami z silnikami na olej napędowy, w tym 6 hybrydowymi.

W tabeli 4 przedstawiono wykaz taboru posiadanego przez operatora, wykorzystywanego do przewozów pasażerów na liniach komunikacji miejskiej – wg kryterium wieku i spełniania norm czystości spalin.

Tab. 4. Tabor MZK wg kryterium wieku i spełnianych norm czystości spalin – stan na 30 września 2018 r.

Lp.	Typ taboru	Rodzaj paliwa	Liczba sztuk	Długość [m]	Rok produkcji	Wiek [lat]	Norma czystości spalin
1	Mercedes-Benz Citaro	ON	1	12	1998	20	EURO 2
2	Mercedes-Benz Citaro	ON	1	12	2000	18	EURO 3
3	Neoplan N4411	ON	4	11	2002	16	EURO 3
4	Neoplan N4411	ON	2	11	2003	15	EURO 3
5	Mercedes-Benz Citaro	ON	2	12	2003	15	EURO 3
6	Solaris Urbino 10	ON	3	10	2004	14	EURO 3
7	Mercedes-Benz Citaro	ON	1	12	2004	14	EURO 3
8	Solaris Urbino 12	ON	1	12	2005	13	EURO 3
9	Solaris Urbino 12	ON	1	12	2006	12	EURO 4
10	Solaris Urbino 12	ON	2	12	2007	11	EURO 4
11	Solaris Urbino 12	ON	8	12	2009	9	EURO 5
12	Solaris Urbino 12	ON	6	12	2010	8	EURO 5
13	Solaris Urbino 10	ON	1	10	2011	7	EURO 5
14	Solaris Urbino 12	ON	2	12	2011	7	EURO 5
15	Solaris Urbino 12	ON	1	12	2016	2	EURO 6
16	Solaris Urbino 12	ON	4	12	2017	1	EURO 6
17	Solaris Urbino 12 hybrid	ON	6	12	2017	1	EURO 6
18	**Ogółem**	**ON**	**46**	**10-12**	**1998-2017**	**1-20**	**EURO 2-6**

Źródło: dane MZK.

W strukturze taboru dominowały standardowe autobusy klasy mega, które stanowiły 78,3% stanu taboru MZK (36 szt.). Autobusy mniejsze – klasy midi, o długości 10-11 m –

stanowiły 21,7% stanu taboru (10 szt.). Użytkowane pojazdy reprezentowały cztery marki. Najwięcej eksploatowano pojazdów marki Solaris – 35 sztuk, w tym 6 szt. hybrydowych. Mniejszy udział stanowiły Neoplany (6 szt.) oraz Mercedesy (5 sztuk). Autobusem nieużytkowanym w codziennej pracy eksploatacyjnej w komunikacji miejskiej jest Jelcz 120M, pełniący funkcję pojazdu zabytkowego.

Średni wiek pojazdów MZK jest dość wysoki – wg stanu na 30 września 2018 r. wynosił 9,3 lat. W celu jego utrzymania, MZK powinien wymieniać corocznie ok. 5 pojazdów.

W tabeli 5 przedstawiono strukturę jednostek taborowych w zakresie spełnianych norm czystości spalin.

Tab. 5. Struktura taboru pilskiej komunikacji miejskiej w podziale na marki autobusów i normy emisji spalin – stan na 30 września 2018 r.

Operator	Liczba pojazdów spełniających normę czystości spalin							Razem
	bez normy EURO	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	
Solaris	-	-	-	4	3	17	11	**42**
Neoplan	-	-	-	6	-	-	-	**6**
Mercedes-Benz	-	-	-	5	-	-	-	**5**
Ogółem	**-**	**0**	**0**	**15**	**-**	**17**	**11**	**65**

Źródło: dane MZK.

Tabor, którym dysponuje MZK, jest dość jednolity – większość pojazdów należy do klasy maxi, a pojemność pasażerska autobusów waha się od 66 do 101 osób.

Wszystkie autobusy operatora zasilane są olejem napędowym. Stacja paliw znajduje się na terenie zajezdni MZK przy ul. Łącznej 4.

W 2018 r. maksymalna liczba pojazdów w ruchu w dniu powszednim wynosiła 39 autobusów, w sobotę – 26 a w niedzielę – 18. Do analizy, jako flotę pojazdów komunikacji miejskiej, przyjęto stan taboru autobusowego w jej początkowym okresie – w liczbie 46 szt., w tym 39 pojazdów w ruchu. Założono, że w wyniku wzrostu liczby wykonywanych wozokilometrów, do 2030 r. liczba pojazdów w ruchu wzrośnie do 42 szt.

4.2. Planowane zamierzenia inwestycyjne

Polityka wymiany taboru w MZK przez wiele lat była prowadzona systematycznie – corocznie wprowadzano do ruchu jeden lub dwa nowe pojazdy. MZK realizował odnowę taboru samodzielnie, w miarę swoich możliwości finansowych.

Znacząca wymiana taboru miała miejsce w latach 2016-2017, kiedy to w wyniku realizacji projektu inwestycyjnego „Zakup autobusów niskoemisyjnych, modernizacja zajezdni autobusowej MZK Piła Sp. z o. o. w Pile i rozbudowa infrastruktury dla potrzeb komunikacji miejskiej", ze wsparciem środkami pomocowymi UE w ramach Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014–2020, MZK zakupił 10 fabrycznie nowych jednostek taborowych. Tabor MZK wzbogacił się o autobusy niskopodłogowe klasy maxi, spełniające normę EURO 6 – wprowadzono do eksploatacji 4 autobusy Solaris Urbino 12 zasilane silnikami Diesla oraz 6 autobusów hybrydowych Solaris Urbino 12 hybrid. Łączna wartość zamówienia wynosiła niemal 11,9 mln zł netto. Pojazdy hybrydowe wyposażone są w superkondensatory gromadzące energię podczas hamowania pojazdów oraz w dodatkowy silnik elektryczny o mocy 120 kW.

W ramach opisywanego projektu MZK zrealizował dodatkowe zadanie „Modernizacja zajezdni autobusowej", w ramach którego przebudowano place i drogi oraz zmodernizowano sieci podziemne zajezdni.

Gmina Piła realizuje obecnie projekt „Rozwój miejskiego zbiorowego transportu niskoemisyjnego wraz z systemem zarządzania komunikacją miejską w Pile", z dofinansowaniem z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Wielkopolskiego na lata 2014-2020, o wartości 23,4 mln zł łącznie.

Projekt obejmuje następujące zadania:

- zakup 13 niskoemisyjnych autobusów (7 o napędzie hybrydowym i 6 z silnikiem Diesla – spełniających normę EURO 6);
- budowę i wdrożenie Systemu Dynamicznej Informacji Pasażerskiej;
- przebudowę węzła przesiadkowego przy ulicy 1 Maja w Pile.

Zakupione autobusy wykorzystywane będą w szczególności do obsługi linii o największym natężeniu ruchu oraz do obsługi połączeń podmiejskich w obszarze funkcjonalnym miasta. Wdrożenie kolejnych elementów Systemu Dynamicznej Informacji Pasażerskiej zwiększy komfort podróżowania pilską komunikacją miejską oraz zapewni możliwość zarządzania komunikacją miejską w sytuacjach awaryjnych. Projekt uzupełnia rozbudowa elementów infrastruktury drogowej o nowoczesne wiaty przystankowe połączone z wiatą rowerową.

W ramach pierwszego zadania, zakup autobusów standardowych i hybrydowych zrealizowany będzie w latach 2019-2020.

5. Identyfikacja wariantów

5.1. Problematyka taborowa w opracowaniach strategicznych Piły

Przedmiotem niniejszej analizy jest identyfikacja kosztów i korzyści powstałych w wyniku zapewnienia przez Gminę Piła świadczenia usług w ramach komunikacji miejskiej autobusami zeroemisyjnymi – zgodnie z wymogami art. 36 oraz art. 68 ust. 4 ustawy o elektromobilności.

Kwestia inwestycji w tabor komunikacji miejskiej pojawia się w kilku dokumentach strategicznych Gminy Piła. Miasto nie jest powiatem grodzkim – leży w powiecie pilskim – dlatego analizie poddano też dokumenty strategiczne powiatu. „Strategia rozwoju społeczno-gospodarczego powiatu pilskiego na lata 2015-2025”[2] w żaden sposób nie odnosi się jednak do problematyki publicznego transportu zbiorowego.

„Strategia Rozwoju Miasta Piły do 2023”[3] określiła trzy kierunki priorytetów rozwoju Piły oraz trzy cele strategiczne. W ramach Kierunku Rozwoju nr 1 – „Inteligentne i zrównoważone wykorzystanie atutów położenia i przestrzeni do poprawy funkcjonalności i konkurencyjności miasta – jako regionalnego centrum gospodarczego, administracyjnego, społecznego, kulturalnego, rekreacyjnego oraz edukacyjnego północnej Wielkopolski” oraz Celu Strategicznego nr 1 – „Regionalne centrum gospodarcze, administracyjne, społeczne, edukacyjne, kulturalne i rekreacyjne północnej Wielkopolski – wykorzystujące w sposób inteligentny i zrównoważony atuty położenia i przestrzeni”, Strategia wyznaczyła Cel Operacyjny nr 2 – „Rozwój i integracja powiązań komunikacyjnych w układzie lokalnym oraz regionalnym, w oparciu o zrównoważony i dobrze funkcjonujący wewnętrzny układ komunikacyjny miasta oraz oczekiwaną poprawę dostępności komunikacyjnej Piły w układzie regionalnym i krajowym”.

W ramach tego celu w dokumencie wyznaczono następujące kierunki działań:

- 1.2.1. – Rozbudowa wewnętrznego układu komunikacyjnego miasta;
- 1.2.2. – Wspieranie gospodarki niskoemisyjnej poprzez zmiany mobilności miejskiej w centrach miast POSI;
- 1.2.3. – Poprawa infrastruktury komunikacyjnej łączącej jednostki osadnicze Pilskiego OSI;
- 1.2.4. – Rozbudowa i unowocześnienie transportu zbiorowego;
- 1.2.5. – Działania na rzecz poprawy infrastruktury kolejowej i drogowej, w tym budowy S10 i S11;
- 1.2.6. – Uruchomienie i zagospodarowanie lotniska, w tym do wykorzystania komunikacyjnego.

[2] www.powiat.pila, dostęp: 31.10.2018 r.
[3] bip.pila.pl, dostęp: 31.10.2018 r.

Strategia zawiera także określone projekty inwestycyjne, w tym przeznaczone do realizacji w 2020 r. W ramach kierunku działania nr 1.2.4 przewidziano dwa przedsięwzięcia z przyznaną najwyższą wagą:

- „Rozbudowa i unowocześnienie transportu zbiorowego Pilskiego OSI, wspierające integrację różnych form transportu zbiorowego na terenach miejskich i podmiejskich obszaru", a w nim:
  - zakup niskoemisyjnego taboru dla transportu publicznego;
  - budowa/przebudowa infrastruktury transportu publicznego;
  - utworzenie zintegrowanych centrów przesiadkowych (budowa, przebudowa, modernizacja);
  - zintegrowany system informacji i zarządzania;
- „Rozwój miejskiego zbiorowego transportu niskoemisyjnego wraz z systemem zarządzania komunikacją miejską w Pile", a w nim:
  - zakup autobusów;
  - System Dynamicznej Informacji Pasażerskiej.

Realizację pierwszego przedsięwzięcia przewidziano w latach 2016-2020, a drugiego – w latach 2016-2025. Obydwa przedsięwzięcia inwestycyjne zaplanowano do realizacji z wykorzystaniem środków pomocowych UE.

Opracowany w 2016 r. „Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla Powiatu Pilskiego na lata 2016-2026"[4], przewiduje organizację 40 połączeń powiatowymi liniami komunikacyjnymi użyteczności, w tym 28 połączeń rozpoczynających swój bieg z miasta Piły. Dla tych połączeń przedstawiono w planie transportowym minimalne standardy dotyczące taboru (niska podłoga, miejsce na wózek, monitoring, wyświetlacze, z wyjątkiem minibusów), wymogi te nie dotyczą jednak przewozów w ramach pilskiej komunikacji miejskiej.

Gmina Piła nie przyjęła własnego planu transportowego.

„Plan Gospodarki Niskoemisyjnej dla Gminy Piła"[5] zawiera także elementy zrównoważonej mobilności miejskiej. Plan wskazuje w tym zakresie na potrzebę realizacji zadań zapisanych w opisanej wyżej Strategii, w tym.in. na potrzebę zakupu taboru autobusowego spełniającego normy czystości spalin EURO 6 dla potrzeb komunikacji miejskiej i podmiejskiej – dostosowanego do potrzeb osób o ograniczonej mobilności i fotoreceptywności oraz w wieku senioralnym. Plan zakłada także promocję zalet transportu zbiorowego i budowy infrastruktury dla autobusów elektrycznych oraz przebudowy infrastruktury transportu publicznego.

[4] Dz. Urz. Województwa Wielkopolskiego z dnia. 18 maja 2016 r., poz. 3399.
[5] www.pila.pl/pl/plan-gospodarki-niskoemisyjnej.html, dostęp: 31.10.2018 r.

Plan definiuje pięć celów strategicznych, a wśród nich cel nr 5 – „Rozwój transportu niskoemisyjnego". W ramach tego celu zakłada się modernizację transportu w kierunku nowoczesnych, niskoemisyjnych środków komunikacji w tym o napędzie elektrycznym, hybrydowym lub CNG oraz modernizację i przebudowę ciągów komunikacyjnych. Dla tego celu strategicznego dokument wyznacza cztery cele szczegółowe, w tym cel nr 5.3. – „Efektywne energetycznie i ekonomicznie środki transportu w gestii gminy i jednostek publicznych, jako wynik modernizacji i wymiany na niskoemisyjne".

W przedstawionym w planie zestawieniu możliwych do wdrożenia przedsięwzięć wymienia się następujące projekty dotyczące publicznego transportu zbiorowego:

- poz. 21 – „Modernizacja energetyczna budynku zaplecza technicznego należącego do MZK Sp. z o.o.";
- poz. 35 – „Budowa/przebudowa infrastruktury transportu publicznego";
- poz. 37 – „Modernizacja taboru autobusowego Miejskiego Zakładu Komunikacji Sp. z o.o.";
- poz. 38 – „Montaż instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku zaplecza technicznego MZK Sp. z o.o.";
- poz. 39 – „Budowa zintegrowanego systemu transportowego".

Zgodnie z planem, wymienione projekty powinny zostać zrealizowane do 2020 r. W ramach projektu z poz. 37 zakłada się wymianę 27 jednostek taborowych na pojazdy hybrydowe, elektryczne oraz z silnikami Diesla spełniającymi normę emisji EURO 6. Celem tego działania ma być ograniczenie zużycia paliwa, przy jednoczesnym ograniczeniu emisji zanieczyszczeń do powietrza.

„Program Ochrony Środowiska dla Gminy Piła na lata 2014-2018"[6] w obszarze działania „Ochrona powietrza atmosferycznego" wymienia pięć priorytetów, w tym Priorytet nr 5 – „Ograniczenie emisji ze środków transportu". Jednym z działań zmierzających do realizacji tego priorytetu jest „Modernizacja taboru autobusowej komunikacji miejskiej i zwiększenie udziału komunikacji zbiorowej w przewozach pasażerskich".

W obszarze działania „Ochrona przed hałasem" dokument wymienia z kolei dwa priorytety, w tym Priorytet nr 1 – „Zmniejszenie poziomów hałasu, zwłaszcza emitowanych przez środki transportu drogowego". Wśród działań zmierzających do realizacji tego priorytetu wymieniono „Likwidację źródeł hałasu przez tworzenie stref wolnych od transportu, ograniczenie szybkości ruchu, wymianę taboru na mniej hałaśliwy, rewitalizację linii kolejowych, a także budowę ekranów akustycznych".

[6] www.bip.pila.pl, dostęp: 31.10.2018 r.

Stan taboru autobusowego eksploatowanego przez operatora pilskiej komunikacji miejskiej , aktualny na dzień 30 września 2018 r., przedstawiono w tabeli 4 we wcześniejszej części opracowania.

Jak już wcześniej zasygnalizowano, MZK prowadził od kilku lat politykę odnowy taboru autobusowego poprzez zakup jednej lub dwóch sztuk rocznie fabrycznie nowych autobusów, wykorzystując własne możliwości finansowe.

W latach 2016-2017 MZK zrealizował projekt inwestycyjny pn. „Zakup autobusów niskoemisyjnych, modernizacja zajezdni autobusowej MZK Piła Sp. z o. o. w Pile i rozbudowa infrastruktury dla potrzeb komunikacji miejskiej", ze wsparciem środkami pomocowymi UE. W ramach tego projektu zakupiono 10 fabrycznie nowych autobusów – 4 standardowe i 6 hybrydowych.

Gmina Piła realizuje z kolei projekt „Rozwój miejskiego zbiorowego transportu niskoemisyjnego wraz z systemem zarządzania komunikacją miejską w Pile", w ramach którego zakupionych zostanie 13 autobusów: 6 standardowych i 7 hybrydowych. Projekt ten został szerzej opisany w rozdziale 4.2.

5.2. Uwarunkowania wyboru rodzaju napędów autobusów komunikacji miejskiej w Pile

MZK od wielu lat posiadał wyłącznie tabor spalinowy na olej napędowy. Od początku 2018 r. eksploatowane są także autobusy z napędem hybrydowym – z zastosowaniem superkondensatorów jako zasobników energii.

W dotychczasowej polityce inwestycyjnej Gminy Piła i MZK nie zakładano możliwości zastosowania innego rodzaju paliwa do silników spalinowych autobusów komunikacji miejskiej, z uwagi na brak infrastruktury do jego tankowania. Najbliższe stacje tankowania gazu CNG zlokalizowane są w Poznaniu, Inowrocławiu i w Toruniu. Ponadto, opłacalność eksploatacji autobusów zasilanych CNG jest zależna od polityki podatkowej państwa oraz od polityki monopolistycznego dystrybutora paliwa gazowego – PGNiG S.A.

Przy eksploatacji taboru zasilanego CNG istotne jest także to, że właścicielem infrastruktury do tankowania autobusów gazowych nie jest operator przewozów, lecz PGNiG S.A. 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.

Do niedawna opłacalność eksploatacji autobusów gazowych drastycznie zmniejszała akcyza na paliwo gazowe, która została zniesiona zmianą ustawy o podatku akcyzowym, podpisaną przez Prezydenta RP w sierpniu 2018 r. Zerowa stawka akcyzy na CNG zostanie w prak-

tyce wprowadzona prawdopodobnie na przełomie 2018 i 2019 r., lecz nadal możliwość zastosowania w komunikacji miejskiej Piły autobusów gazowych będzie iluzoryczna – z uwagi na brak w mieście stacji ich zasilania.

Zasadność eksploatacji pojazdów zasilanych CNG i LNG w Polsce znacznie wzrosła jednak po wejściu w życie ustawy o elektromobilności, która stanowi podstawę do utworzenia ogólnopolskiej sieci tankowania pojazdów zasilanych tymi paliwami gazowymi.

Na upowszechnienie się paliwa gazowego wpłynie także opracowana przez Ministerstwo Energii w październiku 2018 r. projektowana zmiana ustawy o elektromobilności, która dotyczy wymogu wykonywania lub zlecania od 1 stycznia 2020 r. zadania publicznego innego niż publiczny transport zbiorowy podmiotowi, którego udział pojazdów elektrycznych we flocie pojazdów użytkowanych przy wykonywaniu tego zadania wynosi co najmniej 10%. W nowelizacji przewidywane jest dodanie zwrotu „lub pojazdów napędzanych gazem ziemnym". Analogicznej zmiany w przepisach dotyczących określonego udziału pojazdów zeroemisyjnych w publicznym transporcie zbiorowym, jak dotąd nie proceduje się.

Mająca miejsce od 2018 r. eksploatacja autobusów Solaris Urbino 12 hybrid, na pewnych odcinkach tras operujących jako zeroemisyjne, wprowadziła do pilskiej komunikacji miejskiej nowy rodzaj taboru – na części trasy nieemitującego z zastosowanych silników, w miejscu jego użytkowania, gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń gazowych. Koszty codziennej eksploatacji taboru autobusowego hybrydowego są niższe niż standardowych autobusów zasilanych olejem napędowym, co powinno przełożyć się na zmniejszenie wydatków bieżących. Zastosowanie w tych autobusach uzupełniających trakcyjnych silników spalinowych powoduje jednak, że nie są one wyłącznie zasilane napędem nieemitującym gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń, nie można przez to ich uznać za pojazdy zeroemisyjne w myśl obowiązujących przepisów.

Przesłanki przemawiające za przyszłą wymianą taboru z zastosowaniem różnych rodzajów zasilania pojazdów, są następujące:

- dywersyfikacja źródeł zasilania taboru (już posiadane – ON i hybrydowy i potencjalny elektryczny) zwiększa bezpieczeństwo ekonomiczne przy wahaniach cen paliw oraz zmianie warunków klimatycznych;
- dłuższy okres eksploatacji pojazdów elektrycznych (z wyjątkiem baterii) i dywersyfikacja techniczna przekłada się na dywersyfikację kosztów działalności przewozowej;
- zwiększenie bezpieczeństwa dostaw paliw i ich stabilności cenowej spowodowane przez dywersyfikację rodzaju paliw dla autobusów;

- zmniejszenie niekorzystnego oddziaływania transportu publicznego na mieszkańców na obszarze miasta – brak emisji zanieczyszczeń do atmosfery w miejscu użytkowania autobusów elektrycznych i znacznie mniejsza emisja dla autobusów hybrydowych;
- zmniejszenie ryzyka wzrostu kosztów eksploatacyjnych w efekcie zmiany cen jednego z nośników energii: oleju napędowego lub energii elektrycznej;
- realizacja wytycznych zawartych w „Krajowych Ramach Polityki Rozwoju Infrastruktury Paliw Alternatywnych".

Polityka wymiany taboru na okres po realizacji obecnych projektów inwestycyjnych nie została jeszcze zdefiniowana przez Gminę Piła i MZK. W dużej mierze będzie ona zależna od możliwości pozyskiwania zewnętrznych źródeł wsparcia finansowego.

Wprowadzony ustawą o elektromobilności obowiązek systematycznego zwiększania udziału autobusów zeroemisyjnych w strukturze taboru wykorzystywanego w komunikacji miejskiej, stwarza konieczność zmiany dotychczasowej praktyki nabywania nowych pojazdów zasilanych olejem napędowym na – w coraz większym zakresie – pojazdy zeroemisyjne. Zapisy tej ustawy wymagają eksploatacji w ciągu najbliższych 10 lat w miastach przekraczających 50 000 mieszkańców floty składającej się przynajmniej w 30% z autobusów zeroemisyjnych. Aktualnie udział takich autobusów w taborze operatorów komunikacji miejskiej jest znikomy. Narzucone tempo wzrostu tego udziału, wynikające z przepisów ustawy o elektromobilności, należy uznać za wysokie.

Decyzja o dodatkowym rodzaju napędu w użytkowanych autobusach wymaga nie tylko nabycia pojazdów o innym sposobie zasilania, ale także dostosowania do nich obiektów zajezdni, istotnej zmiany wyposażenia stanowisk obsługowych, diagnostycznych, naprawczych i remontowych, jak również gruntownego przeszkolenia załogi. Autobusy zeroemisyjne wymagają posiadania przez obsługę codzienną oraz zespoły naprawczo-remontowe dodatkowych umiejętności i uprawnień, związanych z obsługą pojazdów z silnikami i urządzeniami elektrycznymi. Zakres i koszty dostosowania obiektów zajezdni oraz przeszkolenia załogi należy uznać za znaczące, choć w przypadku Piły, dotychczasowe doświadczenia MZK z eksploatacji autobusów hybrydowych, proces ten ułatwiają. Istotna część takich wydatków zostanie jednak poniesiona dopiero w przypadku decyzji o zakupie autobusów elektrycznych.

Dostępnymi autobusami zeroemisyjnymi – nieemitującymi gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych – są autobusy z napędem elektrycznym zasilane bateryjnie, z sieci zewnętrznej (trolejbusy), ze stacji doładowania różnych rodzajów lub w systemie mieszanym oraz autobusy elektryczne z wytwarzaniem energii w ogniwach paliwowych, ale tylko takich, dla których w efekcie spalania paliwa nie

występuje emisja CO_2 – co przy obecnym stanie zaawansowania techniki – w praktyce ogranicza je do autobusów z ogniwami paliwowymi zasilanymi wodorem (H_2).

Kołowe pojazdy zeroemisyjne zasilane z sieci zewnętrznej – trolejbusy – eksploatowane są jedynie w trzech sieciach komunikacyjnych w Polsce, najbliżej Piły w Gdyni. Głównym problemem ograniczającym rozwój tego rodzaju napędu jest bardzo wysoki koszt budowy sieci zasilającej wzdłuż trasy linii, wymagający dużych dodatkowych nakładów inwestycyjnych, na które większość miast średniej wielkości, takich jak Piła, nie posiada wystarczających środków finansowych.

Budowa sieci zasilającej trolejbusy wiąże się także z efektem „usztywnienia" przebiegu tras linii, a do niedawna każda zmiana trasy wymagała kosztownych inwestycji. Stosowane obecnie w trolejbusach napędy alternatywne pozwalają na swobodne kształtowanie przebiegów tras linii poza siecią trakcyjną, co z powodzeniem wykorzystuje się w Gdyni i Lublinie, aczkolwiek w tym ostatnim mieście niektóre trolejbusy po odłączeniu od sieci zasilane są agregatami prądotwórczymi, które z kolei emitują gazy cieplarniane (CO_2 i inne zanieczyszczenia powstające w wyniku spalania oleju napędowego).

W celu spełnienia wymogów ustawy o elektromobilności, Gmina Piła może więc rozważyć zastosowanie jedynie dwóch typów napędów autobusów: elektryczne silniki napędowe zasilane bateryjnie, także z okresowym ich doładowywaniem lub elektryczne silniki napędowe zasilane z lokalnego źródła – ogniwa paliwowego zasilanego wodorem.

5.3. Rozwiązania sposobów ładowania autobusów zeroemisyjnych

Autobusy z napędem, który stanowią silniki elektryczne, bez względu na zastosowane rozwiązanie techniczne, wymagają dostosowania zajezdni do ich obsługi oraz przeszkolenia – lub nawet uzupełnienia załogi obsługującej na co dzień pojazdy o osoby uprawnione do obsługi urządzeń energetycznych co najmniej do 1 kV. MZK posiada doświadczenie w eksploatacji pojazdów częściowo elektrycznych – autobusów hybrydowych, których obsługa wymaga podobnych kwalifikacji.

Autobusy zasilane z baterii stanowią obecnie większość nowowprowadzanych do użytkowania autobusów komunikacji miejskiej z napędem elektrycznym. Istotną kwestią związaną z ich wprowadzeniem do codziennego ruchu, jest wybór sposobu zasilania baterii, w tym uzupełniania energii w czasie eksploatacji.

Najprostszym rozwiązaniem jest wyposażenie pojazdów w baterie pozwalające na wykonanie pełnego dziennego cyklu pracy, który podobnie jak dla autobusów zasilanych olejem napędowym – wynosi średnio ok. 250 km. Ładowanie pojazdów odbywałoby się w tym przypadku w zajezdni, w czasie nocnego postoju autobusów.

Pojazdy takie wymagają jednak zastosowania baterii o dużej pojemności i dużej wadze, które nie tylko zmniejszają dopuszczalną liczbę przewożonych pasażerów, ale i wpływają na znaczny spadek efektywności ekonomicznej ruchu pojazdu (znaczna część zasobów energii przeznaczana jest na przewóz ciężkich baterii). Pojazdy z bateriami o większej pojemności są jednocześnie znacznie droższe. Ponadto, pojazdy takie przez swoją wysoką masę własną, przyczyniałyby się do zwiększonego zużycia nawierzchni dróg.

Celem organizatorów i operatorów jest zwykle optymalizacja masy baterii, umożliwiająca zmniejszenie zużycia energii i likwidacja koniecznych do zrealizowania przejazdów technicznych do i z bazy autobusowej w celu podłączenia do źródła zasilania – poprzez zastosowanie dodatkowych punktów ładowania prądu na trasie linii. Zmniejszenie wagi baterii, a w jej rezultacie – zwiększenie pojemności pasażerskiej pojazdu i zmniejszenie kosztu przewozu pojedynczego pasażera – może być wówczas znaczące. Ogranicza jednak wykorzystanie pojazdu z bateryjnym napędem elektrycznym do dedykowanych tras – obejmujących pętle, na których zainstalowano ładowarki. Doładowywanie pojazdu w innym wybranym punkcie na trasie linii wymagałoby dłuższego postoju, co – ze względu na masowość przewozów – w Polsce jest nieakceptowane przez pasażerów.

W Chinach oraz w wybranych krajach Europy Zachodniej użytkowane są systemy ładowania indukcyjnego na przystankach, lecz z uwagi na bardzo wysoką cenę takiej instalacji, stosowane są one jedynie na wybranych, dedykowanych trasach w dużych miastach i aglomeracjach. Ładowaniu indukcyjnemu na przystankach nie sprzyja także polski klimat, w którym normalnym zjawiskiem atmosferycznym są opady śniegu.

W celu doładowania autobusów w ciągu pracy na linii, na pętlach stosuje się ładowarki szybkie, o dużej mocy (nawet do 800 kW) z systemem pantografowym, rzadziej są to urządzenia typu „plug-in". Zdecydowanie najczęściej stosowane jest ładowanie pantografowe, które – przy odpowiednio dużej mocy ładowania – odbywa się w czasie od 10 do 20 minut – co najmniej kilka razy w czasie użytkowania autobusu w ciągu dnia, a niekiedy nawet co określoną liczbę kursów lub ich par. Ładowanie odbywa się zwykle podczas planowanych postojów wyrównawczych oraz przerw wynikających z przepisów o czasie pracy kierowców.

W Pile, poza zajezdnią MZK, przewiduje się zainstalowanie na wybranych pętlach ładowarek pantografowych – o mocy rzędu 400 kW. Niezależnie od powyższego, w celu codziennego pełnego naładowania baterii oraz ich ustabilizowania, przewiduje się montaż w zajezdni ładowarek stacjonarnych – po jednym punkcie zasilającym na każdy autobus elektryczny.

Odmiennym rozwiązaniem jest zastosowanie autobusów z napędem elektrycznym, z podstawowym zasilaniem energią elektryczną wytwarzaną podczas jazdy w ogniwie paliwowym – zasilanym wodorem (H_2). Autobus taki wyposażony jest w znacznie mniejsze baterie,

mające charakter jedynie wyrównawczy, podobnie jak zestawy baterii w autobusach hybrydowych, z rekuperacją energii, czy z systemem start-stop.

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

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

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

Bardzo istotnym i – w przypadku Piły – zasadniczym utrudnieniem, jest brak w okolicy dostępnych magazynów wodoru do tankowania pojazdów. Instalacja taka musiałaby więc być tworzona od podstaw. Brak jest także w Polsce pewnego dostawcy wodoru w niskiej cenie. Nadzieję na możliwe zastosowanie w przyszłości tego typów napędów dają plany LOTOS S.A. w zakresie rozbudowy instalacji produkcji czystego wodoru oraz zainteresowanie tego producenta paliw rozwojem rynku odbiorców wodoru, czego przejawem są m.in. podpisane już przez LOTOS S.A. listy intencyjne z organizatorami komunikacji miejskiej w Trójmieście. Są to jednak dopiero pierwsze przymiarki do koncepcji produkcji wodoru zasilającego autobusy komunikacji miejskiej, a nie konkretne plany inwestycji w tym zakresie.

Ze względu na opisane wyżej uwarunkowania, w analizie nie ujęto wariantu zastosowania autobusów z wodorowymi ogniwami paliwowymi.

5.4. Proponowane warianty

W rezultacie przeprowadzonej wstępnej analizy, zidentyfikowano dwa warianty zmian wyposażenia taborowego pilskiej komunikacji miejskiej:

- wariant 1 – konwencjonalny – w którym założono kontynuację dotychczasowej polityki sukcesywnej wymiany taboru na nowe pojazdy zasilane olejem napędowym oraz hybrydowe – zgodnie z obecnie realizowanymi projektami;
- wariant 2 – elektryczny – w którym założono sukcesywną wymianę taboru MZK na pojazdy elektryczne, w celu wypełnienia obowiązków ustawowych.

Ponadto, utworzono scenariusz bazowy, o charakterze wyłącznie porównawczym, w którym założono wykonywanie przewozów w pilskiej komunikacji miejskiej przy ponoszeniu jedynie niezbędnych nakładów na odtworzenie taboru. W scenariuszu tym przyjęto realizację obecnych programów inwestycyjnych, a po ich zakończeniu – politykę minimalizacji nakładów, przy spełnieniu tylko najważniejszych oczekiwań pasażerów – przyjęto, że corocznie nabywane będą tylko 3 pojazdy używane.

Założono, że obecny tabor będzie eksploatowany do osiągnięcia wieku 16-17 lat, po czym będzie wymieniany na pojazdy używane, napędzane silnikami Diesla, o średnim wieku 8 lat. Cenę zakupu używanego autobusu z wyposażeniem i dostosowaniem do potrzeb pilskiej komunikacji miejskiej przyjęto w wysokości 200 tys. zł za autobus. Jednocześnie, ze względu na fakt, że starzejący się tabor będzie wymagał coraz wyższych nakładów na jego utrzymanie w sprawności, przyjęto, że nakłady na części i usługi naprawcze będą wzrastały o 5% rocznie, aż do osiągnięcia dwukrotnego poziomu wydatków z 2017 r.

W wariancie konwencjonalnym założono, że MZK nie będzie wprowadzać do użytkowania autobusów zeroemisyjnych, a wycofywany z eksploatacji tabor zastępowany będzie fabrycznie nowymi pojazdami z napędem Diesla, spełniającymi wymogi normy EURO 6. W wariancie tym także założono wymianę średnio 3 autobusów rocznie, z wyjątkiem 2026 r., w którym założono wymianę dużej partii autobusów 16-letnich.

W wariancie elektrycznym przyjęto, że poza zakupem 13 autobusów standardowych i hybrydowych z dofinansowaniem w ramach RPO WP, nabyte zostaną dodatkowe trzy autobusy zeroemisyjne – aby wypełnić wymóg 5% udziału taboru zeroemisyjnego we flocie pojazdów, obowiązujący od 1 stycznia 2021 r. Założono również, że po realizacji zakupu taboru w ramach obecnych projektów, autobusy zeroemisyjne nabywane będą w liczbach zapewniających spełnienie kolejnych progów ich udziału we flocie, określonych w ustawie o elektromobilności.

W opisywanym wariancie wprowadzane do ruchu nowe pojazdy elektryczne będą zastępowały najbardziej wyeksploatowane pojazdy z silnikami Diesla. Wymianę taboru elektrycznego na nowy założono po 15 latach. W kolejnych zakupach pojazdów elektrycznych przyjęto zasadę, że za każde kolejne wprowadzone 4-5 autobusów elektrycznych, wycofane zostaną 4 autobusy z napędem Diesla – z uwagi na skrócenie czasu ich eksploatacji z powodu niezbędnych przerw na ładowanie na pętlach. Przyjęto także założenie, że w latach dostawy autobusów elektrycznych, MZK nie będzie inwestować w tabor z napędem Diesla.

W każdym z wariantów oraz w scenariuszu bazowym uwzględniono potrzebę wzrostu liczby pojazdów w ruchu i – proporcjonalnie – liczby pojazdów w całej flocie, w związku z planowanym wzrostem liczby wykonywanych wozokilometrów.

W każdym wariancie założono, że nabywane pojazdy – również używane – będą niskopodłogowe, a ich wyposażenie będzie obejmować co najmniej klimatyzację całopojazdową oraz systemy biletu elektronicznego i monitoringu, a także elektronicznej informacji pasażerskiej.

Przewidywane koszty zakupu jednostek taborowych – z wyposażeniem odpowiadającym obecnym standardom pilskiej komunikacji miejskiej – przyjęto odpowiednio w wysokości (netto) za jeden autobus klasy pojemnościowej maxi (11-13 m):

- we wszystkich wariantach:
  - 0,98 mln zł za pojazd nowy – z silnikiem na olej napędowy;
  - 1,47 mln zł za pojazd nowy – hybrydowy, klasy maxi;
- w scenariuszu bazowym – 0,20 mln zł za pojazd używany;
- w scenariuszu elektrycznym – 2,1 mln zł za jeden pojazd zeroemisyjny wyposażony w zasilanie pantografowe i plug-in.

W wariancie elektrycznym przyjęto również następujące nakłady infrastrukturalne (netto):

- 1,00 mln zł – na wymianę kabli zasilających oraz budowę nowej rozdzielni na zajezdni (zaplanowaną przy drugiej dostawie autobusów zeroemisyjnych);
- 20 tys. zł – na rozbudowę rozdzielni w celu zasilania każdej ładowarki;
- 70 tys. zł na – za zakup i instalację ładowarki zajezdniowej (wolnej) – na każdy autobus;
- 800 tys. zł za jedną ładowarkę szybką z pantografem odwróconym, z uwzględnieniem kosztów przyłącza – jedna ładowarka na każde 5 autobusów zeroemisyjnych.

W tabeli 6 przedstawiono planowane zmiany struktury taboru w wariancie konwencjonalnym, a w tabeli 7 – w wariancie elektrycznym. W tabeli 8 przedstawiono z kolei planowaną w okresie analizy pracę eksploatacyjną – według danych przekazanych przez MZK, oszacowaną liczbę pasażerów pilskiej komunikacji miejskiej oraz przewidywane przychody z biletów.

Liczbę pasażerów oszacowano na podstawie prognoz liczby ludności Piły przedstawionych przez Bank Danych Lokalnych GUS (są one dość pesymistyczne), z wykorzystaniem wskaźnika ruchliwości (104 przejazdy rocznie na statystycznego mieszkańca Piły).

Przychody z biletów obliczono z wykorzystaniem wskaźnika średniego wpływu od pasażera (0,92 zł/pasażer). Podział wielkości pracy eksploatacyjnej na poszczególne kategorie autobusów przeprowadzono proporcjonalnie do ich udziału we flocie pojazdów. Przydział liczby pasażerów dla autobusów elektrycznych zrealizowany został zgodnie z udziałem danej linii zaproponowanej do obsługi taborem zeroemisyjnym w całości przewozów – określonym na podstawie badań marketingowych przeprowadzonych jesienią 2018 r. Dla pozostałych typów taboru, przydział pasażerów przeprowadzony został proporcjonalnie do udziału tych typów taboru we flocie operatora.

Tab. 6. Harmonogram wymiany taboru pilskiej komunikacji miejskiej w latach 2019-2033 w wariancie 1 – konwencjonalnym

Lp.	Typ taboru – napęd	Rozpatrywany rok														
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
1	**Autobusy ON – standardowe**															
1a	Zakup/wycofanie	-/-	6/13	-/-	2/1	2/2	2/2	2/2	10/8	2/2	2/2	3/2	-/-	-/-	-/-	-/-
1b	Stan na koniec roku	40	33	33	34	34	34	34	36	36	36	37	37	37	37	37
2	**Autobusy ON – hybrydowe**															
2a	Zakup/wycofanie	-/-	7/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
2b	Stan na koniec roku	6	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
3	**Autobusy elektryczne**															
3a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
3b	Stan na koniec roku	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	**Ogółem stan taboru na koniec roku**															
4a	ON i hybrydowy	46	46	46	46	47	47	47	49	49	49	50	50	50	50	50
4b	Zeroemisyjny	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4c	*Udział [%]*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MZK.

Tab. 7. Harmonogram wymiany taboru pilskiej komunikacji miejskiej w latach 2019-2033 w wariancie 2 – elektrycznym

Lp.	Typ taboru – napęd	Rozpatrywany rok														
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
1	**Autobusy ON – standardowe**															
1a	Zakup/wycofanie	-/-	6/16	-/-	1/-	2/1	-/4	2/2	-/-	-/3	4/4	3/2	2/2	-/-	-/-	1/1
1b	Stan na koniec roku	40	30	30	29	30	26	26	26	23	23	23	23	23	23	23
2	**Autobusy ON – hybrydowe**															
2a	Zakup/wycofanie	-/-	7/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
2b	Stan na koniec roku	6	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
3	**Autobusy elektryczne**															
3a	Zakup/wycofanie	-/-	3/-	-/-	2/-	-/-	5/-	-/-	3/-	3/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
3b	Stan koniec roku	0	3	3	5	5	10	10	13	16	16	16	16	16	16	16
4	**Ogółem stan taboru na koniec roku**															
4a	ON i hybrydowe	46	43	43	42	43	39	39	39	36	35	36	36	36	36	36
4b	Zeroemisyjny	0	3	3	5	5	10	10	13	16	16	16	16	16	16	16
4c	*Udział [%]*	*0,0*	*6,5*	*6,5*	*10,6*	*10,4*	*20,4*	*25,0*	*30,8*	*30,8*	*30,8*	*30,2*	*30,2*	*30,2*	*30,2*	*30,2*

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MZK

Tab. 8. Planowana praca eksploatacyjna w podziale na kategorie pojazdów, liczba pasażerów i przychody z biletów pilskiej komunikacji miejskiej w latach 2019-2033 – w wariancie 2 – elektrycznym

Lp.	Wyszczególnienie	Rozpatrywany rok														
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
1	**Praca eksploatacyjna – z uwzględnieniem rodzajów napędów autobusów [mln wozokm]**															
1a	Cała sieć	2 683	2 711	2 733	2 755	2 777	2 799	2 821	2 843	2 865	2 887	2 909	2 931	2 931	2 931	2 931
1b	– w tym ON	2 333	2 357	1 782	1 797	1 713	1 749	1 509	1 433	1 277	1 277	1 287	1 327	1 327	1 327	1 327
1c	– w tym hybrydowe	350	354	772	779	768	758	754	716	722	722	727	719	719	719	719
1d	– w tym elektryczne	0	0	178	180	295	292	580	716	888	888	895	885	885	885	885
1e	*Udział [%]* *– ON* *– hybrydowe* *– elektryczne*	*87,0* *13,0* *0,0*	*65,2* *28,3* *6,5*	*65,2* *28,3* *6,5*	*61,7* *27,7* *10,6*	*62,5* *27,1* *10,4*	*53,1* *26,5* *20,4*	*53,1* *26,5* *20,4*	*50,0* *25,0* *25,0*	*44,2* *25,0* *30,8*	*44,2* *25,0* *30,8*	*45,3* *24,5* *30,2*	*45,3* *24,5* *30,2*	*45,3* *24,5* *30,2*	*45,3* *24,5* *30,2*	*45,3* *24,5* *30,2*
2	**Liczba pasażerów – z uwzględnieniem rodzajów napędów autobusów**															
2a	Cała sieć	7 487	7 533	7 555	7 578	7 601	7 625	7 649	7 666	7 683	7 700	7 718	7 736	7 685	7 636	7 586
2b	– w tym ON	6 511	6 550	4 780	4 794	4 270	4 329	3 471	3 479	3 146	2 547	2 553	2 598	2 581	2 564	2 548
2c	– w tym hybrydowe	977	983	2 071	2 077	1 914	1 876	1 735	1 739	1 573	1 440	1 443	1 407	1 398	1 389	1 380
2d	– w tym elektryczne	0	0	704	706	1 416	1 420	2 442	2 448	2 964	3 714	3 722	3 731	3 706	3 683	3 659
3	**Przychody z biletów**															
3a	Cała sieć	6 888	6 930	6 951	6 971	6 993	7 015	7 037	7 052	7 068	7 084	7 100	7 117	7 070	7 024	6 980

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MZK

5.5. Wybór linii do obsługi taborem zeroemisyjnym

W 2017 r. w ramach programu „E-bus" przeprowadzono cykl warsztatów mających na celu wypracowanie księgi dobrych praktyk w zakresie elektromobilności w transporcie miejskim, które współorganizowały: Ministerstwo Rozwoju, Ministerstwo Energii, Polski Fundusz Rozwoju i Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej.

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

Uzyskane odpowiedzi umożliwiły wyodrębnienie czterech grup przesłanek:

- środowiskowych (ekologicznych);
- społecznych;
- wizerunkowych (prestiż, innowacyjność);
- ekonomicznych.

Niemal we wszystkich miastach reprezentowanych w warsztatach, zaplanowano wykorzystanie autobusów elektrycznych do uruchomienia nowych połączeń. Obejmować miałyby one ścisłe centra miast i osiedla mieszkaniowe o intensywnej zabudowie (stanowiące istotę kampanii promujących takie rozwiązania). Ponadto, autobusy zeroemisyjne miałyby obsługiwać połączenia w ramach istniejących siatek połączeń. Zastrzegano przy tym, że kształt sieci komunikacyjnych może, a nawet powinien ewoluować, np. pod wpływem wyników badań marketingowych, które powinny stanowić jedną z determinant podejmowania decyzji o alokacji pojazdów elektrycznych na poszczególnych trasach.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- funkcjonowanie sieci komunikacyjnej składającej się przede wszystkim z linii o krótkich trasach – ze względu na częstszą możliwość ładowania pojazdów na pętlach krańcowych.

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

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

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

MZK eksploatuje 7 zakupionych we własnym zakresie autobusów hybrydowych, z kolei Gmina Piła zamierza nabyć kolejnych 7 takich autobusów. Autobusy te zastąpiły i zastąpią najstarsze użytkowane pojazdy z silnikami na olej napędowy. Pojazdy hybrydowe nie spełniają jednak kryterium pojazdu zeroemisyjnego, ponieważ używają do napędu przede wszystkim silnika spalinowego Diesla.

W celu spełnienia wymogów ustawy o elektromobilności, od dnia 1 stycznia 2021 r. do eksploatacji w sieci pilskiej komunikacji miejskiej powinny być wprowadzone co najmniej 3 autobusy zeroemisyjne. Aby spełnić wymóg ustawowy, MZK lub Gmina Piła, powinny więc nabyć dodatkowe 3 autobusy elektryczne, do których eksploatacji wymagana jest także instalacja ładowarek zajezdniowych oraz – jak opisano w rozdziale 5.3 – co najmniej jednej ładowarki pantografowej zainstalowanej na wybranej pętli.

W rezultacie zakupu pojazdów hybrydowych osiągnięto znaczący efekt redukcji zużywanego paliwa w stosunku do obecnie eksploatowanego taboru. Nowe pojazdy przewidziane są do eksploatacji w intensywnym ruchu drogowym i na trasach o wysokiej gęstości przystanków, które zmuszają autobusy do częstego zatrzymywania się i ruszania. Pojazdy hybrydowe kierowane są obecnie przede wszystkim na linie podstawowe. W przypadku wyboru realizacji wariantu 2 – elektrycznego, pojazdy hybrydowe, zarówno obecnie używane, jak i te, które zamierza nabyć Gmina Piła, będą sukcesywnie przesuwane do obsługi linii uzupełniających.

Nabywany nowoczesny tabor, który nabędzie Gmina Piła, zostanie przekazany MZK i zastąpi najstarsze autobusy marki Neoplan, Mercedes-Benz i Solaris (spełniające normy EURO 3).

Gmina Piła oraz MZK nie posiadają skonkretyzowanych planów odnośnie dalszych zakupów taborowych, a inwestycje w tabor zeroemisyjny będą zależne m.in. od wyników niniejszej oraz kolejnych analiz kosztów i korzyści, a także od możliwości pozyskania dofinansowania na ten cel ze środków pomocowych – krajowych i europejskich.

Liniami komunikacyjnymi, które najlepiej spełniają kryteria obsługi taborem zeroemisyjnym, są w Pile trzy linie podstawowe: 1, 3 i 5 oraz – ewentualnie – wybrane linie uzupełniające, na których wykonuje się ponad 20 par kursów w dniu powszednim nauki szkolnej i których trasy obejmują centralną część miasta, tj. linie: 0, 2, 9, 12, 14, 15 i 16.

Trasy każdej z linii podstawowych prowadzą przez obszary miasta o intensywnej, wielorodzinnej zabudowie mieszkaniowej, a także intensywnej śródmiejskiej zabudowie usługowo-mieszkaniowej, o gęstej sieci przystanków. Wysoka częstotliwość kursowania autobusów powoduje określoną uciążliwość dla mieszkańców, ze względu na emisję hałasu i zanieczyszczeń.

W tabeli 9 przedstawiono charakterystykę linii autobusowych, które mogą być przeznaczone do obsługi taborem zeroemisyjnym. Tłem zielonym zaznaczono pola z wartościami najwyższymi, a tłem jasnoczerwonym – z najniższymi w badanej grupie linii.

Tab. 9. Charakterystyka linii podstawowych i wybranych linii uzupełniających – wytypowanych do ewentualnej obsługi taborem zeroemisyjnym

Linia	Parametry eksploatacyjne		Liczba pasażerów w zależności od rodzaju dnia tygodnia						Pojazdy w ruchu	Przejazd przez węzeł przy dworcach	Ranking obsługi taborem zeroemi-syjnym
	miesięczna liczba wzkm [tys.]	średnia długość kursu [km]	osób			na 1 wzkm					
			dzień powszedni	sobota	niedziela	dzień powszedni	sobota	niedziela			
Linie podstawowe											
1	111,6	11,8	4 570	2 513	1 115	3,2	2,5	1,8	6	tak	2
3	89,9	11,2	3 728	2 007	724	3,2	2,4	1,5	5	nie	3
5	104,2	8,0	4 208	2 350	1 289	4,0	3,0	1,7	4	tak	1
Wybrane linie uzupełniające											
0	26,4	10,1	1 068	606	307	1,8	1,3	0,9	3	tak	6
2	33,8	10,3	1 351	798	452	2,1	1,6	1,1	2	nie	5
9	23,3	7,4	931	450	386	1,8	1,2	1,1	2	nie	8
12	24,1	9,6	967	569	296	2,0	1,5	1,0	2	nie	8
14	18,9	8,5	838	261	51	2,0	1,7	1,1	2	nie	9
15	21,7	9,3	959	214	142	2,1	1,6	1,4	2	nie	7
16	26,2	7,2	1 074	558	275	3,4	2,8	1,7	2	nie	4

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań marketingowych i danych MZK.

Wraz z wyborem linii do obsługi taborem zeroemisyjnym, należy także określić niezbędną pojemność baterii autobusu. Ciężar pakietu baterii o pojemności około 30 kWh wynosi w przybliżeniu 300 kg. Dla autobusu standardowego ładowanego wyłącznie w zajezdni, w celu zapewnienia przebiegu 200 km, pakiet baterii pojazdowych (przy założeniu braku ogrzewania elektrycznego i zastosowaniu agregatu spalinowego) powinien posiadać pojemność nie mniejszą niż 240 kWh, co przekłada się na ciężar baterii rzędu 2,4 tony. W praktyce, z uwagi na zakres pracy baterii z reguły znacznie niższy od przedziału 0-100% naładowania i ze względu na możliwość wystąpienia warunków ruchu gorszych niż typowe (kongestia, inne utrudnienia), wymagana byłaby jeszcze około 30% rezerwa pojemności baterii. Właśnie takie rozwiązanie – baterie o pojemności około 320 kWh w pojeździe 12-metrowym – zastosowano w chińskich autobusach marki BYD. Pomimo to, zastosowanie ogrzewania elektrycznego, nie zapewnia w polskich warunkach klimatycznych pewności pokonania przez autobus 200 km bez konieczności doładowania (doświadczenia z testów w Gdyni). Większe pojemności baterii stosuje się tylko w autobusach przegubowych, np. Irizar ie bus 18 m obsługujący linię w Luksemburgu wyposażono w baterie o pojemności 525 kWh.

Opisany duży ciężar baterii wpływa na konieczność zmniejszenia maksymalnej pojemności pasażerskiej pojazdu – w celu nieprzekroczenia dopuszczalnych nacisków na oś pojazdu oraz dopuszczalnej masy całkowitej. Z tego względu operowanie pojazdami ładowanymi wyłącznie w zajezdni, nie jest zalecane.

Linia 5 jest jedną z nielicznych linii pilskiej komunikacji miejskiej o bardzo małej wielowariantowości tras. Linia ta korzysta z dużej pętli Żeromskiego/Plac Inwalidów, wyposażonej w długie stanowisko postojowe dla autobusów. Z tej samej krańcówki korzysta także linia uzupełniająca 16. Drugą pętlą końcową linii 5 jest Kossaka/Philips, na której także plac postojowy jest dość duży.

Linia 1 rozpoczyna swoje kursy na pętli Lelewela, położonej w odległości 250 m od pętli Kossaka/Philips, natomiast jej druga krańcówka jest zmienna – w zależności od wariantu trasy w danym kursie (odpowiednio: al. Wojska Polskiego/Długosza, al. Wojska Polskiego/Kamienna, Kamienna/Agatowa – Gładyszewo lub Działki Zalesie). Możliwość doładowywania autobusów tej linii występuje więc tylko na pętli Lelewela.

Pomimo niewielkiej odległości pomiędzy pętlami Lelewela i Kossaka/Philips, ewentualne zintegrowanie pętli obydwu linii podstawowych (1 i 5), utrudnia nieprzyjazny układ drogowy (skrzyżowania z podporządkowaniem) oraz konieczność przekraczania – poziomym przejazdem – linii kolejowej.

Linia 3 ma stałą także tylko jedną krańcówkę – rozległą pętlę Lotnicza/Chorwacka. Druga krańcówka tej linii jest aktualnie zmienna – w zależności od wariantu trasy autobusy dojeżdżają

do przystanku Promienna/Staropolska lub do pętli przy ul. Miłej (w tym drugim przypadku dojazd do tej pętli jest możliwy dwiema trasami).

Proponuje się, aby przeznaczone do obsługi taborem zeroemisyjnym były następujące linie komunikacyjne:

- w pierwszym etapie – linia 5 korzystająca ze stanowiska do szybkiego ładowania autobusów na pętli Żeromskiego/Plac Inwalidów;
- w drugim etapie – linia 1 (sukcesywnie kolejne brygady), korzystająca ze stanowiska do szybkiego ładowania autobusów na pętli przy ul. Lelewela;
- w trzecim etapie – linia 3 (sukcesywnie kolejne brygady), korzystająca ze stanowiska do szybkiego ładowania autobusów na pętli Lotnicza/Chorwacka.

Wraz z realizacją kolejnych etapów elektryfikacji poszczególnych linii, odpowiedniej rozbudowie powinna podlegać stacja ładowania wolnego (nocnego) w zajezdni – poprzez instalację kolejnych stanowisk, docelowo po jednym na autobus zeroemisyjny.

Instalacja kolejnych ładowarek powinna być poprzedzona wymianą kabli zasilających zajezdnię – z przepustowością dostosowaną do zwiększonego poboru mocy oraz budową nowej rozdzielni. Korzystnym rozwiązaniem, w miarę wzrostu liczby eksploatowanych pojazdów elektrycznych, byłoby także zainstalowanie na zajezdni co najmniej jednej ładowarki szybkiej – w celu doładowywania autobusów wykonujących w danym dniu przewozy w cyklu szczytowym lub w celu incydentalnego szybkiego ładowania pojazdów serwisowanych.

W tabeli 10 przedstawiono przykładowy przydział autobusów zeroemisyjnych dla wybranych linii pilskiej komunikacji miejskiej w latach 2021-2028. Tabela obejmuje proponowane do elektryfikacji linie: 1, 3 i 5, wprowadzanie autobusów elektrycznych do obsługi kolejnych linii będzie możliwe w przypadku podjęcia decyzji o zakupie autobusów elektrycznych w liczbie większej, niż wynika z to z wymogów ustawy o elektromobilności.

Liczby autobusów przeznaczone do obsługi każdej z linii nie zakładają zmian w rozkładach jazdy. W analizie co do zasady przyjęto zastępowanie każdych 4 autobusów zasilanych olejem napędowym 5 autobusami elektrycznymi – obliczenia uwzględniają więc np. niezbędną zmianę rozkładu jazdy linii 5, zapewniającą dłuższe postoje wyrównawcze, w celu umożliwienia doładowania autobusów.

Gmina Piła może docelowo wybrać także zupełnie inne, dowolne linie do obsługi taborem zeroemisyjnym, jeśli zostanie to odpowiednio uzasadnione.

Liczbę pojazdów zeroemisyjnych, które mogą być codziennie skierowane do obsługi linii pilskiej komunikacji miejskiej, określono przyjmując konieczność zachowania 20% rezerwy taborowej (awarie, przeglądy, usuwanie skutków kolizji, itp.) w stosunku do stanu floty.

Tab. 10. Proponowany przydział linii do obsługi taborem zeroemisyjnym w latach 2021-2028

Wyszczególnienie	Pojazdy w ruchu max	Liczba autobusów zeroemisyjnych w ruchu							
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Autobusy elektryczne we flocie	-	3	3	5	5	10	10	13	16
Autobusy elektryczne w ruchu	-	2	2	4	4	8	8	10	13
– linia 1	6	-	-	-	-	4	4	6	6
– linia 3	5	-	-	-	-	-	-	-	3
– linia 5	4	2	2	4	4	4	4	4	4
Udział taboru zeroemisyjnego we flocie [%]	-	6,5	6,5	10,6	10,4	20,4	20,4	25,0	30,8

Źródło: opracowanie własne.

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, zasilanie automatu biletowego, systemy zliczania pasażerów, sieć Wi-Fi i porty USB, klimatyzacja przestrzeni pasażerskiej, itd.

Zużycie energii przez pojazd elektryczny waha się w dość szerokich granicach, wynikających z warunków jazdy oraz wyposażenia pojazdu. Przeciętne zużycie energii przez obecnie eksploatowane autobusy elektryczne w komunikacji miejskiej waha się od 0,9 do 1,4 kWh/km (dla autobusów przegubowych). Można przyjąć, że przy eksploatacji taboru 12-metrowego i standardowym dla pilskiej komunikacji miejskiej wyposażeniu autobusu, bez ogrzewania elektrycznego, dla warunków klimatycznych panujących w Pile, średnie zużycie energii elektrycznej wyniesie około 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 elektrycznym ogrzewaniem wnętrza z zastosowaniem oleju opałowego. Nagrzewnice olejowe zużywają nawet kilka dm^3 oleju na godzinę pracy, są więc dodatkowym źródłem emisji gazów cieplarnianych i emisji innych zanieczyszczeń do atmosfery. Autobus z takim systemem ogrzewania nie jest więc w zimie zupełnie bezemisyjny.

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

W Gdyni i w Lublinie, określone na podstawie wieloletnich doświadczeń z eksploatacji trolejbusów zużycie energii na ogrzewanie wnętrza pojazdu w mroźnej zimie, można szacować nawet do 0,9 kWh w przeliczeniu na każdy 1 km pokonywanej trasy. Nawet w takich warunkach klimatycznych komunikacja miejska musi sprawnie dowieźć pasażerów do ich celów podróży, a więc w pilskich warunkach ruchowych i klimatycznych, należy przyjąć maksymalne należy przyjąć maksymalne zużycie energii przez autobus elektryczny z ogrzewaniem elektrycznym na poziomie 1,0+0,7 = 1,7 kWh na km trasy.

W tabeli 11 przedstawiono szacunkowe wyliczenia niezbędnej pojemności baterii dla autobusów kursujących na poszczególnych liniach przeznaczonych do obsługi taborem zeroemisyjnym. Przyjęto, że bateria autobusu nie może się rozładować poniżej 80% jej pojemności nominalnej, uwzględniając także spadek pojemności baterii związany z jej wiekiem na poziomie 1,5% rocznie.

Długość linii podano w wielkościach szacunkowych dla dwóch par kursów (dwóch kółek) w wariantach trasy o maksymalnej długości w dniu powszednim. Czas ładowania oszacowano dla ładowarki o mocy nominalnej 400kW, charakteryzującej się sprawnością 95%.

W celu zapewnienia bezpieczeństwa eksploatacji w warunkach trudniejszych od przeciętnych (np. w czasie kongestii drogowej), autobusy zeroemisyjne z ogrzewaniem elektrycznym przeznaczone do obsługi linii: 1, 3 i 5 powinny zostać wyposażone w baterie o szacunkowej pojemności nie mniejszej niż 120 kWh. Autobusy do obsługi linii 3 mogłyby posiadać mniejsze baterie – o pojemności 90 kWh, ale zalecane jest ujednolicenie pojemności – dla zapewnienia możliwości swobodnej wymiany taboru na liniach.

W przypadku zastosowania ogrzewania spalinowego, wystarczająca pojemność baterii to 90 kWh. Większa pojemność baterii pozwala na wprowadzenie mniejszej liczby przerw na ładowanie pojazdów, a więc nawet w warunkach ogrzewania innego niż elektryczne, należałoby rozważać zakup autobusów z bateriami o pojemności ok. 120 kWh.

Powyższe wyliczenia mają charakter szacunkowy i nie mogą stanowić jedynej podstawy do ostatecznego doboru pojemności baterii autobusów.

Tab. 11. Szacunek pojemności baterii autobusów elektrycznych w celu obsługi linii wybranych do ewentualnej elektryfikacji

Linia	Maksymalna długość trasy – dwóch kółek (par kursów)	Zużycie energii		Czas ładowania		Pojemność baterii	
		lato	zima	lato	zima	obliczona	proponowana
	[km]	[kWh]	[kWh]	[min]	[min]	[kWh]	[kWh]
1	47,2	47,2	80,2	7,4	12,7	113	120
3	49,2	49,2	83,7	7,8	13,2	118	120
5	32,0	32,0	54,3	5,1	8,6	77	120

Źródło: opracowanie własne.

W przypadku decyzji o zakupie i wprowadzeniu do eksploatacji kolejnych autobusów elektrycznych przewiduje się realizację inwestycji wspomagających – budowy stacji ładowania:

- odwróconych pantografowych, zlokalizowanych przy wybranej pętli, o mocy wystarczającej do naładowania autobusu do wykonania minimum dwóch kursów i zjazdu do zajezdni;
- wolnego ładowania – w bazie MZK przy ul. Łącznej, o mocy pozwalającej na naładowanie autobusu w czasie nie dłuższym niż 4 godziny,

– z odpowiednią rozbudową rozdzielni i sieci zasilających oraz stacji transformatorowych, jeśli będzie to wymagane.

Koszt stacji pantografowej wynosi ok. 0,3-0,4 mln zł netto, a do tego należy doliczyć koszt stacji transformatorowej, który może wynosić od 0,3 do nawet 0,5 mln zł netto, a także sieci zasilającej po stronie SN i NN, którego nie da się bezbłędnie oszacować do czasu otrzymania warunków zasilania od właściwego dostawcy energii elektrycznej. Koszt łączny budowy stacji pantografowej ładowania szybkiego wraz z instalacją zasilającą można oszacować na 0,7-1,0 mln zł netto. Dla potrzeb analizy przyjęto ryczałtową wartość 0,8 mln zł na stacje ładowania szybkiego przypadające na każde kolejne zakupione 5 autobusów elektrycznych.

Niezależnie od powyższego, konieczne są dodatkowe urządzenia ładujące pojazdy w okresie ich nocnego postoju na zajezdni – wraz z odpowiednią instalacją zasilającą. Moc ładowarek zajezdniowych może przyjmować różne wartości. Na ogół zakłada się moc 30-50 kW

na jeden autobus. Pozwala to na pełne naładowanie autobusu o pojemności baterii 120 kWh w czasie (2,5-4,0 godz.) jego postoju nocnego w zajezdni. Koszt dwustanowiskowej ładowarki zajezdniowej o mocy 80-100 kW waha się od 80 do 100 tys. zł plus koszty jej przyłączenia, które zależne są od lokalnych warunków. Dla potrzeb niniejszej analizy przyjęto łączny koszt instalacji do ładowania wolnego (ładowarki, sieć zasilająca i trafostacje) w kwocie 70 tys. zł na autobus oraz – dodatkowo – koszt przyłącza do ładowarki po 20 tys. i koszt linii zasilających rozdzielnię wraz z jej przebudową – w wysokości 1,0 mln zł.

W przypadku instalacji każdego typu ładowarki, na pętli lub na zajezdni, zwykle konieczne jest także dostosowanie dróg i placów do postoju autobusów wraz z umożliwieniem ich omijania podczas ładowania, co także generuje dodatkowe koszty inwestycyjne.

W tabeli 12 przedstawiono ekspozycję mieszkańców na niskie emisje ze środków transportu – liczbę mieszkańców zamieszkałych w pasie 250 m od osi jezdni, po których poruszają się autobusy wytypowanych do ewentualnej elektryfikacji wybranych linii pilskiej komunikacji miejskiej (1, 3 i 5). W tabeli tej zawarto także średni wskaźnik gęstości zaludnienia na 1 kilometr trasy każdej z analizowanych linii.

Średnia gęstość zaludnienia Piły – wg stanu na koniec 2017 r. – wynosiła 718 osób/km^2, natomiast wraz z obszarem obsługiwanych gmin, które z Gminą Piła zawarły porozumienia międzygminne – 354 osoby/km^2. Średnia gęstość zaludnienia w Polsce na koniec 2017 r. wyniosła – według GUS – 123 osoby/km^2, a w miastach – 1 050 osób/km^2. Średnia gęstość zaludnienia w całym województwie wielkopolskim wynosiła 116 osób/km^2, a w miastach – 1 231 osób/km^2. Średnia gęstość zaludnienia w Pile była więc o 42% niższa od średniej gęstości zaludnienia w miastach województwa wielkopolskiego i zarazem o 32% niższa niż gęstość zaludnienia w miastach w Polsce.

W tabeli 12 przedstawiono też wskaźniki krotności – o ile razy większa jest gęstość zaludnienia w obszarze obsługiwanym przez wyszczególnione linie w stosunku do wartości średniej dla całego obszaru obsługiwanego pilską komunikacją miejską, miast w Polsce i terenu całej Polski oraz wskaźniki wzrostu – o ile procent jest wyższa gęstość zaludnienia w obszarze obsługiwanym przez daną linię w porównaniu do średniej gęstości zaludnienia w polskich miastach.

Wskaźniki zaprezentowane w tabeli 12 wskazują na zdecydowanie większe narażenie na niską emisję zanieczyszczeń ze środków transportowych mieszkańców obszarów przyległych do tras linii przeznaczonych do obsługi taborem zeroemisyjnym niż przeciętnie – zarówno dla całego obszaru obsługiwanego pilską komunikacją miejską, jak i dla średniej w miastach w Polsce oraz dla całego obszaru Polski. Emisja zanieczyszczeń w obszarach o tak dużej gęstości zaludnienia wpływa więc w kilkakrotnie większym stopniu na stan zdrowia mieszkańców

Piły, niż przeciętna emisja zanieczyszczeń z oddalonych od ośrodków miejskich dużych elektrowni, nawet jeśli ich paliwem jest węgiel brunatny lub kamienny.

Tab. 12. Ekspozycja mieszkańców na niskie emisje w sąsiedztwie tras linii komunikacyjnych wybranych do elektryfikacji

Nr linii	Liczba mieszkańców	Długość trasy linii [km]	Wskaźnik					
			liczby osób na		krotności w stosunku do			wzrostu [%]
			1 km	1 km^2	obsługiwanego obszaru	miast w Polsce	Polski	wobec miast w Polsce
1	20 475	11,79	1 737	3 474	28,6	3,31	28,3	231
3	20 935	11,22	1 867	3 733	30,4	3,56	30,4	256
5	21 675	7,99	2 713	5 426	44,2	5,17	44,2	417
Średnio	21 028	10,331	2 036	4 071	33,1	3,88	33,1	288

Źródło: dane MZK.

W przypadku decyzji o zakupie i wprowadzeniu do eksploatacji kolejnych autobusów elektrycznych, niezbędna będzie realizacja inwestycji wspomagających – budowa stacji ładowania:

- pantografowych – z trafostacją i zasilaniem, zlokalizowanych przy wybranej pętli, o mocy wystarczającej do naładowania autobusu w celu wykonania minimum dwóch par kursów i zjazdu do zajezdni;
- wolnego ładowania – w bazie MZK przy ul. Łącznej lub na działkach z nią sąsiadujących, z odpowiednią rozbudową stacji transformatorowych, rozdzielni i sieci zasilających, o mocy pozwalającej na naładowanie autobusu w czasie nie dłuższym niż 4 godziny.

Nakłady niezbędne do poniesienia na zakup taboru i instalacje zasilające przedstawiono w tabeli 13. Nie uwzględniają one konieczności wymiany baterii w pojazdach elektrycznych, którą przewidziano co 8 lat. W tabeli 13 uwzględniono zarówno nakłady do poniesienia przez MZK, jak i przez Gminę Piła.

Tab. 13. Planowane nakłady inwestycyjne i odtworzeniowe dla poszczególnych wariantów [mln zł]

Wariant napędu autobusów	Rozpatrywany rok														
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Wariant 1 – konwencjonalny															
Zakupy taboru	0,00	16,2	0,0	2,94	1,96	1,96	1,96	9,80	1,96	1,96	2,94	0,00	0,00	0,00	0,98
Infrastruktura	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
Razem	0,00	16,2	0,0	2,94	1,96	1,96	1,96	9,80	1,96	1,96	2,94	0,00	0,00	0,00	0,98
Wariant 2 – elektryczny															
Zakupy taboru	0,00	22,47	0,00	4,20	1,96	10,50	1,96	6,30	6,30	3,92	2,94	1,96	0,00	0,00	0,98
Infrastruktura	0,00	0,93	0,00	1,11	0,00	1,08	0,00	0,17	1,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Razem	0,00	22,60	0,00	5,31	1,96	11,78	1,96	6,47	6,47	3,92	2,94	1,96	0,00	0,00	0,98

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MZK.

6. Analiza kosztów i korzyści

6.1. Przyjęte założenia analizy kosztów i korzyści

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

Analizę efektywności oparto o przyrostowe przepływy pieniężne, nie ujmując w nich amortyzacji. Przyjęto 15-letni okres analizy, odpowiadający używalności (trwałości) pojazdów elektrycznych zasilanych energią bateryjną. W scenariuszu bazowym przyjęto zasadę wymiany taboru na używany.

W obliczeniach wykorzystano:

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

Przychody z biletów przyjęto w wysokości przedstawionej w tabeli 8. Wartość rezydualną obliczono metodą dochodową. Okres żywotności poza analizą został ujęty dla autobusów z napędem Diesla jako „pozostały okres żywotności autobusów" – w tych przypadkach, gdy przewidziano ich odtworzenie po 13 latach eksploatacji.

Koszty utrzymania taboru zostały w analizie finansowej zaprognozowane na podstawie danych rzeczywistych MZK za 2017 r. i wykonania III kwartałów w 2018 r. Roczne koszty eksploatacji ponoszone aktualnie przez MZK przedstawiono w tabeli 14. Na podstawie powyższych danych obliczono następnie wskaźniki jednostkowe kosztów (zł/km).

Z uwagi na brak eksploatowanych autobusów elektrycznych, MZK ponosi aktualnie koszty energii elektrycznej wynikające z jej zużycia głównie na potrzeby eksploatacji zajezdni. Wprowadzenie do użytkowania pojazdów elektrycznych spowoduje wzrost zużycia energii. Pomimo to, można ograniczyć koszty jednostkowe z tym związane, gdyż ładowanie autobusów elektrycznych odbywać się będzie przede wszystkim w porze nocnej, w której koszty energii elektrycznej są niższe. Wzrost kosztów jednostkowych energii może natomiast wystąpić w wyniku znacznego poboru mocy zamówionej energii w okresie szczytowym przez stację ładowania szybkiego. Do obliczeń przyjęto zatem koszt jednostkowy kilowatogodziny na poziomie wyższym niż osiągnięty w 2018 r. (0,223 zł netto) – w wysokości 0,30 zł netto.

Tab. 14. Roczne koszty eksploatacji taboru autobusowego MZK w 2017 r. i w III kwartałach 2018 r. [tys. zł]

Kategoria kosztu	Wartość	
	2017 r.	pierwsze III kwartały 2018 r.
Amortyzacja	1 889,5	1 909,7
Paliwo	3 273,4	2 639,5
Ogumienie	66,7	41,6
Pozostałe materiały pomocnicze	18,2	26,0
Wynagrodzenia i narzuty na wynagrodzenia	5 786,3	4 572,4
Podatki i ubezpieczenia	241,4	260,0
Koszty napraw, mycia, przeglądów i inne	2 717,2	1 891,6
Razem koszty bezpośrednie	**13 992,7**	**11 338,8**
Koszty wydziałowe	739,9	681,4
Koszty działalności handlowej	537,3	443,9
Koszty ogólnozakładowe	**1 999,9**	**1 557,6**
Razem koszty działalności	**17 399,2**	**14 021,8**

Źródło: dane MZK.

W tabeli 15 przedstawiono podstawowe wskaźniki eksploatacyjne przyjęte do obliczeń dla autobusów z napędem Diesla – spełniających normę czystości spalin EURO 6 – oraz dla autobusów elektrycznych. Dla tych ostatnich przyjęto parametry kosztów eksploatacji (bez uwzględniania zużycia energii elektrycznej) na poziomie 70% kosztów autobusów z napędem Diesla. Jest to uzasadnione przede wszystkim brakiem lub znacznie niższym zużyciem materiałów eksploatacyjnych, takich jak płyny (AdBlue, oleje i inne) oraz zużywające się części silnika, jego osprzętu i przekładni. W przypadku autobusów elektrycznych w analizie uwzględniono koszty serwisowana stacji ładowania.

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

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

Analiza została przygotowana według niżej przedstawionego schematu postępowania:

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

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

Tab. 15. Wskaźniki kosztów eksploatacyjnych przyjęte do analizy

Kategoria	Jednostka	Podstawa	Wartość
Średnioroczne spalanie autobusu z silnikiem Diesla	dm^3/100 km	dane MZK	36,5
Średnioroczna liczba wzkm na autobus	tys. km	dane MZK	28,9
Średnia cena oleju napędowego	zł/dm^3	dane MZK	59,3
Cena energii elektrycznej	zł/kWh	szacunek własny	4,18
Koszty eksploatacji autobusów – zużycie materiałów	zł/km	wartość obliczeniowa	0,30
Koszty eksploatacji autobusów – usługi obce	zł/km	wartość obliczeniowa	0,03
Współczynnik kosztów eksploatacji autobusów elektrycznych do autobusów z silnikiem Diesla (materiały i usługi)	-	dane producentów	0,92
Współczynnik kosztów eksploatacji autobusów na ON – EURO 6 do autobusów na ON – EURO 2-5 (materiały i usługi)	-	szacunek własny	0,70
Średnie spalanie nowego autobusu na ON – EURO 6	dm^3/100 km	dane producentów	0,85
Średnie spalanie autobusu hybrydowego	dm^3/100 km	dane producentów	37,0
Średnie zużycie energii autobusu elektrycznego	kWh/km	dane producentów	1,35
Przyjęte okresy użytkowania zakupionych pojazdów: autobusy na ON – EURO 6 (nowe) autobusy elektryczne	lat	przewidywany okres użytkowania	 13 15

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych MZK i producentów autobusów.

Analiza korzyści użytkowników koncentruje się na efektach inwestycji z perspektywy dobrobytu społecznego, dlatego wyłączono z niej wzajemne rozliczenia MZK oraz Gminy Piła, np. wynikające z dzierżawy pojazdów użytkowanych w komunikacji miejskiej i przekazywanej rekompensaty. Uwzględniono natomiast korzyści w postaci oszczędności w kosztach eksploatacyjnych, które wystąpią w wyniku realizacji wybranego wariantu – zostały one przeniesione z analizy finansowej do analizy społeczno-ekonomicznej.

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

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

- gazów cieplarnianych (CO_2);
- 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 punkcie 1.2 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, czyli zakładającego po zakończeniu realizacji obecnych inwestycji kontynuację funkcjonowania transportu publicznego w podobnym jak obecnie kształcie.

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

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

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

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

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

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

Emisja gazów cieplarnianych

Ocena oddziaływań zmian klimatycznych umożliwia określenie wartości ekonomicznej przyrostowych oddziaływań emisji gazów cieplarnianych na zmiany klimatyczne, generowanych przez pojazdy wykorzystujące infrastrukturę transportową. Emisje gazów cieplarnianych są wyrażane jako ekwiwalent CO_2, 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. Versions 10.1", kwiecień 2014 r.

Jednostkowe koszty emisji gazów cieplarnianych są wprost zależne od zużycia paliwa, przy czym wskaźnik przeliczeniowy wynosi: 1 litr oleju napędowego = 2,68 kg CO_2. Wielkość emisji gazów została pomnożona przez współczynnik kosztu jednostkowego CO_2, czego wynikiem jest całkowity koszt zmian klimatycznych.

Koszt jednostkowy emisji CO_2 został przyjęty w analizie na podstawie powyższej metodologii. Zgodnie z rekomendacjami CUPT, wykorzystano scenariusz średni z tego opracowania, w którym koszt klimatyczny emisji 1 tony CO_2 oszacowano na 25 euro. Indeksacja tego kosztu polega na dodaniu do wartości dla roku poprzedniego, wzrostu rocznego w wysokości 1 euro na 1 tonę CO_2 (w cenach z 2006 r.). W celu przeliczenia na złote, w każdym roku analizy wykorzystano średni kurs roczny EUR/PLN, podawany przez Europejski Bank Centralny (EBC). Indeksacja kosztów zmian klimatycznych jest niezależna od dynamiki PKB *per capita*.

Do obliczeń przyjęto wartości jednostkowe uzyskane zgodnie z Kalkulatorem emisji zanieczyszczeń i kosztów klimatu dla środków transportu publicznego CUPT, dostępnym w serwisie internetowym tej instytucji (dostęp: 31.10.2018 r.).

Kalkulacja ilości emisji CO_2 dla autobusów elektrycznych została oparta o zużycie energii elektrycznej oraz o wskaźnik emisyjności dla miksu energetycznego Polski, przyjęte zgodnie z powyższą metodologią EBI.

Emisja gazów innych niż cieplarniane

Koszt związany z emisją substancji szkodliwych innych niż gazy cieplarniane (NOx, PM, NMHC/NMVOC) został oszacowany dla scenariusza bazowego i wariantów 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, przedstawione w tabeli 16, pomimo że emisję lokalną można uznać za zerową.

Dla wariantu konwencjonalnego, z autobusami z silnikami Diesla spełniającymi normy EURO 6, przyjęto wskaźniki maksymalnej emisyjności dla tego typu silników.

Tab. 16. Emisja zanieczyszczeń przez autobusy elektryczne w Polsce [g/km]

Substancja zanieczyszczająca atmosferę	Krajowy miks energetyczny
NMHC/NMVOC	0,007
SO_2	3,652
NO_x	1,516
PM	0,042

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Ricardo-AEA*, Kalkulator emisji zanieczyszczeń i kosztów klimatu dla środków transportu publicznego CUPT, dostęp: 31.10.2018 r.

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

Wyceny wpływu lokalnej emisji substancji szkodliwych dokonano z zastosowaniem współczynnika zwiększającego – będącego iloczynem procentowego wzrostu przeciętnej gęstości zaludnienia na obszarze przylegającym do linii komunikacyjnych przeznaczonych do obsługi taborem zeroemisyjnym w stosunku do przeciętnej gęstości zaludnienia w miastach

w Polsce, przedstawionego w tabeli 12 – oraz udziału emisji zanieczyszczeń z ciężkich pojazdów drogowych i autobusów w ogólnej emisji zanieczyszczeń transportu drogowego w Polsce[7].

Emisja hałasu

Dla nowych autobusów z silnikiem Diesla, spełniających normę EURO 6, założono 5% redukcję hałasu. Obecnie stosowane silniki elektryczne, w porównaniu do silników spalinowych, 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 określono na podstawie „Tablic kosztów jednostkowych do wykorzystania w analizach kosztów i korzyści", publikowanych w serwisie internetowym CUPT – przyjęto koszty hałasu w transporcie drogowym dla autobusu w terenie miejskim, wartości średnie.

6.2. Wyniki analizy kosztów i korzyści

Obliczenia analizy finansowej i społeczno-ekonomicznej dla scenariusza bazowego oraz wariantów: konwencjonalnego i elektrycznego, zostały zawarte w modelu finansowym, stanowiącym Załącznik nr 1 do niniejszej Analizy Kosztów i Korzyści.

Uwzględnienie wymienionych w p. 6.1 korzyści społecznych w analizie kosztów i korzyści, bazuje na ujęciu różnicowym, tzn. w pierwszej kolejności obliczono finansowe koszty eksploatacji oraz koszty społeczne emisji gazów cieplarnianych, emisji lokalnej oraz emisji hałasu dla scenariusza bazowego, zakładającego brak realizacji analizowanych wariantów, a następnie obliczono tożsame kategorie kosztów społecznych dla dwóch analizowanych wariantów (konwencjonalnego – autobusy z silnikami Diesla EURO 6 i elektrycznego).

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

W tabeli 17 przedstawiono wskaźniki oceny opłacalności efektywności finansowej porównywanych wariantów konwencjonalnego i elektrycznego w stosunku do scenariusza bazowego.

[7] http://www.kobize.pl/pl/fileCategory/id/16/krajowa-inwentaryzacja-emisji, tabela POL_2016_2014_23052016_102704_submitted.

Tab. 17. Wskaźniki efektywności finansowej porównywanych wariantów

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant 1 – konwencjonalny	Wariant 2 – elektryczny
Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (**FNPV/c**)	tys. zł	-11 241,0	-23 379,3
Finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji (**FRR/c**)	%	niepoliczalna	niepoliczalna

Źródło: opracowanie własne.

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

W tabeli 18 przedstawiono wyniki podsumowania analizy dla wariantów konwencjonalnego oraz elektrycznego w zakresie emisji zanieczyszczeń, a w tabeli 19 – efekty ekonomiczne tej analizy.

Realizacja wariantu 2 spowodowałaby istotne ograniczenie – w stosunku do wariantu 1 konwencjonalnego – emisji gazów cieplarnianych, o 7,7% rocznie, a także innych zanieczyszczeń atmosfery w Pile (do 12,4%).

W obydwu wariantach wartości ENPV przyjęły wielkości ujemne. W przypadku, gdy wartość ENPV wynosi zero, bieżąca wartość przyszłych korzyści ekonomicznych jest równa bieżącej wartości kosztów ekonomicznych wariantu. W analizowanym przypadku nie są jednak najbardziej istotne osiągnięte wartości ENPV w porównaniu do scenariusza bazowego, lecz różnice wartości ENPV poszczególnych analizowanych wariantów. Wariant elektryczny ma ujemną wartość ENPV o 64% wyższą niż wariant konwencjonalny. Scenariusz bazowy nie będzie bowiem realizowany i ma znaczenie wyłącznie porównawcze, służy zaprognozowaniu przepływów dla poszczególnych wariantów przy zastosowaniu metody różnicowej.

Korzystniejszą wartość ENPV osiągnięto dla wariantu konwencjonalnego w porównaniu do wariantu z zakupem taboru zeroemisyjnego.

Z uwagi na znaczące różnice w wartości nakładów inwestycyjnych obu ocenianych wariantów, ENPV nie jest najwłaściwszą determinantą, a na pewno nie jedyną, która powinna być uwzględniona w ocenie. Należy odnieść się do efektywności ekonomicznej wariantów. Wskaźnikami, które informują o efektywności ekonomicznej, są EIRR oraz BCR. Z uwagi na charakterystykę przepływów ekonomicznych, EIRR jest niepoliczalna. Wskaźnik BCR wskazuje natomiast, iż bardziej efektywne ekonomicznie będzie wdrożenie wariantu elektrycznego, a różnicę w wartości BCR pomiędzy wariantami, należy uznać za znaczącą.

Tab. 18. Emisja zanieczyszczeń i jej koszt w poszczególnych wariantach

Lp.	Czas badania	Jed-nostka	Wielkość i koszt emisji			
			CO_2	NO_x	NMVOC	PM
Scenariusz bazowy – tabor używany						
1.1	Średniorocznie	tona	2 636,5	10,3	3,1	0,2
1.2		tys. zł	539,4	837,6	31,9	245,4
1.3	Cały okres analizy	tona	42 184,2	164,4	49,9	2,9
1.4		tys. zł	8 631,0	13 401,5	509,9	3 927,2
Wariant 1 konwencjonalny – tabor z silnikami Diesla EURO 6						
2.1	Średniorocznie	tona	2 636,5	10,3	3,1	0,2
2.2		tys. zł	539,4	837,6	31,9	245,4
2.3	Cały okres analizy	tona	42 184,2	164,4	49,9	2,9
2.4		tys. zł	8 631,0	13 401,5	509,9	3 927,2
Wariant 2 elektryczny – tabor z silnikami elektrycznymi zasilanymi bateryjnie						
3.1	Średniorocznie	tona	2 434,5	10,2	2,7	0,2
3.2		tys. zł	493,8	838,2	27,6	245,2
3.3	Cały okres analizy	tona	38 951,9	163,8	43,7	2,9
3.4		tys. zł	7 901,4	13 410,7	442,3	3 923,4
Różnica wysokości emisji i jej kosztów – wariant 2 elektryczny versus wariant 1 konwencjonalny						
4.1	Średniorocznie	tona	-202,0	-0,1	-0,4	0,0
4.2		tys. zł	-45,6	0,6	-4,3	-0,2
4.3	Cały okres analizy	tona	-3 232,3	-0,6	-6,2	0,0
4.4		tys. zł	-729,6	9,2	-67,6	-3,8
Ograniczenie emisji w wariancie 2 w porównaniu do wariantu 1 [%]						
5.1	Średniorocznie	tona	-7,7	-1,0	-12,9	0,0
5.2		tys. zł	-8,5	0,1	-13,5	-0,1
5.3	Cały okres analizy	tona	-7,7	-0,4	-12,4	0,0
5.4		tys. zł	-8,5	0,1	-13,3	-0,1

Źródło: opracowanie własne.

Tab. 19. Podsumowanie wyników finansowo-ekonomicznych poszczególnych wariantów w stosunku do scenariusza bazowego

Wyszczególnienie	Jed-nostka	Wariant 1 – konwencjonalny	Wariant 2 – elektryczny
Koszty inwestycyjne	**tys. zł**	**20 060**	**44 985**
Autobusy z wyposażeniem	tys. zł	20 060	39 940
Zmiany kosztów eksploatacyjnych	tys. zł/rok	-234,3	-831,8
Zdyskontowane efekty zewnętrzne	tys. zł	34,5	3 212,1
Emisja lokalna – wartość zdyskontowana	tys. zł	-97,1	1 033,4
Emisja CO_2 – wartość zdyskontowana	tys. zł	0,3	433,6
Redukcja hałasu	tys. zł	131,3	433,6
Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)	**tys. zł**	**-9 711,8**	**-15 898,7**
Ekonomiczna stopa zwrotu (EIRR)	**%**	**niepoliczalna**	**niepoliczalna**
Wskaźnik przychód/koszty (BCR)	**-**	**0,22**	**0,45**

Źródło: opracowanie własne.

Wartość ENPV jest dla wariantu elektrycznego o ponad 64% wyższa niż dla wariantu konwencjonalnego (mniej korzystna). Z kolei wartość współczynnika BCR jest o 103% korzystniejsza dla wariantu elektrycznego – w porównaniu do wariantu konwencjonalnego. Różnica jest większa niż dla wartości ENPV.

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 obu wariantów i same wyniki wskazują, iż podstawowym czynnikiem wpływającym na wartości wskaźników są nakłady inwestycyjne, tj. cena autobusu w danym wariancie. Wariant z zakupem autobusów elektrycznych niewątpliwie generuje wyższe korzyści w postaci oszczędności kosztów eksploatacyjnych, zmniejszenia hałasu i niskiej emisji. Czynnikiem krytycznym dla wyników analizy jest zatem cena autobusu elektrycznego wraz z infrastrukturą ładującą.

Osiągnięte obecnie wyniki oznaczają – przy przyjętych założeniach – pod względem ekonomicznej bieżącej wartości netto brak osiąganych korzyści z tytułu zastosowania w pilskiej komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych. Pod względem wskaźnika przychód/koszty, wariant elektryczny prezentuje się już jednak korzystniej.

6.3. Trwałość finansowa

MZK jako operator (podmiot wewnętrzny), posiada zawartą w grudniu 2017 r. z Gminą Piła (organizatorem) umowę wieloletnią, dotyczącą przewozów autobusowych w komunikacji miejskiej oraz wykonywania niektórych zadań organizatora. W ramach tej umowy operator otrzymuje rekompensatę rozliczaną sukcesywnie w ciągu roku – w zależności od wykonanej pracy eksploatacyjnej, z określoną wielkością maksymalną. Rekompensata powinna pokrywać uzasadnione koszty operatora i gwarantować rentowność przewozów prowadzonych w komunikacji miejskiej. Załącznikiem do umowy jest wykaz pojazdów, którymi wykonywane będą przewozy w komunikacji miejskiej.

W 2017 r. operator wewnętrzny w ramach realizacji projektu inwestycyjnego z dofinansowaniem ze środków pomocowych UE „Zakup autobusów niskoemisyjnych, modernizacja zajezdni autobusowej MZK Piła Sp. z o. o. w Pile i rozbudowa infrastruktury dla potrzeb komunikacji miejskiej" nabył partię 4 sztuk fabrycznie nowych standardowych autobusów z napędem Diesla oraz 6 szt. autobusów hybrydowych, które zastąpiły tabor najbardziej wyeksploatowany. Obecnie Gmina Piła aplikuje o dofinansowanie zakupu kolejnych 13 autobusów – 6 ze standardowym napędem Diesla oraz 7 hybrydowych. Nabyte pojazdy zostaną przekazane do eksploatacji podmiotowi wewnętrznemu – MZK.

W kolejnych latach z okresu 2019-2022, polityka wymiany taboru autobusowego będzie kontynuowana – nowe jednostki taborowe będzie nabywało zarówno MZK, jak i Gmina Piła, doprowadzając do systematycznej odnowy posiadanego taboru.

W tabeli 20 przedstawiono wykonanie budżetu miasta Piły w latach 2015-2017 oraz plan na 2018 r. – według stanu na 31.10.2018 r.

Gmina Piła w latach 2015-2017 osiągała stale dodatni wynik budżetu operacyjnego. Oznacza to, że jest w stanie pokryć wydatki bieżące, w tym związane z rekompensatą dla MZK. Niski poziom nadwyżki dochodów bieżących nad wydatkami bieżącymi, wskazuje jednak na niewielką zdolność Gminy Piła do dalszego zwiększania poziomu rekompensaty.

Wysokość nadwyżki (deficytu) operacyjnej określa swego rodzaju wynik finansowy działalności bieżącej jednostki samorządu terytorialnego. Wielkość ta informuje, ile samorządowi pozostało dochodów o charakterze stabilnym – cyklicznym, po sfinansowaniu wszystkich wydatków o takim charakterze. Sytuacja pozytywna dla jednostki samorządowej występuje wówczas, gdy ma miejsce istotna, stała i coroczna nadwyżka operacyjna, co oznacza, że po sfinansowaniu wszystkich wydatków bieżących, zostaną jeszcze środki finansowe na realizację inwestycji. Taka sytuacja charakteryzuje także Gminę Piła, choć poziom nadwyżki należy uznać za bardzo niski, a dodatkowym ryzykiem jest jej znaczny spadek w latach 2015-2018. W Gminie Piła występuje stały deficyt budżetowy – finansowany wzrastającym zadłużeniem gminy.

Tab. 20. Budżet miasta Piły w latach 2015-2017 i plan na 2018 r.

[mln zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach			Plan na 2018 r.
		2015	2016	2017	
1	**Dochody**	**257,2**	**291,3**	**299,4**	**354,0**
1a	– w tym dochody bieżące	238,6	271,3	288,5	300,7
1aa	– w tym lokalny transport zbiorowy	0,0	13,3	0,0	1,1
1b	– w tym dochody majątkowe	18,6	20,0	10,9	53,4
2	**Wydatki**	**257,3**	**292,1**	**323,6**	**358,0**
2a	– w tym wydatki bieżące	223,2	261,9	280,0	297,8
2aa	– w tym lokalny transport zbiorowy	7,5	8,3	8,0	9,9
2b	– w tym wydatki majątkowe	34,1	30,2	43,6	60,2
3	**Deficyt/nadwyżka**	**-0,1**	**-0,8**	**-24,1**	**-4,0**
4	Deficyt/nadwyżka operacyjna	15,4	9,4	8,5	2,9
5	Finansowanie	1,6	21,5	40,7	4,0
5a	– w tym przychody	8,6	31,5	50,7	15,0
5b	– w tym rozchody	8,0	10,0	10,0	11,0

Źródło: www.bip.pila.pl, dostęp: 31.10.2018 r.

Poziom zrealizowanych i planowanych do zrealizowania wydatków wynika również z wydatków na odnowę taboru i infrastruktury komunikacji miejskiej. W 2018 r. zaplanowano wydatki na budowę i wdrożenie SDIP w kwocie 1,39 mln zł, przy łącznej wartości zaplanowanych inwestycji na kwotę 60,22 mln zł.

Poziom realizowanych średniorocznie wydatków inwestycyjnych Gminy Piła wskazuje na zdolność do zrealizowania programu odnowy taboru w ramach programów inwestycyjnych – obecnego i planowanego – dotyczących lokalnego transportu zbiorowego oraz w przyszłości odnowy taboru – w obydwu wariantach. Zagrożenie stanowi natomiast malejąca nadwyżka dochodów bieżących nad wydatkami bieżącymi.

MZK jest podmiotem wewnętrznym, który realizuje przewozy w pilskiej komunikacji miejskiej w ramach umowy wykonawczej, zawartej w grudniu 2017 r. i obowiązującej do końca grudnia 2027 r. Głównym celem działalności MZK jest wykonywanie zadania własnego Gminy Piła w zakresie zaspokajania potrzeb mieszkańców dotyczących transportu zbiorowego, zatem stabilność finansowa Spółki zapewniona jest i będzie poprzez przekazywanie rekompensaty – zgodnie z wymogami ustawy o ptz oraz Rozporządzenia 1370/2007.

W tabeli 21 przedstawiono rachunek zysków i strat MZK w latach 2016 i 2017, w tabelach 22 i 23 zaprezentowano bilans, a w tabeli 24 – przepływy pieniężne MZK w latach 2016 i 2017.

Tab. 21. Rachunek zysków i strat MZK [tys. zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach	
		2016	2017
1	**Przychody ze sprzedaży produktów, towarów i materiałów**	**11 371,1**	**11 319,3**
1a	*– w tym przychody ze sprzedaży produktów*	*8 203,4*	*8 090,3*
1b	*– w tym przychody ze sprzedaży towarów i materiałów*	*3 229,0*	*3 167,8*
2	**Koszty sprzedanych produktów, towarów i materiałów**	**17 756,0**	**18 033,7**
2a	*– w tym koszty wytworzenia produktów*	*14 835,1*	*15 060,9*
2b	*– w tym koszty sprzedanych towarów i materiałów*	*2 920,9*	*2 972,8*
3	**Zysk brutto ze sprzedaży**	**-6 384,9**	**-6 714,4**
4	Koszty sprzedaży	615,8	555,0
5	Koszty ogólnego zarządu	2 024,5	2 052,3
6	**Zysk ze sprzedaży**	**-9 025,1**	**-9 321,7**
7	Pozostałe przychody operacyjne	9 116,4	9 432,9
7a	*– w tym dotacje*	*8 805,5*	*9 080,9*
8	Pozostałe koszty operacyjne	149,0	124,7
9	**Zysk z działalności operacyjnej**	**-57,7**	**-13,4**
10	Przychody finansowe	92,1	81,8
11	Koszty finansowe	1,5	1,1
12	**Zysk brutto**	**32,9**	**67,2**
11	Podatek dochodowy i inne obciążenia	25,4	33,1
12	**Zysk netto**	**7,5**	**34,1**

Źródło: dane MZK.

Tab. 22. Bilans MZK – aktywa [tys. zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach	
		2016	2017
A	**Aktywa trwałe**	**10 575,3**	**14 203,1**
I	**Wartości niematerialne i prawne**	**10,0**	**6,8**
II	**Rzeczowe aktywa trwałe**	**10 525,1**	**14 181,4**
1	Środki trwałe	10 506,3	10 855,6
2	Środki trwałe w budowie	18,8	3 325,8
3	Zaliczki na środki trwałe w budowie	0,0	0,0

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach	
		2016	2017
III	**Należności długoterminowe**	**0,0**	**0,0**
IV	**Inwestycje długoterminowe**	**0,0**	**0,0**
V	**Długoterminowe rozliczenia międzyokresowe**	**40,2**	**14,9**
B	**Aktywa obrotowe**	**7 966,3**	**8 185,7**
I	**Zapasy**	**564,5**	**585,4**
II	**Należności krótkoterminowe**	**1 325,7**	**2 920,7**
III	**Inwestycje krótkoterminowe**	**6 039,0**	**4 637,6**
IV	**Krótkoterminowe rozliczenia międzyokresowe**	**37,1**	**42,1**
-	**Aktywa razem**	**18 541,6**	**22 388,8**

Źródło: dane MZK.

Tab. 23. Bilans MZK – pasywa [tys. zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach	
		2016	2017
A	**Kapitał własny**	**13 250,7**	**13 284,8**
I	Kapitał podstawowy	14 577,0	14 577,0
II	Kapitał zapasowy	0,0	0,0
III	Kapitał z aktualizacji wyceny	0,0	0,0
IV	Pozostałe kapitały rezerwowe	0,0	0,0
V	Zysk z lat ubiegłych	-1 333,8	-1 326,3
VI	Zysk strata netto	7,5	34,1
B	**Zobowiązania i rezerwy na zobowiązania**	**5 290,9**	**9 104,0**
I	**Rezerwy na zobowiązania**	**146,3**	**195,5**
II	**Zobowiązania długoterminowe**	**0,0**	**0,0**
III	**Zobowiązania krótkoterminowe**	**1 843,0**	**5 702,4**
IV	**Rozliczenia międzyokresowe**	**3 301,6**	**3 206,2**
-	**Pasywa razem**	**18 541,6**	**22 388,8**

Źródło: dane MZK.

Tab. 24. Rachunek przepływów pieniężnych MZK [tys. zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach	
		2016	2017
A	**Przepływy środków pieniężnych z działalności operacyjnej**		
I	**Zysk netto**	**7,5**	**34,1**
II	**Korekty razem**	**-6 529,7**	**-7 749,5**
IIa	*– w tym amortyzacja*	*2 266,9*	*2 311,4*
III	**Przepływy pieniężne z działalności operacyjnej**	**2 710,4**	**2 981,5**
B	**Przepływy środków pieniężnych z działalności inwestycyjnej**		
I	**Wpływy**	**10,5**	**0,0**
Ia	*– w tym zbycie środków trwałych*	*0,8*	*,0*
II	**Wydatki**	**2 125,3**	**2 651,0**
IIa	*– w tym nabycie środków trwałych*	*1 125,3*	*2 649,5*
III	**Przepływy pieniężne netto z działalności inwestycyjnej**	**-2 125,3**	**-2 640,5**
C	**Przepływy środków pieniężnych z działalności finansowej**		
I	**Wpływy**	**8 000,0**	**9 960,8**
Ia	*– w tym kredyty i pożyczki*	*0,0*	*0,0*
II	**Wydatki**	**0,0**	**0,0**
IIa	*– w tym spłaty kredytów i pożyczek*	*0,0*	*0,0*
III	**Przepływy pieniężne netto z działalności finansowej**	**-647,5**	**-395,1**
D	**Przepływy pieniężne netto**	**222,9**	**-569,3**
E	**Środki pieniężne na początek okresu**	**5 680,2**	**5 032,7**
F	**Środki pieniężne na koniec okresu**	**5 032,7**	**4 637,6**

Źródło: dane MZK.

Sytuację finansową MZK należy uznać za dobrą – pozwalającą nie tylko na kontynuację działalności eksploatacyjnej w kolejnych latach na obecnym poziomie, ale także na realizację zamierzonej działalności inwestycyjnej. W Spółce nie jest co prawda generowany istotny dodatni wynik brutto, lecz stosunkowo wysoki poziom amortyzacji pozwala na prowadzenie ograniczonego procesu odnowy taboru. Stan finansowy MZK na koniec 2017 r. wynika ze skutków prowadzenia dużej inwestycji, której efekt będzie widoczny dopiero w sprawozdaniu za 2018 r. – w wariancie konwencjonalnym.

Bieżącą sytuację MZK poprawi przekazanie taboru zakupionego przez Gminę Piła, gdyż Spółka nie będzie w najbliższym czasie dokonywać znaczących inwestycji w odnowę taboru.

Pełna realizacja wariantu konwencjonalnego bez zewnętrznego wsparcia np. środkami pomocowymi lub dalszego wsparcia Gminy Piła, byłaby jednak bardzo trudna.

Rekompensata przekazywana MZK, zgodnie z umową wykonawczą, może być poddana weryfikacji przez Gminę Piła, lecz umowa nie przewiduje obligatoryjnego przeprowadzania zewnętrznych audytów poprawności jej przekazywania. Jest to rozwiązanie niosące za sobą pewne ryzyko wypłaty rekompensaty w niewłaściwej wysokości.

Przychody z tytułu świadczenia usług publicznych zleconych przez Gminę Piła związane z przewozami w ramach komunikacji miejskiej i wynoszą ok. 75% przychodów ze sprzedaży powiększonych o dotacje ogółem. Znaczny udział w przychodach stanowi obrót towarami i materiałami (16% przychodów wraz z dotacjami w 2017 r.). Pewna część tej sprzedaży jest realizowana także na rzecz jednostek i spółek Gminy Piła. MZK powinien dokonywać okresowych weryfikacji udziału działalności na rzecz innych podmiotów niż Gmina Piła oraz instytucje i spółki od niej zależne – w celu spełnienia warunku minimum 80% udziału działalności powierzonej określonego w Wytycznych.

Odpłatne przekazanie MZK do eksploatacji nabywanych przez Gmina Piła autobusów – standardowych i hybrydowych – nie jest obecnie uwzględnione w umowie wykonawczej. Umowa musi więc zostać przed dokonaniem tej czynności odpowiednio zmieniona. Ponadto, Spółka po otrzymaniu jednostek taborowych w pełni sfinansowanych przez wkład własny w tę inwestycję Gminy Piła oraz środkami pomocowymi Unii Europejskiej, w przypadku wniesienia ich aportem, nie może uwzględniać amortyzacji od tych autobusów w wyliczeniu rekompensaty, co także powinno znaleźć odpowiednie odzwierciedlenie w zawartej umowie wykonawczej.

Realizacja przez MZK zakupów autobusów elektrycznych w znacznej liczbie, wynikającej ze spełnienia warunków określonych w ustawie o elektromobilności, nie jest możliwa bez znaczącego poziomu wsparcia środkami zewnętrznymi – krajowymi lub unijnymi. Inwestycje takie wymagałyby ponadto udzielenia przez Gmina Piła wsparcia finansowego MZK albo zakupu takich jednostek wraz z infrastrukturą przez Gminę Piła i ich późniejsze udostępnienie operatorowi.

MZK, mając dobrą sytuację finansową, posiada zdolność do pozyskiwania zewnętrznych środków finansowych oraz ograniczoną zdolność do wniesienia wkładu własnego w przypadku zakupu jednostek taborowych ze wsparciem środkami pomocowymi krajowymi i europejskimi.

Gmina Piła, w obecnej sytuacji finansowej, jest w stanie udzielić wsparcia MZK także zwiększoną rekompensatą – w przypadku zwiększenia kosztów własnych MZK związanych z przewozami w ramach komunikacji miejskiej, wskutek wyższego poziomu amortyzacji naliczanej od nowego taboru, o ile wystąpi taka potrzeba.

6.4. Analiza wrażliwości i ryzyka

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

Strukturę użytkowanego taboru determinować będą w najbliższych latach decyzje, pozytywne lub negatywne, o dofinansowaniu ze środków pomocowych zakupu autobusów zeroemisyjnych wraz z infrastrukturą zasilającą w ramach konkursów z programu GEPARD oraz POIiŚ, Działanie 6.1. W ramach tych programów flota autobusów zeroemisyjnych w pilskiej komunikacji miejskiej może osiągnąć poziom 10-12 pojazdów. W przypadku braku uczestnictwa lub braku pozyskania dofinansowania dla tych projektów, spełnienie warunku 5% udziału taboru zeroemisyjnego we flocie pojazdów, którymi świadczone są usługi komunikacji miejskiej w Gminie Piła, nie będzie możliwe.

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

Tab. 25. Zmiany efektywności finansowej wariantu 2 – elektrycznego pod wpływem zmniejszenia kosztu jednostkowego nabywanego taboru

Wyszczególnienie	Jednostka	Zmniejszenie ceny autobusu zeroemisyjnego		
		o 5%	o 15%	o 25%
Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (**FNPV/c**)	tys. zł	-22 130,1	-19 455,8	-16 781,5
Finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji (**FRR/c**)	%	niepoliczalna	niepoliczalna	niepoliczalna
Ekonomiczna bieżąca wartość netto (**ENPV**)	tys. zł	-14 766,7	-12 502,6	-10 238,6
Ekonomiczna wewnętrzna stopa zwrotu (**ERR**)	%	niepoliczalna	niepoliczalna	niepoliczalna
Różnica **ENPV** wobec wariantu konwencjonalnego	tys. zł	-5 054,9	-2 790,8,8	-526,8
Wskaźnik przychód/koszty (**BCR**)	-	0,47	0,51	0,56

Źródło: opracowanie własne.

Spadek ceny autobusów elektrycznych z infrastrukturą zasilającą nawet o 25% nie wskazuje na osiągnięcie korzyści wynikających ze zmniejszenia emisji zanieczyszczeń w porównaniu do wariantu konwencjonalnego – przy uwzględnieniu jedynie wartości ENPV.

Wartość progowa ceny autobusu zeroemisyjnego, przy której ekonomiczna bieżąca wartość netto ENPV byłaby wyższa dla wariantu z taborem elektrycznym – w porównaniu do wariantu z taborem konwencjonalnym – to dla Piły kwota 1 526,1 tys. zł. Jest to cena o ponad 27% niższa od przyjętej do analizy. Przy takiej cenie pojazdu zeroemisyjnego wystąpiłaby ekonomiczna opłacalność zakupu taboru zeroemisyjnego, czyli wystąpiłby obowiązek zakupu taboru zeroemisyjnego, przy uwzględnieniu parametru ENPV.

Spadek ceny autobusów elektrycznych o około 30% wskazałby na osiągnięcie korzyści wynikających ze zmniejszenia emisji zanieczyszczeń dla tego wariantu.

Należy jednak zwrócić uwagę, że parametr BCR jest w każdym przypadku wyższy dla wariantu elektrycznego.

Identyfikację podstawowych czynników ryzyka, które mogą mieć wpływ na realizację wariantów inwestycyjnych, przedstawiono w tabeli 26. 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."

Wysokim ryzykiem obarczone są terminowe dostawy taboru zeroemisyjnego, wynikające z prawdopodobnego jednoczesnego zamówienia dużej liczby takich pojazdów przez wiele miast, przy niewielkiej dotychczas ich podaży na rynku oraz ograniczonych zdolnościach wzrostu produkcji – zarówno komponentów, jak i całych pojazdów. Wysokim ryzykiem realizacji wariantu 2 – elektrycznego, jest także budowa niezbędnej infrastruktury zasilającej, związana z procesem uzyskiwania pozwoleń na budowę oraz realizacją inwestycji w obszarach zabudowy miejskiej.

Umiarkowane ryzyko wiąże się także z utrzymaniem zdolności Gminy Piła do realizacji znaczących inwestycji, z uwagi na systematycznie malejącą nadwyżkę dochodów bieżących nad wydatkami bieżącymi.

Umiarkowane ryzyko związane jest ze stabilnością cen pojazdów zeroemisyjnych, gdyż pomimo że obecne ich ceny należy uznać za dość wysokie, to obowiązek ich wprowadzenia do eksploatacji w znacznej liczbie w dość krótkim okresie (kilku lat), może wpłynąć na ograniczoną dostępność takich pojazdów. To z kolei wywoła wzrost cen, związany z koniecznością realizacji zwiększonych zamówień – przekraczających normalne zdolności produkcyjne dostawców taboru i komponentów.

Umiarkowane ryzyko związane jest także z możliwością wystąpienia awarii taboru zeroemisyjnego lub instalacji zasilających. Ryzyko to może być zmniejszone poprzez utrzymywanie odpowiedniego poziomu taboru rezerwowego, także z klasycznymi silnikami na olej napędowy, jak również poprzez odpowiednie przeszkolenie i wyposażenie służb remontowych.

Tab. 26. Wynikowa ocena ryzyka

Rodzaj ryzyka	Prawdo-podo-bieństwo	Siła oddzia-ływania	Poziom ryzyka	Strategia przeciwdziałania
Wariant 1 – konwencjonalny (silnik Diesla EURO 6)				
Opóźnienie dostaw taboru	A	I	niski	-
Wyższe ceny taboru	A	III	niski	-
Wyższe koszty infrastruktury	A	II	niski	-
Pogorszenie się sytuacji finansowej Gminy Piła	B	IV	średni	zwiększenie nadwyżki dochodów nad wydatkami bieżącymi
Wyższe ceny oleju napędowego	B	III	średni	kontrakty długoterminowe dostaw
Wyższe ceny energii elektrycznej	B	I	niski	głównie nocne ładowanie, dodatkowe baterie
Problemy techniczne z taborem lub zasilaniem	A	I	niski	-
Wariant 2 – elektryczny				
Opóźnienie dostaw taboru	C	IV	wysoki	niezwłoczne rozpoczęcie procedury przetargowej
Wyższe ceny taboru	C	II	średni	przetargi z wyprzedzeniem, ograniczenie kompletacji
Wyższe koszty infrastruktury	B	II	niski	-
Opóźnienie w realizacji infrastruktury	C	IV	wysoki	przetargi z wyprzedzeniem
Wyższe ceny energii elektrycznej	B	IV	średni	głównie nocne ładowanie, dodatkowe baterie
Wzrost cen baterii	C	II	średni	wydłużona eksploatacja
Problemy techniczne z taborem lub zasilaniem	B	II	niski	utrzymywanie odpowiednich rezerw taborowych i służb remontowych

Źródło: opracowanie własne.

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

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 projektów generujących dochód i projektów hybrydowych na lata 2014-2020", opracowanych i zatwierdzonych w dniu 17 lutego 2017 r. przez Ministerstwo Rozwoju i Finansów.

Wysokość wyliczonej luki w finansowaniu przedstawiono w tabeli 27.

Tab. 27. Wysokość luki w finansowaniu dla poszczególnych wariantów

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant	
		1	2
		konwencjonalny	elektryczny
Suma zdyskontowanych nakładów inwestycyjnych **DIC**	tys. zł	34 428,5	54 393,8
Razem zdyskontowane dochody i wartość rezydualna (**DNR**)	tys. zł	2 472,4	6 844,2
Wskaźnik luki w finansowaniu (**R**)	%	92,82	87,42
Całkowite nakłady inwestycyjne	tys. zł	42 630,0	67 555,0
Koszty kwalifikowane skorygowane	tys. zł	39 568,6	59 054,7
Wysokość maksymalnej dotacji przy stopie współfinansowania 85%	tys. zł	33 633,3	50 196,5
Udział własny	tys. zł	8 996,7	17 358,5

Źródło: opracowanie własne.

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

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

gdzie:

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

DNR – oznacza sumę zdyskontowanych dochodów powiększonych o wartość rezydualną.

Udział własny w wyższej wysokości występuje dla wariantu elektrycznego. W przypadku decyzji o jego realizacji, wysokość wkładu własnego byłaby wyższa o ok. 93% (o 8,4 mln zł).

7. Podsumowanie

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

Linie pilskiej komunikacji miejskiej obsługują poza Gminą Piła także miejscowości w Gminie Ujście, łączna liczba ludności miejscowości obsługiwanych komunikacją miejską przekracza 79 tys. osób.

Jedynym operatorem pilskiej komunikacji miejskiej i jednocześnie podmiotem wewnętrznym, jest Miejski Zakład Komunikacji Sp. z o.o., wykonujący w ramach komunikacji miejskiej rocznie ok. 2,7 mln wozokilometrów i wykorzystując przeciętnie 46 pojazdów, w tym 39 w ruchu w dniu powszednim.

Autobusy eksploatowane przez operatora, według stanu na 30 września 2018 r., posiadały jedynie silniki na olej napędowy, z tym że 6 pojazdów posiadało napęd hybrydowy. Gmina Piła zamierza dostarczyć MZK, w ramach realizacji projektu „Rozwój miejskiego zbiorowego transportu niskoemisyjnego wraz z systemem zarządzania komunikacją miejską w Pile" do 2020 r. kolejne 13 szt. autobusów z silnikami na olej napędowy, w tym 7 hybrydowych. Gmina Piła, podobnie jak MZK, nie zrealizowała do tej pory zakupów taboru zeroemisyjnego. Oznacza to, że w celu spełnienia wynikającego z ustawy o elektromobilności kryterium udziału pojazdów zeroemisyjnych dla 2021 r., Gmina Piła albo MZK, powinny nabyć 3 pojazdy zeroemisyjne z przeznaczeniem do eksploatacji w pilskiej komunikacji miejskiej.

Politykę odnowy taboru operator prowadził dotychczas we własnym zakresie.

Gmina Piła nie korzystała dotychczas ze środków pomocowych Unii Europejskiej na zakup taboru lub infrastruktury dla komunikacji miejskiej. W 2018 r. rozpoczęto procedurę wyboru wykonawcy dla Systemu Dynamicznej Informacji Pasażerskiej, który zostanie zrealizowany w ramach projektu „Rozwój miejskiego zbiorowego transportu niskoemisyjnego wraz z systemem zarządzania komunikacją miejską w Pile".

Z kolei MZK w latach 2016-2017 zrealizował projekt „Zakup autobusów niskoemisyjnych, modernizacja zajezdni autobusowej MZK Piła Sp. z o. o. w Pile i rozbudowa infrastruktury dla potrzeb komunikacji miejskiej", w ramach którego zakupił ze wsparciem środkami UE 10 fabrycznie nowych pojazdów, w tym 4 z napędem konwencjonalnym i 6 – z hybrydowym.

W najbliższych latach Gmina Piła lub MZK rozważą udział w kolejnych postępowaniach konkursowych związanych z zakupem pojazdów nisko- lub zeroemisyjnych.

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

potrzeb projektów z dofinansowaniem unijnym. Zidentyfikowano w niej dwa możliwe do zastosowania warianty wymiany taboru:

- wariant 1 – konwencjonalny – w którym założono kontynuację dotychczasowej polityki sukcesywnej wymiany taboru na nowe pojazdy zasilane olejem napędowym oraz hybrydowe – zgodnie z obecnie realizowanymi projektami;
- wariant 2 – elektryczny – w którym założono sukcesywną wymianę taboru MZK na pojazdy elektryczne, w celu wypełnienia obowiązków ustawowych.

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

W analizie zaproponowano do obsługi taborem zeroemisyjnym następujące linie komunikacyjne: w pierwszej kolejności linię 5 – ze stacją szybkiego ładowania przy krańcówce Żeromskiego/Plac Inwalidów, następnie linię 1 – korzystającą ze stacji szybkiego ładowania na pętli przy ul. Lelewela, a jako kolejną linię 3 – ze stacją szybkiego ładowania autobusów na pętli Lotnicza/Chorwacka. Jednocześnie, wybudowane będą stanowiska do ładowania wolnego w zajezdni, rozbudowywane w miarę potrzeb.

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 dodatnie dla wariantu 1 – konwencjonalnego i ujemne dla wariantu 2 – elektrycznego. Ujemne wartości osiągnęły także wskaźniki ENPV oraz ERR. W porównaniu do scenariusza bazowego najkorzystniej wypadł wariant 1 – konwencjonalny. Przy przyjętych założeniach analiza wykazała brak korzyści ze stosowania taboru zeroemisyjnego, a zatem i brak obowiązku jego stosowania. Dla uzasadnienia celowości zmiany rodzaju nabywanego taboru niezbędne byłoby osiągnięcie dodatkowych korzyści społeczno-ekonomicznych w znacznej skali.

Głównym powodem negatywnych wyników analizy są wysokie ceny autobusów zeroemisyjnych oraz niekorzystne wskaźniki emisji zanieczyszczeń emitowanych przy produkcji energii elektrycznej w Polsce.

Z punktu widzenia jednostki samorządu terytorialnego, efektywność zastosowania autobusów zeroemisyjnych znacznie by wzrosła, gdyby ceny takich pojazdów były niższe. W wyniku symulacji zmiany efektywności finansowej i ekonomicznej przyjętych do analizy wariantów stwierdzono, że w przypadku Piły spadek ceny autobusów elektrycznych dopiero o ponad 27% wskazuje na osiągnięcie korzyści wynikających ze zmniejszenia emisji zanieczyszczeń dla wariantu eksploatacji autobusów elektrycznych. Korzyści z zakupu autobusów elektrycznych dla jednostki samorządu terytorialnego dodatkowo znacznie wzrosną przy zmniejszeniu wkładu

własnego w nabywanym taborze – jako efektu wykorzystania zewnętrznych źródeł finansowania inwestycji (np. otrzymania bezzwrotnej dotacji).

W związku z wynikiem przeprowadzonej analizy, tj. brakiem korzyści ekonomicznych, wskazujących bezwarunkowo na zasadność eksploatacji autobusów zeroemisyjnych, Gmina Piła zamierza nabyć dla swojego operatora wewnętrznego autobusy elektryczne tylko w sytuacji możliwości pozyskania dofinansowania do ich zakupu ze środków zewnętrznych – w skali i kompletacji zapewniających efektywność przedsięwzięcia.

Niniejsza analiza kosztów i korzyści nie jest polityką, strategią, planem lub programem, o których mowa w art. 46 ust. 2 i 3 ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U. z 2017 r. poz. 1405, 1566 i 1999). Niniejsza Analiza kosztów i korzyści w żaden sposób nie oddziałuje na obszary Natura 2000, a ponadto realizacja analizowanych wariantów, w szczególności elektrycznego, wpływa pozytywnie na zmniejszenie emisji zanieczyszczeń emitowanych do atmosfery w obszarze funkcjonowania pilskiej komunikacji miejskiej. Analiza kosztów i korzyści nie podlega więc obowiązkowi przeprowadzenia strategicznej oceny oddziaływania na środowisko.

8. Informacja o udziale społeczeństwa w postępowaniu (projekt)

Niniejsza Analiza została wyłożona do wglądu w siedzibie Wydziale Gospodarki Komunalnej w Urzędzie Gminy Piła, Plac Staszica 10, 64-920 Piła, w dniach od … …… do … …… 2018 r. z możliwością składania uwag i wniosków. Analiza została ponadto zamieszczona do wglądu na stronie www.bip.pila.pl w dniu …… 2018 r. oraz pozostała dostępną dla zainteresowanych do dnia … …… 2018 r.

Uwagi i wnioski można było składać w terminie 21 dni od dnia wyłożenia, za pomocą formularza internetowego, na opracowanym druku do pobrania w siedzibie Wydziału lub ustnie do protokołu w siedzibie Wydziału Gospodarki Komunalnej w Urzędzie Gminy Piła, Plac Staszica 10.

W okresie tym wpłynęły …

Uwagi i wnioski zostały w następujący sposób uwzględnione w dokumencie …