

ANALIZA KOSZTÓW I KORZYŚCI

ZWIĄZANYCH Z WYKORZYSTANIEM

PRZY ŚWIADCZENIU USŁUG KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ

AUTOBUSÓW ZEROEMISYJNYCH

DLA MIASTA WŁOCŁAWEK

Wersja z dnia 26 listopada 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 we Włocławku	15
4. Tabor używany we włocławskiej komunikacji miejskiej	21
4.1. Aktualny stan taboru.....	21
4.2. Planowane zamierzenia inwestycyjne.....	23
5. Identyfikacja wariantów.....	25
5.1. Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych Włocławka	25
5.2. Wybór rodzaju napędu	27
5.3. Rozwiązania sposobów ładowania autobusów zeroemisyjnych	29
5.4. Proponowane warianty.....	32
5.5. Wybór linii do obsługi taborem zeroemisyjnym	39
6. Analiza kosztów i korzyści	43
6.1. Przyjęte założenia analizy kosztów i korzyści	52
6.2. Wyniki analizy kosztów i korzyści	58
6.3. Trwałość finansowa	61
6.4. Analiza wrażliwości i ryzyka	67
6.5. Określenie luki w finansowaniu	71
7. Podsumowanie	73
8. Informacja o udziale społeczeństwa w postępowaniu (projekt).....	76

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 stworzenia 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 przybliży 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 zlecenia 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

Miasto Włocławek jest jednostką samorządu terytorialnego, której liczba mieszkańców – według danych GUS – w latach 2012-2017 wynosiła ponad 111 tys. osób i tym samym przekraczała limit, o którym mowa w art. 36 ust. 1 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych. Miasto Włocławek jest więc prawnie zobowiązane, 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 włocławskiej 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-publicnego-infrastruktury-drogowej-oraz-kolejowej/>, dostęp: 30.09.2018 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-analazy-kosztow-i-korzysci/vademecum-beneficjenta>, dostęp: 30.09.2018 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_analazy_kosztow.pdf, dostęp: 30.09.2018 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: 30.09.2018 r.);

- „Wytyczne w zakresie zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód i projektów hybrydowych na lata 2014-2020” (<https://www.funduszeuropejskie.gov.pl/strony/o-funduszach/dokumenty/wytyczne-ministra-infrastruktury-i-rozwoju-w-zakresie-zagadnien-zwiazanych-z-przygotowaniem-projektow-inwestycyjnych-w-tym-projektow-generujacych-dochod-i-projektow-hybrydowych-na-lata-2014-2020-1/>, dostęp: 30.09.2018 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;
- **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;
- **Miasto** – gmina Miasto Włocławek;
- **MPK** – Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością, z siedzibą przy ul. Rysiej 3, 87-800 Włocławek, 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;
- **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 Miejskiej Urzędu Miasta Wrocław, ul. Zielony Rynek 11/13, 87-800 Wrocław, wykonujący zadania organizatora publicznego transportu zbiorowego na obszarze właściwości Miasta.

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 jakiegokolwiek emisji gazów cieplarnianych albo z wytwarzaniem energii elektrycznej w ogniwach paliwowych – oraz trolejbus.

Miasto Włocławek znacznie przekracza próg 50 000 mieszkańców. Próg określony w ustawie dotyczy obszaru danej gminy, a nie całego obszaru obsługiwanego komunikacją miejską. Jeśli liczba mieszkańców miasta-organizatora przewozów przekracza 50 000, to obowiązek zapewnienia określonego udziału autobusów zeroemisyjnych dotyczyć będzie zamówień usług przewozowych w skali całego obsługiwanego obszaru, a nie tylko na potrzeby obsługi gminy, która przekroczyła próg.

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

Załącznik do wskazanej ustawy zawiera wykaz gazów cieplarnianych i innych substancji wprowadzanych do powietrza, objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych. W wykazie tym na pozycji nr 1 znajduje się dwutlenek węgla (ditlenek węgla – CO₂), a na pozycjach: 64, 65 i 66 – odpowiednio tlenek węgla oraz tlenki 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 (H₂) – nieemitujące dwutlenku węgla – ale nie spełniają już go silniki, w których paliwem jest gaz (LPG, CNG lub LNG).

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

- 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 końca kwietnia 2018 r. żadne z ministerstw i jednostek organizacyjnych ministerstw, nie wydało również dokumentu o charakterze podręcznika, wytycznych lub zasad do sporządzania takiej analizy. Poradnik taki – praktyczny przewodnik dla samorządów – wydała natomiast Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej w Warszawie¹. Niniejsza analiza jest zgodna z wymogami przedstawionymi w tym przewodniku.

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

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 Miasta Włocławka.

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.

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

Następną częścią niniejszej analizy po identyfikacji wariantów jest analiza finansowa, którą prowadzi się według ściśle określonych zasad – w przypadku inwestycyjnych projektów unijnych nieznacznie odbiegających od klasycznej analizy finansowej przedsięwzięć inwestycyjnych. Analiza finansowa służy sprawdzeniu efektywności finansowej projektu (wskaźniki FRR/c, 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 przy wykorzystaniu metody, 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 również skwantyfikować, czyli wyrazić kwotowo – za pomocą policzalnych parametrów i ich monetyzacji, co oznacza przeliczenie efektów społecznych na pieniądze. Zmonetyzowane efekty społeczno-ekonomiczne ujmuje się w rachunku przepływów z analizy finansowej i w efekcie powstaje ilościowa analiza kosztów i korzyści.

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, uznając że nie istnieje rozsądna metoda 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 we Włocławku

Miasto Włocławek położone jest w centralnej Polsce, w południowo-wschodniej części województwa kujawsko-pomorskiego, na obu brzegach Wisły. W obrębie miasta zlokalizowany jest stopień wodny na Wiśle, tworzący sztuczny zbiornik nazywany Jeziolem Włocławskim. Miasto jest uznawane za stolicę Kujaw i jest ośrodkiem o charakterze regionalnym województwa kujawsko-pomorskiego.

Włocławek jest jednocześnie gminą miejską oraz powiatem grodzkim i stanowi siedzibę władz miejskich oraz władz Powiatu Włocławskiego.

Większość obszaru miasta zlokalizowana jest wzdłuż lewego brzegu Wisły, na długości ponad 20 km. Północno-zachodnia jego część obejmuje tereny łąk nadrzecznych oraz obszar zakładu przemysłu chemicznego Anwil S.A. Rejon centralny stanowi obszar zwartej zabudowy miejskiej z historycznym centrum, natomiast tereny wschodnie, to mieszana zabudowa mieszkaniowo-przemysłowa oraz tereny upraw rolnych. Od południa miasto otoczone jest kompleksem leśnym z położoną peryferyjnie enklawą zabudowy jednorodzinnej i w niewielkiej części przemysłowej – osiedlem Michelin.

Według Banku Danych Lokalnych GUS, w dniu 31 grudnia 2017 r. liczba ludności miasta wynosiła 111 752 osoby, co oznacza przekroczenie limitu 50 000 mieszkańców, obligującego do sporządzenia niniejszej analizy kosztów i korzyści.

Liczba ludności miasta 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 Włocławka w latach 2010-2017. Istotną część powierzchni Włocławka stanowią wody Wisły i Jeziora Włocławskiego (Zalewu Włocławskiego).

Według stanu na 31 grudnia 2017 r. miasto Włocławek zajmowało 41. miejsce w kraju pod względem liczby ludności oraz 34. miejsce pod względem zajmowanej powierzchni. Gęstość zaludnienia Włocławka nie odbiega więc znacznie od średniej krajowej w miastach.

Organizatorem włocławskiej komunikacji miejskiej jest Prezydent Włocławka. Zadania organizatora wypełnia Wydział Gospodarki Miejskiej Urzędu Miasta Włocławek, ul. Zielony Rynek 11/13, 87-800 Włocławek. Do zadań Wydziału Gospodarki Miejskiej określonych w Regulaminie Organizacyjnym Urzędu Miasta należy m. in. organizowanie i zarządzanie publicznym transportem zbiorowym, opracowywanie i aktualizowanie planu transportowego oraz nadzór nad realizacją zadań własnych Miasta wykonywanych przez MPK.

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

Wyszczególnienie	Jedn.	Rok							
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Liczba mieszkańców	[osób]	117 034	116 345	115 546	114 885	113 939	113 041	112 483	111 752
Powierzchnia ogółem	[ha]	8 432	8 432	8 432	8 432	8 432	8 432	8 432	8 432
Gęstość zaludnienia pow. ogółem	[osób/km ²]	1 388	1 380	1 370	1 362	1 351	1 340	1 334	1 325
Powierzchnia lądowa	[ha]	bd.	bd.	6 974	6 931	6 932	bd.	bd.	bd.
Gęstość zaludnienia pow. lądowa	[osób/km ²]	bd.	bd.	1 657	1 658	1 644	bd.	bd.	bd.

Źródło: Bank Danych Lokalnych GUS.

Linie komunikacji miejskiej obsługują, poza miastem Włocławkiem, na podstawie zawartych porozumień komunalnych, także gminę miejsko-wiejską Brześć Kujawski oraz gminy wiejskie Lubanie i Włocławek.

Na koniec 2017 r. w zasięgu funkcjonowania włocławskiej komunikacji, według Banku Danych Lokalnych GUS, zamieszkiwało łącznie 123 tys. osób.

Wg stanu na dzień 30 października 2018 r. Miasto wykorzystywało do realizacji usług przewozowych jednego operatora – MPK – będącego podmiotem wewnętrznym i realizującego przewozy na podstawie umowy wykonawczej zawartej w dniu 15 maja 2015 r. na okres 10 lat, tj. do 31 maja 2025 r.

Rada Miasta Włocławek podjęła w dniu 27 czerwca 2011 r. uchwałę Nr XI/133/11, w której powierzyła MPK świadczenie na rzecz Miasta Włocławek usług polegających na wykonywaniu przewozów o charakterze użyteczności publicznej, w ramach komunikacji miejskiej, w rozumieniu przepisów ustawy o publicznym transporcie zbiorowym.

Według stanu na dzień 30 września 2018 r., sieć połączeń włocławskiej komunikacji miejskiej tworzyły 24 linie autobusowe: dwadzieścia zwykłych i cztery pospieszne. Trasy wszystkich linii obejmowały swoim zasięgiem Miasto Włocławek, trasy pięciu linii – 7, 8, 11, 13 i 20 – przekraczały granice miasta, obsługując pobliskie, graniczące z Włocławkiem miejscowości. W tej grupie wyróżnić można linię 13, która jako jedyna obejmowała swoją trasą kilka miejscowości położonych poza miastem. Wyjątkową w grupie linii podmiejskich jest również linia 7, której trasa także prowadziła przez kilka miejscowości poza miastem, ale jedyny

przystanek poza Włocławkiem wyznaczono dla niej na końcu trasy – w Pikutkowie, przy zakładzie firmy produkującej komponenty i części dla przemysłu motoryzacyjnego – Kongsberg Automotive.

W niniejszej analizie nie zostały wzięte pod uwagę linie okresowe:

- A, B, C, D, E, F, G, H, I i J funkcjonujące wyłącznie w okresie Wszystkich Świętych;
- P – funkcjonująca w okresie od maja do listopada, oraz
- W – uruchamiana wyłącznie w okresie letnich wakacji szkolnych.

Oferta przewozowa włocławskiej komunikacji miejskiej charakteryzuje się występowaniem relatywnie dużej liczby linii, ale mających dość niskie częstotliwości kursowania, choć w większości oparte na stałych taktach. Funkcjonowanie sieci linii o w miarę stałych taktach częstotliwości kursów, jest dla pasażerów niewątpliwym walorem włocławskiej komunikacji miejskiej. Wśród linii tworzących sieć komunikacyjną można wyróżnić następujące kategorie połączeń:

- linie podstawowe – z liczbą co najmniej 30 par kursów w dniu powszednim – osiem linii: 1, 3, 12, 13, 14, 15, 17 i 21;
- linie uzupełniające – z liczbą od 15 do 29 par kursów w dniu powszednim – sześć linii: 4, 6, 8, 10, 19 i 20;
- linie zindywidualizowane – grupa reprezentowana przez linie, na których wykonywanych jest mniej niż 15 par kursów w dniu powszednim – dziesięć linii: 2, 3A, 3B, 7, 9, 11, 16, 16A, 16B i 23.

Kursy wykonywane w ramach szkolnych wariantów tras linii – odpowiednio jako: 3S, 4S, 10S, 12S, 14S, 15S, 19S i 20S zostały włączone do ich wariantów podstawowych i analizowane wraz z nimi.

Z pięciu linii podmiejskich – 7, 8, 11, 13 i 20 – tylko jedna jest linią podstawową (13), dwie są uzupełniające (8 i 20), a pozostałe dwie przyporządkowane zostały do grupy linii zindywidualizowanych (7 i 11).

Według kryterium zakresu kursowania linie włocławskiej komunikacji miejskiej dzielą się na trzy kategorie, obejmujące odpowiednio:

- dziewiętnaście linii całotygodniowych – 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21 i 23;
- jedną linię funkcjonującą od poniedziałku do soboty – 7;
- cztery linie funkcjonujące w dni robocze, w godzinach szczytu – 3A, 3B, 16A i 16B.

Na liniach pospiesznych 3A, 3B, 16A i 16B wykonywanych jest tylko od 1 do 3 kursów w dniu powszednim w szczytach pracowniczych. Kursy te są dedykowane dowozom pracowników zakładu Anwil.

Cechą charakterystyczną wrocławskiej komunikacji miejskiej jest wytrasowanie większości linii przez obszar ścisłego Śródmieścia lub w jego południowych granicach, w rejonie dworców kolejowego i autobusowego (w zasięgu kilkuminutowego dojścia pieszego do pl. Wolności – położonego centralnie w Śródmieściu). Linie 21, 23 i pospieszna 16A omijają tę część miasta, jednak ich trasy poprowadzono ulicami okalającymi obszar Śródmieścia. We Wrocławku nie zdecydowano się jednocześnie na uruchomienie połączeń międz dzielnicowych dedykowanych podróżom wyłącznie w tych relacjach.

Połączenia północnego i południowego brzegu Wisły wytrasowano jednym z dwóch mostów – łączącym się z pl. Kopernika w Śródmieściu mostem marszałka Rydza-Śmigłego. Korzystają z niego autobusy linii 1 i 9. Druga z przepraw, zbudowana na tamie we wschodniej części miasta, w ciągu al. księdza Jerzego Popiełuszki, nie jest obecnie wykorzystywana przez autobusy komunikacji miejskiej.

Większość pętli autobusowych wrocławskiej komunikacji miejskiej skupia po kilka linii:

- położona w centralnej części miasta pętla Ostrowska – dziesięć linii: 2, 3, 3A, 3B, 10, 12, 14, 15, 20 i 23, w tym cztery podstawowe (3, 12, 14 i 15);
- Promienna – osiem linii: 4, 7, 8, 9, 13, 17, 19, 21, w tym trzy podstawowe (13, 17 i 21);
- Wiejska – sześć linii: 1, 2, 6, 14, 15 i 21, w tym cztery podstawowe (1, 14, 15 i 21);
- Dębowa (Promienna) – pięć linii: 4, 11, 13, 17 i 23, w tym dwie podstawowe (13 i 17);
- Płocka – trzy linie: 4, 8 i 23;
- Wieniecka – trzy linie: 6, 11 (część kursów) i 12, w tym jedna podstawowa (12).

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 liczby użytkowanych w ruchu autobusów. Mocno ułatwia ona także wprowadzenie do eksploatacji taboru zeroemisyjnego i w przyszłości jego zwiększenie zaangażowania w obsłudze komunikacyjnej.

W tabeli 2 przedstawiono liczbę wykonanych i planowanych do wykonania wozokilometrów w podziale na wielkość taboru, średnią liczbę autobusów w ruchu, szacunkową liczbę pasażerów oraz osiągnięte i planowane przychody z biletów we wrocławskiej komunikacji miejskiej w latach 2016-2018.

Jak wynika z tabeli 2, w ostatnich trzech latach wielkość oferty przewozowej, wyrażonej liczbą wozokilometrów i pojazdów w ruchu, ulegała tylko niewielkim wahaniom – można uznać, że była ona ustabilizowana.

Względnie stała liczba wozokilometrów jest rezultatem braku wzrostu liczby mieszkańców miasta Wrocławka oraz wynikiem braku zmian w zakresie obsługi obszarów gmin ościennych wrocławską komunikacją miejską.

Miasto zamierza w kolejnych latach prowadzić politykę stabilizacji wielkości pracy eksploatacyjnej. W najbliższej przyszłości planowane są co najwyżej korekty części rozkładów jazdy – w celu dostosowywania oferty przewozowej do bieżących potrzeb mieszkańców miasta Włocławka i okolicznych miejscowości.

Tab. 2. Parametry włocławskiej komunikacji miejskiej w latach 2016-2018

Wyszczególnienie	Jedn.	Rok		
		2016	2017	2018 – plan
Liczba wozokilometrów	tys. km	3 443,8	3 542,1	3 499,9
– w tym midi		1 269,1	1 384,5	1 344,2
– w tym maxi		2 174,7	2 157,6	2 155,7
Średnia liczba pojazdów w ruchu	szt.	50,8	51,3	50,8
– w tym midi		18,7	20,0	19,5
– w tym maxi		32,1	31,3	31,3
Udział w pracy eksploatacyjnej:	%			
– autobusy midi		36,9	39,1	38,4
– autobusy maxi		63,1	60,9	61,6
Liczba pasażerów	tys. osób	9 827	10 334	10 450
Przychody z biletów:	tys. zł	7 248,8	6 594,5	6 030,8
– bilety normalne		4 583,0	4 455,4	4 155,3
– bilety ulgowe		2 665,8	2 139,1	1 875,5

Źródło: dane MPK.

Wysokość przychodów ze sprzedaży biletów, osiągniętych w latach 2016-2017 i planowana na 2018 r., wykazuje stały spadek (o 8,8% średniorocznie), w tym o ok. 5% średniorocznie ze sprzedaży biletów normalnych i aż o ok. 16% sprzedaży biletów ulgowych.

Spadek wpływów ze sprzedaży biletów normalnych spowodowany był zmniejszonym zainteresowaniem na przejazdy z wykorzystaniem pojazdów komunikacji miejskiej przez mieszkańców nieuprawnionych do ulg lub zwolnień z opłat – zjawisko powszechne obecnie w większości miast o podobnej wielkości. Spadek wpływów ze sprzedaży biletów ulgowych spowodowany był natomiast w dużej mierze poszerzeniem zakresu grup uprawnionych do przejazdów bezpłatnych o dzieci i uczniów szkół podstawowych.

Objęcie trasą niemal wszystkich linii komunikacyjnych ścisłego centrum miasta, charakteryzującego się bardzo wysokim obciążeniem ruchem, stanowi znaczną uciążliwość związaną z wysokim poziomem hałasu i emisją zanieczyszczeń do atmosfery. Bardzo ważne dla mieszkańców śródmiejskiej części Włocławka byłoby więc zmniejszenie poziomu hałasu i emisji

zanieczyszczeń komunikacyjnych przynajmniej na drogach, którymi poruszają się autobusy komunikacji miejskiej.

4. Tabor włocławskiej komunikacji miejskiej

4.1. Aktualny stan taboru

Linie włocławskiej komunikacji miejskiej obsługiwane są autobusami, którymi dysponuje podmiot wewnętrzny – Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne Sp. z o.o. we Włocławku.

Według stanu na 31 sierpnia 2018 r. park taborowy Spółki składał się wyłącznie z niskopodłogowych autobusów marki Solaris Urbino. Wszystkie pojazdy wyposażone zostały w silniki spalinowe zasilane olejem napędowym, a w trzech z nich zastosowano napęd hybrydowy spalinowo-elektryczny równoległy amerykańskiej firmy Eaton. W strukturze taboru dominowały autobusy standardowe (klasy mega), które stanowiły 61% stanu taboru MPK Sp. z o.o. (36 szt.). Autobusy klasy midi stanowiły 39% (23 szt.) parku taborowego Spółki.

W tabeli 3 przedstawiono strukturę posiadanego przez MPK taboru – wg kryterium wieku i spełniania norm czystości spalin.

Tab. 3. Struktura taboru MPK wg kryterium wieku i spełnianych norm czystości spalin – stan na 31 sierpnia 2018 r.

Lp.	Typ taboru	Rodzaj paliwa	Liczba sztuk	Długość [m]	Rok produkcji	Wiek [lat]	Norma czystości spalin
1	Solaris Urbino 12	ON	8	12	2003	15	EURO 3
2	Solaris Urbino 10	ON	3	10	2004	14	EURO 3
3	Solaris Urbino 12	ON	4	12	2004	14	EURO 3
4	Solaris Urbino 10	ON	5	10	2005	13	EURO 3
5	Solaris Urbino 10	ON	1	10	2006	12	EURO 3
6	Solaris Urbino 12	ON	5	12	2006	12	EURO 3
7	Solaris Urbino 12	ON	6	12	2007	11	EURO 4
8	Solaris Urbino 12	ON	6	12	2008	10	EURO 4
9	Solaris Urbino 10	ON	3	10	2009	9	EURO 5
10	Solaris Urbino 10	ON	6	10	2012	6	EURO 5
11	Solaris Urbino 10	ON	3	10	2013	5	EURO 5
12	Solaris Urbino 10	ON	2	10	2013	5	EURO 6
13	Solaris Urbino 12 H	ON	3	12	2015	3	EURO 6
14	Solaris Urbino 12	ON	2	12	2016	2	EURO 6
15	Solaris Urbino 12	ON	2	12	2017	1	EURO 6
16	Ogółem tabor	ON	59	10-12	2003-2016	1-15	EURO 3-6

Źródło: dane MPK.

Prowadzona przez wiele lat polityka systematycznego odtwarzania taboru MPK skutkowała możliwością regularnej wymiany od 3 do 6 pojazdów w roku. Występowały też jednak okresy, w których nie dokonywano zakupu nowych autobusów (lata 2009-2012 i 2014). Ostatnie nowe pojazdy wprowadzono do eksploatacji w 2017 r. Były to 2 standardowej pojemności autobusy z klasycznym silnikiem Diesla. W 2015 r. wprowadzono do eksploatacji 3 autobusy klasy mega z napędem hybrydowym, a w 2016 r. – cztery autobusy klasy mega z klasycznym napędem Diesla.

Pomimo dokonywanej stałej wymiany taboru, ponad połowa (54,2%) wszystkich autobusów ma już 10 i więcej lat, a 13,6% pojazdów operatora przekroczyło wiek 14 lat.

Miasto Włocławek nie korzystało w poprzednim horyzoncie finansowania z możliwości wymiany taboru w ramach realizacji projektów inwestycyjnych ze wsparciem środkami pomocowymi UE, a więc nie przekazywało MPK fabrycznie nowych autobusów. Operator komunalny prowadził zatem politykę odnowy taboru samodzielnie, w miarę swoich możliwości finansowych.

W obecnej perspektywie finansowania projektów ze środków pomocowych UE, Miasto Włocławek realizuje w ramach regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Kujawsko-Pomorskiego na lata 2014-2020 projekt pn. „Rozwój zrównoważonego transportu zbiorowego poprzez poprawę efektywności energetycznej, wdrażanie technologii niskoemisyjnej we Włocławku w ramach projektu BiT-City II – etap I”, w ramach którego zakupione zostaną dwa autobusy elektryczne, które zostaną udostępnione operatorowi – MPK.

Średni wiek pojazdów MPK jest względnie wysoki – wg stanu na 31 sierpnia 2018 r. osiągał niemal 10 lat, czyli zbliżał się do końca zakładanego w analizach 13-letniego okresu planowej eksploatacji autobusów z tradycyjnymi silnikami na olej napędowy. W celu uzyskania średniego wieku taboru na poziomie 6,5 roku (czyli połowy planowanego okresu eksploatacji), niezbędna byłaby kompleksowa wymiana znacznej części autobusów MPK Sp., a następnie – dla utrzymania wskaźnika na tym samym poziomie – coroczna wymiana ok. 6 pojazdów.

W tabeli 4 przedstawiono strukturę taboru włocławskiej komunikacji miejskiej pod kątem spełniania norm czystości spalin EURO – wg stanu na 31 sierpnia 2018 r.

Tabor, którym dysponuje MPK, jest zróżnicowany pod względem pojemności pasażerskiej. Większość parku taborowego składa się z autobusów maxi o pojemności od 85 do 104 osób. Jego uzupełnieniem są autobusy klasy midi, zabierające od 72 do 86 pasażerów.

W 2017 r. średnia liczba pojazdów w ruchu wynosiła 51,3 szt., a planowana na 2018 r. – 50,9 szt. Łączny stan taboru na koniec września 2018 r. wynosił 59 jednostek, co oznacza – przy względnie małym zróżnicowaniu pojemnościowym (dwa typy) – optimum rezerwy taboru (w wysokości ok. 14%).

Tab. 4. Struktura taboru włocławskiej komunikacji miejskiej w podziale na normy emisji spalin – stan na 31 sierpnia 2018 r.

Rok	Jedn.	Norma czystości spalin EURO				Razem
		3	4	5	6	
Liczba pojazdów	szt.	26	12	12	9	59
Struktura	%	44,1	20,3	20,3	15,3	100,0

Źródło: dane MPK.

Do niniejszej analizy przyjęto aktualny ilostan taboru włocławskiej komunikacji miejskiej – 59 autobusów o napędzie spalinowym. Przy realizacji zakupu taboru elektrycznego przyjęto zasadę zastępowania każdego pięciu pojazdów spalinowych w ruchu sześcioma autobusami zeroemisyjnymi – z uwagi na konieczność zapewnienia dodatkowych postojów na pętlach, niezbędnych w celu doładowania pojazdów.

4.2. Planowane zamierzenia inwestycyjne

Miasto Włocławek w ramach perspektywy finansowej 2014-2020 realizuje projekt inwestycyjny ze wsparciem finansowym środkami pomocowymi Unii Europejskiej z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Kujawsko-Pomorskiego na lata 2014-2020, w ramach Osi Priorytetowej III. Efektywność energetyczna i gospodarka niskoemisyjna w regionie, Działanie 3.4 Zrównoważona mobilność miejska i promowanie strategii niskoemisyjnych. Projekt ten jest pierwszym z planowanych etapów realizacji zamierzenia inwestycyjnego, jakim jest „Rozwój zrównoważonego transportu zbiorowego poprzez poprawę efektywności energetycznej, wdrażanie technologii niskoemisyjnej we Włocławku w ramach projektu BiT-City”.

W ramach opisywanego przedsięwzięcia planowany jest zakup 3 elektrycznych autobusów zeroemisyjnych klasy maxi, wyposażonych w baterie lub superkondensatory o pojemności min. 200 kW – wraz z infrastrukturą zasilającą: 3 ładowarkami zainstalowanymi w zajezdni MPK, o mocy 30/60 kW oraz pantografową stacją ładowania szybkiego zainstalowaną na pętli przy ul. Dębowej – o mocy 140-200 kW. Tabor nabyty w ramach projektu zostanie udostępniony do eksploatacji operatorowi wewnętrznemu – MPK. Wartość projektu oszacowano na 19 mln zł netto, a planowany termin zakończenia inwestycji wskazano na połowę 2019 r. Minimalną pojemność pasażerską pojazdów określono na 73 pasażerów, co wskazuje na wybór autobusów o standardowej długości 12 m. Przewiduje się, że autobusy elektryczne zostaną skierowane do obsługi linii 13 i 17.

W ramach ww. projektu, w sierpniu 2018 r. Miasto Włocławek ogłosiło przetarg na dostawę trzech autobusów elektrycznych wraz z ładowarkami zajezdniowymi oraz z jedną

dotychczasową ładowarką dwufunkcyjną o mocy od 40/80 do 120 kW. Dostawa autobusów wymagana jest w 2019 r. We wrześniu 2018 r. wpłynęła oferta firmy Solaris Bus & Coach, która przekroczyła maksymalną kwotę przeznaczoną na ten cel przez zamawiającego. Zaoferowana wartość pojazdów wraz z ładowarkami wyniosła 6 855,0 tys. zł netto. Do dnia opracowania analizy, przetarg ten nie został rozstrzygnięty.

W ramach projektu uruchomiony zostanie także na terenie zajezdni MPK system centralnego zarządzania ruchem, w tym pojazdów komunikacji miejskiej, z ustanowieniem priorytetów na skrzyżowaniach – wraz z wybranymi elementami infrastruktury ITS oraz elementami systemu informacji pasażerskiej na przystankach. Całość ma być uzupełniona zakupem trzech biletomatów stacjonarnych.

Nowo zakupione autobusy zeroemisyjne będą mogły być bez przeszkód przekazane do eksploatacji przez MPK na podstawie zaktualizowanej umowy przewozowej, nadal spełniającej wszystkie wymogi rozporządzenia (WE) 170/2007, ustawy o ptz oraz wytycznych dla podmiotów korzystających ze wsparcia środkami pomocowymi.

Po zakończeniu realizacji opisanej inwestycji struktura taboru MPK ulegnie istotnej zmianie, gdyż w użytkowaniu pojawią się we Włocławku autobusy elektryczne. Stan taboru zeroemisyjnego osiągnie w ten sposób poziom powyżej wymaganego od 1 stycznia 2021 r. progu 5% udziału we flocie autobusów.

Miasto Włocławek planuje pozyskanie dofinansowania dla II etapu realizacji projektu „Rozwój zrównoważonego transportu zbiorowego poprzez poprawę efektywności energetycznej, wdrażanie technologii niskoemisyjnej we Włocławku w ramach projektu BiT-City II”, w ramach którego planuje się zakup kolejnego autobusu elektrycznego (1 szt.).

W lutym 2018 r. MPK ogłosiło przetarg na dostawę 4 fabrycznie nowych autobusów klasy maxi. Po jego rozstrzygnięciu, w maju 2018 r. podpisano umowę z firmą MAN Truck & Bus Polska. Nowe autobusy zastąpią wyeksploatowane pojazdy marki Jelcz. Ich dostawa przewidziana jest na grudzień 2018 r., a wprowadzenie do ruchu – w styczniu 2019 r. Wartość zamówienia wynosi 3 536,0 tys. zł netto.

Miasto Włocławek planuje dalszy udział w naborach konkursowych na dofinansowanie ze środków krajowych i unijnych zakupu autobusów elektrycznych wraz z infrastrukturą zasilającą. W kolejnych latach przewiduje się skierowanie zakupionego taboru zeroemisyjnego do obsługi kolejnych linii komunikacyjnych (1, 11 i 15).

MPK, w ramach posiadanych możliwości finansowych, dokonywać będzie sukcesywnej odnowy posiadanego taboru zasilanego olejem napędowym, wycofując jednocześnie pojazdy najbardziej wyeksploatowane.

5. Identyfikacja wariantów

5.1. Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych Włocławka

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

Stan taboru posiadanego przez MPK na dzień 31 sierpnia 2018 r. przedstawiono w tabeli 3.

Problematyka odnowy taboru włocławskiej komunikacji miejskiej zawarta została w różnych dokumentach strategicznych.

„Strategia rozwoju Obszaru Strategicznej Interwencji dla miasta Włocławek oraz obszaru powiązanego z nim funkcjonalnie” określa cele rozwojowe dla miasta i miejscowości z nim sąsiadujących, a wśród nich cel nr 3 – „Poprawa jakości środowiska przyrodniczego”, w którym jednym z priorytetów inwestycyjnych jest „Poprawa efektywności energetycznej oraz zmniejszenie niskich emisji”. W ramach tego priorytetu proponowane są działania w zakresie usprawnienia systemu niskoemisyjnego transportu publicznego oraz budowy nowoczesnego centrum przesiadkowego we Włocławku.

Projekt „Rozwój zrównoważonego transportu zbiorowego poprzez poprawę efektywności energetycznej, wdrażanie technologii niskoemisyjnej we Włocławku w ramach projektu BiT-City II” – etap I i II zakłada zakup odpowiednio 3 i 1 pojazdu dla komunikacji miejskiej.

W ramach projektu „Delimitacja miejskich obszarów funkcjonalnych Włocławka oraz wsparcie ich rozwoju poprzez przygotowanie dokumentów planistyczno-strategicznych” opracowano m.in. dokumenty dotyczące: strategii rozwoju oraz studium komunikacyjnego obszaru funkcjonalnego Włocławka.

„Strategia rozwoju miejskiego obszaru funkcjonalnego Włocławka na lata 2014-2020” w części nr 2 pn. „Strategia” – wyznacza pięć najistotniejszych do realizacji celów, w tym cel strategiczny nr 4 – „Wzrost spójności komunikacyjnej”. W ramach tego celu określono cel operacyjny 4.3. – „Rozwój spójnego systemu komunikacji publicznej”, a w nim program 4.3.1. – „Integracja usług transportu zbiorowego”.

„Studium komunikacyjne dla miasta Włocławka i jego obszaru funkcjonalnego – cz. 2. Kierunki rozwoju” opracowano przed oddaniem do eksploatacji odcinka autostrady A1, przebiegającego na południe od miasta. Opracowanie to w zakresie publicznego transportu zbiorowego wskazuje na potrzebę wzrostu roli komunikacji miejskiej w Śródmieściu oraz wprowadzenia priorytetów dla pojazdów transportu zbiorowego i utworzenia węzłów przesiadkowych.

Studium zawiera program modernizacji komunikacji zbiorowej, zakładający m.in. zakup taboru niskoemisyjnego, w tym pojazdów hybrydowych, w którym koszt tego działania określono na 67 mln zł.

„Strategia Rozwoju Miasta Włocławek 2020+”, przyjęta uchwałą Rady Miasta Włocławek nr XLI/26/2014 z dnia 7 kwietnia 2014 r., określa sześć celów strategicznych, w tym cel nr 4 – „Dążenie do wzmocnienia atrakcyjności miasta jako miejsca do życia”. W ramach tego celu strategicznego wyznaczono cel operacyjny 4.1. – „Usprawnienie układu drogowego miasta oraz poprawa organizacji transportu publicznego”, w którym określono trzy działania polegające na: rozwoju dróg, zwiększeniu liczby miejsc parkingowych oraz modernizacji transportu publicznego i jego korelacji z pozostałymi przewoźnikami drogowymi – w celu zaspokojenia potrzeb mieszkańców Włocławka i okolic. W ramach ostatniego działania przewiduje się utworzenie centrum komunikacyjnego oraz wymianę taboru na niskoemisyjny i budowę stacji tankowania CNG.

„Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego miasta Włocławek” opracowany w 2013 r. i przyjęty przez Radę Miasta Włocławek uchwałą nr XXXVIII/144/2013 z dnia 30 grudnia 2013 r., stracił już nieco na aktualności, a część zaleceń wymienionych w tym dokumencie została już wprowadzona (np. dostosowanie taboru do potrzeb osób niepełnosprawnych, wycofanie taboru spełniającego normy emisji spalin niższe niż EURO 3).

W zakresie realizacji postulatów przewozowych wymienia się w planie transportowym m.in.:

- utrzymanie jak największego wskaźnika niezawodności taboru – poprzez wymianę na nowocześniejszy i/lub nowy i tym samym mniej awaryjny;
- poprawę standardu taboru – poprzez jego sukcesywną wymianę na tabor nowy, posiadający aktualnie najwyższe normy emisji spalin EURO oraz wyposażony we współczesne elementy w zakresie komfortu podróżowania.

Plan w działaniach związanych z ochroną środowiska naturalnego zakłada sukcesywną, regularną wymianę taboru przez operatora oraz wycofywanie z ruchu pojazdów spełniających najniższe z norm emisji spalin. Jednocześnie, w planie przyjęto, że wymiana taboru wpłynie na zmniejszenie poziomu hałasu drogowego.

„Plan gospodarki niskoemisyjnej dla Gminy Miasto Włocławek” został przyjęty uchwałą Rady Miasta Włocławek nr XII/99/2015 z dnia 29 października 2015 r., jednak ze względu na kilkukrotne aktualizacje jego treści, ostatnią wersję dokumentu przyjęto ponownie uchwałą nr XLIV/71/2018 Rady Miasta Włocławek z dnia 5 czerwca 2018. Zgodnie z ujednoczonym tekstem planu, jako cel szczegółowy przewidziany do 2020 r., wyznaczono m.in. utrzymanie na niskim poziomie zużycia paliw przez środki transportu. W harmonogramie działań w wykazie

przedsięwzięć wymieniono w punkcie 3.1 projekt pn. „Rozwój zrównoważonego transportu zbiorowego poprzez poprawę efektywności energetycznej, wdrażanie technologii niskoemisyjnej we Włocławku”, o wartości 33,1 mln zł, a w nim wymianę – w ramach programu Gazela – 12 autobusów na niskoemisyjne, rozbudowę pętli autobusowych oraz systemu karty miejskiej i informacji pasażerskiej, a także przebudowę dworca kolejowo-autobusowego na nowoczesne centrum przesiadkowe.

„Program ochrony środowiska przed hałasem dla miasta Włocławek na lata 2018-2023”, przyjęty uchwałą Rady Miasta Włocławek nr XLV/73/2018 z dnia 27 czerwca 2018 r. w kierunkach działań w celu ograniczenia hałasu drogowego zawiera w punkcie nr 1 „Plan wymiany taboru autobusowego na nisko-lub bezemisyjny”. Program uwzględnia także realizację projektu „Rozwój zrównoważonego transportu zbiorowego poprzez poprawę efektywności energetycznej, wdrażanie technologii niskoemisyjnej we Włocławku w ramach projektu BiT-City II – etap I”. Jako technikę ograniczania hałasu drogowego dokument wskazuje rozwój przyjaznej komunikacji zbiorowej, w tym z wykorzystaniem nowoczesnego taboru autobusowego – autobusów elektrycznych.

5.2. Wybór rodzaju napędu

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

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

- zwiększenie bezpieczeństwa ekonomicznego przedsiębiorstwa – poprzez mniejszą podatność na wahania cen paliw i energii;
- zwiększenie bezpieczeństwa dostaw paliw i energii oraz ich stabilności cenowej;
- wydłużenie okresu eksploatacji pojazdów elektrycznych, ze względu na większą trwałość silników elektrycznych (z wyjątkiem baterii);
- zmniejszenie niekorzystnego oddziaływania transportu publicznego na mieszkańców w silnie zurbanizowanym obszarze miasta, w związku z brakiem emisji zanieczyszczeń do atmosfery w miejscu użytkowania autobusów elektrycznych i zmniejszoną emisją zanieczyszczeń przez pojazdy hybrydowe;
- realizacja wytycznych zawartych w „Krajowych Ramach Polityki Rozwoju Infrastruktury Paliw Alternatywnych”.

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

Wprowadzony ustawą o elektromobilności obowiązek systematycznego zwiększania udziału autobusów zeroemisyjnych w strukturze taboru wykorzystywanego w komunikacji miejskiej, stwarza konieczność zmiany dotychczasowej praktyki nabywania nowych pojazdów zasilanych olejem napędowym na – w coraz większym zakresie – pojazdy zeroemisyjne. Zapisy tej ustawy wymagają, aby w miastach przekraczających 50 000 mieszkańców, począwszy od 1 stycznia 2028 r., flota pojazdów składała się przynajmniej w 30% z autobusów zeroemisyjnych. Aktualnie udział takich autobusów w strukturze taboru operatorów komunikacji miejskiej jest znikomy. Tempo wzrostu tego udziału, wynikające z przepisów ustawy o elektromobilności, należy uznać za wysokie.

Miasto Włocławek, w wyniku realizacji projektu inwestycyjnego „Rozwój zrównoważonego transportu zbiorowego poprzez poprawę efektywności energetycznej, wdrażanie technologii niskoemisyjnej we Włocławku w ramach projektu BiT-City II – etap I”, osiągnie 5% udziału autobusów zeroemisyjnych we flocie pojazdów eksploatowanych w komunikacji miejskiej już pod koniec 2019 r., a więc przed datą 1 stycznia 2021 r. wskazaną w ustawie o elektromobilności jako pierwszy próg konieczny do osiągnięcia.

Zastosowanie CNG do zasilania autobusów determinowane jest głównie kosztem jego zakupu. Cena gazu w dużej mierze jest zależna od polityki skarbowej państwa. Od 2013 r. obowiązuje podatek akcyzowy nałożony przez rząd na ten rodzaj paliwa, znacząco podnoszący opłatę za niego. Wkrótce jednak, dzięki wejściu w życie nowych przepisów, ponownie zostanie wprowadzona zerowa stawka tego podatku na CNG. Nie bez znaczenia jest też fakt, że cena gazu ustalana jest przez jego dystrybutora – monopolistę – PGNiG S.A.

Zasadność eksploatacji pojazdów zasilanych CNG i LNG w Polsce znacznie wzrosła także po wejściu w życie ustawy o elektromobilności, która stanowi podstawę do utworzenia ogólnopolskiej sieci tankowania pojazdów zasilanych tymi paliwami gazowymi. Istotną kwestią, przy eksploatacji taboru zasilanego CNG, jest jednak fakt, że we Włocławku nie ma stacji tankowania tym paliwem, a najbliższe znajdują się dopiero w Toruniu i Inowrocławiu. Brak stacji do tankowania CNG, przy bardzo wysokich kosztach jej budowy, w zasadzie wyklucza możliwość zastosowania takiego napędu we włocławskich autobusach miejskich. Z wprowadzeniem do eksploatacji taboru zasilanego CNG wiąże się ponadto dodatkowy koszt dostosowania

obiektów zajezdni do eliminacji zagrożeń związanych z tworzeniem przez gaz ziemny mieszanin wybuchowych.

Dostępnyymi autobusami zeroemisyjnymi – nieemitującymi gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych – są autobusy z napędem elektrycznym zasilane:

- z sieci zewnętrznej – trolejbusy (z dodatkowym napędem bateryjnym lub bez niego),
- bateryjnie ze stacji doładowania różnych rodzajów lub w systemie mieszanym, oraz
- energią wytwarzaną w ogniwach paliwowych, ale tylko takich, dla których w efekcie spalania paliwa nie występuje emisja CO₂ – co przy obecnym stanie zaawansowania techniki w praktyce ogranicza je do autobusów z ogniwami paliwowymi zasilanymi wodorem (H₂).

Pojazdy zeroemisyjne zasilane z sieci zewnętrznej – trolejbusy – eksploatowane są jedynie w trzech sieciach komunikacyjnych w Polsce, najbliższej Włocławka 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 średnich, takich jak Włocławek, nie posiada wystarczających środków finansowych.

Budowa sieci zasilającej trolejbusy wiąże się także z efektem „usztynienia” 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 (CO₂ i inne zanieczyszczenia powstające w wyniku spalania oleju napędowego).

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

5.3. Rozwiązania sposobów ładowania autobusów zeroemisyjnych

Planowane od 2019 r. rozpoczęcie eksploatacji we włocławskiej komunikacji miejskiej elektrycznych autobusów zeroemisyjnych, wiązać się będzie z wprowadzeniem do parku taborowego pojazdów z nowym rodzajem napędu, nieemitującego z zastosowanych silników, w miejscu ich użytkowania, gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń gazowych.

Decyzja o zmianie rodzaju napędu w użytkowanych autobusach wymaga nie tylko nabycia pojazdów o innym źródle 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 pracowników zaplecza technicznego oraz zespoły naprawczo-remontowe dodatkowych umiejętności i uprawnień, związanych z obsługą pojazdów z silnikami elektrycznymi. Zakres i koszty dostosowania obiektów zajezdni oraz przeszkolenia załogi należy uznać za znaczące.

Autobusy zasilane z baterii stanowią obecnie większość nowowprowadzanych w komunikacji miejskiej do użytkowania autobusów 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.

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 baterijnym 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 określonej liczby kursów lub ich par. Ładowanie odbywa się zwykle podczas planowanych postojów wyrównawczych oraz przerw wynikających z przepisów o czasie pracy kierowców.

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.

Odmiernym 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 Włocławka – zasadniczym utrudnieniem w eksploatacji autobusów z ogniwami paliwowymi, 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 o wysokiej czystości w niskiej cenie.

Z powyższego względu, wariantu zastosowania autobusów z ogniwami paliwowymi nie ujęto w analizie.

5.4. Proponowane warianty

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

- wariant 1 – konwencjonalny – w którym założono kontynuację dotychczasowej polityki sukcesywnej wymiany taboru na nowe pojazdy zasilane olejem napędowym i uwzględniono realizację już zaplanowanych projektów inwestycyjnych;
- wariant 2 – elektryczny – w którym założono sukcesywne wprowadzanie taboru z bateryjnym zasilaniem elektrycznym, w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności, w tym realizację już zaplanowanych projektów inwestycyjnych.

W obydwu wariantach analizy przyjęto pełną realizację projektów inwestycyjnych opisanych w rozdziale 4.2.

W wariantcie 1 – konwencjonalnym – założono realizowaną przez MPK sukcesywną wymianę taboru, poprzez zakup 4 lub 5 fabrycznie nowych jednostek taborowych rocznie. Przyjęto zastępowanie nowymi autobusami najstarszych pojazdów, przy zachowaniu obecnej struktury pojemnościowej taboru – aż do czasu wyeliminowania pojazdów starszych niż 14-letnie. Po tym okresie tabor zasilany olejem napędowym byłby wymieniany po 14-letnim okresie eksploatacji. Okres eksploatacji elektrycznego przyjęto jako co najmniej 15 lat. Liczbę eksploatowanych jednostek taborowych ogółem przyjęto na obecnym poziomie – 59 sztuk.

W wariantcie 2 – elektrycznym – przyjęto założenie, że po zakończeniu realizacji zakupu taboru w ramach obecnie realizowanych i planowanych projektów inwestycyjnych, autobusy zeroemisyjne będą nabywane w liczbie zapewniającej spełnienie wymogów ustawy o elektromobilności. Założono również, że z uwagi na potrzebny w codziennej eksploatacji dodatkowy czas na doładowanie baterii podczas postoju autobusu elektrycznego na pętli, niezbędne będzie dokonanie korekt rozkładów jazdy, w wyniku czego wzrośnie liczba pojazdów w ruchu na liniach obsługiwanych taborem zeroemisyjnym.

Założono, że każde pięć obecnie eksploatowanych autobusów z silnikiem Diesla zastąpionych zostanie sześcioma autobusami elektrycznymi. Przyjęto także, że struktura jednostek taborowych nie ulegnie zmianie, tzn. autobusy maxi z napędem Diesla będą zastępowane autobusami maxi zeroemisyjnymi, a midi z napędem Diesla – autobusami midi zeroemisyjnymi. Założono także, że MPK we własnym zakresie będzie odnawiać tabor z napędem Diesla według zasad przedstawionych w wariantcie konwencjonalnym. Zakup pojazdów zasilanych olejem napędowym byłby realizowany wyłącznie w tych latach, w których nie będą nabywane pojazdy zeroemisyjne.

W wariantcie elektrycznym nakłady na utworzenie niezbędnej infrastruktury zasilającej podzielono na dwie grupy. W pierwszej znalazły się wydatki związane z budową nowej

rozdzielni prądu i umożliwieniem jej zasilania z zewnętrznej sieci energetycznej, które należałoby ponieść przed dostawą kolejnej partii autobusów zeroemisyjnych. Do drugiej grupy zaliczone zostały natomiast wydatki związane z instalacją stacji zasilania wolnego – w liczbie odpowiadającej nowo nabywanym autobusom zeroemisyjnym oraz szybkiego – po jednej dla każdej dostarczonej kolejnej partii tych pojazdów.

Z uwagi na brak zdolności MPK do zakupu drogich autobusów elektrycznych w dużej liczbie, niezbędne będzie zaangażowanie finansowe Gminy Miasto Wrocław w to przedsięwzięcie. Przyjęto, że w okresie analizy zakupy pojazdów elektrycznych realizować będzie Miasto, wydierżawiając je następnie operatorowi.

Ponadto, utworzono scenariusz bazowy, o charakterze wyłącznie porównawczym, w którym założono wykonywanie przewozów we wrocławskiej komunikacji miejskiej autobusami zasilanymi olejem napędowym, przy jednoczesnym ponoszeniu przez operatora niższych nakładów finansowych na odtwarzanie taboru.

W koncepcji tej przyjęto wykonanie wszystkich realizowanych i planowanych projektów inwestycyjnych, wymienionych w rozdziale 4.2, a poza tym prowadzenie polityki minimalizacji nakładów, przy spełnieniu tylko najważniejszych oczekiwań pasażerów. Założono, że MPK zrezygnuje z zakupu pojazdów fabrycznie nowych i będzie wprowadzać do ruchu pozyskiwany na rynku wtórnym tabor 5-letni, wymieniając rocznie od 3 do 6 autobusów w wieku 15-16 lat. Średni wiek taboru w wariantcie bazowym byłby nieznacznie wyższy od obecnego.

Cenę zakupu używanego autobusu z wyposażeniem i dostosowaniem do potrzeb wrocławskiej komunikacji miejskiej przyjęto na poziomie 200 tys. zł za autobus klasy midi oraz 250 tys. zł za autobus klasy maxi. Jednocześnie, ze względu na fakt, że starzejący się tabor będzie wymagał coraz wyższych nakładów na jego utrzymanie w sprawności, przyjęto, że nakłady na części zamienne i usługi naprawcze będą wzrastać o 5% rocznie, aż do osiągnięcia dwukrotnego poziomu wydatków z 2017 r.

W tabeli 5 przedstawiono planowane zmiany struktury taboru w wariantcie 1 – konwencjonalnym, a w tabeli 6 w wariantcie 2 – elektrycznym.

Planowany zakres pracy eksploatacyjnej wrocławskiej komunikacji miejskiej oraz przychody z biletów w okresie objętym analizą przyjęto na poziomie wykonania w 2017 r.

Tab. 5. Harmonogram wymiany taboru włocławskiej komunikacji miejskiej w latach 2019-2033 w wariantcie 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 – hybrydowe																
1a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	3/3	-/-	-/-	-/-
1b	Stan na koniec roku	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2	Autobusy ON – pozostałe																
2a	Zakup/wycofanie	-/3	5/5	5/5	3/4	4/4	4/4	5/5	4/4	5/5	4/4	5/5	-/-	2/2	2/2	4/4	
2b	Stan na koniec roku	53	53	53	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
3	Autobusy elektryczne																
3a	Zakup/wycofanie	3/-	-/-	-/-	1/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
3b	Stan na koniec roku	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
4	Ogółem stan taboru koniec na roku																
4a	ON – razem	56	56	56	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
4b	Zeroemisyjne	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
4c	<i>Udział [%]</i>	<i>5,1</i>	<i>5,1</i>	<i>5,1</i>	<i>6,8</i>	<i>6,8</i>	<i>6,8</i>	<i>6,8</i>	<i>6,8</i>	<i>6,8</i>	<i>6,8</i>	<i>6,8</i>	<i>6,8</i>	<i>6,8</i>	<i>6,8</i>	<i>6,8</i>	<i>6,8</i>
4d	<i>Średni wiek taboru [lat]</i>	<i>9,0</i>	<i>8,6</i>	<i>8,1</i>	<i>8,0</i>	<i>7,8</i>	<i>7,6</i>	<i>7,1</i>	<i>6,8</i>	<i>6,4</i>	<i>6,2</i>	<i>5,9</i>	<i>6,1</i>	<i>6,5</i>	<i>7,5</i>	<i>7,4</i>	

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MPK.

Tab. 6. Harmonogram wymiany taboru wrocławskiej komunikacji miejskiej w latach 2019-2033 w wariantie 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 – hybrydowe																
1a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	3/3	-/-	-/-	-/-
1b	Stan na koniec roku	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2	Autobusy ON – pozostałe																
2a	Zakup/wycofanie	-/3	5/5	5/5	-/3	5/5	-/5	5/5	5/5	-/5	5/5	2/2	-/-	2/2	2/2	4/4	
2b	Stan na koniec roku	53	53	53	50	50	45	45	45	40	40	40	40	40	40	40	
3	Autobusy elektryczne																
3a	Zakup/wycofanie	3/-	-/-	-/-	4/-	-/-	6/-	-/-	-/-	6/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	
3b	Stan na koniec roku	3	3	3	7	7	13	13	13	19	19	19	19	19	19	19	
4	Ogółem stan taboru na koniec roku																
4a	ON – razem	56	56	56	53	53	48	48	48	43	43	43	43	43	43	43	
4b	Zeroemisyjne	3	3	3	7	7	13	13	13	19	19	19	19	19	19	19	
4c	<i>udział [%]</i>	<i>5,1</i>	<i>5,1</i>	<i>5,1</i>	<i>11,7</i>	<i>11,7</i>	<i>21,3</i>	<i>21,3</i>	<i>21,3</i>	<i>30,6</i>	<i>30,6</i>	<i>30,6</i>	<i>30,6</i>	<i>30,6</i>	<i>30,6</i>	<i>30,6</i>	
4d	Średni wiek taboru [lat]	9,0	8,1	8,2	8,2	7,8	7,1	6,6	6,2	5,7	5,5	5,9	6,2	6,7	7,6	7,6	

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MPK.

W każdym wariantcie założono, że nabywane pojazdy – również używane – będą nisko-podłogowe, a ich wyposażenie będzie obejmować co najmniej klimatyzację całopojazdową oraz systemy: biletu elektronicznego, monitoringu, a także elektronicznej informacji pasażerskiej.

Przewidywane koszty zakupu jednostek taborowych przyjęto odpowiednio w wysokości (netto) za jeden autobus:

- w scenariuszu bazowym:
 - 0,20 mln zł za używany z silnikiem na olej napędowy – klasy midi;
 - 0,25 mln zł za używany z silnikiem na olej napędowy – klasy maxi;
 - 2,10 mln zł za nowy elektryczny – klasy maxi;
- w wariantcie 1 – konwencjonalnym i w wariantcie 2 – elektrycznym:
 - 0,84 mln zł za nowy z silnikiem na olej napędowy – klasy midi;
 - 0,98 mln zł za nowy z silnikiem na olej napędowy – klasy maxi;
 - 2,10 mln zł za nowy elektryczny – klasy maxi.

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

- 1,50 mln zł na budowę nowego przyłącza energetycznego i rozdzielni;
- 0,07 mln zł za ładowarki zajezdniowe wolnego ładowania – na każdy zakupiony autobus elektryczny;
- 0,80 mln zł za ładowarki szybkie na przystankach krańcowych – jedna na każde 5 autobusów elektrycznych².

Przyjęto w analizie zastosowanie urządzeń typu „plug-in”, za pomocą, których odbywać się będzie ładowanie pojazdów w zajezdni oraz ładowarek pantografowych odwróconych, zlokalizowanych na wybranych pętlach – wraz z dedykowaną infrastrukturą zasilającą.

Koszty nabywanych pojazdów używanych określono przyjmując konieczność doprowadzenia ich przed wyjazdem na trasy do pełnej sprawności technicznej – wraz z odpowiednim malowaniem oraz wyposażeniem w monitoring wewnętrzny, urządzenia informacji pasażerskiej i pobierania opłat za przejazdy – zgodnie ze standardami obowiązującymi obecnie we wrocławskiej komunikacji miejskiej.

Przy wyborze linii przeznaczonych do obsługi taborem zeroemisyjnym wzięto pod uwagę gęstość zaludnienia obszarów obsługiwanych poszczególnymi liniami, a także różnice w tej

² Przyjęto montaż pierwszej ładowarki w 2019 r. – w ramach projektu „Rozwój zrównoważonego transportu zbiorowego poprzez poprawę efektywności energetycznej, wdrażanie technologii niskoemisyjnej we Wrocławiu w ramach projektu Bit-City II – etap I”, drugiej – w 2022 r., przy eksploatacji 7 autobusów elektrycznych, trzeciej – w 2024 r., przy 13 autobusach i czwartej w 2027 r., przy 19 autobusach, co oznacza średnio jedną ładowarkę na każde 5 nabywanych autobusów elektrycznych, pomimo zakupu po jednej ładowarce szybkiej przy każdej partii pojazdów zeroemisyjnych.

gęstości, występujące w różnych częściach miasta. Porównanie to oparto na jednym z kluczowych kryteriów oceny projektów w konkursie w Działaniu 6.1 – Rozwój publicznego transportu zbiorowego w miastach w ramach Osi Priorytetowej VI – Rozwój niskoemisyjnego transportu zbiorowego w miastach w Programie Operacyjnym Infrastruktura i Środowisko 2014-2020, obowiązującym przed aktualizacją dokumentacji konkursowej³.

Kryterium to zdefiniowano jako ekspozycję osób (mieszkańców) na emisje niskie w obszarze projektu i w jego ramach obligowano do wyznaczenia liczby osób (mieszkańców) narażonych na emisje w bezpośrednim otoczeniu projektu w pasie o szerokości 250 metrów z każdej strony od osi jezdni bezpośrednio otaczającym linie autobusowe objęte projektem zmiany taboru na zeroemisyjny, przypadającej na 1 km linii objętych projektem.

Średnia gęstość zaludnienia miasta Włocławka – wg stanu na koniec 2017 r. – wynosiła 1 325 osób/km², natomiast wraz z obszarem obsługiwanych gmin, które z gminą Miasto Włocławek zawarły porozumienia międzygminne – tylko 330 osób/km². Średnia gęstość zaludnienia w Polsce na koniec 2017 r. wynosiła – według GUS – 123 osoby/km², a w miastach – 1 050 osób/km². Średnia gęstość zaludnienia w województwie kujawsko-pomorskim wynosiła 116 osób/km².

Miasto Włocławek charakteryzuje się zwartą zabudową mieszkaniową w obszarze centralnym oraz niewielką jej intensywnością na obszarach przemysłowych położonych we wschodnich i zachodnich jego obszarach oraz na prawym brzegu Wisły. Różnice w zagospodarowaniu przestrzennym powodują silne zróżnicowanie gęstości zaludnienia poszczególnych części miasta. Wprowadzie we Włocławku nie utworzono formalnie wyodrębnionych jednostek pomocniczych, ale kierując się studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego, można takie jednostki strukturalne wyodrębnić. W tabeli 7 przedstawiono gęstość zaludnienia wybranych jednostek strukturalnych obsługiwanych liniami komunikacji miejskiej – według stanu na 31 grudnia 2015 r. W tabeli uwzględniono tylko dzielnice zamieszkałe – pominięte zostały Rybnica i Wschód Leśny.

W tabeli 8 przedstawiono natomiast wskaźniki krotności – o ile razy większa jest gęstość zaludnienia w obszarze obsługiwanej włocławską komunikacją w stosunku do średniej dla obszaru obsługiwanego, miast w Polsce i terenu całej Polski oraz wskaźniki wzrostu – o ile

³ Od dnia 11 października 2018 r. kryterium: „Ekspozycja osób na emisje niskie w obszarze projektu” zostało opisane następująco: „Ekspozycja osób narażonych na emisje w bezpośrednim otoczeniu projektu w pasie o szerokości 100 m z każdej strony od osi jezdni bezpośrednio otaczającym linie autobusowe objęte projektem przypadająca na 1 km linii objętych projektem. Wskaźnik ekspozycji osób ustala się na podstawie sumy punktów z wag nadanych obiektom z bazy danych EGIB16 przeliczonej na 1 km linii autobusowej objętej projektem.”

procent jest wyższa gęstość zaludnienia w obszarze obsługiwany przez daną linię w porównaniu do średniej gęstości zaludnienia w polskich miastach.

Tab. 7. Gęstość zaludnienia zamieszkałych jednostek strukturalnych Włocławka – stan na 31 grudnia 2015 r.

Jednostka strukturalna	Powierzchnia [km ²]	Liczba mieszkańców [tys.]	Gęstość zaludnienia [osób/km ²]
Michelin	9,64	7,84	814
Południe	5,79	35,58	5 972
Śródmieście	2,76	25,24	9 143
Wschód Mieszkaniowy	4,06	15,80	3 892
Wschód Przemysłowy	3,38	2,06	608
Zachód Przemysłowy	20,27	1,17	58
Zawiśle	7,91	3,48	440
Zazamcze	5,63	21,46	3 812

Źródło: „Program ochrony środowiska przed hałasem dla miasta Włocławek na lata 2018-2023”, s. 9.

Tab. 8. Ekspozycja mieszkańców zamieszkałych jednostek strukturalnych Włocławka na niskie emisje na tle wartości charakteryzujących kraj i miasta w kraju – stan na 31 grudnia 2015 r.

Liczba mieszkańców [tys.]	Powierzchnia [km ²]	Gęstość zaludnienia [osób/km ²]	Wskaźnik			
			krotności w stosunku do			wzrostu [%]
			obsługiwane obszaru	miast w Polsce	Polski	wobec miast w Polsce
112,63	59,44	1 895	5,69	1,78	15,4	78

Źródło: „Program ochrony środowiska przed hałasem dla miasta Włocławek na lata 2018-2023”, s. 9 oraz dane Banku Danych Lokalnych GUS.

Zaprezentowane w tabeli 8 dane wskazują, że gęstość zaludnienia zamieszkałych dzielnic Włocławka jest znacznie wyższa niż przeciętna dla kraju (ponad 15-krotnie) i miast w kraju (prawie 2-krotnie), a więc liczba mieszkańców narażonych na niską emisję zanieczyszczeń ze środków transportowych jest także we Włocławku proporcjonalnie większa.

Emisja zanieczyszczeń w obszarach o dużej gęstości zaludnienia wpływa więc w większym stopniu na stan zdrowia mieszkańców Włocławka, niż przeciętna emisja zanieczyszczeń

z oddalonych od ośrodków miejskich dużych elektrowni, nawet jeśli ich paliwem jest węgiel brunatny lub kamienny.

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.

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

Uzyskane odpowiedzi umożliwiły wyodrębnienie czterech grup przesłanek:

- środowiskowych (ekologicznych);
- społecznych;
- wizerunkowych (prestż, 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, wewnątrz 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 przeferosowanie 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 pętach 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 pętach 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 wrocławskiej komunikacji miejskiej.

Na potrzeby realizacji projektu „Rozwój zrównoważonego transportu zbiorowego poprzez poprawę efektywności energetycznej, wdrażanie technologii niskoemisyjnej we Włocławku w ramach projektu BiT-City II – etap I” dokonano już wyboru pierwszych linii do obsługi taboru zeroemisyjnym – będą to linie 13 i 17. W ramach projektu zainstalowane będą także ładowarki w zajezdni MPK. Jako uzupełnienie tej inwestycji MPK planuje realizację stacji ładowania szybkiego na pętli Dębowa.

Trasa linii 13 prowadzi z miejscowości Świętosław przez Kruszyn i Nową Wieś do Włocławka, obejmując swoim zasięgiem osiedla Michelin, Południe, Śródmieście (pl. Wolności) oraz Zazamcze, kończąc na pętli przy ul. Promiennej. Około 2/3 realizowanych na linii kursów nie przekracza granic miasta, wykorzystując pętlę przy ul. Dębowej. Autobusy linii 13 przejeżdżają przez osiedle Michelin ulicą Jana Pawła II, o charakterze przelotowym, gdzie występuje duża uciążliwość transportu kołowego.

Linia 17 zawiera się w całości w granicach administracyjnych miasta Włocławka, a jej trasa w dużej mierze pokrywa się z trasą linii 13. Łącząc te same krańcówki – Promienną i Dębową – autobusy linii 17 obsługują dodatkowo wschodnią część os. Michelin, w której trasa tej linii prowadzi ulicami wewnętrznymi – Brzeziniową, Szkolną, Letnią, Bartnicką i Mielęcińską.

Celem, jaki Miasto zamierza osiągnąć takim wyborem linii, jest ograniczenie wykorzystania autobusów z napędem spalinowym na osiedlu Michelin – najbardziej zanieczyszczonym emisją pyłów do atmosfery rejonie Włocławka. Ponadto, trasy linii 13 i 17 prowadzą przez mocno zanieczyszczone pyłami Śródmieście, ze starą zabudową i o wysokiej gęstości zaludnienia.

W kolejnych latach Miasto zamierza wprowadzić do eksploatacji tabor zeroemisyjny na liniach 11 i 23 – obsługujących wspólnie os. Michelin oraz na liniach 1 i 15 – mających wspólny kraniec na pętli „Wiejska”. Linie 15 i 23 mają z kolei wspólny kraniec na pętli przy ul. Ostrowskiej.

Linie 1, 13, 15 i 17 mają charakter linii podstawowych, natomiast linie 11 i 23 – zindywidualizowanych.

Zastosowanie taboru zeroemisyjnego na linii 11 może być uzasadnione obsługą wybranymi kursami obiektów uzdrowiskowych zlokalizowanych w Wieńcu-Zdroju. Aby tam dotrzeć z pętli przy ul. Wienieckiej, położonej przy granicy miasta, konieczne jest pokonanie 3-kilometrowego odcinka leśnego. Ponadto, obsługa linii 11 i 23 pojazdami elektrycznymi pozwoli na całkowite wyeliminowanie autobusów z silnikami spalinowymi z os. Michelin.

Linia 1 obsługuje na znacznym odcinku trasy słabo zaludnione Zawisłe, położone na prawym brzegu Wisły, pokonując jednak przy tym przeprawę drogową nad rzeką Wisłą, z bardzo dużym ruchem samochodów, powodującym powstawanie długich zatorów drogowych.

Z kolei linia 15 łączy Śródmieście z osiedlem budynków wielorodzinnych z zabudową wysoką przy ul. Ostrowskiej oraz z obszarami ekstensywnej zabudowy wielorodzinnej w rejonie ulic: Wiejskiej, Kapitulnej i Gajowej.

Liniami komunikacyjnymi, które byłyby odpowiednie do obsługi taborem zeroemisyjnym są linie podstawowe, których trasa przebiega przez centralną część miasta, o gęstej zabudowie mieszkaniowej.

Wybór linii do obsługi przez autobusy elektryczne determinuje lokalizację stanowisk do ładowania szybkiego. Wraz z przeznaczeniem do obsługi taborem zeroemisyjnym linii 13 i 17, MPK zamierza zrealizować inwestycję budowy stacji ładowania szybkiego na krańcu przy ul. Dębowej. Na pętli tej można będzie doładowywać pojazdy obsługujące linie 11, 13, 17 i 23. Kolejną pętlą, na której możliwe byłoby zainstalowanie stacji ładowania autobusów, jest krańiec „Wiejska” – wykorzystywany przez linie 1 i 15. Wybór kolejnych stanowisk do budowy stacji ładowania szybkiego zostanie zdeterminowany przez wybór linii do obsługi taborem zeroemisyjnym.

Pozostałe linie podstawowe – 3, 12, 14 i 21 – także mogłyby być objęte taborem zeroemisyjnym. Są jednak pewne przesłanki, aby nastąpiło to dopiero w dalszej kolejności.

Linia 12, pomimo przewożonej dużej liczby pasażerów, rozpoczyna trasę na położonej w lesie, przy szpitalu wojewódzkim i słabo wykorzystywanej pętli „Wieniecka”, a kończy ją – w zależności od wariantu trasy – na pętli przy ul. Ostrowskiej (ok. 2/3 kursów) lub przy ul. Przemysłowej (ok. 1/3 kursów, uruchamianych w szczytach przewozowych).

Krańcówka przy ul. Ostrowskiej, wykorzystywana jest także przez autobusy linii podstawowych 3, 14 (poza szczytami przewozowymi w dniu powszednim) i 15, uzupełniających – 10 i 20, oraz zindywidualizowanej – 2. Z tej przyczyny opisywana krańcówka byłaby dobrą lokalizacją do doładowywania autobusów zeroemisyjnych – mogłyby z niej korzystać nie tylko pojazdy linii 12, ale wszystkich pozostałych linii kończących na niej swoją trasę. Atutem lokalizacji stacji ładowania pojazdów na pętli przy ul. Ostrowskiej jest także jej umiejscowienie wewnątrz osiedla Wschód Mieszkaniowy, zatem elektryfikacja korzystających z niej linii zdecydowanie zmniejszyłaby uciążliwość publicznego transportu zbiorowego dla mieszkańców osiedla, szczególnie podczas ruszania pojazdów z przystanku.

Linia 21, łącząca pętle przy ul. Wiejskiej i Promiennej, mogłaby korzystać z urządzeń zainstalowanych na tych pętlach dla autobusów linii: 13, 14, 15 i 17.

W tabeli 9 przedstawiono charakterystykę – przez pryzmat określonych cech – wybranych linii autobusowych, które mogą być przeznaczone do obsługi taborem zeroemisyjnym. Tabela 9 zawiera wszystkie linie podstawowe oraz inne linie obsługujące osiedle Michelin. Kolorem zielonym zacieniowano komórki wskazujące na spełnianie danego kryterium.

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

Linia	Średnia długość trasy [km]	Kryterium obsługi taborem zeroemisyjnym – obsługa określonych rejonów lub obszarów						Ranking obsługi taborem zeroemisyjnym
		osiedle Zazamcze	osiedle Południe	osiedle Michelin	ściśle centrum (pl. Wolności)	Wschód Mieszkańowy	rejon dworca kolejowego	
Linie podstawowe								
1	10,0	nie	tak	nie	tak	nie	tak	6
3	13,5	tak	nie	nie	tak	tak	tak	4
12	8,5	tak	nie	nie	tak	tak	nie	3
13	12,1 /16,9	tak	tak	tak	tak	nie	nie	1
14	8,7	nie	tak	nie	tak	tak	nie	5
15	11,7	nie	tak	nie	tak	tak	tak	2
17	14,3	tak	tak	tak	tak	nie	nie	1
21	7,8	tak	tak	nie	nie	nie	nie	7
Pozostałe linie								
11	8,1	tak	tak	tak	nie	nie	tak	-
23	17,2	nie	tak	tak	nie	tak	nie	-

Źródło: opracowanie własne.

Trzy linie wrocławskiej komunikacji miejskiej spośród przedstawionych w tabeli 9 charakteryzuje większa długość tras, powyżej 14 km. W tej grupie znalazła się linia 13 – w kursach obsługujących Świątosław oraz w całości linie 17 i 23. Szczególnie długą, liczącą ponad 17 km trasę, posiada linia 23, w związku z czym jej obsługa taborem zeroemisyjnym wymagałaby pojazdów o znacznie większej pojemności baterii.

W tabeli 10 przedstawiono liczbę pasażerów (potoki pasażerskie) korzystających z proponowanych do objęcia taborem zeroemisyjnym linii komunikacyjnych, którą przyjęto na podstawie wyników badań marketingowych przeprowadzonych we wrocławskiej komunikacji miejskiej wiosną 2016 r. Wyróżnieniem w kolorze zielonym (stosując gradację zacieniowania), zaznaczono wartości najwyższe.

Tab. 10. Liczba pasażerów wybranych linii wytypowanych do ewentualnej obsługi taborem zeroemisyjnym

Linia	Pasażerowie ogółem			Pasażerowie na 1 km		
	dzień powszedni	sobota	niedziela	dzień powszedni	sobota	niedziela
Linie podstawowe						
1	2 120	1 085	702	3,0	2,1	1,4
3	2 919	1 147	843	3,1	2,9	2,1
12	3 040	2 120	2 110	4,6	4,0	3,7
13	3 335	1 156	909	3,8	3,2	2,8
14	2 111	908	985	2,8	2,1	2,3
15	1 882	1 652	1 185	3,0	3,0	2,1
17	4 679	1 691	1 131	4,2	4,5	3,1
21	2 044	1 625	691	4,0	4,6	2,4
Pozostałe linie						
11	210	121	84	1,7	1,3	0,9
23	993	588	411	1,9	1,7	1,2

Źródło: „Wielkość i struktura popytu oraz sytuacja eksploatacyjno-ekonomiczna włocławskiej komunikacji miejskiej w świetle wyników badań marketingowych z wiosny 2016 r. – wraz z koncepcją optymalizacji sfery podaży jej usług”, marzec-czerwiec 2016 r.

Zdecydowanie największa liczba pasażerów w dniu powszednim skorzystała z linii 17, a w pozostałych dniach tygodnia – z linii 12. Do linii intensywnie wykorzystywanych przez pasażerów należą także linie 13, 17 i 21. Zupełnie znikomym zainteresowaniem charakteryzowała się natomiast linia 11, zaproponowana przez Miasto do obsługi taborem zeroemisyjnym.

W rankingu obsługi taborem zeroemisyjnym przedstawionym w tabeli 9, liniom 13 i 17 a priori przyznano pozycję pierwszą – ze względu na ich wytypowanie przez Miasto w pierwszej kolejności do obsługi autobusami elektrycznymi i uwzględnienie tego faktu w różnych dokumentach aplikacyjnych.

W następnej kolejności do obsługi taborem zeroemisyjnym powinny być przeznaczone linie spełniające co najmniej cztery z siedmiu możliwych kryteriów – obsługi przynajmniej trzech ważnych rejonów określonych w tabeli 9 i jednocześnie względnie wysokiej liczby pasażerów korzystających z linii. Warunki takie spełniają linie: 3, 12 i 15, wśród których jest linia 12, o największych przewozach w całej sieci komunikacyjnej włocławskiej komunikacji miejskiej. Trasa linii 3 niemal w połowie przebiega poza obszarem głównej zabudowy mieszkaniowej przez tereny o charakterze głównie przemysłowym, zatem priorytetowość kierowania

na taką linię taboru zeroemisyjnego, może budzić uzasadnione wątpliwości. Po trzy z wyżej opisanych kryteriów spełniają też linie 1 i 14.

Proponuje się, aby przydział linii do obsługi taboru zeroemisyjnym przedstawiał się następująco:

- w pierwszej kolejności, zgodnie z założeniami projektu „Rozwój zrównoważonego transportu zbiorowego poprzez poprawę efektywności energetycznej, wdrażanie technologii niskoemisyjnej we Włocławku w ramach projektu BiT-City II – etap I” – linie 13 i 17, ze stacją ładowania szybkiego na pętli Dębowa;
- w drugiej kolejności – linia 15, z dodatkową stacją ładowania szybkiego na pętli Ostrowska;
- w trzeciej kolejności – linia 12, korzystająca z dodatkowego stanowiska ładowania na pętli Ostrowska;
- w czwartej kolejności linia 14 – z dodatkową stacją ładowania na pętli Wiejska; z tej stacji mogłyby korzystać także autobusy linii 15;
- w piątej kolejności – linia 1 korzystająca z dodatkowej stacji ładowania na pętli przy ul. Wiejskiej oraz linia 3 – korzystająca ze stacji ładowania na pętli Ostrowska;
- w dalszej kolejności – linia 21.

Linie 11 i 23 mogą być obsługiwane taboru zeroemisyjnym w miarę dostępności niewykorzystanych w danym czasie autobusów elektrycznych.

Wraz z wyborem linii do obsługi taboru zeroemisyjnym, należy także określić niezbędną pojemność baterii autobusu. Ciężar pakietu baterii o pojemności około 30 kWh wynosi w przybliżeniu 300 kg. Dla autobusu standardowego ładowanego wyłącznie w zajezdni, w celu zapewnienia przebiegu 200 km, pakiet baterii pojazdowych (przy założeniu braku ogrzewania elektrycznego i zastosowaniu agregatu spalinowego) powinien posiadać pojemność nie mniejszą niż 240 kWh, co przekłada się na ciężar baterii rzędu 2,4 tony. W praktyce, z uwagi na zakres pracy baterii z reguły znacznie niższy od przedziału 0-100% naładowania i ze względu na możliwość wystąpienia warunków ruchu gorszych niż typowe (kongestia, inne utrudnienia), 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.

Zużycie energii przez przeciętny autobus elektryczny oraz trolejbus zależy jest nie tylko od nowoczesności zastosowanych rozwiązań (wyższa sprawność urządzeń, ograniczenie zwykłego zużycia energii przez nowe technologie), ale także od liczby zainstalowanych urządzeń korzystających z pokładowej energii elektrycznej. W eksploatowanych od wielu lat trolejbusach, pobór energii przez urządzenia pokładowe sięga nawet 35% całości jej zużycia. Dotyczy to nie tylko systemów funkcjonowania pojazdu (zasilanie w sprężone powietrze, wentylacja i klimatyzacja, oświetlenie wewnętrzne, obsługa autokomputera i urządzeń towarzyszących, łączność z serwerami i dyspozytorem, itp.), ale także elementów informacji i obsługi pasażerskiej oraz komfortu przewozu i zapewnienia bezpieczeństwa. Znaczącymi odbiornikami energii w pojeździe elektrycznym są: system i wyświetlacze informacji pasażerskiej, w tym zapowiedzi głosowe kolejnych przystanków, monitoring, 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 wrocławskiej komunikacji miejskiej wyposażeniu autobusu, bez ogrzewania elektrycznego, dla warunków klimatycznych panujących we Wrocławku, średnie zużycie energii elektrycznej wyniesie ok. 1,1 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 dm³ oleju na godzinę pracy, są więc dodatkowym źródłem emisji gazów cieplarnianych i emisji innych zanieczyszczeń do atmosfery. Autobus z takim systemem ogrzewania nie jest więc 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 we wrocławskich warunkach ruchowych i klimatycznych, należy przyjąć maksymalne zużycie energii przez autobus elektryczny z ogrzewaniem elektrycznym na poziomie $1,1+0,7 = 1,8$ kWh w przeliczeniu na każdy 1 km trasy.

W tabeli 11 przedstawiono szacunkowe wyliczenia niezbędnej pojemności baterii dla autobusów kursujących na poszczególnych liniach przeznaczonych do obsługi taboru 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. W związku z tym moc ładowarki zainstalowanej na pętli powinna wynosić 400 kW (przy sprawności wynoszącej 90%).

Wynosząca 200 kWh pojemność zasobników energii – wymagana w obecnie prowadzonym postępowaniu przetargowym na zakup autobusów zeroemisyjnych – pozwoli na ładowanie pojazdów na pętłach ze znacznie mniejszą częstotliwością lub na eksploatację kilkugodzinną, po której wymagana jest dłuższa przerwa na doładowywanie wolne w zajezdni. Ze względu na dużą długość tras, w celu zapewnienia pewności wykonania dwóch par kursów bez ryzyka rozładowania baterii, taką samą ich pojemność określono dla pojazdów przeznaczonych do obsługi długich linii 3 i 23.

Obsługę dwóch par kursów na krótszych liniach umożliwią baterie o mniejszej pojemności – 120 kWh. Zalecane jest wprowadzanie autobusów elektrycznych o ujednoliconej pojemności baterii – w celu umożliwienia swobodnego dysponowania pojazdami na poszczególnych liniach.

Wykorzystanie pojazdów elektrycznych można zwiększyć, stosując cykliczne zmiany w przypisaniu autobusów do obsługiwanych linii, które odbywać się będą w obrębie pętli integrujących grupy linii i spowodują skrócenie czasu oczekiwania na pętłach na rozpoczęcie kolejnego kursu, a w konsekwencji – zmniejszą liczbę ekspediowanych na trasy autobusów. Linie przeznaczone do obsługi taboru zeroemisyjnym mogą też być w określonych porach dnia obsługiwane pojazdami z tradycyjnym napędem Diesla. Podobnie, autobusy zeroemisyjne mogą być wykorzystywane na innych liniach, których trasy kończą się na pętłach ze stacją ładowania szybkiego.

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

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

Linia	Przeciętna długość dwóch kółek (par kursów)	Zużycie energii		Czas ładowania		Pojemność baterii	
		lato	zima	lato	zima	obliczona	proponowana*
	[km]	[kWh]	[kWh]	[min]	[min]	[kWh]	[kWh]
1	39,8	43,8	71,6	7,3	11,9	92	120
3	53,8	59,2	96,8	9,9	16,1	125	140-160
11	32,3	35,5	58,1	5,9	9,7	75	120
12	33,7	37,1	60,7	6,2	10,1	78	120
13	67,6	74,4	121,7	12,4	20,3	156	160-180
14	34,7	38,2	62,5	6,4	10,4	81	120
15	46,9	51,6	84,4	8,6	14,1	109	120
17	57,1	62,8	102,8	10,5	17,1	132	140-160
21	34,7	34,3	56,2	5,7	9,4	72	120
23	68,9	75,8	124,0	12,6	20,7	159	180-200

* – dla pojemności baterii 120 kWh w sezonie zimowym wymagane dwukrotnie częstsze ładowanie.

Źródło: opracowanie własne.

W przypadku decyzji o zakupie i wprowadzeniu do eksploatacji kolejnych autobusów elektrycznych przewiduje się realizację inwestycji wspomagających – budowy stacji ładowania wolnego – w bazie MPK, o mocy pozwalającej na naładowanie autobusu w czasie nie dłuższym niż 4-5 godzin, z odpowiednią rozbudową stacji transformatorowych, rozdzielni i sieci zasilających.

Moc ładowarek zajezdniowych może przyjmować różne wartości. Na ogół zakłada się moc 30-50 kW na jeden autobus. Możliwe jest także zastosowanie ładowarek o większej mocy, rzędu 80-100 kW na autobus, pozwalające na ładowanie dwóch autobusów w ciągu postoju nocnego. Możliwość ładowania dwóch pojazdów w czasie przerwy nocnej zmniejsza zapotrzebowanie na jednostkowy pobór mocy, co pozwala na obniżenie kosztów inwestycji w instalacje sieci i rozdzielni oraz wysokości opłat operatora za moc zamówioną, wymaga jednak zapewnienia odpowiedniej obsługi na zmianie nocnej.

Rozwiązanie takie wymaga także posiadania placu pozwalającego na parkowanie obok stanowiska podłączeniowego dwóch autobusów. Przeszycie pojazdów w okresie postoju

nocnego wymagałoby dodatkowej pracy kierowcy w porze nocnej i obarczone jest większym ryzykiem kolizji. MPK posiada place odpowiedniej wielkości dla instalacji ładowarek w obydwu systemach.

Istotnym elementem instalacji do ładowania nocnego jest konieczność dostosowania instalacji doprowadzających energię elektryczną do ładowarek. W wariantcie elektrycznym w pierwszym okresie użytkowane będą trzy autobusy zeroemisyjne, co przy jednoczesnym użytkowaniu wszystkich ładowarek o mocy 60 kW każda, wymaga mocy przyłączeniowej 180 kW. Przy docelowym użytkowaniu 19 autobusów moc wymagana wynosi ponad 1,1 MW.

Przy ładowarkach większej mocy, np. 80 kW, umożliwiającym ładowanie kolejno dwóch pojazdów w ciągu jednej nocy, zapotrzebowanie na moc przyłączeniową będzie odpowiednio niższe. Należy przypuszczać, że niezbędna będzie docelowo budowa nowych przyłączy elektroenergetycznych, rozbudowa lub budowa rozdzielni, a być może także nowej trafostacji. Koszt takiej inwestycji dla potrzeb zasilania 19 autobusów elektrycznych może sięgać kwoty 1,5 mln zł.

Ryczałtowy koszt instalacji do ładowania wolnego (ładowarki z przyłączami do rozdzielni) na terenie zajezdni operatora przyjęto w analizie na uśrednionym poziomie 70 tys. zł na autobus.

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

Nakłady niezbędne do poniesienia na zakup taboru i instalacje zasilające przedstawiono w tabeli 12. Wysokość nakładów na tabor elektryczny z ładowarkami w 2019 r. przyjęto w wysokości określonej w otrzymanej przez Miasto ofercie. Wysokość nakładów MPK na budowę stacji ładowania szybkiego na pętlach przy ul. Dębowej i Promiennej przyjęto w kwocie 1,0 mln zł. Nakłady uwzględniają konieczność wymiany baterii w pojazdach elektrycznych, której żywotność przewidziano na 8 lat.

Tab. 12. Planowane nakłady inwestycyjne i odtworzeniowe dla poszczególnych wariantów [mln zł]

Lp.	Wariant napędu autobusów	Rozpatrywany rok														
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
1	Wariant 1 – konwencjonalny															
1.1	Autobusy ON	0,00	4,90	4,20	0,00	3,36	3,92	4,90	3,92	4,20	3,36	4,20	5,88	1,96	1,96	3,92
1.2	Autobusy elektryczne	6,86	0,00	0,00	2,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.3	Infrastruktura ładowania	1,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.4	Ogółem	7,86	4,90	4,20	5,14	3,36	3,92	4,90	3,92	4,20	3,36	4,20	5,88	1,96	1,96	3,92
2	Wariant 2 – elektryczny															
2.1	Autobusy ON	0,00	4,90	4,20	0,00	4,34	0,00	4,90	4,62	0,00	4,20	1,68	5,88	1,96	1,96	3,92
2.2	Autobusy elektryczne	6,86	0,00	0,00	8,40	0,00	12,60	0,00	0,00	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.3	Infrastruktura ładowania	0	0,00	0,00	2,58	0,00	1,22	0,00	0,00	1,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.4	Ogółem	7,86	4,90	4,20	10,98	4,34	13,82	4,90	4,62	13,22	4,20	1,68	5,88	1,96	1,96	3,92

Źródło: opracowanie własne.

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 baterijną. 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 na poziomie osiągniętym w 2017 r.

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 MPK za 2017 r. oraz planowanych na 2018 r.

Roczne koszty eksploatacji ponoszone aktualnie przez MPK przedstawiono w tabeli 13. Koszty eksploatacji (paliwo, materiały eksploatacyjne, remonty, ubezpieczenia, opony) dla obecnie eksploatowanych pojazdów przyjęto na podstawie kosztów wykonanych w MPK za 2016 r. i 2017 r. oraz planowanych na 2018 r. Na podstawie powyższych danych obliczono następnie wskaźniki jednostkowe kosztów (zł/km).

Z uwagi na brak eksploatowanych autobusów elektrycznych, MPK ponosi aktualnie koszty energii elektrycznej wynikające z jej zużycia 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 górnym poziomie osiąganym przez MPK Sp. z o.o. w 2017 i 2018 r. – w wysokości 0,41 zł netto.

Tab. 13. Roczne koszty eksploatacji taboru MPK w 2016 r. i 2017 r. oraz plan na 2018 r. [tys. zł]

Kategoria kosztu	Wartość		
	2016 r.	2017 r.	plan 2018 r.
Amortyzacja	2 217,0	2 241,9	2 342,3
Paliwa płynne	3 530,5	3 947,3	4 398,8
Ogumienie	100,5	87,5	100,0
Koszty napraw i remontów	3 006,4	2 996,2	2 148,3
Wynagrodzenia	5 852,5	6 086,7	6 258,5
Narzuty na wynagrodzenia	1 404,7	1 473,0	1 468,3
Ubezpieczenie pojazdów	203,0	210,8	250,0
Pozostałe koszty	357,1	362,9	343,7
Koszty wydziałowe	1 335,8	1 338,5	1 336,5
Koszty sprzedaży biletów	290,3	319,6	329,0
Koszty ogólnozakładowe	3 074,4	3 002,7	3 135,1
Koszty napraw wiat	52,0	55,2	60,0
Razem koszty eksploatacji	22 424,2	22 122,3	22 170,5

Źródło: dane MPK.

W tabeli 14 przedstawiono podstawowe wskaźniki eksploatacyjne przyjęte do obliczeń dla autobusów z napędem Diesla oraz elektrycznych.

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

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

Tab. 14. Wskaźniki kosztów eksploatacyjnych przyjęte do analizy

Kategoria	Jednostka	Podstawa	Wartość
Średnioroczne spalanie autobusu o długości 12 m z silnikiem Diesla	dm ³ /100 km	dane MPK	33,2
Średnioroczna liczba wzkm na autobus	tys. km	dane MPK	59,3
Średnia cena oleju napędowego	zł/dm ³	dane MPK	3,59
Cena energii elektrycznej	zł/kWh	dane MPK	0,41
Koszty eksploatacji autobusów – zużycie materiałów	zł/km	dane MPK	0,17
Koszty eksploatacji autobusów – naprawy i usługi obce	zł/km	dane MPK	0,48
Współczynnik kosztów eksploatacji autobusów elektrycznych do autobusów z silnikiem Diesla (materiały i usługi)	-	dane producentów	0,70
Współczynnik kosztów eksploatacji autobusów na ON – EURO 6 do autobusów na ON – EURO 2-5 (materiały i usługi)	-	szacunek własny	0,85
Średnie spalanie nowego autobusu na ON – EURO 6	dm ³ /100 km	dane MPK	33,2
Średnie zużycie energii autobusu elektrycznego	kWh/km	dane producentów	1,50
Przyjęte okresy użytkowania zakupionych pojazdów:			
autobusy na ON (używane)	lata	przewidywany okres	10
autobusy ON (nowe)		użytkowania	15
autobusy elektryczne			15

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

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

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

Analiza została przygotowana według niżej przedstawionego schematu postępowania:

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

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

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

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

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

Dokonując wyceny efektów zewnętrznych zastosowano ogólne zasady metodyczne ilościowej analizy kosztów i korzyści, w tym monetyzacji efektów społeczno-ekonomicznych, które opisano w Przewodniku, Niebieskiej Księdze, a także w Vademecum Beneficjenta – wymienionych w 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 unikać podwójnego naliczenia kosztów ekologicznych w analizie ekonomicznej).

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

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

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

Zastosowane w analizie finansowej kategorie kosztowe nie zawierają podatku VAT ani innych ukrytych opłat pośrednich, 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 CO₂, zgodnie z metodyką zawartą w opracowaniu pt. „European Investment Bank Induced GHG Footprint. The carbon footprint of projects financed by the Bank. Methodologies for the Assessment of Project GHG Emissions and Emission Variations. 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 CO₂. Wielkość emisji gazów została pomnożona przez współczynnik kosztu jednostkowego CO₂, czego wynikiem jest całkowity koszt zmian klimatycznych.

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

Do obliczeń przyjęto wartości jednostkowe uzyskane zgodnie z Kalkulatorem emisji zanieczyszczeń i kosztów klimatu dla środków transportu publicznego CUPT, dostępnym w serwisie internetowym tej instytucji (dostęp: 30.09.2018 r.).

Kalkulacja ilości emisji CO₂ 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 (NO_x, PM, NMHC/NMVOC) został oszacowany dla scenariusza bazowego i wariantów zgodnie z aktualnymi wartościami dopuszczalnych zanieczyszczeń dla poszczególnych norm EURO użytkownika taboru.

Dla wariantu elektrycznego, z autobusami elektrycznymi zasilanymi z baterii, uwzględniono koszty emisji powstającej przy wytwarzaniu energii elektrycznej w Polsce, przedstawione w tabeli 15, pomimo że emisję lokalną można uznać za zerową.

Tab. 15. 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: 30.09.2018 r.

Dla wariantu 1 – konwencjonalnego – z autobusami z silnikami Diesla spełniającymi normy EURO 6, przyjęto wskaźniki maksymalnej emisyjności dla tego typu silników.

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

Wyceny wpływu lokalnej emisji substancji szkodliwych dokonano z zastosowaniem współczynnika zwiększającego – będącego iloczynem procentowego wzrostu przeciętnej gęstości zaludnienia na obszarze przylegającym do linii komunikacyjnych przeznaczonych do obsługi taborem zeroemisyjnym w stosunku do przeciętnej gęstości zaludnienia w miastach w Polsce, przedstawionego w tabeli 11 – oraz udziału emisji zanieczyszczeń z ciężkich pojazdów drogowych i autobusów w ogólnej emisji zanieczyszczeń transportu drogowego w Polsce⁴.

Emisja hałasu

Dla nowych autobusów z silnikiem Diesla, spełniających normę EURO 6, założono 5% redukcję hałasu. Obecnie stosowane silniki elektryczne, w porównaniu do silników spalinywych, 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 przyjęto 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 i elektrycznego).

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

⁴ <http://www.kobize.pl/pl/fileCategory/id/16/krajowa-inwentaryzacja-emisji>, tabela POL_2016_2014_23052016_102704_submitted.

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

Tab. 16. Wskaźniki efektywności finansowej porównywanych wariantów

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant 1 – konwencjonalny	Wariant 2 – elektryczny
Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (FNPV/c)	tys. zł	-23 241,0	-43 175,4
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 17 przedstawiono wyniki podsumowania analizy dla wariantów konwencjonalnego oraz elektrycznego w zakresie emisji zanieczyszczeń, a w tabeli 18 – efekty ekonomiczne tej analizy.

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 istotne osiągnięte wartości ENPV w porównaniu do scenariusza bazowego, lecz różnice wartości ENPV poszczególnych analizowanych wariantów. Scenariusz bazowy nie będzie bowiem realizowany i ma znaczenie wyłącznie porównawcze, ponieważ służy zaprognozowaniu przepływów dla poszczególnych wariantów przy zastosowaniu metody różnicowej.

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

Z uwagi na znaczące różnice w wartości nakładów inwestycyjnych obu ocenianych wariantów, ENPV nie jest najważniejszą 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.

Tab. 17. Emisja zanieczyszczeń i jej koszt w poszczególnych wariantach

Lp.	Czas badania	Jednostka	Wielkość i koszt emisji			
			CO ₂	NO _x	NM VOC	PM
Scenariusz bazowy – tabor używany						
1.1	Średniorocznie	tona	3 043,0	12,0	6,6	0,3
1.2		tys. zł	619,6	976,3	66,7	338,8
1.3	Cały okres analizy	tona	48 687,6	192,6	105,9	4,0
1.4		tys. zł	9 913,6	15 620,7	1 066,6	5 420,2
Wariant 1 konwencjonalny – tabor z silnikami Diesla						
2.1	Średniorocznie	tona	3 043,0	12,0	6,6	0,3
2.2		tys. zł	619,6	976,3	66,7	338,8
2.3	Cały okres analizy	tona	48 687,6	192,6	105,9	4,0
2.4		tys. zł	9 913,6	15 620,7	1 066,6	5 420,2
Wariant 2 elektryczny – tabor zeroemisyjny						
3.1	Średniorocznie	tona	2 924,6	12,1	6,3	0,3
3.2		tys. zł	592,8	985,1	62,9	348,4
3.3	Cały okres analizy	tona	46 793,8	194,1	100,7	4,1
3.4		tys. zł	9 484,5	15 761,6	1 006,5	5 573,9
Różnica wysokości emisji i jej kosztów – wariant 2 elektryczny versus wariant 1 konwencjonalny						
4.1	Średniorocznie	tona	-118,4	0,1	-0,3	0,0
4.2		tys. zł	-26,8	8,8	-3,8	9,6
4.3	Cały okres analizy	tona	-1 893,8	1,5	-5,2	0,1
4.4		tys. zł	-429,1	140,9	-60,1	153,7

Źródło: opracowanie własne.

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.

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

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant	
		1 konwencjonalny	2 elektryczny
Koszty inwestycyjne	tys. zł	34 420,0	59 180,0
Infrastruktura i pozostałe koszty	tys. zł	30,0	4 950,0
Autobusy z wyposażeniem	tys. zł	34 390,0	54 230,0
Zmiany kosztów eksploatacyjnych	tys. zł/rok	-183,4	-349,2
Zdyskontowane efekty zewnętrzne	tys. zł	0,0	1 840,7
Emisja lokalna – wartość zdyskontowana	tys. zł	0,0	227,0
Emisja CO ₂ – wartość zdyskontowana	tys. zł	0,0	253,1
Redukcja hałasu	tys. zł	0,0	1 360,5
Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)	tys. zł	-19 871,6	-33 623,7
Ekonomiczna stopa zwrotu (EIRR)	%	niepoliczalna	niepoliczalna
Wskaźnik przychód/koszty (BCR)	-	0,09	0,11

Źródło: opracowanie własne.

Ocena wyników ekonomicznych obu wariantów i same wyniki wskazują, iż podstawowym czynnikiem wpływającym na wartości wskaźników są nakłady inwestycyjne, tj. cena autobusu w danym wariantcie. 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 – brak osiągniętych korzyści z tytułu zastosowania we włocławskiej komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych.

6.3. Trwałość finansowa

Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne Sp. z o.o. jako operator – podmiot wewnętrzny, posiada umowę wieloletnią z organizatorem – Gminą Miasto Włocławek, zawartą w dniu 15 maja 2015 r. na okres do 31 maja 2025 r., czyli na ok. 10 lat. W ramach tej umowy operator otrzymuje rekompensatę pokrywającą jego uzasadnione koszty i gwarantującą rentowność przewozów prowadzonych w ramach komunikacji miejskiej.

Rada Miasta Włocławek przed zawarciem powyższej umowy powierzyła MPK, uchwałą nr XI/133/11 z dnia 27 czerwca 2011 r., wykonywanie zadania własnego Gminy Miasto Włocławek polegającego na świadczeniu usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego na terenie Miasta oraz innych gmin, jeżeli będzie to wynikać z zawartych porozumień międzygminnych.

W 2018 r. Miasto Włocławek, wykorzystując dofinansowanie ze środków pomocowych Unii Europejskiej, przeprowadziło przetarg na zakup 3 fabrycznie nowych autobusów zeroemisyjnych wraz z infrastrukturą ładowania w ramach realizacji projektu „Rozwój zrównoważonego transportu zbiorowego poprzez poprawę efektywności energetycznej, wdrażanie technologii niskoemisyjnej we Włocławku w ramach projektu BiT-City II – etap I”. Pojazdy te zostaną przekazane nieodpłatnie do eksploatacji operatorowi wewnętrznemu – MPK.

Miasto analizuje także możliwości pozyskania finansowania dla kolejnego etapu realizacji projektu, w ramach którego zakupiony zostałby kolejny autobus elektryczny. W okresie analizy polityka ta będzie kontynuowana.

W tabeli 19 przedstawiono wykonanie budżetu Gminy Miasto Włocławek w latach 2015-2017 oraz plan na 2018 r.

Tab. 19. Budżet Gminy Miasto Włocławek 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	560,4	600,0	620,1	630,8
1a	w tym dochody bieżące	529,4	581,4	615,1	592,2
1aa	w tym lokalny transport zbiorowy	8,5	7,9	7,7	7,7
1b	w tym dochody majątkowe	31,0	18,6	5,0	38,6
2	Wydatki	527,9	582,8	619,6	658,1
2a	w tym wydatki bieżące	477,5	521,2	548,7	572,1
2aa	w tym lokalny transport zbiorowy	20,2	21,2	23,0	
2b	w tym wydatki majątkowe	50,5	61,6	70,9	86,0
3	Deficyt/nadwyżka	32,4	17,2	0,5	-27,3
4	Deficyt/nadwyżka operacyjna	51,9	60,2	66,4	20,1
5	Finansowanie	-2,5	19,7	28,0	27,3
5a	w tym przychody	39,6	51,1	65,0	65,7
5b	w tym rozchody	42,1	31,4	37,0	38,4

Źródło: www.bip.um.wlocl.pl, dostęp: 30.09.2018 r.

Miasto Włocławek w latach 2015-2017 osiągało stale dodatni wynik budżetu operacyjnego. Oznacza to, że jest w stanie pokryć rosnące wydatki bieżące, w tym związane z rekompensatą dla MPK. W pozycji dochodów z lokalnego transportu zbiorowego największą pozycję stanowią wpływy z biletów komunikacji miejskiej – 6,8 mln zł w 2017 r., a w pozycji wydatków w ramach lokalnego transportu zbiorowego największy udział stanowią wydatki na usługi związane z organizowaniem publicznego transportu zbiorowego, które wykonuje MPK – 21,4 mln zł w 2017 r.

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

Poziom zrealizowanych i planowanych do zrealizowania wydatków wynika także z wykonanych i przewidzianych do wykonania wydatków na odnowę taboru komunikacji miejskiej. W 2017 r. wydatkowano na realizację projektu „Rozwój zrównoważonego transportu zbiorowego poprzez poprawę efektywności energetycznej, wdrażanie technologii niskoemisyjnej we Włocławku w ramach projektu BiT-City II – etap I” kwotę 1,54 mln zł, a w 2018 r. zaplanowano na ten cel w budżecie miasta wydatki w wysokości 12,3 mln zł.

Poziom realizowanych średniorocznie wydatków inwestycyjnych Gminy Miasto Włocławek wskazuje na zdolność do zrealizowania programu odnowy taboru w wariantach 1 – konwencjonalnym. W wariantach 2 – elektrycznym, zwiększone wydatki na zakup taboru wymagałyby zwiększenia wydatków na zamierzenia inwestycyjne w zakresie lokalnego transportu zbiorowego oraz skorzystania ze środków pomocowych – w celu zmniejszenia wysokości udziału własnego w kosztach zakupu autobusów zeroemisyjnych.

W tabeli 20 przedstawiono rachunek zysków i strat, w tabelach 21 i 22 – bilans, a w tabeli 23 – przepływy pieniężne MPK w latach 2015-2017.

Tab. 20. Rachunek zysków i strat MPK w latach 2015-2017 [tys. zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach		
		2015	2016	2017
1	Przychody ze sprzedaży	21 009,0	21 153,3	21 551,6
1a	w tym przychody ze sprzedaży produktów	21 075,1	21 002,1	21 475,5
2	Koszty działalności operacyjnej	20 296,3	21 299,8	22 071,6
3	Zysk ze sprzedaży	712,6	-146,5	-520,0
4	Pozostałe przychody operacyjne	512,3	805,3	799,5
5	Pozostałe koszty operacyjne	203,3	237,7	103,2
6	Zysk z działalności operacyjnej	1 021,6	412,1	176,3
7	Saldo przychodów i kosztów finansowych	10,9	34,6	12,4
8	Zysk brutto	1 032,6	605,7	188,7
12	Podatek dochodowy i inne obciążenia	0,0	0,0	49,7
13	Zysk netto	1 032,6	605,7	139,0

Źródło: dane MPK.

Tab. 21. Bilans MPK – aktywa w latach 2015-2017 [tys. zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach		
		2015	2016	2017
A	Aktywa trwałe	14 217,7	16 243,6	15 508,7
I	Wartości niematerialne i prawne	0,0	29,9	15,0
II	Rzeczowe aktywa trwałe	14 217,7	16 231,7	15 493,7
1	Środki trwałe	14 180,4	16 213,7	15 493,7
2	Środki trwałe w budowie	37,4	0,0	0,0
3	Zaliczki na środki trwałe w budowie	0,0	0,0	0,0
III	Należności długoterminowe	0,0	0,0	0,0
IV	Inwestycje długoterminowe	0,0	0,0	0,0
V	Długoterminowe rozliczenia międzyokresowe	0,0	0,0	0,0
B	Aktywa obrotowe	4 541,2	2 863,4	2 877,2
I	Zapasy	252,6	178,9	266,4
II	Należności krótkoterminowe	887,8	939,8	1 036,1
III	Inwestycje krótkoterminowe	3 378,9	1 700,8	1 544,3
IV	Krótkoterminowe rozliczenia międzyokresowe	21,9	43,8	30,4
-	Aktywa razem	18 758,9	19 107,0	18 385,8

Źródło: dane MPK.

Tab. 22. Bilans MPK – pasywa w latach 2015-2017 [tys. zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach		
		2015	2016	2017
A	Kapitał własny	10 427,3	11 033,0	11 172,0
I	Kapitał podstawowy	10 576,0	10 576,0	10 576,0
II	Kapitał zapasowy	0,1	0,1	0,5
III	Kapitał z aktualizacji wyceny	0,0	0,0	0,0
IV	Pozostałe kapitały rezerwowe	0,0	0,0	0,0
V	Zysk z lat ubiegłych	-1181,8	-149,3	0,0
VIII	Zysk/strata netto	1032,6	605,7	139,0
B	Zobowiązania i rezerwy na zobowiązania	8 331,6	8 073,9	7 213,8
I	Rezerwy na zobowiązania	53,5	53,5	0,0
II	Zobowiązania długoterminowe	1 244,0	1 256,8	616,7
III	Zobowiązania krótkoterminowe	3 573,3	4 031,9	4 215,5
IV	Rozliczenia międzyokresowe	3 460,7	2 731,8	2 381,6
-	Pasywa razem	18 758,9	19 107,0	18 385,8

Źródło: dane MPK.

Tab. 23. Rachunek przepływów pieniężnych MPK w latach 2015-2017 [tys. zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach		
		2015	2016	2017
A	Przepływy środków pieniężnych z działalności operacyjnej			
I	Zysk netto	1 032,6	605,7	139,0
II	Korekty razem	2 797,4	2 163,3	2 043,3
<i>IIa</i>	<i>w tym amortyzacja</i>	<i>2 478,4</i>	<i>2 405,1</i>	<i>2 453,4</i>
III	Przepływy pieniężne z działalności operacyjnej	3 830,0	2 769,0	2 182,3
B	Przepływy środków pieniężnych z działalności inwestycyjnej			
I	Wpływy	60,2	0,0	19,7
<i>Ia</i>	<i>w tym zbycie środków trwałych</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>19,7</i>
II	Wydatki	4 336,9	4 447,1	2 358,5
<i>IIa</i>	<i>w tym nabycie środków trwałych</i>	<i>4 336,9</i>	<i>4 447,1</i>	<i>2 358,5</i>
III	Przepływy pieniężne netto z działalności inwestycyjnej	-4 336,9	-4 447,1	-2 338,8
C	Przepływy środków pieniężnych z działalności finansowej			
I	Wpływy	3 417,6	0,0	0,0
<i>Ia</i>	<i>w tym wpłaty na kapitał rezerwowy</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>
<i>Ib</i>	<i>w tym kredyty i pożyczki</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach		
		2015	2016	2017
Ic	w tym inne wpływy finansowe	3 417,6	0,0	0,0
II	Wydatki	888,1	0,0	0,0
IIa	w tym spłaty kredytów i pożyczek	0,0	0,0	0,0
III	Przepływy pieniężne netto z działalności finansowej	2 529,5	0,0	0,0
D	Przepływy pieniężne netto	2 022,6	-1 678,1	-156,5
E	Środki pieniężne na początek okresu	1 356,3	3 378,9	1 700,8
F	Środki pieniężne na koniec okresu	3 378,9	1 700,8	1 544,3

Źródło: dane MPK.

Rekompensata przekazywana MPK weryfikowana jest corocznie przez Miasto oraz podawana jest okresowym audytem przez biegłego rewidenta.

Sytuacja finansowa MPK jest stabilna, choć część majątku trwałego finansowana jest zobowiązaniami krótkoterminowymi. Wysoka wartość amortyzacji w MPK pozwala na realizację w wariantcie 1 konwencjonalnym w znacznej części procesu odnowy taboru z wykorzystaniem środków własnych MPK, aczkolwiek wykonanie całego programu inwestycyjnego przedstawionego w analizie wymagałoby pozyskania przez MPK dodatkowego wsparcia ze strony Miasta albo też pozyskania środków pomocowych.

Realizacja wysokich inwestycji do poniesienia w wariantcie 2 elektrycznym wyłącznie przez MPK – bez udziału Miasta – nie jest możliwa, nawet przy aplikowaniu o dodatkowe środki pomocowe. Realizacja tego wariantu wymaga więc dodatkowego zaangażowania finansowego Miasta, na przykład poprzez realizację zakupów taboru zeroemisyjnego z infrastrukturą zasilającą z wykorzystaniem programów pomocowych krajowych i europejskich.

W 2017 r. koszty działalności przewozowej MPK w komunikacji miejskiej wyniosły 22 122,3 tys. zł, co przy zrealizowanej pracy eksploatacyjnej w wysokości 3 542,1 tys. wozokilometrów, odpowiada stawce 6,25 zł za wozokilometr. Dla przedsiębiorstwa komunikacji miejskiej tej wielkości co MPK, stawkę tę należy uznać za niewygórowaną.

Założono, że Miasto w okresie analizy będzie przekazywało MPK środki finansowe w wysokości należnej rekompensaty w takiej wysokości, aby odnowa taboru według wybranego wariantu była możliwa do zrealizowania.

Zewnętrzne finansowanie pozyskane przez MPK zwiększa wysokość należnej rekompensaty, co oznacza w efekcie konieczność pokrycia kosztów takiego finansowania przez Miasto. W przypadku korzystania przez MPK ze środków pomocowych dedykowanych wymianie taboru

– krajowych lub ze środków Unii Europejskiej – MPK musi zostać także wyposażone w niezbędne środki finansowe na pokrycie udziału własnego Spółki.

6.4. Analiza wrażliwości i ryzyka

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

Strukturę użytkowanego taboru determinować będzie decyzja o rodzaju taboru nabywanego w ramach przewidywanych do realizacji projektów inwestycyjnych. MPK nie posiada możliwości finansowych dla samodzielnej realizacji programu wymiany taboru na zeroemisyjny. Brak decyzji Miasta Włocławek o realizacji nowych projektów zakupu taboru, w zasadzie uniemożliwi realizację wariantu elektrycznego. Sytuacja ta może ulec zmianie poprzez wsparcie realizacji projektów inwestycyjnych środkami pomocowymi.

W ramach projektu „Rozwój zrównoważonego transportu zbiorowego poprzez poprawę efektywności energetycznej, wdrażanie technologii niskoemisyjnej we Włocławku w ramach projektu BiT-City II – etap I”, Miasto zakupi 3 fabrycznie nowe pojazdy zeroemisyjne, co stanowić będzie odnowę 5,1% stanu taboru i zapewni spełnienie wymogu ustawowego określonego dla 1 stycznia 2021 r.

Zakup pojazdów elektrycznych wraz z ładowarkami wiąże się z koniecznością poniesienia ponad 2,5-krotnie wyższych jednostkowych nakładów inwestycyjnych niż przy zakupie analogicznego taboru z napędem Diesla. Nie istnieje jeszcze rynek używanych autobusów elektrycznych, nie można więc nabyć tańszych pojazdów używanych.

Niezwykle wysokie wydatki na zakup taboru zeroemisyjnego ze środków własnych jednostki samorządu terytorialnego, wymagałyby rezygnacji przez Gminę Miasto Włocławek z wielu innych przedsięwzięć inwestycyjnych. Uznaje się więc, że decyzja o wdrożeniu wariantu 2 – elektrycznego, z zakupem pojazdów zeroemisyjnych, może być podjęta tylko w przypadku uzyskania dodatkowego dofinansowania zwiększonych wydatków z krajowych lub europejskich środków pomocowych.

Za największe ryzyko dalszej realizacji obydwu wariantów należy więc uznać brak możliwości finansowych MPK Sp. z o.o. zrealizowania pełnego programu odnowy taboru oraz brak możliwości poniesienia przez Gminę Miasto Włocławek dostatecznych wydatków budżetowych związanych z wymianą taboru komunikacji miejskiej, np. wskutek braku lub zbyt małego dofinansowania ze środków pomocowych.

Z punktu widzenia jednostki samorządu terytorialnego, efektywność zastosowania autobusów zeroemisyjnych znacznie by wzrosła, gdyby ceny takich pojazdów były zdecydowanie niższe. W tabeli 24 przedstawiono zmiany efektywności finansowej i ekonomicznej przyjętych do analizy wariantów – przy zmniejszeniu kosztu nabywanego autobusu zeroemisyjnego odpowiednio o 15 i 25%, np. w wyniku otrzymanej dotacji bezzwrotnej.

Tab. 24. Zmiany efektywności finansowej wariantu 2 – elektrycznego pod wpływem zmniejszenia kosztu jednostkowego nabywanego taboru

Lp.	Wyszczególnienie	Jednostka	Zmniejszenie ceny autobusu zeroemisyjnego		
			o 5%	o 15%	o 25%
1	Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (FNPV/c)	tys. zł	-41 986,6	-39 609,2	-37 231,8
2	Finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji (FRR/c)	%	niepoliczalna	niepoliczalna	niepoliczalna
3	Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)	tys. zł	-32 621,7	-30 617,9	-28 614,0
4	Ekonomiczna wewnętrzna stopa zwrotu (ERR)	%	niepoliczalna	niepoliczalna	niepoliczalna
5	Różnica ENPV wobec wariantu 1 – konwencjonalnego	tys. zł	-12 750,1	-10 746,3	-8 742,4
6	Wskaźnik przychód/koszty (BCR)	-	0,12	0,12	0,13

Źródło: opracowanie własne.

Spadek ceny autobusów elektrycznych wraz z infrastrukturą zasilającą nawet o 25% nie wykazuje osiągnięcia korzyści wynikających ze zmniejszenia emisji zanieczyszczeń w porównaniu do wariantu konwencjonalnego. Wskaźnik BCR jest wyższy dla wariantu elektrycznego, w porównaniu do wariantu konwencjonalnego, dla każdego poziomu spadku cen autobusów zeroemisyjnych.

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 Włocławka kwota 658,8 tys. zł. Jest to wartość aż o ok. 68% 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.

Identyfikację podstawowych czynników ryzyka, które mogą mieć wpływ na realizację wariantów, przedstawiono w tabeli 25. Dla każdego z ryzyk zidentyfikowanych jako aktywne, przedstawiono jego prawdopodobieństwo i dotkliwość – zgodnie z dokumentem pn. „Przewodnik po analizie kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych. Narzędzie analizy ekonomicznej polityki spójności 2014-2020, Komisja Europejska 2014.”

W wariantach 1 – konwencjonalnym i 2 – elektrycznym, ryzyka popytowe są znikome, z uwagi na zaliczanie wpływów z biletów do dochodów Miasta Wrocław, w których stanowią one poniżej 3% dochodów budżetu ogółem.

Bardzo wysokim ryzykiem jest brak lub zbyt niskie zaangażowanie finansowe Miasta Wrocław w zakup taboru zeroemisyjnego. Autobusy elektryczne w zasadzie nie występują na rynku wtórnym. Konieczne jest więc dokonanie zakupu takich pojazdów jako fabrycznie nowych, co wiąże się z wysokimi nakładami finansowymi. W obecnym stanie finansowo-ekonomicznym MPK nie posiada zdolności do nabycia większej liczby takich pojazdów fabrycznie nowych. Bez zaangażowania finansowego Gminy Miasto Wrocław, odnowę taboru w wariantcie 2 można uznać za niemal nierealną.

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. Średnim ryzykiem realizacji wariantu elektrycznego jest obciążona budowa niezbędnej infrastruktury zasilającej, związana z procesem uzyskiwania pozwoleń na budowę oraz realizacją inwestycji w obszarach zabudowy miejskiej. W przypadku Wrocławia ryzyko to zostało ograniczone – z uwagi na wdrażanie obecnie tylko projektu związanego z zakupem 3 autobusów elektrycznych, który spełni wymagania udziału taboru zeroemisyjnego dla 2021 r.

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

Tab. 25. Wynikowa ocena ryzyka

Rodzaj ryzyka	Prawdopodobieństwo	Siła oddziaływania	Poziom ryzyka	Strategia przeciwdziałania
Wariant 1 – konwencjonalny (silnik Diesla)				
Brak środków własnych MPK na odnowę taboru	D	IV	bardzo wysoki	coroczne przekazywanie przez Miasto Włocławek rekompensaty w pełnej wysokości określonej audytem
Opóźnienia w dostawach taboru	A	III	niski	wyprzedzające ogłaszanie przetargów
Wyższe ceny taboru	A	III	niski	-
Wyższe ceny oleju napędowego	B	III	średni	dywersyfikacja napędów autobusów
Wyższe ceny energii elektrycznej	B	I	niski	głównie nocne ładowanie, dodatkowe baterie
Wariant 2 – elektryczny				
Brak środków własnych MPK na odnowę taboru	C	IV	wysoki	coroczne przekazywanie przez Miasto Włocławek rekompensaty w pełnej wysokości określonej audytem
Brak lub zbyt niskie zaangażowanie finansowe Miasta Włocławek w zakup taboru zeroemisyjnego	D	V	bardzo wysoki	udział Miasta Włocławek w projektach i konkursach pozwalających na dofinansowanie zakupów
Opóźnienie dostaw taboru	C	IV	wysoki	przetargi z wyprzedzeniem
Wyższe ceny taboru	C	II	średni	przetargi z wyprzedzeniem, ograniczenie kompletacji, opóźnienie wymiany taboru
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

Źródło: opracowanie własne.

Umiarkowane ryzyko dotyczy także stabilności cen oleju napędowego oraz 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 26.

Tab. 26. Wysokość luki w finansowaniu dla poszczególnych wariantów

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant	
		1	2
		konwencjonalny	elektryczny
Suma zdyskontowanych nakładów inwestycyjnych DIC	tys. zł	48 765,5	68 166,5
Razem zdyskontowane dochody i wartość rezydualna (DNR)	tys. zł	-840,4	-234,5
Wskaźnik luki w finansowaniu (R)	%	98,28	99,66
Całkowite nakłady inwestycyjne	tys. zł	63 675,0	88 435,0
Koszty kwalifikowane skorygowane	tys. zł	62 577,7	88 130,8
Wysokość maksymalnej dotacji przy stopie współfinansowania 85%	tys. zł	53 191,0	74 911,2
Udział własny (dla 85%)	tys. zł	10 484,0	13 524,0

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 wariantcie,

DNR – oznacza sumę zdyskontowanych dochodów powiększonych o wartość rezydualną.

Udział własny w wyższej wysokości występuje dla wariantu elektrycznego. W przypadku decyzji o realizacji wariantu 2, wysokość wkładu własnego byłaby wyższa jedynie o ok. 29% (3,0 mln zł), co jest możliwe do poniesienia przez Miasto Wrocław.

7. Podsumowanie

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

Linie włocławskiej komunikacji miejskiej obsługują także okoliczne miasta i gminy, łączna liczba ludności obsługiwanych gmin przekracza 123 tys. osób.

Podstawowym operatorem włocławskiej komunikacji miejskiej, a jednocześnie podmiotem wewnętrznym, jest Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne Sp. z o.o. we Włocławku, wykonujące w ramach komunikacji miejskiej rocznie ok. 3,5 mln wozokilometrów i wykorzystujące przeciętnie 59 pojazdów, w tym średnio 31 w ruchu.

Autobusy eksploatowane przez MPK, według stanu na 31 sierpnia 2018 r., posiadały jedynie silniki na olej napędowy. Miasto Włocławek zamierza dostarczyć MPK, w ramach realizacji projektu „Rozwój zrównoważonego transportu zbiorowego poprzez poprawę efektywności energetycznej, wdrażanie technologii niskoemisyjnej we Włocławku w ramach projektu Bit-City II – etap I”, pierwsze 3 szt. autobusów elektrycznych. Począwszy od 2020 r., tabor elektryczny stanowić będzie ok. 5,1% ogółu floty pojazdów użytkowanych we włocławskiej komunikacji miejskiej. Oznacza to w zasadzie spełnienie kryterium udziału pojazdów zeroemisyjnych dla 2021 r.

Miasto Włocławek nie korzystało dotychczas ze środków pomocowych Unii Europejskiej. Politykę odnowy taboru dotychczas prowadziło MPK we własnym zakresie. Dostawa 3 szt. autobusów elektrycznych – wraz ładowarkami zajezdniowymi – będzie pierwszym wyposażeniem MPK w nowy tabor przez Miasto. MPK we własnym zakresie wybuduje jednak pierwszą stację ładowania szybkiego.

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 scenariusze wymiany taboru:

- wariant 1 konwencjonalny – z zachowaniem obecnej struktury wymienianego taboru i z uwzględnieniem wdrażanego projektu inwestycyjnego – realizowanej części oraz planowanej części II;
- wariant 2 elektryczny – z przewidywanymi zakupami autobusów zeroemisyjnych z zastosowaniem baterijnego napędu elektrycznego, w liczbie zapewniającej spełnienie wymogów ustawy o elektromobilności, uwzględniając także wdrażany projekt.

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

Proponuje się, aby przydział linii do obsługi taboru zeroemisyjnym przedstawiał się następująco:

- w pierwszej kolejności, zgodnie z założeniami projektu „Rozwój zrównoważonego transportu zbiorowego poprzez poprawę efektywności energetycznej, wdrażanie technologii niskoemisyjnej we Włocławku w ramach projektu BiT-City II – etap I” – linie 13 i 17, ze stacją ładowania szybkiego na pętli Dębowa;
- w drugiej kolejności – linia 15, z dodatkową stacją ładowania szybkiego na pętli Ostrowska;
- w trzeciej kolejności – linia 12, korzystająca z dodatkowego stanowiska ładowania na pętli Ostrowska;
- w czwartej kolejności linia 14 – z dodatkową stacją ładowania na pętli Wiejska; z tej stacji mogłyby korzystać także autobusy linii 15;
- w piątej kolejności – linia 1 korzystająca z dodatkowej stacji ładowania na pętli przy ul. Wiejskiej oraz linia 3 – korzystająca ze stacji ładowania na pętli Ostrowska;
- w dalszej kolejności – linia 21.

Linie 11 i 23 mogą być obsługiwane taboru zeroemisyjnym w miarę dostępności niewykorzystanych w danym czasie autobusów elektrycznych.

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

Obliczone w analizie wskaźniki finansowe FNPV/c oraz FRR/c, są ujemne dla obydwu wariantów. Ujemne wartości osiągnęły także wskaźniki ENPV. 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.

Głównym powodem negatywnych wyników analizy są wysokie ceny autobusów zeroemisyjnych, konieczność ponoszenia znaczących dodatkowych nakładów na instalacje zasilające oraz niekorzystne wskaźniki emisji zanieczyszczeń emitowanych przy produkcji energii elektrycznej w Polsce.

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

- wzrost zainteresowania mieszkańców korzystaniem z ekologicznej komunikacji miejskiej;
- wpływ zastosowania taboru zeroemisyjnego na ocenę postrzegania miasta;
- skumulowane efekty popraw warunków życia w centrum Włocławka, wynikające ze zmniejszenia niskiej emisji zanieczyszczeń;

- wpływ zastosowania taboru ekologicznego na zmianę zachowań transportowych mieszkańców.

Z punktu widzenia jednostki samorządu terytorialnego, efektywność zastosowania autobusów zeroemisyjnych znacznie by wzrosła, gdyby ceny takich pojazdów były niższe. W wyniku symulacji zmiany efektywności finansowej i ekonomicznej przyjętych do analizy wariantów stwierdzono, że w przypadku Włocławka spadek ceny autobusów elektrycznych z infrastrukturą o ok. 68% 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, Miasto Włocławek zamierza nabyć dla swojego operatora wewnętrznych autobusy elektryczne tylko w sytuacji możliwości pozyskania dofinansowania do ich zakupu ze środków zewnętrznych – w skali i komplectacji 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 włocławskiej 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 Wydziału Gospodarki Miejskiej Urzędu Miasta Włocławek, ul. Zielony Rynek 11/13, 87-800 Włocławek w dniach od do 2018 r. z możliwością składania uwag i wniosków. Analiza została ponadto zamieszczona do wglądu na stronie www.bip.um.wlocl.pl/ogloszenia-komunikaty 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 Urzędu lub ustnie do protokołu w siedzibie Wydziału Gospodarki Miejskiej we Włocławku, ul. Zielony Rynek 11/13.

W okresie tym wpłynęły ...

Uwagi i wnioski zostały w następujący sposób uwzględnione w dokumencie ...