

ANALIZA KOSZTÓW I KORZYŚCI

ZWIĄZANYCH Z WYKORZYSTANIEM

PRZY ŚWIADCZENIU USŁUG KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ

AUTOBUSÓW ZEROEMISYJNYCH

DLA GMINY MIASTO INOWROCŁAW

Wersja z dnia 16 grudnia 2018 r.

Spis treści

1. Cel i zakres opracowania	3
1.1. Wstęp.....	3
1.2. Cel opracowania	4
1.3. Definicje i określenia	6
2. Podstawy opracowania analizy kosztów i korzyści	9
3. Charakterystyka komunikacji miejskiej w Inowrocławiu	15
4. Tabor inowrocławskiej komunikacji miejskiej	22
4.1. Aktualny stan taboru.....	22
4.2. Planowane zamierzenia inwestycyjne.....	27
5. Identyfikacja wariantów.....	30
5.1. Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych Inowrocławia	30
5.2. Wybór rodzaju napędu	34
5.3. Rozwiązania sposobów ładowania autobusów zeroemisyjnych	36
5.4. Proponowane warianty.....	38
5.5. Wybór linii do obsługi taboru zeroemisyjnym	45
6. Analiza kosztów i korzyści	57
6.1. Przyjęte założenia analizy kosztów i korzyści	57
6.2. Wyniki analizy kosztów i korzyści	64
6.3. Trwałość finansowa	67
6.4. Analiza wrażliwości i ryzyka	72
6.5. Określenie luki w finansowaniu	76
7. Podsumowanie	78

1. Cel i zakres opracowania

1.1. Wstęp

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

Zwiększenie zastosowania paliw alternatywnych wymaga utworzenia dedykowanej im infrastruktury – przeznaczonej do tankowania lub ładowania pojazdów samochodowych nimi napędzanych. Brak takiej infrastruktury zniechęca konsumentów do wyboru paliw alternatywnych jako źródła zasilania silników ich pojazdów. Jedynym wyjątkiem jest gaz płynny (LPG), który w Polsce jest powszechnie dostępny na stacjach benzynowych i stacjach dedykowanych tankowaniu LPG. Niska cena i zarazem wysoka dostępność gazu płynnego, wpłynęły na dość dużą jego popularność u użytkowników samochodów osobowych i dostawczych. W zakresie pozostałych paliw alternatywnych przedsiębiorcy-dostawcy nie są zainteresowani rozwojem działalności gospodarczej ich dotyczącej – z uwagi na brak popytu.

Rozwiązanie problemu niskiego wykorzystania paliw alternatywnych (poza LPG) w transporcie 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 tworzy zasady funkcjonowania stref czystego transportu.

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).

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

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

Udziały te wynoszą odpowiednio:

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

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

1.2. Cel opracowania

Gmina Miasto Inowrocław jest jednostką samorządu terytorialnego, której liczba mieszkańców – według danych GUS – w latach 2012-2017 wynosiła ponad 73 tys. osób i tym samym przekraczała limit, o którym mowa w art. 36 ust. 1 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych. Gmina Miasto Inowrocław jest więc prawnie zobowiązana, na podstawie art. 37 ww. ustawy, do sporządzania co 36 miesięcy analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej, autobusów zeroemisyjnych oraz innych środków transportu, w których do napędu wykorzystywane są wyłącznie silniki, których cykl pracy nie powoduje emisji gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych, o którym mowa w ustawie z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji (Dz. U. z 2017 r. poz. 286 z późn. zm.).

W ramach dokumentu przedstawiono:

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

W przygotowaniu opracowania uwzględniono w szczególności:

- obowiązujące przepisy prawa:
 - ustawę z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (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, którymi są:
 - „Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach” Nowa edycja, Jaspers, sierpień 2015 r. (<https://www.pois.gov.pl/strony/o-programie/dokumenty/niebieskie-ksiegi-dla-projektow-w-sektorze-transportu-publicznego-infrastruktury-drogowej-oraz-kolejowej/>, dostęp: 30.11.2018 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-analzy-kosztow-i-korzysci/vademecum-beneficjenta>, dostęp: 30.11.2018 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_analzy_kosztow.pdf, dostęp: 30.11.2018 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: 30.11.2018 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/ofunduszach/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: 30.11.2018 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;
- **infrastruktura ładowania drogowego transportu publicznego** – punkty ładowania baterii lub tankowania wodoru wraz z niezbędną dla ich funkcjonowania infrastrukturą towarzyszącą, przeznaczone do ładowania lub tankowania, w szczególności autobusów zeroemisyjnych, wykorzystywanych w transporcie publicznym;
- **komunikacja miejska** – gminne przewozy pasażerskie wykonywane w granicach administracyjnych miasta albo:
 - miasta i gminy;
 - miast, albo
 - miast i gmin sąsiadujących;

jeżeli zostało zawarte porozumienie lub został utworzony związek międzygminny w celu wspólnej realizacji publicznego transportu zbiorowego;

- **linia komunikacyjna** – połączenie komunikacyjne na sieci dróg publicznych, albo liniach kolejowych, innych szynowych, linowych, linowo-terenowych, albo akwenach morskich lub wodach śródlądowych – wraz z oznaczonymi miejscami do wsiadania i wysiadania pasażerów na liniach komunikacyjnych, po których odbywa się publiczny transport zbiorowy;
- **Miasto** – Gmina Miasto Inowrocław;
- **MPK** – Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością, z siedzibą przy ul. Ks. P. Wawrzyniaka 33, 88-100 Inowrocław, 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 ogniach 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 Dróg i Transportu Urzędu Miasta Inowrocławia, ul. Prezydenta Franklina Roosevelta 36, 88-100 Inowrocław, wykonujący zadania organizatora publicznego transportu zbiorowego na obszarze właściwości Gminy Miasto Inowrocław.

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. Nie spełnia więc powyższych kryteriów zeroemisyjności autobus hybrydowy, jeżeli do jego napędu wykorzystywany jest w jakimkolwiek zakresie silnik emitujący gazy cieplarniane, np. silnik Diesla.

Miasto Inowrocław znacznie przekracza próg 50 000 mieszkańców. Określony w ustawie o elektromobilności próg dotyczy obszaru danej gminy, a nie całego obszaru obsługiwanej komunikacją miejską. Jeśli liczba mieszkańców miasta-organizatora przewozów przekracza 50 000, to obowiązek zapewnienia określonego udziału autobusów zeroemisyj-

nych dotyczyć będzie jednak 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 we flocie. Przepis ten wymaga wykonania analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej, autobusów zeroemisyjnych oraz innych środków transportu, w których do napędu wykorzystywane są wyłącznie silniki, których cykl pracy nie powoduje emisji gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych, o którym mowa w ustawie z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji.

Załącznik do wskazanej ustawy zawiera wykaz gazów cieplarnianych i innych substancji wprowadzanych do powietrza, objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych. W wykazie tym na pozycji nr 1 znajduje się dwutlenek węgla (ditlenek węgla – 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 – jeżeli wyniki analizy wskazują na zasadność wykorzystania w publicznym transporcie zbiorowym autobusów zeroemisyjnych.

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

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.

Ustawa o elektromobilności nie określiła zasad sporządzania analizy i nie upoważniła także żadnego z ministrów do wydania rozporządzenia określającego sposób jej opracowywania. Do końca listopada 2018 r. żadne z ministerstw lub jednostek organizacyjnych mini-

sterstw, 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 wykorzystwanego w komunikacji miejskiej Gminy Miasto Inowrocław.

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

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

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

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

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

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

3. Charakterystyka komunikacji miejskiej w Inowrocławiu

Miasto Inowrocław położone jest w południowej części województwa kujawsko-pomorskiego. Południową granicę miasta stanowi rzeka Noteć. Inowrocław jest uznawany za stolicę Kujaw Zachodnich i stanowi ośrodek o charakterze regionalnym. Atutem miasta jest położenie w bliskiej odległości od obu miast pełniących funkcję stolic województwa kujawsko-pomorskiego (Bydgoszczy i Torunia – ok. 40 km), jak również w niedalekiej odległości m.in. od Poznania (120 km).

Inowrocław jest gminą miejską, nie jest jednak powiatem grodzkim. Miasto stanowi siedzibę władz: gminy miejskiej Inowrocław, gminy wiejskiej Inowrocław oraz powiatu inowrocławskiego.

Miasto podzielone zostało na osiedla: Stare Miasto, Piastowskie, Solno, Uzdrowskie, Szymborze i Mątwy. W ramach osiedla Stare Miasto można wyodrębnić jednostki strukturalne²: Bydgoskie, Śródmieście oraz Lotnicze i Toruńskie, natomiast w ramach osiedla Uzdrowskiego: Zdrojowe, Cegielnia, Nowe, Rąbin I, Rąbin II i Stary Rąbin.

Inowrocław posiada statut uzdrowiska, w środkowo-zachodnim obszarze miasta – w ramach osiedla Uzdrowskie – zlokalizowane zostały w nim tężenie solne oraz obiekty sanatoryjne, szpital uzdrowski i zakład przyrodolecznicy.

Obszar centralny i północny stanowi zwarta zabudowa jedno- i wielorodzinna, w tym historyczne centrum miasta. Obszar południowy obejmuje teren zakładów sodowych zlokalizowanych w osiedlu Mątwy, natomiast część miasta pomiędzy centrum a zakładami sodowymi, to obszar o zróżnicowanym zagospodarowaniu – występuje w nim zabudowa wielorodzinna, tereny przemysłowe oraz tereny zielone ogródków działkowych i upraw rolnych. Północno-wschodnia strefa miasta to tereny Aeroklubu Inowrocławskiego. Istotną część powierzchni Inowrocławia stanowią tereny zielone – parki oraz grunty orne.

Według Banku Danych Lokalnych GUS, w dniu 31 grudnia 2017 r. liczba ludności miasta wynosiła 73 577 osób, 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. Rezultatem powyższego jest spadek średniej gęstości zaludnienia. W tabeli 1 przedstawiono zmiany liczby ludności, powierzchni i gęstości zaludnienia Inowrocławia w latach 2010-2017.

² Według „Lokalnego Programu rewitalizacji Miasta Inowrocławia na lata 2016-2022”, przyjętego uchwałą nr XLV/530/2018 Rady Miejskiej Inowrocławia z dnia 8.10.2018 r.

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

Wyszczególnienie	Jedn.	Rok							
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Liczba mieszkańców	[osób]	76 192	75 938	75 517	75 001	74 564	74 258	73 968	73 577
Powierzchnia	[ha]	3 042	3 042	3 042	3 042	3 042	3 042	3 042	3 042
Gęstość zaludnienia	[osób/km ²]	2 505	2 496	2 482	2 466	2 451	2 441	2 431	2 419

Źródło: Bank Danych Lokalnych GUS.

Według stanu na 31 grudnia 2017 r., miasto Inowrocław zajmowało 51. miejsce w kraju pod względem liczby ludności oraz 171. miejsce pod względem zajmowanej powierzchni. Gęstość zaludnienia Inowrocławia jest więc znacznie wyższa od średniej krajowej w miastach.

Organizatorem inowrocławskiej komunikacji miejskiej jest Prezydent Miasta Inowrocławia. Zadania organizatora wypełnia Wydział Dróg i Transportu Urzędu Miasta Inowrocławia. Do zadań tego wydziału, określonych w Regulaminie Organizacyjnym Urzędu Miasta, należy m. in. realizacja zadań wynikających z ustawy o publicznym transporcie zbiorowym, w tym kontrola nad Miejskim Przedsiębiorstwem Komunikacyjnym Sp. z o.o. w Inowrocławiu w zakresie realizacji umowy dotyczącej publicznego transportu zbiorowego, w tym realizacji umowy dzierżawy autobusów.

Linie komunikacji miejskiej obsługują, poza miastem Inowrocławiem, na podstawie zawartego porozumienia międzygminnego, także gminę wiejską Inowrocław. Zakres przewozów wykonywanych na terenie tej gminy jest jednak bardzo niewielki i obejmuje wyłącznie dojazd do końcowych przystanków linii wybiegających poza obszar miasta w dwóch kierunkach: do ogródków działkowych w miejscowości Sławęcinek (linie 1 i 16 – w okresie od kwietnia do października) oraz do przystanku Transoda Stacja Chemia w miejscowości Popowice – na przedłużeniu ul. Bagiennej w południowo-zachodniej części miasta (linia 28). Dodatkowo, linia 2 przekracza granice miasta – jej trasa prowadzi (bez przystanków) ulicą Bursztynową w miejscowości Jacewo – bezpośrednio wzdłuż granicy miasta. Można więc przyjąć, że zasięg funkcjonowania inowrocławskiej komunikacji obejmuje jedynie miasto Inowrocław.

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 27 lipca 2015 r. na okres 5 lat, tj. do 31 lipca 2020 r. Zakontraktowanie operatora umożliwiła uchwała nr XLIV/610/2014

Rady Miejskiej Inowrocławia z dnia 25 czerwca 2014 r. o zamiarze bezpośredniego zawarcia umowy.

Według stanu na dzień 30 listopada 2018 r., sieć połączeń inowrocławskiej komunikacji miejskiej tworzyło 11 całorocznych linii autobusowych i dodatkowe trzy funkcjonujące tylko w okresie Wszystkich Świętych (7, 13 i 19). Trasy wszystkich linii obejmowały swoim zasięgiem Miasto Inowrocław, a czterech z nich (1, 2, 16 i 28), jak to wcześniej szczegółowo opisano, w bardzo niewielkim zakresie przekraczały granice miasta.

Oferta przewozowa inowrocławskiej komunikacji miejskiej charakteryzuje się występowaniem relatywnie niewielkiej liczby linii, mających wprowadzić zróżnicowane częstotliwości kursowania, ale w części oparte na stałych taktach.

Niemal wszystkie linie są całotygodniowe, tylko kursy linii 2 zaplanowano wyłącznie w dni powszednie. Wśród linii tworzących sieć komunikacyjną można wyróżnić następujące kategorie połączeń:

- linie podstawowe – z kursami przez większą część dnia powszedniego ze stałym taktiem 15-minutowym – trzy linie: 3, 21 i 27;
- linie uzupełniające – z kursami przez większą część dnia powszedniego ze stałym taktiem 30-minutowym – dwie linie: 4 i 16;
- linie zindywidualizowane – na których kursy wykonywane są ze zróżnicowaną częstotliwością, w zależności od indywidualnych potrzeb: trzy linie całodienne – 1, 10 i 12, jedna funkcjonująca w godzinach aktywności handlu i usług – 20 oraz dwie szczytowe – 2 i 28.

Funkcjonowanie dwóch segmentów linii o stałych taktach częstotliwości kursów jest dla mieszkańców niewątpliwym walorem inowrocławskiej komunikacji miejskiej.

Linie podstawowe 21 i 27 mają na znacznej części trasy przebieg wspólny, obydwie łączą Rąbin z osiedlem Piastowskim. Linie 21 i 27 są liniami okrężnymi, obsługujące je autobusy przez osiedle Rąbin przejeżdżają przeciwbieżnie – na linii 21 najpierw ul. Wojska Polskiego i al. 800-lecia Inowrocławia, a z powrotem al. Niepodległości, natomiast na linii 27 – odwrotnie. Ponadto, linia 21 obsługuje os. Piastowskie od strony ul. Łokietka, natomiast 27 – od strony ul. Krzywoustego.

Trasa linii podstawowej 3 ma przebieg południkowy – prowadzi od dworca kolejowego ulicami Staszica – w pobliżu Starego Miasta – i Poznańską do zakładów sodowych w osiedlu Mątwy. Trasa linii 4 również prowadzi do osiedla Mątwy, ale trasą po wschodniej stronie miasta – ulicami Szymborską i Przybyszewskiego lub Wielkopolską i Mątewską, z zajazdem na przystanek przy ul. Łokietka na os. Piastowskim.

Linia 16 także łączy dworzec kolejowy z zakładami sodowymi, ale jej trasa obejmuje al. Kopernika i okrąża osiedle Rąbin, po zachodniej stronie od ul. Poznańskiej. Pozostałe linie

mają zróżnicowany przebieg, często meandrują przez poszczególne dzielnice miasta. Szczególną linią jest linia 10, dedykowana m.in. obsłudze uzdrowskiej części miasta, której autobusy z pętli Toruńska przejeżdżają obok Starego Miasta do pętli Marulewska, a następnie okrążając Rąbin oraz skrajem terenów uzdrowskich, dojeżdżają do dworca kolejowego.

Niektóre pętle autobusowe inowrocławskiej komunikacji miejskiej skupiają kilka linii:

- Dworzec PKP – dziewięć linii: 1, 2, 3, 4, 10, 16, 21, 27, 28, w tym linia podstawowa 3 i uzupełniająca 16, przy czym linie 21 i 27 obsługują Dworzec PKP wyłącznie w ramach zajazdów – wybranymi kursami;
- Mątwy – cztery linie: 3, 4, 12, 16, w tym linia podstawowa 3 i dwie uzupełniające – 4 i 16;
- Krzywoustego – dwie linie: 20 i 27, w tym linia podstawowa 27;
- Toruńska – dwie linie: 10 i 12.

Jest to okoliczność umożliwiająca nie tylko wprowadzenie nowoczesnych technik zarządzania ofertą przewozową – zmian w przypisaniu pojazdów do linii w ciągu dnia, przeprowadzanych w celu zoptymalizowania liczby użytkowanych w ruchu autobusów, ale i ułatwiająca ewentualną eksploatację autobusów zeroemisyjnych – elektrycznych z zasilaniem bateryjnym.

Linia podstawowa 21 ma tylko jedną pętlę – przy ul. Łokietka. Z postoju na tej pętli nie korzysta żadna inna linia inowrocławskiej komunikacji miejskiej.

W tabeli 2 przedstawiono liczbę wykonanych wozokilometrów oraz liczbę autobusów we flocie, w podziale na wielkość taboru i rodzaj napędu, a także średnią liczbę pojazdów w ruchu w latach 2015-2017 oraz w okresie pierwszych 8 miesięcy 2018 r.

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 Inowrocławia oraz wynikiem braku istotnych zmian w zakresie obsługi inowrocławską komunikacją miejską.

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

Tab. 2. Parametry eksploatacyjne charakteryzujące inowrocławską komunikację miejską w latach 2015-2018

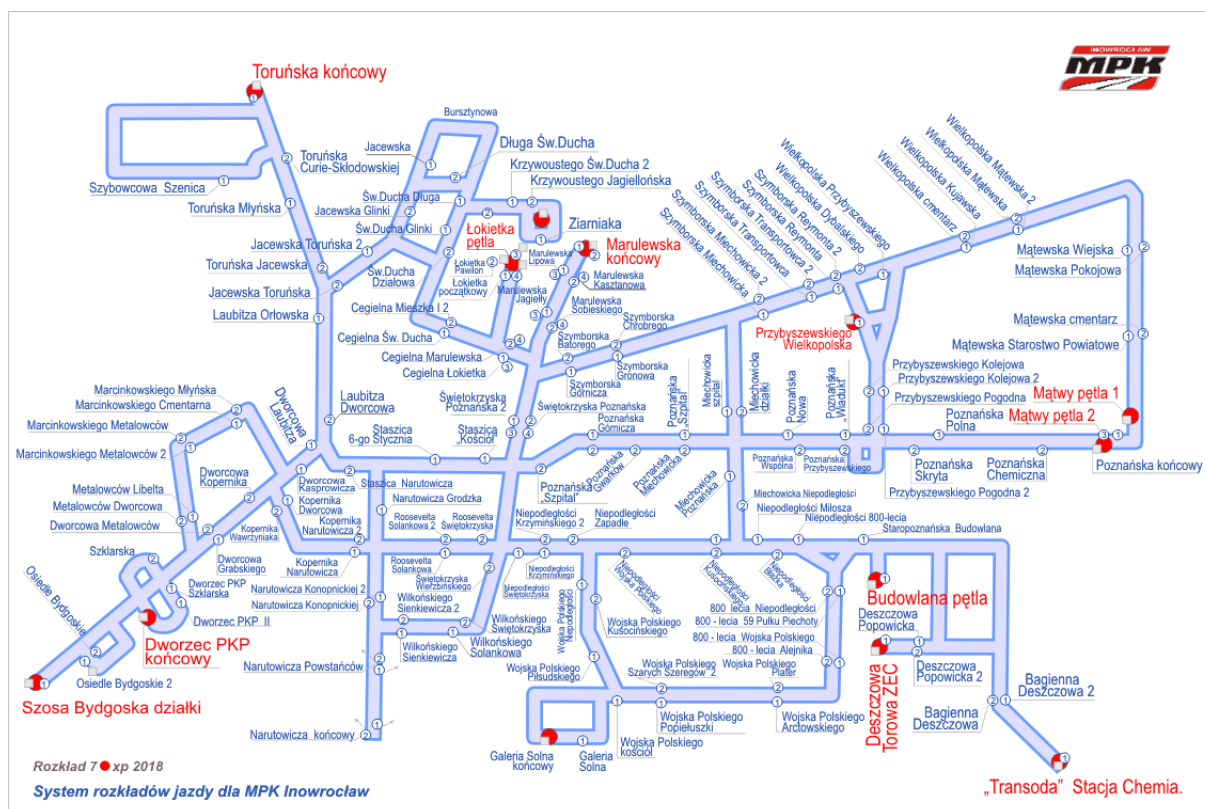
Wyszczególnienie	Jedn.	Analizowany okres			
		2015	2016	2017	8 miesięcy 2018
Liczba wozokilometrów	tys. km	1 546,9	1 531,3	1 545,3	1 019,0
– w podziale na długość taboru					
▪ do 8 m	tys. km	156,3	99,2	110,8	70,0
▪ od 9,5 do 11,5 m		676,6	603,4	634,8	421,3
▪ powyżej 11,5 m		714,0	828,3	799,7	527,7
– w podziale na napęd taboru					
▪ ON	tys. km	1 153,0	739,7	754,6	505,5
▪ CNG		167,2	99,2	110,8	70,0
▪ hybrydowy		202,0	601,5	594,2	389,0
▪ elektryczny		24,7	90,9	85,8	54,5
Średnia liczba pojazdów we flocie	szt.	36	36	36	36
– w podziale na długość taboru					
▪ do 8 m	szt.	4	4	4	4
▪ od 9,5 do 11,5 m		15	15	15	15
▪ powyżej 11,5 m		17	17	17	17
– w podziale na napęd taboru					
▪ ON	szt.	30*/20**	739,7	754,6	505,5
▪ CNG		6*/4**	99,2	110,8	70,0
▪ hybrydowy		0*/10**	601,5	594,2	389,0
▪ elektryczny		0*/2**	90,9	85,8	54,5
– udział w pracy eksploatacyjnej w podziale na długość taboru					
▪ do 8 m	%	11,1	11,1	11,1	11,1
▪ od 9,5 do 11,5 m		41,7	41,7	41,7	41,7
▪ powyżej 11,5 m		47,2	47,2	47,2	47,2
– udział w pracy eksploatacyjnej w podziale na napęd taboru					
▪ ON	%	83,3*/55,6**	55,6	55,6	55,6
▪ CNG		16,7*/11,1**	11,1	11,1	11,1
▪ hybrydowy		0,0*/27,8**	27,8	27,8	27,8
▪ elektryczny		0,0*/5,6**	5,6	5,6	5,6
Średnia liczba pojazdów w ruchu	szt.	24,5	24,2	23,9	23,7

* – od stycznia do października 2015 r.

** – listopad i grudzień 2015 r.

Źródło: dane MPK.

Na rysunku 1 zaprezentowano schemat sieci linii komunikacji miejskiej w Inowrocławiu.



Rys. 1. Schemat sieci linii inowrocławskiej komunikacji miejskiej

Źródło: http://cms.mobiinfo.pl/m/gm7xp.php?IDKlienta=INOWROCLAW_MPK, dostęp: 30.11.2018 r.

W tabeli 3 przedstawiono szacunkową liczbę pasażerów oraz osiągnięte i planowane przychody z biletów w inowrocławskiej komunikacji miejskiej w latach 2016-2018.

Tab. 3. Liczba pasażerów i przychody z biletów inowrocławskiej komunikacji miejskiej w latach 2016-2018

Wyszczególnienie	Jedn.	Rok		
		2016	2017	2018 – plan
Liczba pasażerów	tys. osób	4 361,8	4 255,3	4 100,0
Przychody z biletów	tys. zł	4 793,8	4 576,8	4 536,0
– w tym normalnych		3 340,5	3 221,3	3 200,0
– w tym ulgowych		1 453,3	1 355,5	1 336,0

Źródło: dane MPK.

Wysokość przychodów ze sprzedaży biletów, osiągniętych w latach 2016-2017 i planowana na 2018 r., wykazuje stały spadek – o 2,8% średniorocznie, w tym o ok. 2,2% ze sprzedaży biletów normalnych i o 4,3% ze sprzedaży biletów ulgowych.

Spadek wpływów ze sprzedaży biletów normalnych spowodowany był zmniejszającym się popytem na usługi komunikacji miejskiej przez mieszkańców nieuprawnionych do przejazdów ulgowych lub bezpłatnych – zjawisko powszechne obecnie w większości miast o podobnej wielkości.

Funkcjonowanie niemal wszystkich linii komunikacyjnych w ścisłym centrum miasta, charakteryzującym się bardzo wysokim obciążeniem ruchem, stanowi znaczną uciążliwość – związaną z wysokim poziomem hałasu i emisją zanieczyszczeń do atmosfery. Wymierną korzyścią dla mieszkańców byłoby więc zmniejszenie poziomu hałasu i emisji zanieczyszczeń komunikacyjnych – przynajmniej na ulicach, którymi poruszają się autobusy komunikacji miejskiej.

4. Tabor inowrocławskiej komunikacji miejskiej

4.1. Aktualny stan taboru

Linie inowrocławskiej komunikacji miejskiej obsługiwane są wyłącznie autobusami. Wszystkimi pojazdami dysponuje podmiot wewnętrzny – Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne Sp. z o.o. w Inowrocławiu.

Według stanu na 30 września 2018 r., tabor Spółki był bardzo zróżnicowany, w większości niskopodłogowy – jedynie dwa posiadane pojazdy marki Jelcz były średniopodłogowe, a sześć pojazdów marki Kapena i Solbus – niskowejściowych. MPK eksploatowało 30 pojazdów zasilanych olejem napędowym, w tym 10 hybrydowych oraz 4 pojazdy zasilane CNG i 2 autobusy elektryczne. Najwięcej użytkowano pojazdów marki Solaris i Volvo – po 10 szt. oraz Solbus – 6 szt.

MPK posiadało pojazdy o bardzo zróżnicowanej długości – od 7,5 do 12,1 m. W strukturze taboru dominowały autobusy standardowe (klasy mega), które stanowiły 58% stanu taboru (21 szt.). Autobusy klasy midi stanowiły 31% (11 szt.), a klasy mini – 11% (4 szt.) parku taborowego Spółki.

W tabeli 4 przedstawiono strukturę taboru posiadanego przez MPK – wg kryterium wieku i spełniania norm czystości spalin.

Średni wiek taboru eksploatowanego przez MPK – wg stanu na 30 września 2018 r. – osiągał 8,8 lat. Przeciętny wiek pojazdów Spółki nie był zatem wysoki, a ponadto w najbliższym czasie ulegnie znacznemu obniżeniu – w związku z planowanym wprowadzeniem do eksploatacji zakupionych już 8 nowych autobusów Volvo 7900 Electric Hybrid oraz 8 autobusów Volvo 7900 Electric.

Przez wiele lat polityka odtwarzania taboru prowadzona była samodzielnie przez MPK – poprzez systematyczną wymianę pojazdów – od jednego do co najwyżej kilku rocznie.

W 2014 r. sytuacja zmieniła się – rozpoczęto realizację projektu „Zakup nowych ekologicznych autobusów oraz montaż Inteligentnego Systemu Transportowego w mieście Inowrocławiu”. Projekt był współfinansowany ze środków Unii Europejskiej, w ramach perspektywy finansowej 2007-2013 i Działania 1.2. – „Infrastruktura transportu publicznego Oś Priorytetowa I Rozwój infrastruktury technicznej Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Kujawsko-Pomorskiego na lata 2007-2013”. Wartość kwalifikowalna projektu wynosiła 17,5 mln zł, a okres jego realizacji obejmował lata 2014-2015.

Projekt obejmował zakup fabrycznie nowych niskopodłogowych autobusów: 2 elektrycznych i 10 z napędem hybrydowym – na potrzeby transportu publicznego w Inowrocławiu.

wiu. Projektem objęty został także montaż 10 tablic dynamicznej informacji pasażerskiej na wybranych przystankach komunikacji miejskiej.

Tab. 4. Struktura taboru MPK wg kryterium wieku i spełnianych norm czystości spalin – stan na 30 września 2018 r.

Lp.	Typ taboru	Napęd	Liczba sztuk	Długość [m]	Rok produkcji	Wiek [lat]	Norma czystości spalin
1	Jelcz 120 MM/2	ON	2	12,0	1998	20	EURO 2
2	MAN A35	ON	2	9,5-10,0	2002	16	EURO 3
3	MAN A76	ON	1	10,5	2002	16	EURO 3
4	MAN A76	ON	1	10,5	2003	15	EURO 3
5	Solbus B 9,5	ON	2	9,5	2004	14	EURO 3
6	Solbus SN 11	ON	4	10,8	2006	12	EURO 4
7	Solaris Urbino 12	ON	3	12,0	2006	12	EURO 5
8	Kapena Urby	CNG	4	7,5	2010	8	EURO 4
9	Solaris Urbino 10	ON	1	9,9	2010	8	EURO 4
10	Solaris Urbino 10	ON	3	9,9	2011	7	EURO 5
11	Solaris Urbino 10	ON	1	9,9	2013	5	EURO 5
12	Solaris Urbino 12 electric	elektryczny	2	12,0	2015	3	nd.
13	Volvo 7900 Hybrid	hybrydowy	10	12,1	2015	3	EURO 6
14	Razem emisyjne	ON, CNG i hybrydowy	34	7,5-12,1	1998-2015	3-20	EURO 2-6
15	Razem zeroemisyjne	elektryczny	2	12,0	2015	3	nd.
16	Ogółem tabor	ON	36	7,5-12,1	2003-2015	3-20	EURO 2-6

Źródło: dane MPK.

W wyniku rozstrzygniętych przetargów w 2015 r. wprowadzono do eksploatacji w MPK:

- 2 autobusy elektryczne Solaris Urbino 12 electric z silnikami 160 kW i zestawem baterii o pojemności 200 kWh;
- 10 autobusów hybrydowych Volvo 7900 z silnikami spalinowymi 240 KM (176 kW) i elektrycznymi 120 kW, wyposażonych w dodatkowe akumulatory litowo-jonowe.

Ponadto, do ładowania autobusów elektrycznych zainstalowano zewnątrz ładowarki o mocy 20 kW – podłączane przez złącze plug-in. Pojazdy ładowane są wyłącznie na zajezdni. Obydwa autobusy obsługują przede wszystkim linię 10 i w trakcie dnia zjeżdżają na zajezdnię w celu doładowania baterii, co ujęte jest w rozkładzie jazdy.

Autobusy hybrydowe Volvo 7900 ruszają z przystanku za pomocą silnika elektrycznego, a napęd spalinowy załącza się po osiągnięciu prędkości 15-20 km/h.

Nabyte pojazdy Miasto wypożyczyło odpłatnie MPK. Dostarczenie 12 fabrycznie nowych autobusów skutkowało odnowieniem ok 1/3 floty pojazdów użytkowanej przez Spółkę, zdecydowanie poprawiając wizerunek komunikacji miejskiej w Inowrocławiu, a jednocześnie znacznie zmniejszając koszty bieżącej eksploatacji taboru.

W ramach projektu zainstalowano 10 tablic dynamicznej informacji pasażerskiej na przystankach oraz rozbudowano system dyspozytorski i informacji o pojazdach w czasie rzeczywistym.

Po dokonanej w 2015 r. wymianie taboru, udział pojazdów zeroemisyjnych we flocie pojazdów MPK wyniósł ponad 5%, co oznacza osiągnięcie już w tym czasie progu określonego w ustawie o elektromobilności dla 2021 r.

W obecnej perspektywie finansowania projektów ze środków pomocowych UE, w ramach regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Kujawsko-Pomorskiego na lata 2014-2020, Miasto realizuje projekt pn. „Ograniczenie niskiej emisji poprzez rozwój i usprawnienie infrastruktury transportu miejskiego w Inowrocławiu” – z bardzo szerokim zakresem zadań.

W ramach tego projektu przewidziano:

- zakup 8 autobusów elektrycznych oraz 8 autobusów elektrycznych hybrydowych;
- budowę 4 stacji stanowisk szybkiego ładowania autobusów elektrycznych na wybranych przystankach i pętlach oraz 16 stanowisk ładowania wolnego na zajezdni MPK;
- zakup i montaż 6 biletomatów, 18 tablic dynamicznej informacji pasażerskiej oraz wymianę autokomputerów, kasowników i bileterek, a także informacji głosowej w pojazdach;
- wymianę 27 wiat przystankowych oraz budowę 2 toalet na przystankach;
- przebudowę rejonu dworca wraz z urządzeniem parkingów P&R, K&R i B&R;
- urządzenie pomieszczeń zespołu zarządzającego infrastrukturą drogową i komunikacyjną.

Całkowita wartość projektu wynosi 51,6 mln zł, a termin jego realizacji określono na lata 2017-2020. Wynikającą z projektu część zamówienia, dotyczącą dostawy jednostek taborowych, rozstrzygnięto w I kwartale 2018 r. Jako dostawcę autobusów wybrano firmę Volvo Polska Sp. z o.o., oferującą pojazdy Volvo 7900 Electric i Volvo 7900 Electric Hybrid oraz dwustanowiskowe ładowarki zajezdniowe o mocy 12 kW każda. Pierwsze 4 pojazdy Volvo 7900 Electric Hybrid zostały dostarczone w październiku 2018 r., a kolejne 4 – w listopadzie. Wykonano już także stację wolnego ładowania autobusów – składającą się z 8 ładowarek zintegrowanych, umożliwiających ładowanie jednocześnie po 2 pojazdy, zlokalizowaną na terenie zajezdni MPK.

W tym miejscu należy wyjaśnić różnicę pomiędzy autobusami określanymi jako hybrydowe i elektryczne hybrydowe. Klasyczne autobusy hybrydowe wykorzystują energię elek-

tryczną odzyskiwaną w czasie hamowania. Silnik elektryczny pracuje przede wszystkim podczas ruszania i zwalniania, a w pozostałym czasie autobus napędza silnik Diesla.

Autobusy elektryczne hybrydowe różnią się od klasycznych hybrydowych tym, że na większości trasy wykorzystują energię elektryczną i posiadają zewnętrzne źródło zasilania. W przypadku autobusu Volvo 7900 Electric Hybrid tryb bezemisyjny obejmuje średnio 70% trasy, a trwające kilka minut ładowanie baterii odbywa się na przystanku końcowym – poprzez pantograf wysuwany ze stacji ładowania. Baterie są też ładowane podczas jazdy – jak w klasycznych autobusach hybrydowych – przy hamowaniu.

W autobusie elektrycznym hybrydowym możliwe jest zaprogramowanie wyboru napędu na poszczególnych odcinkach trasy, którą porusza się autobus. Podczas gdy klasyczne autobusy hybrydowe automatycznie wybierają napęd spalinowy i elektryczny – elektryczny wykorzystywany jest przy ruszaniu i przy niskich prędkościach, to w przypadku autobusów elektrycznych hybrydowych można zaprogramować, w którym momencie będzie wykorzystywany napęd elektryczny, a w którym spalinowy. System zarządzania napędem umożliwia dokładne skalkulowanie zapotrzebowania na energię na danej trasie i wgranie do komputera sterującego pracą jednostki napędowej algorytmu, który automatycznie – po odczytaniu danych z GPS – przełączy napęd ze spalinowego na elektryczny w strefach nisko- lub zeroemisyjnych (np. w ścisłych centrach miast lub wewnątrz osiedli mieszkaniowych).

W zamówieniu Miasta wymogiem było, aby autobusy elektryczne posiadały minimum 70 miejsc, w tym 22 siedzące i były wyposażone w silnik o min. mocy 260 kW, system rekuperacji energii oraz baterie LTO o pojemności nie mniejszej niż 75 kWh, a także w przyłącze dla pantografu do ładowania szybkiego.

Wymagania wobec autobusów hybrydowych, to: pojemność pasażerska minimum 80 miejsc, w tym 28 siedzących, wyposażenie w silnik spalinowy o mocy min. 170 kW oraz elektryczny o mocy min. 70 kW i baterie min. 15 kWh. Ogrzewanie w okresie zimowym miał zapewniać agregat grzewczy na olej napędowy.

Jak już wspomiano, pojazdy hybrydowe elektryczne dostarczone zostały w październiku i listopadzie 2018 r., a dostawa pozostałych zakupionych w ramach projektu (elektrycznych), planowana jest w grudniu 2018 r.

Nowe autobusy są przeznaczone do regularnej komunikacji miejskiej, całkowicie z niską podłogą, trzywejsściowe i wyposażone w klimatyzację przestrzeni pasażerskiej, monitoring całopojazdowy, czujniki cofania, system gaszenia pożaru, tablice kierunkowe oraz system biletu elektronicznego. Pojazdy ponadto posiadają monitory wewnętrzne LCD, gniazda USB, alkomat dla kierowcy oraz system monitorowania ciśnienia i temperatury w ogumieniu.

W ramach opisywanego projektu budowane są 4 stacje ładowania szybkiego z ładowarkami z odwróconym pantografem o mocy minimalnej 300 kW.

W analizie przyjęto – zgodnie z założeniami MPK – wycofanie do końca 2019 r. – 16 najstarszych pojazdów z silnikami spalinowymi zasilanymi olejem napędowym i CNG, a w ich miejsce wprowadzenie do ruchu nowych pojazdów hybrydowych i elektrycznych.

W tabeli 5 przedstawiono przewidywany stan floty pojazdów na dzień 31 grudnia 2018 r. (w 2019 r. będą jeszcze eksploatowane trzy autobusy marki Kapena – zasilane CNG).

Tab. 5. Przewidywana na dzień 31 grudnia 2018 r. struktura taboru MPK wg kryterium wieku i spełnianych norm czystości spalin

Lp.	Typ taboru	Napęd	Liczba sztuk	Długość [m]	Rok produkcji	Wiek [lat]	Norma czystości spalin
1	Kapena Urby	CNG	3	7,5	2010	8	EURO 4
2	Solaris Urbino 10	ON	1	9,9	2010	8	EURO 4
3	Solaris Urbino 10	ON	3	9,9	2011	7	EURO 5
4	Solaris Urbino 10	ON	1	9,9	2013	5	EURO 5
5	Solaris Urbino 12 electric	elektryczny	2	12,0	2015	3	nd.
6	Volvo 7900 Hybrid	hybrydowy	10	12,1	2015	3	EURO 6
7	Volvo 7900 Electric Hybrid	hybrydowy	8	12,1	2018	0	EURO 6
8	Volvo 7900 Electric	elektryczny	8	12,1	2018	0	nd.
9	Razem emisyjne	ON i hybrydowy	26	7,5-12,1	2010-2018	0-8	EURO 4-6
10	Razem zeroemisyjne	elektryczny	10	12,0-12,1	2015-2018	0-3	nd.
11	Ogółem tabor	ON	36	7,5-12,1	2010-2018	0-8	EURO 4-6

Źródło: dane MPK.

W tabeli 6 przedstawiono strukturę taboru inowrocławskiej komunikacji miejskiej pod kątem spełniania norm czystości spalin EURO – wg stanu na 30 września 2018 r.

W 2017 r. średnia liczba pojazdów w ruchu wynosiła 23,9 szt., a w okresie 8 miesięcy 2018 r. – 23,7 szt. Łączny stan taboru na koniec września 2018 r. wynosił 36 jednostek, co oznacza, nawet przy zróżnicowaniu wielkości taboru (trzy typy), że rezerwa taboru wynosiła 34%. Jest to wartość wysoka, ale względnie duża nadwyżka pojazdów ponad wymagane do ruchu wynika z wdrażania nowych typów autobusów i ma charakter przejściowy.

Tab. 6. Struktura taboru inowrocławskiej komunikacji miejskiej w podziale na normy emisji spalin – stan na 30 września 2018 r.

Pojazdy	Jedn.	Norma czystości spalin EURO					Napęd elektryczny	Razem
		2	3	4	5	6		
Liczba	szt.	2	6	9	7	10	2	36
Struktura	%	5,6	16,7	25,0	19,4	27,8	5,6	100,0

Źródło: dane MPK.

Do niniejszej analizy przyjęto aktualny ilostan taboru inowrocławskiej komunikacji miejskiej, tj. 36 autobusów w 2019 r. i już po wprowadzeniu do ruchu wszystkich zakupionych 16 pojazdów fabrycznie nowych oraz po kilkumiesięcznej ich eksploatacji – 33 pojazdy począwszy od 2020 r. Docelowa nadwyżka pojazdów we flocie ponad wymagane w ruchu zapewni 23% rezerwę – przy przewidywanym zwiększeniu pojazdów w ruchu do poziomu ok. 25,3 pojazdów, – z uwagi na wydłużenie postojów na przystankach końcowych związanych z ładowaniem autobusów elektrycznych.

Przy realizacji zakupu taboru elektrycznego przyjmuje się najczęściej 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.

W miarę wzrostu wieku pojazdów należy się też liczyć z ich większą awaryjnością. W analizie przyjęto zatem, że po osiągnięciu średniego wieku taboru przekraczającego 8 lat, rezerwa taborowa powinna być nieznacznie zwiększona – do poziomu 25% stanu floty.

4.2. Planowane zamierzenia inwestycyjne

Miasto Inowrocław w ramach perspektywy finansowej 2014-2020 realizuje omówiony wyżej projekt pn. „Ograniczenie niskiej emisji poprzez rozwój i usprawnienie infrastruktury transportu miejskiego w Inowrocławiu”, w ramach którego zakupiono 8 autobusów elektrycznych i 8 autobusów hybrydowych elektrycznych.

Nabywane pojazdy systematycznie przekazywane są do eksploatacji podmiotowi wewnętrznemu w formie odpłatnej dzierżawy. W miarę ich wprowadzania do ruchu przewiduje się sukcesywne wycofywanie najstarszych pojazdów – marek: Jelcz, MAN, Solbus i Solaris (z 2006 r.) oraz Kapena (1 szt.) – poz. 1-7 w tabeli 4.

Udział pojazdów zeroemisyjnych w strukturze floty operatora inowrocławskiej komunikacji miejskiej uzyska w ten sposób na koniec 2018 r. poziom 27,8%, natomiast średni wiek

pojazdów – z uwagi na 44% pojazdów fabrycznie nowych we flocie – osiągnie niezwykle niski, niespotykany dotąd w Polsce poziom 2,6 lat.

Przewiduje się, że autobusy elektryczne zostaną skierowane do obsługi linii podstawowych: 3, 21 i 27 oraz linii 10 – na części swojej trasy obsługującej obszar uzdrowiskowy. Linia 10 już obecnie obsługiwana jest autobusami elektrycznymi.

Nowo zakupione autobusy zeroemisyjne będą mogły być bez przeszkód przekazane do eksploatacji przez MPK na podstawie umowy przewozowej zawartej w 2015 r., spełniającej wszystkie wymogi rozporządzenia (WE) 170/2007, ustawy o ptz oraz wytycznych dla podmiotów korzystających ze wsparcia środkami pomocowymi.

W tabeli 7 przedstawiono planowaną strukturę taboru w 2019 r., czyli do czasu zakończenia prac związanych z instalacją stanowisk szybkiego ładowania na przystankach i pętlach na obszarze miasta, po odbiorach autobusów elektrycznych i z utrzymaniem jeszcze stanu 36 pojazdów we flocie.

Tab. 7. Przewidywana w 2019 r. struktura taboru inowrocławskiej komunikacji miejskiej w podziale na rodzaje napędów

Pojazdy	Jedn.	Rodzaj napędu				Razem
		ON	CNG	hybrydowy	elektryczny	
Liczba	szt.	5	3	18	10	36
Struktura	%	13,9	8,3	50,0	27,8	100,0

Źródło: dane MPK.

Po zakończeniu realizacji opisanej inwestycji, struktura taboru MPK ulegnie istotnej zmianie – autobusy elektryczne stanowiąc będą ponad 25% stanu taborowego operatora. Miasto osiągnie w ten sposób już w 2019 r. poziom udziału we flocie autobusów wymagany ustawą o elektromobilności od 1 stycznia 2025 r.

Inowrocław jest wśród liderów w we wprowadzaniu elektromobilności w komunikacji miejskiej w Polsce. Po pierwszym okresie eksploatacji nowych autobusów, MPK zamierza wycofać z użytkowania 3 najstarsze pojazdy, zapewniając nadal utrzymanie ponad 20% rezerwy taborowej. Po zmniejszeniu stanu floty, udział taboru zeroemisyjnego wzrośnie do poziomu 30,3%. W ten sposób Inowrocław stanie się jednym z pierwszych miast w kraju, które osiągną poziom taboru zeroemisyjnego we flocie wymagany dopiero dla 2028 r.

Miasto Inowrocław planuje w późniejszym okresie dalszy udział w naborach konkursowych na dofinansowanie ze środków krajowych i unijnych zakupu autobusów elektrycznych

wraz z infrastrukturą zasilającą. Zakłada się kierowanie nabywanego taboru zeroemisyjnego do obsługi kolejnych linii komunikacyjnych.

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

5. Identyfikacja wariantów

5.1. Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych

Inowrocławia

Przedmiotem niniejszej analizy jest identyfikacja kosztów i korzyści powstałych w wyniku zapewnienia przez Gminę Miasto Inowrocław 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 30 września 2018 r. przedstawiono w tabeli 4, a zmiany w stanie floty jakie nastąpią do końca 2018 r. opisano w rozdziałach 4.1 i 4.2.

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

„Strategia Obszaru Strategicznej Interwencji dla Inowrocławia oraz obszarów powiązanych z nim funkcjonalnie do 2020 r.” opracowana została dla obszaru miasta Inowrocławia oraz dla gminy wiejskiej Inowrocław. Strategia określa pięć priorytetów inwestycyjnych (osi priorytetowych): 1 – Środowisko, 2 – Transport, 3 – Rewitalizacja, 4 – Społeczeństwo i 5 – Edukacja. W ramach każdego z tych priorytetów dokument określa cele szczegółowe i typy realizowanych projektów.

W ramach osi priorytetowej nr 1 – Środowisko, w strategii zdefiniowano trzy cele szczegółowe, a wśród nich cel nr 1.2 – „promowanie strategii niskoemisyjnych poprzez poprawę efektywności energetycznej i zmniejszenie emisji CO₂”, a jako typy projektów – m.in.: „obniżenie emisji generowanych przez transport w aglomeracjach miejskich oraz na obszarach pozamiejskich” i „działania promujące korzystanie z systemów transportu publicznego oraz działania edukacyjno-informacyjne skierowane do mieszkańców, służące pobudzeniu świadomości i zwiększeniu odpowiedzialności społecznej za jakość środowiska naturalnego”.

W ramach osi priorytetowej nr 2 – Transport, określono dwa cele szczegółowe: „zmniejszanie uciążliwości transportu publicznego” i „zwiększenie znaczenia transportu rowerowego”, a jako typy projektów – m.in.: „inwestycje w infrastrukturę i tabor „czystej” komunikacji publicznej” oraz „wprowadzenie niskoemisyjnych paliw i technologii w systemie transportu publicznego i służb miejskich”.

W wykazie projektów podstawowych w ramach priorytetu inwestycyjnego nr 1 – Transport, pod pozycją nr 6 zamieszczono projekt: pn. „Ograniczenia niskiej emisji poprzez rozwój i usprawnienie infrastruktury transportu miejskiego w Inowrocławiu”, w ramach którego przewidywano zakup 16 jednostek taborowych, rozbudowę systemu ITS, budowę

dwóch parkingów „Kiss&Ride” i „parkuj i jedź”. Jako okres realizacji tego projektu wskazano lata 2017-2018.

„Strategia Rozwoju Miasta Inowrocławia do 2020 r.”³ określiła pięć priorytetów:

- nr I – Gospodarka i miejsca pracy;
- nr II – Infrastruktura;
- nr III – Efektywny system edukacji;
- nr IV – Inowrocław – atrakcyjne miejsce do zamieszkania;
- nr V – Zwiększenie znaczenia uzdrowiska Inowrocław.

W ramach każdego z priorytetów zdefiniowano cele rozwojowe, w tym w ramach priorytetu nr II – Infrastruktura – cel „Rozwój transportu zbiorowego”.

W ramach tego celu wskazano jako zadania:

- modernizację miejskiego transportu zbiorowego – wprowadzenie do eksploatacji autobusów z napędami ekologicznymi (hybrydy, elektryczne);
- zwiększanie udziału pojazdów niskowejściowych, co ma poprawić dostęp do nich dla osób niepełnosprawnych;
- rozbudowę inteligentnych systemów transportowych.

„Miejska Strategia Rozwoju Transportu dla Miasta Inowrocławia do 2020 r. z uwzględnieniem Planu Mobilności Miejskiej Miasta Inowrocławia”⁴ wskazuje najważniejsze działania w zakresie inwestycji w infrastrukturę drogową i rozwoju różnych form transportu na obszarze Inowrocławia. Wśród zadań związanych z publicznym transportem zbiorowym strategia wymienia dwa zadania dotyczące taboru komunikacji miejskiej: nr 5 – „Zakup nowych pojazdów przez MPK, celem wymiany taboru na nowy” – do zrealizowania w 2016 r. i nr 7 – „Zakup 10 nowych pojazdów przez MPK, celem wymiany taboru na nowy” – do zrealizowania w latach 2018-2020.

W dokumencie wyszczególnione są ponadto inne zadania związane z funkcjonowaniem publicznego transportu zbiorowego:

- objęcie obsługą komunikacyjną całej gminy wiejskiej;
- utworzenie zintegrowanych węzłów przesiadkowych;
- montaż elektronicznych tablic na przystankach;
- utworzenie jednej strefy taryfowej oraz integracja taryfowa z połączeniami kolejowymi do Bydgoszczy i Torunia;
- przeprowadzenie badań napełnień i preferencji pasażerów;
- opracowanie koncepcji i promowanie zrównoważonej mobilności.

³ Przyjęta uchwałą nr XXIV/252/2016 Rady Miejskiej Inowrocławia z dnia 28 listopada 2016 r.

⁴ Przyjęta uchwałą nr IX/81/2015 Rady Miejskiej Inowrocławia z dnia 29 czerwca 2015 r.

W zakresie powiązania systemu transportowego z problematyką ochrony środowiska, w celu osiągnięcia założonego w strategii efektu ekologicznego dla pojazdów drogowych transportu publicznego, zakłada się m.in. zwiększenie korzystania z komunikacji miejskiej – poprzez pozyskiwanie autobusów spełniających wymagania niskiej emisji zanieczyszczeń.

„Program Ochrony Środowiska dla Miasta Inowrocławia na lata 2017-2020” jedynie w obszarze interwencji „Powietrze, adaptacja do zmian klimatu” w ramach celu „Osiągnięcie wymaganych standardów jakości powietrza” wymienia zadanie „Ograniczenie niskiej emisji poprzez rozwój i usprawnienie infrastruktury transportu miejskiego w Inowrocławiu”.

Aktualizacja „Planu zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla Miasta Inowrocławia”⁵ określa jako cel główny „tworzenie efektywnego systemu komunikacji publicznej, przyczyniającego się do trwałego podnoszenia jakości życia w mieście zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju”. Zakłada się, że cel główny planu realizowany będzie poprzez m.in.: „ograniczanie negatywnego wpływu transportu na środowisko poprzez wprowadzanie rozwiązań i technologii trakcyjnych zmniejszających hałas oraz emisję zanieczyszczeń do środowiska, np. prowadzenie przewozów autobusami z silnikami wyposażonymi w proekologiczne systemy napędowe (silniki elektryczne, systemy hybrydowe)”.

Jako pożądaną jakość usług przewozowych w przewozach o charakterze użyteczności publicznej plan wymienia m. in. wysoki standard taboru. Plan zakłada zwiększanie liczby pojazdów przystosowanych do przewozu osób niepełnosprawnych oraz wyposażonych w klimatyzację, „ciepłe guziki”, monitoring, a także w systemy wizualnej i głosowej informacji pasażerskiej. W planie przyjęto ponadto, że przeciętny wiek taboru nie powinien przekraczać 8-10 lat, a pojedynczy pojazd nie powinien być starszy niż 15-20 letni. Nowo zakupione autobusy powinny „spełniać standardy ekologiczne i ekonomiczne”.

Wprowadzenie ekologicznych rodzajów napędów wymienione zostało w planie transportowym także w ramach przyjętych kierunków działań.

Aktualizacja „Planu gospodarki niskoemisyjnej dla Miasta Inowrocławia”⁶ wskazuje na efekt zmniejszenia emisji komunikacyjnej w sektorze transportu publicznego po 2013 r. – w związku z zakupem i wprowadzeniem do eksploatacji 2 autobusów elektrycznych i 10 autobusów hybrydowych. Program wyznacza cztery cele strategiczne:

- nr 1 – Rozwój Miasta przy jednoczesnym zapewnieniu utrzymania zużycia energii finalnej na dotychczasowym poziomie do 2020 roku;

⁵ Przyjęta uchwałą nr XXVIII/311/2017 Rady Miejskiej Inowrocławia z dnia 20 marca 2017 r.

⁶ Przyjęty uchwałą nr XXXI/348/2017 Rady Miejskiej Inowrocławia z dnia 26 czerwca 2017 r.

- nr 2 – Redukcja emisji gazów cieplarnianych mająca na celu przeciwdziałanie zmianom klimatycznym oraz wypełnienie zobowiązań wynikających z przejętego przez RP Pakietu Klimatyczno-Energetycznego do roku 2020;
- nr 3 – Zwiększenie udziału energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych mające na celu zmniejszenie zużycia energii konwencjonalnej pochodzącej ze spalania paliw kopalnych, zmniejszenie emisji pyłów i zanieczyszczeń gazowych, w tym w szczególności gazów cieplarnianych do atmosfery, a w efekcie przyczyniające się do zmniejszenia zużycia energii finalnej;
- nr 4 – Zwiększenie efektywności energetycznej mające na celu zmniejszenie zużycia energii konwencjonalnej pochodzącej ze spalania paliw kopalnych, zmniejszenie emisji pyłów i zanieczyszczeń gazowych, w tym w szczególności gazów cieplarnianych do atmosfery.

Dla osiągnięcia celów nr 1 i 2, zgodnie z planem zamierza się zrealizować ideę wzorcowej roli sektora publicznego w zakresie oszczędnego gospodarowania energią, poprzez m.in. dalszą wymianę taboru transportu publicznego wskutek zakupu nowych hybrydowych i elektrycznych autobusów komunikacji miejskiej. W ujętym w opisywanym dokumencie „Planie działań dla Miasta Inowrocławia do 2020 r.”, w obszarze transportu wymienia się zadanie nr 2.1.5 – „Ograniczenie niskiej emisji poprzez rozwój i usprawnienie infrastruktury transportu miejskiego w Inowrocławiu” – zgodne z realizowanym projektem inwestycyjnym ze wsparciem środkami pomocowymi UE.

W ramach tego zadania przewiduje się:

- przebudowę placu dworcowego i budowę parkingów z przejściem podziemnym;
- montaż tablic ITS;
- wymianę 26 wiat autobusowych i budowę 2 toalet;
- zakup 6 biletomatów i wymianę kasowników w autobusach;
- urządzenie pomieszczenia dla potrzeb zarządzania infrastrukturą drogową i komunikacyjną w mieście;
- wymianę taboru MPK – poprzez wycofanie z ruchu 19 pojazdów, w tym 15 z silnikami na olej napędowy i 4 z silnikami CNG oraz zakup 8 autobusów hybrydowych i 8 elektrycznych;
- budowę 5 stacji ładowania autobusów elektrycznych.

Okres realizacji tego zadania określono w planie na lata 2018-2019, a koszt – na około 52 mln zł.

„Lokalny Program Rewitalizacji Miasta Inowrocławia na lata 2016-2022”⁷ oraz „Lokalna Strategia Rozwoju Stowarzyszenia Lokalna Grupa Działania Inowrocław na lata 2014-2020” nie odnoszą się do problematyki publicznego transportu zbiorowego.

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 niż oleju napędowego, 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 ze-

⁷ Przyjęty uchwałą nr XLV/530/2018 Rady Miejskiej Inowrocławia z dnia 8 października 2018 r.

roemisyjnych. 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 Inowrocław, w wyniku realizacji projektu inwestycyjnego „Zakup nowych ekologicznych autobusów oraz montaż Inteligentnego Systemu Transportowego w mieście Inowrocławiu” już w 2015 r. osiągnęło 5% udział autobusów zeroemisyjnych we flocie pojazdów eksploatowanych w komunikacji miejskiej. Nastąpiło to na ponad 5 lat przed datą 1 stycznia 2021 r., dla której w ustawie o elektromobilności wskazano pierwszy próg minimalnego udziału taboru zeroemisyjnego we flocie pojazdów wykorzystywanych w komunikacji miejskiej – wynoszący właśnie 5%.

Dotychczasowe zastosowanie CNG do zasilania autobusów determinował głównie koszt zakupu gazu. Jego cena 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 podejmowaniu decyzji o ewentualnej dalszej eksploatacji taboru zasilanego CNG, jest fakt, że w Inowrocławiu jest stacja tankowania tym paliwem, a pojazdy nim zasilane są już w MPK eksploatowane od 16 lat. Pojazdy zasilane gazem nie są jednak zeroemisyjne.

Dostępными aktualnie na rynku autobusami zeroemisyjnymi – nieemitującymi gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych – są pojazdy z napędem elektrycznym zasilane bateryjnie, zasilane z sieci zewnętrznej (trolejbusy) oraz zasilane z energii elektrycznej wytwarzanej w ogniach paliwowych, ale tylko takich, w których w efekcie spalania paliwa nie występuje emisja CO₂, co – przy obecnym stanie zaawansowania techniki – w praktyce ogranicza je do ogni wodorowych.

Kołowe pojazdy zeroemisyjne zasilane z sieci zewnętrznej – trolejbusy – eksploatowane są jedynie w trzech sieciach komunikacyjnych w Polsce, najbliższej Inowrocławia w Gdyni. Głównym problemem ograniczającym rozwój tego rodzaju napędu jest bardzo wysoki koszt budowy sieci zasilającej wzdłuż trasy linii, wymagający dużych dodatkowych nakładów inwestycyjnych, na które większość miast średniej wielkości, takich jak Inowrocław – 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 już znaczące przebiegi tras poza siecią trakcyjną. W niektórych miastach 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), ale pomimo to spełniają ustawową definicję autobusu zeroemisyjnego.

W celu spełnienia wymogów ustawy o elektromobilności, Miasto Inowrocław 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

Rozpoczęcie w 2015 r. eksploatacji pierwszych autobusów zeroemisyjnych (elektrycznych) w inowrocławskiej komunikacji miejskiej, wiązało się z instalacją ładowarek na zajezdni. Zastosowano ładowarki ze złączem plug-in i odpowiednio dostosowano do nich zasilanie zajezdni, a także wprowadzono zmiany w wyposażeniu stanowisk obsługowych, diagnostycznych, naprawczych i remontowych, a także gruntownie przeszkolono załogę. Koszty dostosowania obiektów zajezdni i przeszkolenia załogi w zakresie eksploatacji autobusów zeroemisyjnych zostały więc już przynajmniej częściowo poniesione.

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

Najprostszym rozwiązaniem jest wyposażenie pojazdów w baterie pozwalające na wykonanie pełnego dziennego cyklu pracy w danej sieci komunikacji miejskiej – podobnego jak dla autobusów zasilanych olejem napędowym – czyli przynajmniej 250 km z pełnym obciążeniem.

Ładowanie pojazdów odbywałoby się w tym przypadku na 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 zastoso-

wanie dodatkowych punktów ładowania prądu na trasie linii. Zmniejszenie wagi baterii, a w jej rezultacie – zwiększenie pojemności pasażerskiej pojazdu i zmniejszenie kosztu przewozu pojedynczego pasażera – może być wówczas znaczące. Ogranicza jednak wykorzystanie pojazdu z bateryjnym napędem elektrycznym do dedykowanych tras – obejmujących pętle, na których zainstalowano ładowarki. Doładowywanie pojazdu w innym wybranym punkcie na trasie linii wymagałoby dłuższego postoju, co – ze względu na masowość przewozów – w Polsce jest nieakceptowane przez pasażerów.

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

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

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.

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. Autobus taki posiada natomiast wszystkie zalety autobusu elektrycznego.

Bardzo istotnym i – w przypadku Inowrocławia – 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 i niskiej cenie.

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

5.4. Proponowane warianty

W studium wykonalności projektu „Ograniczenie niskiej emisji poprzez rozwój i usprawnienie infrastruktury transportu miejskiego w Inowrocławiu” w ramach analizy opcji przeprowadzono analizę wielokryterialną trzech wariantów realizacji inwestycji, o różnym zakresie wykonywanego zadania. W wyniku tej analizy wybrano wariant W1, obejmujący pełny zakres inwestycji, w tym zakup taboru zeroemisyjnego.

W ramach analizy opcji przeprowadzono także szczegółową analizę dwóch rozwiązań technologicznych – zakupu wyłącznie pojazdów elektrycznych oraz zakupu w równej części pojazdów elektrycznych i hybrydowo-elektrycznych, wybierając to drugie rozwiązanie. Głównym uzasadnieniem było przynajmniej częściowe uniezależnienie publicznego transportu zbiorowego od ryzyka zakłóceń w dostawach energii elektrycznej.

W rezultacie przeprowadzonej w niniejszym dokumencie wstępnej analizy, zidentyfikowano dwa warianty zmian wyposażenia taborowego inowrocławskiej komunikacji miejskiej. W każdym z wariantów uwzględniono pełne wdrożenie projektu „Ograniczenie niskiej emisji poprzez rozwój i usprawnienie infrastruktury transportu miejskiego w Inowrocławiu”, w jego obecnym zakresie – opisanego w rozdziałach 4.1 i 4.2 – w tym przeprowadzenie znaczącej wymiany taboru i wybudowanie stacji szybkiego ładowania do końca 2018 r.

Zgodnie z założeniami MPK, w każdym wariantcie przyjęto do końca 2019 r. wycofanie z ruchu trzech autobusów Kapena Urby i osiągnięcie docelowej wielkości floty równej 33 pojazdom. W obydwu wariantach przyjęto, że tabor danego rodzaju będzie po upływie założonego okresu eksploatacji zamieniony taborem tego samego rodzaju, z tym że pojazdy wyłącznie z silnikami zasilanymi olejem napędowym zostaną zastąpione – zgodnie z przedstawioną polityką MPK – pojazdami zasilanymi CNG.

W każdym z wariantów przyjęto także, że po osiągnięciu średniego wieku taboru przekraczającego 8 lat, rezerwa taborowa zostanie nieznacznie zwiększona – do poziomu 25% stanu floty.

Do dalszej analizy przyjęto zatem:

- wariant 1 – w którym założono, że tabor dodatkowy i wprowadzany za wyeksploatowane dotychczasowe autobusy elektryczne będzie miał silniki zasilane CNG;
- wariant 2 – w którym założono, że tabor dodatkowy będzie elektrycznym, przystosowanym do zasilania przez złącze pantografowe.

W obydwu wariantach założono sukcesywną wymianę taboru według harmonogramu opracowanego przez MPK do 2028 r., z tym że w wariantcie 1 przyjęto zastąpienie dwóch obecnie eksploatowanych autobusów elektrycznych pojazdami z napędem CNG dopiero po upływie 15-letniego okresu ich eksploatacji. Zgodnie z harmonogramem założono, że pojazdy klasy mini zostaną wycofane z eksploatacji do końca 2019 r., a autobusy zasilane olejem napędowym będą sukcesywnie wymieniane na pojazdy podobnej klasy, ale zasilane CNG.

Z uwagi na brak rozbudowanego rynku wtórnego pojazdów zasilanych CNG oraz ryzyko wysokich kosztów przywrócenia używanych tego typu pojazdów do pełnej sprawności (np. konieczność wymiany instalacji gazowej, przeprowadzenia odpowiednich prób, remontów jednostek napędowych, itp.), przyjęto zastępowanie wycofywanych autobusów wyłącznie pojazdami fabrycznie nowymi.

Podobnie w przypadku taboru hybrydowego, hybrydowo-elektrycznego oraz elektrycznego, założono wymianę pojazdów wyeksploatowanych na fabrycznie nowe.

Przyjęto, że autobusy klasy midi z silnikami zasilanymi olejem napędowym, do 2028 r. będą sukcesywnie wymieniane na fabrycznie nowe – według harmonogramu MPK, natomiast po 2028 r. – po upływie 10-letniego okresu eksploatacji. W przypadku pojazdów hybrydowych założono, że byłyby one wymieniane po kilka sztuk rocznie po upływie 10-letniego okresu eksploatacji, natomiast w przypadku pojazdów elektrycznych – po 15-letnim okresie eksploatacji. Proces wymiany zaplanowano w taki sposób, aby liczba nabywanych nowych autobusów w większości lat nie przekraczała 4 szt. rocznie.

W wariantcie 2 przyjęto założenie, że po zakończeniu realizacji zakupu taboru w ramach obecnie realizowanych projektów inwestycyjnych, autobusy zeroemisyjne będą nabywane w liczbie zapewniającej spełnienie wymogów ustawy o elektromobilności. Założono przy tym także, że przeciętnie każde pięć obecnie eksploatowanych autobusów z silnikiem Diesla zastąpionych zostanie sześcioma autobusami elektrycznymi.

W obydwu wariantach założono, że poniesione nakłady na utworzenie niezbędnej infrastruktury zasilającej są wystarczające i w okresie analizy – przy prawidłowej eksploatacji infrastruktury – nie będzie konieczności ponoszenia dodatkowych wydatków na jej odtwarzanie.

Z uwagi na obecnie przyjętą zasadę odpłatnego wydierżawiania operatorowi zakupionych przez Miasto pojazdów elektrycznych i elektrycznych hybrydowych uznano, że w okresie analizy zakupy tego typu realizować będzie Miasto, udostępniając następnie tabor odpłatnie MPK.

Dodatkowo utworzono scenariusz bazowy, o charakterze wyłącznie porównawczym, w którym założono wymianę taboru z silnikami na olej napędowy i hybrydowego po upływie 10 lat eksploatacji, a elektrycznego – po 15 latach eksploatacji. W scenariuszu bazowym przyjęto, że wycofywane obecnie użytkowane pojazdy elektryczne będą zastępowane używanymi 5-letnimi autobusami z silnikami na olej napędowy. Dla pozostałych typów pojazdów założono zastępowanie jednostek wycofywanych pojazdami nowymi, w tym podobnie jak w pozostałych wariantach – autobusów midi z silnikami na olej napędowy – autobusami zasilanymi CNG.

Cenę zakupu używanego autobusu z wyposażeniem i dostosowaniem do potrzeb inowrocławskiej komunikacji miejskiej przyjęto na poziomie 350 tys. zł za pojazd klasy pojemnościowej maxi. Jednocześnie, ze względu na fakt, że starzejący się tabor będzie wymagał coraz wyższych nakładów na jego utrzymanie w sprawności, przyjęto wzrost nakładów na części zamienne i usługi naprawcze o 5% rocznie, aż do osiągnięcia dwukrotnego poziomu wydatków z 2017 r.

Planowany w okresie analizy zakres pracy eksploatacyjnej inowrocławskiej komunikacji miejskiej przyjęto zgodnie z przewidywaniami MPK w wysokości 1 571,0 tys. km w 2019 r. i 1 600,5 tys. km – w latach następnych. Pracę eksploatacyjną dla poszczególnych kategorii pojazdów oszacowano dla potrzeb analizy – uwzględniając przybliżone dane MPK – i przedstawiono ją w tabeli 8.

W tabeli 9 przedstawiono planowane zmiany struktury taboru MPK w wariantcie 1, a w tabeli 10 – w wariantcie 2. Przychody z biletów w okresie objętym analizą założono na poziomie wykonania w 2017 r.

Tab. 8. Planowana w okresie analizy roczna praca eksploatacyjna inowrocławskiej komunikacji miejskiej dla różnych rodzajów pojazdów [tys. km]

Rok	Rodzaj napędu				Razem
	elektryczny tylko baterie	elektryczny z pantografem	elektryczny hybrydowy	pozostałe	
2019	100,6	490,3	479,0	501,1	1 571,0
od 2020	100,6	490,3	479,0	530,6	1 600,5

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MPK.

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

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

- 2,20 mln zł za nowy elektryczny – klasy maxi;
- 1,96 mln zł za nowy hybrydowy lub elektryczny hybrydowy – klasy maxi;
- 1,30 mln zł za nowy z silnikiem zasilanym CNG – klasy maxi;
- 1,11 mln zł za nowy z silnikiem zasilanym CNG – klasy midi;
- 0,35 mln zł za używany z silnikiem na olej napędowy – klasy maxi.

W każdym wariantcie elektrycznym przyjęto również nakłady infrastrukturalne na zakup urządzeń do ładowania szybkiego wynikające z projektu „Ograniczenie niskiej emisji poprzez rozwój i usprawnienie infrastruktury transportu miejskiego w Inowrocławiu”.

W analizie założono zastosowanie zainstalowanych 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 w inowrocławskiej komunikacji miejskiej.

Tab. 9. Harmonogram wymiany taboru inowrocławskiej komunikacji miejskiej w latach 2019-2033 – wariant 1

Lp.	Typ taboru – napęd	Rozpatrywany rok														
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
1	Autobusy ON															
1a	Zakup/wycofanie	-/-	-/3	-/1	-/1	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
1b	Stan na koniec roku	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Autobusy CNG															
2a	Zakup/wycofanie	-/3	3/-	1/-	1/-	-/-	-/-	-/-	1/-	-/-	-/-	1/1	1/1	3/1	1/1	1/1
2b	Stan na koniec roku	0	3	4	5	5	5	5	6	6	6	6	6	8	8	8
3	Autobusy ON – hybrydowe															
3a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	3/3	3/3	3/3	1/1	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
3b	Stan na koniec roku	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
4	Autobusy ON – elektryczne hybrydowe															
4a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	3/3	3/3	1/1	1/1	-/-
4b	Stan na koniec roku	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
5	Autobusy elektryczne															
5a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/2	-/-	-/-
5b	Stan na koniec roku	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8	8	8
6	Ogółem stan taboru na koniec roku															
6a	ON i CNG – razem	23	23	23	23	23	23	23	24	24	24	24	24	26	26	26
6b	Zeroemisyjne	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8	8	8
6c	Udział [%]	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	23,5	23,5	23,5
6d	Średni wiek taboru [lat]	3,1	3,3	4,0	4,7	5,7	6,7	6,8	6,6	6,5	7,2	6,9	6,6	5,9	6,2	6,9

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MPK.

Tab. 10. Harmonogram wymiany taboru inowrocławskiej komunikacji miejskiej w latach 2019-2033 – wariant 2

Lp.	Typ taboru – napęd	Rozpatrywany rok														
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
1	Autobusy ON															
1a	Zakup/wycofanie	-/-	-/3	-/1	-/1	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
1b	Stan na koniec roku	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Autobusy CNG															
2a	Zakup/wycofanie	-/3	3/-	1/-	1/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
2b	Stan na koniec roku	0	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4
3	Autobusy ON – hybrydowe															
3a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	3/3	3/3	3/3	1/1	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
3b	Stan na koniec roku	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
4	Autobusy ON – elektryczne hybrydowe															
4a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	3/3	3/3	1/1	1/1	-/-
4b	Stan na koniec roku	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7
5	Autobusy elektryczne															
5a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	1/-	-/-	-/-	-/-	-/-	2/2	-/-	-/-
5b	Stan na koniec roku	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11
6	Ogółem stan taboru na koniec roku															
6a	ON i CNG – razem	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	22	22
6b	Zeroemisyjne	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11
6c	Udział [%]	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4
6d	Średni wiek taboru [lat]	3,1	3,3	4,0	4,7	5,7	6,7	6,8	6,6	6,5	7,2	6,9	6,6	5,9	6,2	6,9

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MPK.

Przy wyborze linii przeznaczonych do obsługi taborem zeroemisyjnym wzięto pod uwagę gęstość zaludnienia obszarów obsługiwanych inowrocławską komunikacją miejską. Z uwagi na objęcie obsługą autobusami zeroemisyjnymi oraz niskoemisyjnymi hybrydami elektrycznymi całego miasta, nie uwzględniano różnic gęstości zaludnienia występujących w różnych jego częściach. Nie skorzystano zatem z obowiązującego przed aktualizacją dokumentacji konkursowej z dnia 4 października 2018 r. kluczowego kryterium 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.

Ekspozycję osób (mieszkańców) na emisje niskie w Inowrocławiu wyliczono dla średniej gęstości zaludnienia w mieście. Wg stanu na koniec 2017 r. średnia gęstość zaludnienia Inowrocławia wynosiła 2 419 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 natomiast 116 osób/km².

W tabeli 11 przedstawiono wskaźniki krotności – o ile razy większa jest gęstość zaludnienia w obszarze obsługiwanym inowrocławską komunikacją w stosunku do średniej dla miast w Polsce i terenu całej Polski oraz wskaźniki wzrostu – o ile procent jest wyższa gęstość zaludnienia w obszarze obsługiwanym inowrocławską komunikacją miejską w porównaniu do średniej gęstości zaludnienia w polskich miastach.

Tab. 11. Ekspozycja mieszkańców Inowrocławia na niskie emisje na tle wartości charakteryzujących kraj i miasta w kraju – stan na 31 grudnia 2017 r.

Parametry charakteryzujące miasto Inowrocław			Wskaźniki		
liczba mieszkańców [tys.]	powierzchnia [km ²]	gęstość zaludnienia [osób/km ²]	krotności w stosunku do		wzrostu wobec miast w Polsce [%]
			miast w Polsce	Polski	
73,58	3,04	2 419	2,30	19,74	30

Źródło: dane Banku Danych Lokalnych GUS.

Dane zaprezentowane w tabeli 11 wskazują, że gęstość zaludnienia Inowrocławia jest znacznie wyższa niż przeciętna dla kraju (niemal 20-krotnie) i miast w kraju (ponad 2-krotnie), a więc liczba mieszkańców narażonych na niską emisję zanieczyszczeń ze środków transportu, jest także w Inowrocławiu proporcjonalnie większa.

Emisja zanieczyszczeń w obszarach o dużej gęstości zaludnienia wpływa więc w większym stopniu na stan zdrowia mieszkańców Inowrocławia, 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 prze-forsowanie 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 sys-

temu wytwarzana jest z wykorzystaniem paliw konwencjonalnych, np. w uciążliwej lokalnie elektrowni węglowej;

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

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

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

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

Liniami komunikacyjnymi pretendowanymi do obsługi taborem zeroemisyjnym, są linie podstawowe, których trasa przebiega przez centralną część miasta i największe osiedla o gęstej zabudowie mieszkaniowej.

Na potrzeby realizacji projektu „Zakup nowych ekologicznych autobusów oraz montaż Inteligentnego Systemu Transportowego w mieście Inowrocławiu” dokonano wyboru pierwszej linii do obsługi taborem zeroemisyjnym – jest nią linia 10, której trasa obejmuje uzdrowską strefę „B” – obejmuje skraj Parku Solankowego. W ramach tego projektu zainstalowane zostały także ładowarki w zajezdni MPK.

Linia 10 ma za zadanie skomunikowanie z obszarem uzdrowskim możliwie największej części miasta i z tej przyczyny wynika jej dość skomplikowany przebieg. Jej trasa prowadzi z dworca PKP obok cmentarzy przy ul. Marcinkowskiego, następnie ulicami Kopernika i Narutowicza do strefy uzdrowskiej, z której ul. Świętokrzyską i al. Niepodległości do os. Rabin, które okrążane jest ul. Wojska Polskiego, al. 800-lecia Inowrocławia i ponownie al. Niepodległości. Dalszy odcinek trasy linii 10 prowadzi ulicami: Miechowicką, Poznańską, Staszica, Świętokrzyską, Szymborską i Marulewską – do pętli znajdującej się na końcu tej ulicy, z której trasę linii 10 wytyczono z powrotem do ul. Staszica i następnie tą ulicą oraz ulicami Laubitz (po zachodniej stronie centrum) i Toruńską – do pętli przy tej ulicy w północno-wschodniej części Inowrocławia. Linia 10, ze względu na swoją trasę charakteryzującą się znaczącym wydłużeniem drogi przejazdu, nie jest intensywnie obsługiwana – jej kursy odbywają się z reguły nie częściej niż co godzinę. W warunkach wprowadzania w 2015 r. do eksploatacji jedynie dwóch pierwszych autobusów elektrycznych, wybór linii 10 do obsługi tego typu taborem, należy uznać za najwłaściwsze rozwiązanie.

W ramach projektu „Ograniczenie niskiej emisji poprzez rozwój i usprawnienie infrastruktury transportu miejskiego w Inowrocławiu” dokonano wyboru lokalizacji stacji ładowania szybkiego: na placu przed obiektami dworcowymi stacji kolejowej Inowrocław, na przystanku początkowym przy ul. Krzywoustego, na rondzie stanowiącym pętlę nawrotową przy ul. Łokietka oraz na pętli Mątwy.

Stanowiska ładowania wyposażone będą w odwrócone pantografy do podłączenia do autobusów elektrycznych oraz elektrycznych hybrydowych zakupionych w ramach tego samego projektu. Planuje się, że autobusy elektryczne przeznaczone zostaną do obsługi linii podstawowych 21 i 27, natomiast autobusy elektryczne hybrydowe – do obsługi linii podstawowej 3 i uzupełniającej 16.

Linie 21 i 27 mają na znacznej części trasy przebieg wspólny – łączą Rąbin z osiedlem Piastowskim. Obydwie są liniami okrężnymi, a obsługujące je autobusy przez osiedle Rąbin przejeżdżają przeciwbieżnie – na linii 21 najpierw ul. Wojska Polskiego i al. 800-lecia Inowrocławia, a z powrotem al. Niepodległości, natomiast na linii 27 – odwrotnie. Ponadto, linia 21 obsługuje os. Piastowskie od strony ul. Łokietka, natomiast 27 – od strony ul. Krzywoustego. Przystanki krańcowe linii 21 i 27 na os. Piastowskim dzieli od siebie jedynie odległość 400 m, ale nie ma pomiędzy nimi możliwości przejazdu autobusów.

Trasa linii 3 jest natomiast mało skomplikowana – prowadzi od placu przed dworcem kolejowym ulicą Dworcową, a następnie ulicami Kopernika, Narutowicza, Staszica i Poznańską do pętli Mątwy przy zakładach sodowych. Linia 3 łączy dworzec kolejowy z centrum miasta i dzielnicami południowymi, w tym ze strefą przemysłową. Trasa linii 3 wykorzystuje w dużej mierze ulice stanowiące obecny i były przebieg drogi krajowej nr 25 (wyprowadzonej częściowo poza miasto po oddaniu do użytku wschodniej obwodnicy).

Linia uzupełniająca 16 także łączy dworzec kolejowy z zakładami sodowymi, ale jej trasa obejmuje al. Kopernika i okrąża osiedle Rąbin, po zachodniej stronie od ul. Poznańskiej. W stosunku do trasy linii podstawowej 3, trasa linii 16 charakteryzuje się więc dużym wydłużeniem drogi przejazdu.

Celem, który Miasto zamierza osiągnąć poprzez opisany wybór linii do obsługi taborem zeroemisyjnym (10, 21 i 27) lub zeroemisyjnym na części trasy (3 i 16), jest ograniczenie wykorzystania autobusów z napędem spalinowym w rejonie obiektów sanatoryjnych oraz największych osiedli z zabudową wielorodzinną – Piastowskie i Rąbin. Ponadto, trasy tych linii prowadzą przez najbardziej zanieczyszczoną pyłami najstarszą część Inowrocławia, z wiekową zabudową i o wysokiej gęstości zaludnienia.

Wybór linii do obsługi przez autobusy elektryczne determinuje lokalizację stanowisk do ładowania szybkiego. Wraz z przeznaczeniem do obsługi taborem zeroemisyjnym linii 21 i 27, realizowana jest inwestycja budowy stacji ładowania szybkiego na krańcach przy ul. Łokietka i ul. Krzywoustego. Na pierwszej z tych stacji można będzie doładowywać pojazdy obsługujące linię 21, na drugiej zaś linii 27 i – dodatkowo – linii 20.

Kolejną pętlą, na której zainstalowana będzie stacja szybkiego ładowania autobusów, jest plac przed dworcem PKP. Na tej pętli rozpoczyna i kończy swój bieg wiele linii (1, 2, 3, 4, 10, 16 i 28). Ostatnim miejscem ładowania szybkiego, które będzie zrealizowane do końca 2018 r., jest pętla Mątwy, na której swój przystanek początkowy mają autobusy linii: 3, 4, 12 i 16.

W tabeli 12 przedstawiono charakterystykę – przez pryzmat określonych cech – poszczególnych całorocznych linii autobusowych inowrocławskiej komunikacji miejskiej. Kolo-

rem zielonym zacieniowano komórki wskazujące na spełnianie danego kryterium. Za ścisłe centrum uznano ulice: Szymborską, Świętokrzyską, Staszica i Laubitz.

Tab. 12. Charakterystyka poszczególnych linii inowrocławskiej komunikacji miejskiej pod kątem kryteriów ewentualnej obsługi taborem zeroemisyjnym

Linia	Średnia długość trasy w jednym kierunku [km]	Kryterium obsługi taborem zeroemisyjnym – obsługa określonych rejonów lub obszarów						Ranking obsługi taborem zeroemisyjnym
		osiedle Rąbin	osiedle Piastowskie	osiedla Lotnicze i Toruńskie	ściśle centrum	obszar uzdrowski	rejon dworca kolejowego	
Linie podstawowe								
3	7,0	nie	nie	nie	tak	nie	tak	3
21	6,4	tak	tak	nie	tak	nie	nie	2
27	6,7	tak	tak	tak	tak	nie	nie	2
Linie uzupełniające								
4	10,6	nie	tak	nie	tak	nie	tak	3
16	9,7	tak	nie	nie	nie	nie	tak	3
Pozostałe linie								
1	6,3	nie	tak	tak	tak	nie	tak	-
2	4,5	nie	tak	tak	tak	nie	tak	4
10	14,2	tak	nie	tak	tak	tak	tak	1
12	5,8	nie	tak	tak	tak	nie	nie	-
20	7,1	tak	tak	nie	tak	nie	nie	5
28	9,4	tak	nie	nie	nie	nie	tak	-

Źródło: opracowanie własne.

Dwie spośród linii przedstawionych w tabeli 12 charakteryzuje długość trasy w jednym kierunku przekraczająca 10 km. W tej grupie znalazła się linia 10 – jedyna obsługująca obszar uzdrowski. Linia ta ma szczególnie długą, liczącą ponad 14 km trasę, w związku z czym jej obsługa taborem zeroemisyjnym wymaga pojazdów o znacznie większej pojemności baterii. Obecnie linia ta obsługiwana jest autobusami ładowanymi w systemie plug-in, które w ciągu dnia zjeżdżają do zajezdni na około 2 godziny – w celu niezbędnego doładowania baterii.

W rankingu obsługi taborem zeroemisyjnym przedstawionym w tabeli 12, liniom 21 i 27 a priori przyznano kolejną pozycję – ze względu na ich wytypowanie przez Miasto w pierwszej kolejności do obsługi autobusami elektrycznymi i realizowane w związku z tym inwestycje infrastrukturalne.

W następnej kolejności do obsługi taboru zeroemisyjnym powinny być przeznaczone wszystkie pozostałe linie podstawowe i uzupełniające, których oddziaływanie na zanieczyszczenie środowiska jest największe. Przy wskazaniu kolejności obejmowania poszczególnych linii taboru zeroemisyjnym uwzględniono przeznaczenie linii 3 i 16 do obsługi autobusami elektrycznymi hybrydowymi.

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

- w pierwszej kolejności, zgodnie z założeniami projektu „Zakup nowych ekologicznych autobusów oraz montaż Inteligentnego Systemu Transportowego w mieście Inowrocławiu” – linia 10, obsługiwana autobusami z bateriami dużej pojemności bez podłączenia do pantografów, z ładowaniem w systemie plug-in na zajezdni;
- w drugiej kolejności – linie 21 i 27, korzystające z wybudowanych stacji ładowania szybkiego na osiedlu Piastowskim (przy ul. Łokietka i przy ul. Krzywoustego);
- w trzeciej kolejności – linie 3, 4 i 16, do obsługi których mogłyby być skierowane autobusy elektryczne hybrydowe, korzystające ze stanowisk ładowania na pętlach Dworzec PKP i Mątwy (już wybudowanych);
- w czwartej kolejności – linia 2, korzystająca ze stacji ładowania na pętli Dworzec PKP;
- w piątej kolejności – linia 20, także korzystająca ze stacji ładowania na pętli Krzywoustego (po ewentualnym wybudowaniu dodatkowego stanowiska).

Linie 21 i 27, które wymagają większej liczby taboru zeroemisyjnego, powinny być uzupełniane autobusami hybrydowymi – przeznaczanymi do obsługi zadań krótszych niż całonocne.

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, co do zasady nie jest zalecane. Doświadcza tego także MPK, które zmuszone jest w ciągu dnia kierować autobusy elektryczne na zajezdnię – w celu doładowania baterii.

Zużycie energii przez przeciętny autobus elektryczny oraz trolejbus zależne jest nie tylko od nowoczesności zastosowanych rozwiązań (wyższa sprawność urządzeń, ograniczenie zwykłego zużycia energii przez nowe technologie), ale także od liczby zainstalowanych urządzeń korzystających z pokładowej energii elektrycznej. W eksploatowanych od wielu lat trolejbusach, pobór energii przez urządzenia pokładowe sięga nawet 35% całości jej zużycia. Dotyczy to nie tylko systemów funkcjonowania pojazdu (zasilanie w sprężone powietrze, wentylacja i klimatyzacja, oświetlenie wewnętrzne, obsługa autokomputera i urządzeń towarzyszących, łączność z serwerami i dyspozytorem, itp.), ale także elementów informacji i obsługi pasażerskiej oraz komfortu przewozu i zapewnienia bezpieczeństwa. Znaczącymi odbiornikami energii w pojeździe elektrycznym są: system i wyświetlacze informacji pasażerskiej, w tym zapowiedzi głosowe kolejnych przystanków, monitoring, zasilanie automatu biletowego, systemy zliczania pasażerów, sieć Wi-Fi i porty USB, klimatyzacja przestrzeni pasażerskiej, itd.

Zużycie energii przez pojazd elektryczny waha się w dość szerokich granicach, wynikających z warunków jazdy oraz wyposażenia pojazdu. Przeciętne zużycie energii przez obecnie eksploatowane autobusy elektryczne w komunikacji miejskiej waha się od 0,9 do 1,4 kWh/km (dla autobusów przegubowych). Można przyjąć, że przy eksploatacji taboru 12-metrowego i standardowym dla inowrocławskiej komunikacji miejskiej wyposażeniu autobusu, bez ogrzewania elektrycznego, dla warunków klimatycznych panujących w Inowrocławiu, zużycie wyniesie ok. 1,1 kWh/km. Dotychczasowe zużycie energii przez autobusy elektryczne w Inowrocławiu wynosiło 1,04-1,06 kWh/km, jest więc bardzo bliskie przyjętym założeniom.

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 w inowrocławskich 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 13 przedstawiono szacunkowe wyliczenia niezbędnej pojemności baterii dla autobusów kursujących na poszczególnych liniach przeznaczonych do obsługi taborem zeroemisyjnym z dodatkowym doładowaniem na pętlach. 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 szacunkach przyjęto moc ładowarek zainstalowanych na pętlach w Inowrocławiu w wysokości 300 kW (przy sprawności wynoszącej 95%). Zapotrzebowanie energii dla zimy uwzględnia ogrzewanie elektryczne.

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

Baterie dla floty pojazdów elektrycznych powinny być dobierane dla największego zapotrzebowania. Wynosząca ok. 75 kWh pojemność zasobników energii obecnie zakupionych autobusów zeroemisyjnych jest zbyt mała do obsługi linii 10 – nawet z ogrzewaniem olejowym – wymagane byłoby więc ładowanie pojazdów na pętlach po każdym kółku. Dla pozostałych linii pojemność ta, przy dodatkowym ogrzewaniu olejowym, byłaby wystarczająca – pozwoli nawet na ładowanie baterii ze znacznie mniejszą częstotliwością lub na ich płytsze rozładowywanie.

Obsługa linii 10, po której wymagana jest dłuższa przerwa na doładowywanie wolne w zajezdni, powinna być kontynuowana dotychczas używanymi autobusami elektrycznymi z bateriami o pojemności 200 kWh.

Tab. 13. 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 lato	obliczona zima
	[km]	[kWh]	[kWh]	[min]	[min]	[kWh]	[kWh]
2	18,0	18,9	32,4	4,0	6,8	27	46
3	28,0	29,4	50,4	6,2	10,6	42	71
4	42,4	44,5	76,3	9,4	16,1	63	108
10	56,8	59,6	102,2	12,6	21,5	84	144
16	38,8	40,7	69,8	8,6	14,7	58	99
20	28,4	29,8	51,1	6,3	10,8	42	72
21	25,6	26,9	46,1	5,7	9,7	38	65
27	26,8	28,1	48,2	5,9	10,2	40	68

Źródło: opracowanie własne.

W przypadku przyszłych decyzji o zakupie pojazdów zeroemisyjnych z ogrzewaniem elektrycznym, wymagana byłaby pojemność baterii minimum 120 kWh. Jest to najczęściej stosowana pojemność baterii w sprzedawanych obecnie autobusach elektrycznych.

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, odbywające się w obrębie pętli integrujących grupy linii i powodujące skrócenie czasu oczekiwania na pętlach na rozpoczęcie kolejnego kursu, a w konsekwencji – zmniejszające liczbę ekspediovanych na trasy autobusów. Linie przeznaczone do obsługi taboru zeroemisyjnym mogą też być w określonych porach dnia obsługiwane pojazdami z tradycyjnym napędem Diesla, w tym autobusami hybrydowymi lub elektrycznymi hybrydowymi. Analogicznie, autobusy zeroemisyjne mogą być wykorzystywane na innych liniach, których trasy kończą się na pętlach ze stacją ładowania szybkiego.

W przypadku decyzji o zakupie i wprowadzeniu do eksploatacji kolejnych autobusów elektrycznych przewiduje się realizację inwestycji wspomagających – rozbudowy stanowisk ładowania wolnego w bazie MPK oraz budowy dodatkowych stanowisk do ładowania szybkiego na pętlach.

Moc ładowarek zajezdniowych może przyjmować różne wartości. Na ogół przyjmuje się 30-50 kW na jeden autobus. Zastosowana w Inowrocławiu moc ładowarek – maksymalnie

20 kW na autobus – jest stosunkowo niska. Stosowane są także ładowarki o większej mocy, rzędu 80-100 kW na autobus, pozwalające na ładowanie dwóch autobusów jednocześnie. Rozwiązanie takie wymaga posiadania placu pozwalającego na parkowanie obok stanowiska podłączeniowego dwóch autobusów.

Możliwość ładowania dwóch pojazdów w czasie przerwy nocnej jeden po drugim zmniejsza zapotrzebowanie na jednostkowy pobór mocy, co pozwala na obniżenie kosztów inwestycji w instalację sieci i rozdzielni oraz zmniejszenie wysokości opłat operatora za moc zamówioną, ale wymaga zapewnienia odpowiedniej obsługi na zmianie nocnej. Przystawianie pojazdów w czasie postoju nocnego wymagałoby dodatkowej pracy kierowcy w porze nocnej i obciążone jest większym ryzykiem kolizji. MPK posiada place odpowiedniej wielkości dla instalacji ładowarek w obydwu systemach.

Przy ładowarkach większej mocy (np. 80 kW), umożliwiających ładowanie kolejno dwóch pojazdów w ciągu nocy, zapotrzebowanie na moc przyłączeniową byłoby odpowiednio niższe. Pojazdy muszą być jednak dostosowane do ładowania większym prądem. Należy przypuszczać, że w przypadku dalszego zwiększania liczby eksploatowanych autobusów zeroemisyjnych, niezbędna będzie docelowo budowa nowych przyłączy elektroenergetycznych, rozbudowa lub budowa rozdzielni, a być może także nowej trafostacji. Koszt takiej inwestycji dla potrzeb zasilania dodatkowych autobusów elektrycznych może osiągnąć kwotę 1,0 mln zł.

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 14. Wysokość nakładów na tabor elektryczny z ładowarkami w 2019 r. przyjęto w kwotach przewidywanych płatności wynikających z zawartych kontraktów. Nakłady uwzględniają konieczność wymiany baterii w pojazdach elektrycznych – żywotność baterii określono na 8 lat.

Tab. 14. Planowane nakłady inwestycyjne i odtworzeniowe dla poszczególnych wariantów w latach 2019-2033 [mln zł]

Wariant napędu autobusów	Rozpatrywany rok														
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Wariant 1															
Autobusy CNG	0,00	3,33	1,11	1,11	0,00	0,00	0,00	1,30	0,00	0,00	1,11	1,11	3,71	1,11	1,11
Autobusy hybrydowe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,88	5,88	5,88	1,96	5,88	5,88	1,96	0,00	0,00
Autobusy elektryczne	16,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,40	4,40	6,60
Infrastruktura ładowania	3,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ogółem	20,26	3,33	1,11	1,11	0,00	0,00	5,88	7,18	5,88	1,96	6,99	6,99	10,07	5,51	7,71
Wariant 2															
Autobusy CNG	0,00	3,33	1,11	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	1,11	1,11	0,00	1,11
Autobusy hybrydowe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,88	5,88	5,88	1,96	5,88	5,88	1,96	1,96	0,00
Autobusy elektryczne	16,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	0,00	4,40	0,00	0,00	4,40	4,40	6,60
Infrastruktura ładowania	3,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ogółem	20,26	3,33	1,11	1,11	0,00	0,00	5,88	8,08	5,88	6,36	6,99	6,99	7,47	6,36	7,71

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 okresowi podstawowej używalności (trwałości) pojazdów elektrycznych zasilanych energią baterijną.

W obliczeniach wykorzystano:

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

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 w okresie 8 miesięcy 2018 r., dla różnych kategorii długości (i pojemności pasażerskiej) pojazdów.

Koszty eksploatacji dla obecnie eksploatowanych pojazdów przyjęto na podstawie kosztów wykonanych w MPK za 2017 r. oraz za 8 miesięcy 2018 r. i przedstawiono je w tabeli 15. Na podstawie powyższych danych obliczono następnie wskaźniki jednostkowe kosztów (zł/km).

MPK ponosi aktualnie koszty energii elektrycznej wynikające z jej zużycia na potrzeby doładowywania pojazdów elektrycznych na zajezdni oraz z samej eksploatacji zajezdni. Wprowadzenie do użytkowania pojazdów elektrycznych oraz elektrycznych hybrydowych – doładowywanych na pętlach w ciągu dnia – spowoduje wzrost zużycia energii.

Wzrost kosztów jednostkowych energii może wystąpić w wyniku zwiększenia poziomu mocy zamówionej energii w okresie szczytowym przez stacje ładowania szybkiego. Stawka jednostkowa może także ulec zmniejszeniu, gdyż MPK stanie się dużym odbiorcą energii.

**Tab. 15. Roczne koszty eksploatacji taboru MPK w 2017 r.
i w okresie 8 miesięcy 2018 r. [tys. zł]**

Kategoria kosztu	Wartość – z rozróżnieniem na rodzaje napędu				
	gazowy	hybrydowy	elektryczny	olej napędowy	razem
2017 r.					
Amortyzacja	1 131,2	0,0	6,6	713,9	885,4
Paliwa płynne	79,2	637,5	14,5	827,8	1 559,8
Energia	0,0	1,0	49,0	0,0	50,0
Ogumienie	0,0	0,0	0,0	22,6	22,6
Części zamienne	33,9	1,4	0,1	272,2	307,6
Naprawy warsztatowe	142,4	297,1	53,4	1 003,8	1 496,6
Techniczne utrzymanie inne	147,7	656,6	175,7	50,9	1 030,9
Wynagrodzenia	212,8	1 146,0	165,0	1 453,9	2 977,6
Narzuty na wynagrodzenia	52,6	275,9	40,8	358,4	727,7
Ubezpieczenie pojazdów	14,4	115,8	30,6	62,2	223,0
Wydział ruchu	96,1	537,6	75,9	678,7	1 388,3
Pozostałe koszty	18,4	83,2	12,1	134,5	248,2
Koszty ogólnozakładowe	168,1	793,6	133,4	1 157,4	2 252,5
Razem	1 131,2	4 545,7	757,1	6 736,2	13 170,2
Struktura taboru – liczba pojazdów	4	10	2	20	36
Pierwsze 8 miesięcy 2018 r.					
Amortyzacja	109,9	0,0	4,4	317,4	431,7
Paliwa płynne	48,5	471,1	9,0	631,0	1 159,6
Energia	0,0	0,7	31,9	0,0	32,6
Ogumienie	1,0	4,8	0,0	27,8	33,5
Części zamienne	27,4	1,0	0,4	213,5	242,3
Naprawy warsztatowe	89,3	172,5	31,0	662,7	955,5
Techniczne utrzymanie inne	73,1	643,4	181,8	53,5	951,7
Wynagrodzenia	150,2	838,2	117,5	1 087,1	2 193,1
Narzuty na wynagrodzenia	37,1	201,7	29,0	267,9	535,7
Ubezpieczenie pojazdów	6,2	74,0	19,5	84,6	184,2
Wydział ruchu	41,7	231,7	32,3	600,9	606,6
Pozostałe koszty	11,5	54,5	7,7	82,9	156,5
Koszty ogólnozakładowe	99,4	540,6	93,6	724,7	1 458,3
Razem	695,3	3 234,0	558,1	4 453,9	8 941,4
Struktura taboru – liczba pojazdów	4	10	2	20	36

Źródło: dane MPK.

Ceny za energię płacone obecnie przez MPK należą do jednych z najwyższych wśród spotykanych w przedsiębiorstwach komunikacji miejskiej, zatem znacznie większe zużycie energii powinno skutkować istotną korektą obecnej taryfy. Do obliczeń przyjęto koszt jednostkowy kilowatogodziny na górnym poziomie osiąganym przez inne przedsiębiorstwa komunikacji miejskiej korzystające z pojazdów zasilanych energią elektryczną – w wysokości 0,40 zł netto za kilowatogodzinę.

W tabeli 16 przedstawiono podstawowe wskaźniki eksploatacyjne przyjęte do obliczeń dla autobusów z napędem Diesla, hybrydowych oraz elektrycznych.

Tab. 16. Wskaźniki kosztów eksploatacyjnych przyjęte do analizy

Kategoria	Jednostka	Podstawa	Wartość
Średnioroczne spalanie autobusu o długości 10 m z silnikiem Diesla zasilanym olejem napędowym	dm ³ /100 km	dane MPK	31,3
Średnioroczne spalanie autobusu o długości 7,5 m z silnikiem Diesla zasilanym CNG	m ³ /100 km	dane MPK	22,2
Średnioroczna liczba wzkłm rocznie od 2020 r.	tys. km	dane MPK	1 600,5
Średnia cena oleju napędowego	zł/dm ³	dane MPK	3,60
Średnia cena CNG	zł/m ³	dane MPK	3,29
Cena energii elektrycznej	zł/kWh	szacunek własny	0,40
Koszty eksploatacji autobusów – zużycie materiałów	zł/km	dane MPK	0,94
Koszty eksploatacji autobusów – naprawy i usługi obce	zł/km	dane MPK	0,70
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 hybrydowego – EURO 6	dm ³ /100 km	szacunek własny	31,5
Średnie zużycie energii nowego autobusu hybrydowego	kWh/km	szacunek własny	1,10
Średnie zużycie energii autobusu elektrycznego 10 m/12 m	kWh/km	dane producentów	1,15/1,30

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

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

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

Analiza korzyści użytkowników koncentruje się na efektach inwestycji z perspektywy dobrobytu społecznego, dlatego wyłączono z niej przychody MPK i Gminy Miasto Inowrocław, 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 uniknąć podwójnego naliczenia kosztów ekologicznych w analizie ekonomicznej).

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

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

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

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

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

Emisja gazów cieplarnianych

Ocena oddziaływań zmian klimatycznych umożliwia określenie wartości ekonomicznej przyrostowych oddziaływań emisji gazów cieplarnianych na zmiany klimatyczne, generowanych przez pojazdy wykorzystujące infrastrukturę transportową. Emisje gazów cieplarnianych są wyrażane jako ekwiwalent 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: 30.11.2018 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 użytkowanego taboru.

Dla wariantu elektrycznego, z autobusami elektrycznymi zasilanymi z baterii, uwzględniono koszty emisji powstającej przy wytwarzaniu energii elektrycznej w Polsce, pomimo że emisję lokalną można uznać za zerową. Wielkość emisji zanieczyszczeń w przeliczeniu na 1 wozokilometr przedstawiono w tabeli 17.

Tab. 17. 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: 30.11.2018 r.

W obydwu wariantach dla autobusów z silnikami Diesla – spełniającymi określone normy EURO – przyjęto wskaźniki maksymalnej emisyjności dla tego typu silników.

Emisja substancji szkodliwych, innych niż gazy cieplarniane, wpływa bezpośrednio na stan zdrowia mieszkańców obszarów przyległych do źródeł emisji liniowych. Emisja substancji szkodliwych przy wytwarzaniu energii elektrycznej 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 Inowrocławia 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 Polsce⁸.

Emisja hałasu

Dla nowych autobusów z silnikiem Diesla, spełniających normę EURO 6, założono 5% redukcję hałasu. Obecnie stosowane silniki elektryczne, w porównaniu do silników spalinyowych, niemal nie emitują słyszalnego hałasu, natomiast pozostaje emisja hałasu wynikająca z toczenia się kół, pracy różnorodnych urządzeń pokładowych – szczególnie wentylatorów w układach chłodzenia – oraz pracy konstrukcji nadwozia. Redukcję hałasu dla autobusów elektrycznych – w stosunku do używanych autobusów zasilanych olejem napędowym – przy-

⁸ <http://www.kobize.pl/pl/fileCategory/id/16/krajowa-inwentaryzacja-emisji>, tabela POL_2016_2014_23052016_102704_submitted.

jęto w wysokości 80%, a dla autobusów hybrydowych i elektrycznych hybrydowych – w wysokości 65%.

Wskaźniki kosztów efektów zewnętrznych emisji hałasu określono na podstawie „Tablic kosztów jednostkowych do wykorzystania w analizach kosztów i korzyści”, publikowanych w serwisie internetowym CUPT – przyjęto koszty hałasu w transporcie drogowym dla autobusu w terenie miejskim, wartości średnie.

6.2. Wyniki analizy kosztów i korzyści

Obliczenia analizy finansowej i społeczno-ekonomicznej dla wariantów 1 i 2 zostały zawarte w modelu finansowym, stanowiącym Załącznik nr 1 do niniejszej Analizy Kosztów i Korzyści.

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

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

W tabeli 18 przedstawiono wskaźniki oceny opłacalności efektywności finansowej porównywanych wariantów konwencjonalnego i elektrycznego w stosunku do scenariusza bazowego.

Tab. 18. Wskaźniki efektywności finansowej porównywanych wariantów w latach 2019-2033

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant 1	Wariant 2
Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (FNPV/c)	tys. zł	-7 788,9	-8 946,9
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 1 i 2 jest jednak stosunkowo niewielka.

W tabeli 19 przedstawiono wyniki podsumowania analizy dla wariantów 1 i 2 w zakresie emisji zanieczyszczeń, a w tabeli 20 – efekty ekonomiczne tej analizy osiągnięte w latach 2019-2033.

Tab. 19. Emisja zanieczyszczeń i jej koszt w poszczególnych wariantach w latach 2019-2033

Lp.	Czas badania	Jed- nostka	Wielkość i koszt emisji			
			CO ₂	NO _x	NMVOC	PM
Scenariusz bazowy – tabor używany						
1.1	Średniorocznie	tona	1 032,1	2,3	0,6	0,1
1.2		tys. zł	203,0	194,1	6,2	79,4
1.3	Cały okres analizy	tona	16 513,9	36,1	9,7	0,9
1.4		tys. zł	3 247,7	3 106,1	99,5	1 270,0
Wariant 1						
2.1	Średniorocznie	tona	998,8	2,1	0,4	0,1
2.2		tys. zł	196,6	181,8	4,1	76,0
2.3	Cały okres analizy	tona	15 981,2	33,6	6,4	0,8
2.4		tys. zł	3 145,9	2 908,6	65,4	1 216,2
Wariant 2						
3.1	Średniorocznie	tona	1 006,1	2,1	0,4	0,1
3.2		tys. zł	198,4	184,1	4,1	77,1
3.3	Cały okres analizy	tona	16 097,6	34,0	6,4	0,9
3.4		tys. zł	3 173,8	2 945,9	65,5	1 233,0
Różnica wysokości emisji i jej kosztów – wariant 2 versus wariant 1						
4.1	Średniorocznie	tona	7,3	0,0	0,0	0,0
4.2		tys. zł	1,7	2,3	1,3	1,1
4.3	Cały okres analizy	tona	116,3	0,4	0,0	0,0
4.4		tys. zł	27,8	37,3	21,5	16,8
Ograniczenie emisji w wariantie 2 w porównaniu do wariantu 1 [%]						
5.1	Średniorocznie	tona	-0,7	-1,1	-0,0	-1,2
5.2		tys. zł	-0,9	-1,3	-0,0	-1,4
5.3	Cały okres analizy	tona	-0,7	-1,1	-0,0	-1,2

Lp.	Czas badania	Jednostka	Wielkość i koszt emisji			
			CO ₂	NO _x	NM VOC	PM
5.4		tys. zł	-0,9	-1,3	-0,0	-1,4

Źródło: opracowanie własne.

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.

Korzystniejszą wartość ENPV osiągnięto dla wariantu 1 – w porównaniu do wariantu 2.

Tab. 20. Podsumowanie wyników finansowo-ekonomicznych poszczególnych wariantów w stosunku do scenariusza bazowego w latach 2019-2033

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant	
		1	2
Koszty inwestycyjne	tys. zł	11 020,0	12 820,0
Autobusy z wyposażeniem	tys. zł	11 020,0	12 820,0
Zmiany kosztów eksploatacyjnych	tys. zł/rok	-147,6	-141,7
Zdyskontowane efekty zewnętrzne	tys. zł	466,4	434,6
Emisja lokalna – wartość zdyskontowana	tys. zł	278,5	249,9
Emisja CO ₂ – wartość zdyskontowana	tys. zł	81,8	67,1
Redukcja hałasu	tys. zł	106,0	117,6
Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)	tys. zł	-6 355,6	-7 333,3
Ekonomiczna stopa zwrotu (EIRR)	%	niepoliczalna	niepoliczalna
Wskaźnik przychód/koszty (BCR)	-	0,22	0,19

Źródło: opracowanie własne.

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 2.

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

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

Osiągnięte obecnie wyniki oznaczają – przy przyjętych założeniach – brak osiąganых korzyści z tytułu zastosowania w inowrocławskiej komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych w większym zakresie niż eksploatowane obecnie.

6.3. Trwałość finansowa

MPK jako operator – podmiot wewnętrzny, posiada umowę wieloletnią z organizatorem – Gminą Miasto Inowrocław, zawartą w dniu 27 lipca 2015 r. na okres od dnia 1 sierpnia 2015 r. do 31 lipca 2020 r., czyli na 5 lat. W ramach tej umowy operator otrzymuje rekompensatę pokrywającą jego uzasadnione koszty i gwarantującą rentowność przewozów prowadzonych w ramach komunikacji miejskiej.

MPK zostało powołane uchwałą nr VI/38/2003 Rady Miejskiej Inowrocławia z dnia 21 lutego 2003 r., zmienionej uchwałą nr XXIII/324/2008 z dnia 30 września 2008 r., w wyniku likwidacji Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego – zakładu budżetowego Gminy Miasta Inowrocław. W treści zmienionej uchwały zamieszczony został zapis, że Spółkę tworzy się w celu wykonywania zadania własnego Miasta – dotyczącego zaspokajania potrzeb mieszkańców w zakresie lokalnego transportu zbiorowego.

Zgodnie z aktem założycielskim spółki, podstawowym rodzajem działalności MPK jest transport lądowy pasażerski, miejski i podmiejski. Akt ten stanowi, że podstawowa działalność będzie wykonywana w całości w związku z zaspokajaniem zbiorowych potrzeb lokalnej wspólnoty mieszkańców w zakresie transportu zbiorowego, w wykonaniu zadań własnych Miasta Inowrocławia.

W 2015 r. Miasto Inowrocław, wykorzystując dofinansowanie ze środków pomocowych Unii Europejskiej, zakupiło w ramach realizacji projektu „Zakup nowych ekologicznych autobusów oraz montaż Inteligentnego Systemu Transportowego w mieście Inowrocławiu” 12 fabrycznie nowych autobusów, w tym dwa elektryczne i 10 hybrydowych wraz z infrastrukturą ładowania zainstalowaną na zajezdni MPK. Pojazdy te zostały wydierżawione MPK i przekazane do eksploatacji w komunikacji miejskiej. MPK wnosi na rzecz Miasta czynsz dzierżawny, który jest odpowiednio ujmowany w rozliczeniach rekompensaty.

Miasto obecnie realizuje projekt inwestycyjny „Ograniczenie niskiej emisji poprzez rozwój i usprawnienie infrastruktury transportu miejskiego w Inowrocławiu”, ze wsparciem środkami pomocowymi Unii Europejskiej, w ramach którego zakupione zostały kolejne autobusy: 8 szt. elektrycznych oraz 8 szt. elektrycznych hybrydowych. Pojazdy te również będą eksploatowane w inowrocławskiej komunikacji miejskiej przez MPK – jako przekazane w drodze dzierżawy podmiotowi wewnętrznemu.

Przyjęto, że w całym okresie analizy polityka zakupu przez miasto jednostek taborowych zero- i niskoemisyjnych będzie kontynuowana – w miarę występujących potrzeb.

W tabeli 21 przedstawiono wykonanie budżetu Gminy Miasto Inowrocław w latach 2015-2017 oraz w I połowie 2018 r.

Tab. 21. Budżet Gminy Miasto Inowrocław w latach 2015-2017 i w I połowie 2018 r. [mln zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach			
		2015	2016	2017	I poł. 2018
1	Dochody	268,14	280,98	304,25	165,35
1a	– w tym dochody bieżące	236,98	269,69	292,52	158,57
1aa	– w tym lokalny transport zbiorowy	20,02	1,19	1,25	0,6
1b	– w tym dochody majątkowe	31,16	11,29	11,74	6,78
2	Wydatki	257,63	267,54	295,31	146,67
2a	– w tym wydatki bieżące	217,69	254,98	276,81	141,83
2aa	– w tym lokalny transport zbiorowy	29,71	9,83	9,53	4,66
2ab	– w tym rekompensata dla MPK	8,15	9,65	9,37	4,65
2b	– w tym wydatki majątkowe	39,94	12,56	18,50	4,84
3	Deficyt/nadwyżka	10,51	13,44	8,94	18,68
4	Deficyt/nadwyżka operacyjna	19,29	14,71	15,71	16,73
5	Finansowanie	-6,49	-7,64	-3,42	6,88
5a	– w tym przychody	2,27	4,02	5,79	11,52
5b	– w tym rozchody	8,76	11,66	9,21	4,64

Źródło: www.bip.inowroclaw.pl, dostęp: 30.10.2018 r.

Miasto Inowrocław 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 wydatków w ramach lokalnego transportu zbiorowego

największy udział stanowią wydatki na usługi związane z realizowaniem publicznego transportu zbiorowego, które wykonuje MPK – 9,37 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 w Inowrocławiu.

Wielkość wydatków budżetowych przeznaczanych na lokalny transport zbiorowy determinowana jest po części także wydatkami inwestycyjnymi – na odnowę taboru komunikacji miejskiej wraz niezbędną infrastrukturą. W 2015 r. na realizację projektu „Zakup nowych ekologicznych autobusów oraz montaż Inteligentnego Systemu Transportowego w mieście Inowrocławiu” wydatkowano kwotę 21,50 mln zł. W planie budżetu na 2018 r. na cele inwestycyjne w ramach lokalnego transportu zbiorowego przewidziano kwotę ponad 45 mln zł.

Poziom realizowanych średniorocznie wydatków inwestycyjnych Gminy Miasto Inowrocław wskazuje na zdolność do zrealizowania programu kontynuacji odnowy taboru w obydwu wariantach.

W tabeli 22 przedstawiono rachunek zysków i strat, w tabelach 23 i 24 – bilans, a w tabeli 25 – przepływy pieniężne MPK w latach 2015-2017.

Tab. 22. Rachunek zysków i strat MPK w latach 2015-2017 [tys. zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach		
		2015	2016	2017
1	Przychody ze sprzedaży	14 866,0	16 236,0	15 223,0
1a	w tym przychody ze sprzedaży produktów	12 873,4	14 439,8	13 922,6
2	Koszty działalności operacyjnej	14 457,2	14 836,5	15 034,4
3	Zysk ze sprzedaży	408,8	1 399,5	188,6
4	Pozostałe przychody operacyjne	206,9	131,2	227,3
5	Pozostałe koszty operacyjne	89,1	144,8	201,4
6	Zysk z działalności operacyjnej	526,6	1 386,0	214,4
7	Saldo przychodów i kosztów finansowych	112,4	116,0	124,4
8	Zysk brutto	1 498,4	642,6	338,8
12	Podatek dochodowy i inne obciążenia	271,8	163,7	-52,3
13	Zysk netto	1 226,7	478,9	391,1

Źródło: dane MPK.

Rekompensata przekazywana MPK weryfikowana jest corocznie przez Miasto oraz poddawana jest okresowym audytom przez biegłego rewidenta.

Sytuacja finansowa MPK jest bardzo dobra. Całość majątku trwałego finansowana jest kapitałami własnymi, a Spółka osiąga stale dodatnie wyniki finansowe. Wartość amortyzacji w MPK jest na poziomie dość wysokim i pozwala na realizację w obydwu wariantach procesu odnowy taboru własnego MPK.

Tab. 23. Bilans MPK – aktywa w latach 2015-2017 [tys. zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach		
		2015	2016	2017
A	Aktywa trwałe	9 234,7	8 151,1	7 341,9
I	Wartości niematerialne i prawne	1,9	0,0	0,0
II	Rzeczowe aktywa trwałe	9 119,0	7 993,6	7 133,6
1	Środki trwałe	8 775,5	7 932,7	7 116,2
2	Środki trwałe w budowie	343,5	60,9	17,4
3	Zaliczki na środki trwałe w budowie	0,0	0,0	0,0
III	Należności długoterminowe	2,1	2,2	2,2
IV	Inwestycje długoterminowe	0,0	0,0	0,0
V	Długoterminowe rozliczenia międzyokresowe	111,8	155,3	206,0
B	Aktywa obrotowe	7 821,8	9 721,9	10 760,2
I	Zapasy	281,8	242,7	261,4
II	Należności krótkoterminowe	480,0	342,5	546,4
III	Inwestycje krótkoterminowe	6 865,5	8 890,4	9 577,5
IV	Krótkoterminowe rozliczenia międzyokresowe	194,4	246,1	374,9
-	Aktywa razem	17 056,5	17 873,0	18 102,0

Źródło: dane MPK.

Tab. 24. Bilans MPK – pasywa w latach 2015-2017 [tys. zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach		
		2015	2016	2017
A	Kapitał własny	14 738,0	15 745,3	15 848,6
I	Kapitał podstawowy	11 171,0	11 171,0	11 171,0
II	Kapitał zapasowy	3 018,1	3 277,7	4 176,4
III	Kapitał z aktualizacji wyceny	0,0	0,0	0,0
IV	Pozostałe kapitały rezerwowe	70,0	70,0	110,0
V	Zysk z lat ubiegłych	0,0	0,0	0,0
VIII	Zysk/strata netto	478,9	1 226,7	391,1

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach		
		2015	2016	2017
B	Zobowiązania i rezerwy na zobowiązania	2 318,5	2 127,7	2 253,5
I	Rezerwy na zobowiązania	190,8	175,0	188,4
II	Zobowiązania długoterminowe	0,0	0,0	0,0
III	Zobowiązania krótkoterminowe	2 142,0	1 934,4	1 784,9
IV	Rozliczenia międzyokresowe	1,5	2,5	4,9
-	Pasywa razem	17 056,5	17 873,0	18 102,0

Źródło: dane MPK.

Tab. 25. 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	478,9	1 226,7	391,1
II	Korekty razem	1 613,1	1 205,5	950,8
<i>IIa</i>	<i>w tym amortyzacja</i>	<i>1 490,8</i>	<i>1 315,3</i>	<i>1 226,8</i>
III	Przepływy pieniężne z działalności operacyjnej	2 092,0	2 432,2	1 341,9
B	Przepływy środków pieniężnych z działalności inwestycyjnej			
I	Wpływy	93,5	0,0	0,0
<i>Ia</i>	<i>w tym zbycie środków trwałych</i>	<i>93,5</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>
II	Wydatki	895,7	188,0	366,9
<i>IIa</i>	<i>w tym nabycie środków trwałych</i>	<i>895,7</i>	<i>188,0</i>	<i>366,9</i>
III	Przepływy pieniężne netto z działalności inwestycyjnej	-802,1	-188,0	-366,9
C	Przepływy środków pieniężnych z działalności finansowej			
I	Wpływy	0,0	0,0	0,0
<i>Ia</i>	<i>w tym wpłaty na kapitały własne</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>
<i>Ic</i>	<i>w tym inne wpływy finansowe</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>
II	Wydatki	1 659,4	219,3	287,9
<i>IIa</i>	<i>w tym nabycie udziałów własnych</i>	<i>1 600,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>
<i>IIb</i>	<i>w tym spłaty kredytów i pożyczek</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>
<i>IIc</i>	<i>w tym inne</i>	<i>59,4</i>	<i>219,3</i>	<i>287,9</i>
III	Przepływy pieniężne netto z działalności finansowej	-1 659,4	-219,3	-287,9
D	Przepływy pieniężne netto	-369,5	2 024,8	687,1

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach		
		2015	2016	2017
E	Środki pieniężne na początek okresu	7 235,1	6 865,5	8 890,4
F	Środki pieniężne na koniec okresu	6 865,5	8 890,4	9 577,5

Źródło: dane MPK.

Tabor dzierzawiony przez Miasto nie jest przez Spółkę amortyzowany i MPK nie posiada środków na jego odtworzenie – w tym celu wymagane byłoby dodatkowe wsparcie finansowe. Wykonanie całego programu inwestycyjnego przedstawionego w analizie wymagałoby więc albo pozyskania przez MPK dodatkowego wsparcia ze strony Miasta, albo też pozyskania środków pomocowych.

Realizacja obydwu wariantów wymaga zatem dodatkowego zaangażowania finansowego Miasta – na przykład poprzez realizację zakupów taboru zeroemisyjnego z wykorzystaniem programów pomocowych krajowych i europejskich.

W 2017 r. koszty działalności przewozowej MPK w komunikacji miejskiej wyniosły 13 315,9 tys. zł, natomiast osiągnięte przychody z biletów i inne przychody – 4 513,0 tys. zł. Po weryfikacji, należna Spółce rekompensata została określona w kwocie 9 625,8 tys. zł. Przy zrealizowanej pracy eksploatacyjnej w wysokości 1 496,2 tys. wozokilometrów, rekompensata odpowiada stawce 6,43 zł za wozokilometr. Dla przedsiębiorstwa komunikacji miejskiej tej wielkości co MPK, eksploatującego autobusy elektryczne i hybrydowe, stawkę tę należy uznać za niewygórowaną.

Założono, że w okresie analizy Miasto będzie przekazywało MPK środki finansowe w postaci należnej rekompensaty w takiej wysokości, aby częściowa odnowa taboru ze środków MPK była możliwa do zrealizowania. Część zadań odnowy taboru musi być jednak zrealizowana ze wsparciem Miasta – z udziałem środków pomocowych.

W przypadku korzystania przez MPK ze środków pomocowych dedykowanych wymianie taboru – krajowych lub Unii Europejskiej – MPK może 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 w inowrocławskiej komunikacji miejskiej. Zastosowanie autobusów elektrycznych z napędem bateryjnym pozwala wprawdzie na zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych, lecz brak korzyści społeczno-ekonomicznych zdeterminowała wysoka cena zakupu autobusów.

Przedmiotowa analiza uwzględnia już zrealizowane lub aktualnie realizowane inwestycje Miasta w nowoczesny tabor elektryczny oraz hybrydowy i elektryczny hybrydowy. Stan

wyjściowy do analizy jest więc wyjątkowy – inowrocławską komunikację miejską charakteryzuje niemal cały tabor fabrycznie nowy lub w wieku do 5 lat. Niezbędne inwestycje odnowy taboru zostały więc w większości już przeprowadzone, a kolejne nakłady na odnowę taboru mogą być oddalone w czasie. Nowy tabor hybrydowy spełnia aktualnie najwyższe normy czystości spalin EURO 6, a ogólna emisja zanieczyszczeń z polskich elektrowni jest stosunkowo wysoka, stąd różnice w wynikach dla obydwu analizowanych wariantów są niewielkie. W innych miastach stan wyjściowy jest o wiele mniej korzystny – zaś tabor jest w większości wyeksploatowany, zatem efekt ekologiczny zastosowania taboru zeroemisyjnego staje się wyraźnie widoczny.

Miasto Inowrocław już obecnie spełnia wymogi minimalnego udziału taboru zeroemisyjnego we flocie – wynikające z ustawy o elektromobilności – zarówno przewidziane dla 1 stycznia 2021 r. i 1 stycznia 2023 r., jak i dla 1 stycznia 2025 r. Po pełnym wdrożeniu do eksploatacji zakupionego taboru oraz planowanym wycofaniu z ruchu najstarszych autobusów, Inowrocław będzie jednym z pierwszych miast w Polsce, w którym osiągnięty zostanie próg 30% udziału taboru zeroemisyjnego we flocie pojazdów, którymi świadczone są usługi komunikacji miejskiej.

Efektywność zastosowania autobusów zeroemisyjnych – z punktu widzenia jednostki samorządu terytorialnego – znacznie by wzrosła, gdyby ceny takich pojazdów były zdecydowanie niższe. W tabeli 26 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. 26. Zmiany efektywności finansowej wariantu 2 pod wpływem zmniejszenia kosztu jednostkowego nabywanego taboru w okresie analizy (2019-2033)

Wyszczególnienie	Jednostka	Zmniejszenie ceny autobusu zeroemisyjnego		
		o 5%	o 15%	o 25%
Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (FNPV/c)	tys. zł	-8 814,8	-8 550,5	-8 286,3
Finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji (FRR/c)	%	niepoliczalna	niepoliczalna	niepoliczalna
Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)	tys. zł	-7 225,3	-7 009,3	-6 793,3
Ekonomiczna wewnętrzna stopa zwrotu (ERR)	%	niepoliczalna	niepoliczalna	niepoliczalna

Wyszczególnienie	Jednostka	Zmniejszenie ceny autobusu zeroemisyjnego		
		o 5%	o 15%	o 25%
Różnica ENPV wobec wariantu 1	tys. zł	-869,7	-653,7	-437,7
Wskaźnik przychód/koszty (BCR)	-	0,19	0,19	0,20

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 1. Wskaźnik BCR był wyższy dla wariantu 2 w porównaniu do wariantu 1 dla obu analizowanych poziomów spadku cen autobusów zeroemisyjnych.

Wartość progowa ceny autobusu zeroemisyjnego, przy której ekonomiczna bieżąca wartość netto ENPV byłaby wyższa dla wariantu z taboru elektrycznym w porównaniu do wariantu z taboru konwencjonalnym, to dla Inowrocławia kwota 1 204,3 tys. zł. Jest to wartość aż o ok. 45% 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. Dotyczy to jednak obowiązku utrzymania 30% udziału taboru zeroemisyjnego we flocie po wycofaniu z eksploatacji dwóch najstarszych z obecnie używanych autobusów elektrycznych.

Identyfikację podstawowych czynników ryzyka, które mogą mieć wpływ na realizację poszczególnych wariantów inwestycji taborowych, przedstawiono w tabeli 27. 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”.

Tab. 27. Wynikowa ocena ryzyka w okresie analizy

Rodzaj ryzyka	Prawdopodobieństwo	Siła oddziaływania	Poziom ryzyka	Strategia przeciwdziałania
Wariant 1				
Zmniejszenie wpływów MPK w wyniku spadku wpływów z biletów	D	II	średnie	przekazywanie przez Miasto rekompensaty w pełnej wysokości określonej audytami
Brak zaangażowania Miasta w dalszą odnowę taboru	C	IV	wysoki	udział Miasta w projektach i konkursach pozwalających na dofinansowanie zakupów

Rodzaj ryzyka	Prawdo- podo- bieństwo	Siła oddzia- ływania	Poziom ryzyka	Strategia przeciwdziałania
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	III	średni	głównie nocne ładowanie, dodatkowe baterie
Wariant 2				
Brak środków własnych MPK na odnowę taboru	C	IV	wysoki	zaangażowanie Miasta w proces odnowy taboru będącego jego własnością
Brak lub zbyt niskie zaangażowanie finansowe Miasta w zakup taboru zeroemisyjnego	D	V	bardzo wysoki	udział Miasta w projektach i konkursach pozwalających na dofinansowanie zakupów
Opóźnienie dostaw taboru	B	III	średni	przetargi z wyprzedzeniem
Wyższe ceny taboru	C	II	średni	przetargi z wyprzedzeniem, ograniczenie kompletacji, opóźnienie wymiany taboru
Wyższe ceny energii elektrycznej	B	IV	średni	kontrakty wieloletnie, dodatkowe baterie
Wzrost cen baterii	C	II	średni	wydłużona eksploatacja

Źródło: opracowanie własne.

W wariantach 1 i 2 ryzyka popytowe należy uznać za średnie, liczba mieszkańców miasta zmniejsza się, a społeczeństwo Inowrocławia się starzeje. Z uwagi na ostateczne rozliczanie wysokości rekompensaty ex-post, uwzględniającej zmiany wpływów z biletów, a także z uwagi na niewielką wartość wpływów z biletów, które wynoszą poniżej 1,5% dochodów budżetu ogółem, ryzyka te nie powinny wpłynąć na realizację programu odnowy taboru.

Bardzo wysokim ryzykiem jest brak – lub zbyt niskie – zaangażowanie finansowe Miasta 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 Inowrocław, odnowę taboru w obydwu wariantach można uznać za niemal nierealną.

Wysokim ryzykiem jest obciążony także brak dalszego zaangażowania Miasta w proces odnowy taboru. Poniesione w ostatnim okresie wysokie nakłady inwestycyjne mogą skłaniać władze miasta do zaniechania dalszego inwestowania w nowy tabor i przeznaczenia nadwyżek budżetowych na inne potrzeby lokalnej społeczności.

Średnim ryzykiem obarczone są terminowe dostawy taboru, wynikające z prawdopodobnego jednoczesnego zamówienia dużej liczby takich pojazdów przez wiele miast, przy niewielkiej dotychczas podaży na rynku taboru zeroemisyjnego i niskoemisyjnego (hybrydowego) oraz ograniczonych zdolnościach wzrostu produkcji – zarówno komponentów, jak i całych pojazdów.

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.

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 „Wytocznych 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 28.

Tab. 28. Wysokość luki w finansowaniu dla poszczególnych wariantów w okresie analizy (2019-2033)

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant	
		1	2
Suma zdyskontowanych nakładów inwestycyjnych DIC	tys. zł	53 418,7	54 499,8
Razem zdyskontowane dochody i wartość rezydualna (DNR)	tys. zł	-237,6	-255,5
Wskaźnik luki w finansowaniu (R)	%	100,00	100,00
Całkowite nakłady inwestycyjne	tys. zł	69 242,6	71 042,6

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant	
		1	2
Koszty kwalifikowane skorygowane	tys. zł	69 242,6	71 042,6
Wysokość maksymalnej dotacji przy stopie współfinansowania 85%	tys. zł	58 856,2	60 386,2
Udział własny (dla 85%)	tys. zł	10 386,4	10 656,4

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 2. W przypadku decyzji o jego realizacji, wysokość wkładu własnego byłaby wyższa jedynie o ok. 2,6% (0,27 mln zł), co jest możliwe do poniesienia przez Gminę Miasto Inowrocław.

7. Podsumowanie

Miasto Inowrocław 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 inowrocławskiej komunikacji miejskiej obsługują w zasadzie wyłącznie Miasto Inowrocław.

Podstawowym operatorem inowrocławskiej komunikacji miejskiej, a jednocześnie podmiotem wewnętrznym, jest Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne Sp. z o.o. w Inowrocławiu, wykonujące w ramach komunikacji miejskiej rocznie ok. 1,6 mln wozokilometrów i wykorzystujące przeciętnie 36 pojazdów, w tym średnio 24 w ruchu.

Autobusy eksploatowane przez MPK, według stanu na 30 września 2018 r., posiadały różne rodzaje napędów. Były wśród nich zarówno pojazdy zasilane wyłącznie olejem napędowym lub CNG, jak i hybrydowe oraz całkowicie elektryczne (2 szt.) – ładowane wyłącznie na zajezdni. Zeroemisyjne pojazdy elektryczne i hybrydowe (12 szt.) stanowią własność Miasta i są dzierżawione MPK.

Miasto zamierza dostarczyć MPK, w ramach realizacji projektu „Ograniczenie niskiej emisji poprzez rozwój i usprawnienie infrastruktury transportu miejskiego w Inowrocławiu”, ze wsparciem środkami pomocowymi z Unii Europejskiej, kolejne 16 szt. jednostek taborowych – 8 szt. autobusów elektrycznych hybrydowych oraz 8 szt. autobusów zeroemisyjnych (elektrycznych). Łącznie z dostawą tych pojazdów wybudowane będą stacje ładowania: wolnego – na zajezdni MPK oraz szybkiego – na wybranych pętlach w mieście.

Już na dzień 30 września 2018 r. tabor elektryczny stanowił 5,6% floty pojazdów eksploatowanych w inowrocławskiej komunikacji miejskiej. Z początkiem 2019 r. udział taboru elektrycznego stanowić będzie ok. 28% floty pojazdów komunikacji miejskiej, a od 2020 r. – po planowanym zmniejszeniu rezerwy – nawet 30,3%. Oznacza to spełnienie kryterium wymaganego ustawą o elektromobilności udziału pojazdów zeroemisyjnych nie tylko dla 2021 r., 2023 r. i 2025 r., ale od 2020 r. – nawet poziomu docelowego dla 2028 r.

Analizę kosztów i korzyści wykonano zgodnie z wymogami ustawy o elektromobilności, korzystając z wytycznych i przewodników do sporządzania takich analiz, opracowanych dla potrzeb projektów z dofinansowaniem unijnym. Zidentyfikowano w niej dwa możliwe do zastosowania warianty wymiany taboru:

- wariant 1 – w którym założono, że tabor wprowadzany za wyeksploatowane dotychczasowe autobusy elektryczne będzie miał silniki zasilane CNG;

- wariant 2 – w którym założono, że tabor wprowadzany za wyeksploatowane autobusy elektryczne będzie elektrycznym, przystosowanym do zasilania przez złącze pantografowe.

Warianty te porównano ze scenariuszem opóźnionej w czasie – ze względu na obecny brak potrzeb inwestycyjnych w zakresie pojazdów inowrocławskiej komunikacji miejskiej – wymiany taboru z zastępowaniem wycofywanych autobusów elektrycznych 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 „Zakup nowych ekologicznych autobusów oraz montaż Inteligentnego Systemu Transportowego w mieście Inowrocławiu” – linia 10, obsługiwana autobusami z bateriami dużej pojemności bez podłączenia do pantografów, z ładowaniem w systemie plug-in na zajezdni;
- w drugiej kolejności – linie 21 i 27, korzystające z wybudowanych stacji ładowania szybkiego na osiedlu Piastowskim (przy ul. Łokietka i przy ul. Krzywoustego);
- w trzeciej kolejności – linie 3, 4 i 16, do obsługi których mogłyby być skierowane autobusy elektryczne hybrydowe, korzystające ze stanowisk ładowania na pętlach Dworzec PKP i Mątwy (już wybudowanych);
- w czwartej kolejności – linia 2, korzystająca ze stacji ładowania na pętli Dworzec PKP;
- w piątej kolejności – linia 20, także korzystająca ze stacji ładowania na pętli Krzywoustego (po ewentualnym wybudowaniu dodatkowego stanowiska).

Linie 21 i 27, które wymagają większej liczby taboru zeroemisyjnego, powinny być uzupełniane autobusami hybrydowymi – przeznaczanymi do obsługi zadań krótszych niż całodzienne.

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. Przy przyjętych założeniach, analiza wykazała brak korzyści ze stosowania taboru zeroemisyjnego jako zastępującego wyeksploatowane autobusy elektryczne, a zatem i brak obowiązku jego stosowania.

Głównym powodem negatywnych wyników analizy są wysokie ceny autobusów zeroemisyjnych oraz niekorzystne wskaźniki emisji zanieczyszczeń emitowanych przy produkcji

energii elektrycznej w Polsce, a także wysoki standard pojazdów i znaczący udział autobusów zeroemisyjnych w momencie startowym przeprowadzenia analizy.

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 poprawy warunków życia w centrum Inowrocławia, wynikające ze zmniejszenia niskiej emisji zanieczyszczeń;
- wpływ zastosowania taboru ekologicznego na zmianę zachowań transportowych mieszkańców.

Efektywność zastosowania autobusów zeroemisyjnych – z punktu widzenia jednostki samorządu terytorialnego – znacznie by wzrosła, gdyby ceny takich pojazdów były zdecydowanie niższe. W wyniku symulacji zmiany efektywności finansowej i ekonomicznej przyjętych do analizy wariantów stwierdzono, że w przypadku Inowrocławia spadek ceny autobusów elektrycznych z infrastrukturą dopiero o 45% wskazuje na osiągnięcie korzyści wynikających ze zmniejszenia emisji zanieczyszczeń dla wariantu eksploatacji autobusów elektrycznych. Korzyści z zakupu autobusów elektrycznych dla jednostki samorządu terytorialnego 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 Inowrocław zamierza nabywać dla swojego operatora wewnętrznego kolejne autobusy elektryczne tylko w sytuacji możliwości pozyskania dofinansowania do ich zakupu ze środków zewnętrznych – w skali i kompletacji zapewniających efektywność przedsięwzięcia.

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