

FORMULARZ zgłaszania propozycji, uwag i wniosków do projektu pn.:
„Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych dla Gminy Miasta Radomia”.
Informacja o zgłaszającym:
Wyrażam opinię jako osoba prywatna / reprezentując instytucję/organizację*

Imię i nazwisko** :(Pole obowiązkowe), Reprezentowana instytucja** :(Pole obowiązkowe- jeśli dotyczy),

Adres do korespondencji/e-mail** :(Pole opcjonalne do wypełnienia),

Nr telefonu/faks** :(Pole opcjonalne do wypełnienia).

Lp.	ZAPIS W DOKUMENCIE, DO KTÓREGO ODNOSI SIĘ UWAGA / WNIOSEK (WRAZ Z PODANIEM ROZDZIAŁU I NUMERU STRONY)	TREŚĆ UWAGI / WNIOSKU O ZMIANĘ	UZASADNIENIE UWAGI / WNIOSKU O ZMIANĘ
1			
2			

* niepotrzebne skreślić

**Podanie danych osobowych jest dobrowolne. Dane osobowe nie będą wykorzystywane do celów komercyjnych.

Zgodnie z art. 13 ogólnego rozporządzenia o ochronie danych osobowych z dnia 27 kwietnia 2016 r. (Dz. Urz. UE L 119 z 04.05.2016) informuje się, iż:

- 1) administratorem Pani/Pana danych osobowych jest Prezydent Miasta Radomia z siedzibą w Radomiu ul. Kilińskiego 30,
- 2) kontakt z Inspektorem Ochrony Danych - iod.kontakt@umradom.pl,
- 3) Pani/Pana dane osobowe przetwarzane będą w celu realizacji konsultacji społecznych - na podstawie Art. 6 ogólnego rozporządzenia o ochronie danych osobowych z dnia 27 kwietnia 2016 r.,
- 4) odbiorcami Pani/Pana danych osobowych będą wyłącznie podmioty uprawnione do uzyskania danych osobowych na podstawie przepisów prawa,
- 5) Pani/Pana dane osobowe przechowywane będą w czasie określonym przepisami prawa, zgodnie z instrukcją kancelaryjną,
- 6) posiada Pani/Pan prawo do żądania od administratora dostępu do danych osobowych, ich sprostowania, usunięcia lub ograniczenia przetwarzania,
- 7) ma Pani/Pan prawo wniesienia skargi do organu nadzorczego.

 Miejscowość, data, podpis



ANALIZA KOSZTÓW I KORZYŚCI
ZWIĄZANYCH Z WYKORZYSTANIEM
PRZY ŚWIADCZENIU USŁUG KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ
AUTOBUSÓW ZEROEMISYJNYCH
DLA GMINY MIASTA RADOMIA

Wersja z dnia 15 października 2018 r. (do konsultacji społecznych)

Gdynia – Radom, lipiec – październik 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 Radomiu	15
4. Tabor używany w radomskiej komunikacji miejskiej	22
4.1. Aktualny stan taboru.....	22
4.2. Planowane zamierzenia inwestycyjne.....	25
5. Koncepcja obsługi sieci komunikacji miejskiej taborem zeroemisyjnym	27
5.1. Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych Radomia.....	27
5.2. Uwarunkowania wyboru rodzaju paliw w komunikacji miejskiej w Radomiu.....	30
5.3. Rozwiązania sposobów ładowania autobusów zeroemisyjnych	32
5.4. Koncepcja wyboru linii do obsługi taborem zeroemisyjnym.....	34
6. Identyfikacja wariantów.....	50
7. Analiza kosztów i korzyści	61
7.1. Przyjęte założenia analizy kosztów i korzyści	61
7.2. Wyniki analizy kosztów i korzyści	68
7.3. Trwałość finansowa	71
7.4. Analiza wrażliwości i ryzyka	77
7.5. Określenie luki w finansowaniu	82
8. Podsumowanie	84
9. Informacja o udziale społeczeństwa w postępowaniu (projekt).....	88

1. Cel i zakres opracowania

1.1. Wstęp

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

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

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

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

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

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

1.2. Cel opracowania

Gmina Miasta Radomia jest jednostką samorządu terytorialnego, której liczba mieszkańców – według danych GUS – w latach 2012-2017 wynosiła ponad 215 tys. osób, przekraczała limit, o którym mowa w art. 36 ust. 1 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych. Gmina Miasta Radomia 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.).

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

W ramach dokumentu przedstawiono:

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

W przygotowaniu opracowania uwzględniono w szczególności:

- obowiązujące przepisy prawa:
 - ustawę z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2018 r., poz. 317 z późn. zm.);
 - ustawę z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji (tekst jednolity Dz. U. z 2018 r. poz. 1271);
 - ustawę z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (tekst jednolity Dz. U. z 2017 r., poz. 2136 z późn. zm.);
 - rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2015/207 z dnia 20 stycznia 2015 r. ustanawiające szczegółowe zasady wykonania rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1303/2013 w odniesieniu do wzoru sprawozdania z postępów, formatu dokumentu służącego przekazywaniu informacji na temat dużych projektów, wzorów wspólnego planu działania, sprawozdań z wdrażania w ramach celu „Inwestycje na rzecz wzrostu i zatrudnienia”, deklaracji zarządczej, strategii audytu, opinii audytowej i rocznego sprawozdania z kontroli oraz metodyki przeprowadzania analizy kosztów i korzyści, a także zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1299/2013 w odniesieniu do wzoru sprawozdań z wdrażania w ramach celu „Europejska współpraca terytorialna” (Dz. Urz. UE z dn. 13.02.2015 r., poz. L 38/1);
- opracowania dotyczące analizy kosztów i korzyści:
 - „Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach” Nowa edycja, Jaspers, sierpień 2015 r. (<https://www.pois.gov.pl/strony/o-programie/dokumenty/niebieskie-ksiegi-dla-projektow-w-sektorze-transportu-publicnego-infrastruktury-drogowej-oraz-kolejowej/>, dostęp: 30.09.2018 r.);
 - „Analiza kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej. Vademecum Beneficjenta”, opracowanie CUPT Warszawa, 2016 r. (<https://www.cupt.gov.pl/wdrazanie-projektow/analiza-kosztow-i-korzysci/metodyka-analazy-kosztow-i-korzysci/vademecum-beneficjenta>, dostęp: 30.09.2018 r.);
 - „Przewodnik po analizie kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych. Narzędzie analizy ekonomicznej polityki spójności 2014-2020”, opracowanie Komisja Europejska, grudzień 2014 r. (https://www.mos.gov.pl/fileadmin/user_upload/fundusze/Przewodnik_do_analazy_kosztow.pdf, dostęp: 30.09.2018 r.);
 - „Najlepsze praktyki w analizach kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków unijnych”, opracowanie CUPT, grudzień 2014 r. (https://www.cupt.gov.pl/images/zakladki/analiza_koszt%C3%B3w_i_korzysci/AKK_CUPT_2014_pol.pdf, dostęp: 30.09.2018 r.);

- „Wytyczne w zakresie zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód i projektów hybrydowych na lata 2014-2020” (<https://www.funduszeuropejskie.gov.pl/strony/o-funduszach/dokumenty/wytyczne-ministra-infrastruktury-i-rozwoju-w-zakresie-zagadnien-zwiazanych-z-przygotowaniem-projektow-inwestycyjnych-w-tym-projektow-generujacych-dochod-i-projektow-hybrydowych-na-lata-2014-2020-1/>, dostęp: 30.09.2018 r.).

W opracowaniu przywołano niektóre z wymienionych dokumentów źródłowych.

1.3. Definicje i określenia

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

- **autobus zeroemisyjny** – autobus w rozumieniu art. 2 pkt 41 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w nim ogniwach paliwowych lub wyłącznie silnik, którego cykl pracy nie prowadzi do emisji gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych, o którym mowa w ustawie z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji oraz trolejbus w rozumieniu art. 2 pkt 83 ustawy Prawo o ruchu drogowym;
- **komunikacja miejska** – gminne przewozy pasażerskie wykonywane w granicach administracyjnych miasta albo:
 - miasta i gminy;
 - miast albo
 - miast i gmin sąsiadujących;
 jeżeli zostało zawarte porozumienie lub został utworzony związek międzygminny w celu wspólnej realizacji publicznego transportu zbiorowego;
- **linia komunikacyjna** – połączenie komunikacyjne na sieci dróg publicznych, albo liniach kolejowych, innych szynowych, linowych, linowo-terenowych, albo akwenach morskich lub wodach śródlądowych – wraz z oznaczonymi miejscami do wsiadania i wysiadania pasażerów na liniach komunikacyjnych, po których odbywa się publiczny transport zbiorowy;
- **Miasto** – gmina Miasta Radomia;
- **MPK** – Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacji w Radomiu Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością, z siedzibą przy ul. Wjazdowej 4, 26-600 Radom, określane w opracowaniu także jako **Spółka**;

- **MZDiK** – Miejski Zarząd Dróg i Komunikacji, ul. Traugutta 30/30A, 26-610 Radom, jednostka budżetowa Miasta pełniąca funkcję organizatora publicznego transportu zbiorowego na obszarze właściwości Miasta;
- **organizator** – organizator publicznego transportu zbiorowego, właściwa jednostka samorządu terytorialnego albo minister właściwy do spraw transportu, zapewniający funkcjonowanie publicznego transportu zbiorowego na danym obszarze;
- **operator** – operator publicznego transportu zbiorowego, samorządowy zakład budżetowy oraz przedsiębiorca uprawniony do prowadzenia działalności gospodarczej w zakresie przewozu osób, który zawarł z organizatorem publicznego transportu zbiorowego umowę o świadczenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego na linii komunikacyjnej określonej w umowie;
- **podmiot wewnętrzny** – odrębna prawnie jednostka, powołana do świadczenia zadań własnych jednostki samorządu lokalnego, podlegająca kontroli właściwego organu lokalnego, a w przypadku grupy organów przynajmniej jednego właściwego organu lokalnego, analogicznej do kontroli, jaką sprawują one nad własnymi służbami;
- **pojazd elektryczny** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu wyłącznie energię elektryczną akumulowaną przez podłączenie do zewnętrznego źródła zasilania, w opracowaniu nazywany także autobusem elektrycznym;
- **pojazd napędzany wodorem** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w nim ogniwach paliwowych w opracowaniu nazywany także autobusem wyposażonym w ogniwa paliwowe;
- **Praktyczny przewodnik** – publikacja pt. „Zasady opracowywania wymaganej ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Praktyczny przewodnik dla samorządów”, wydana przez Izbę Gospodarczą Komunikacji Miejskiej w Warszawie, czerwiec 2018 r.;
- **punkt ładowania** – urządzenie umożliwiające ładowanie pojedynczego pojazdu elektrycznego, pojazdu hybrydowego i autobusu zeroemisyjnego oraz miejsce, w którym wymienia się lub ładuje akumulator służący do napędu tego pojazdu; punkt ładowania może być małej mocy (do 22kW) lub dużej mocy (o 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 2017 r. poz. 2136 z późn.zm.);
- **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..)

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 nie 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 2018 r.

Przedstawione zobowiązania są bardzo rygorystyczne, zwłaszcza że autobus zeroemisyjny, to wyłącznie autobus o napędzie elektrycznym – bez jakiegokolwiek emisji gazów cieplarnianych albo z wytwarzaniem energii elektrycznej w ogniwach paliwowych – oraz trolejbus.

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

Pomimo spełniania kryterium demograficznego, jednostka samorządu terytorialnego może uniknąć obowiązku uzyskania określonego udziału taboru zeroemisyjnego we flocie po-

jazdów lub zlecenia świadczenia przewozów w komunikacji miejskiej podmiotowi zapewniającemu ten udział we flocie wykonującej przewozy w sytuacji, gdy sporządzona przez nią analiza kosztów i korzyści wykaże brak korzyści użytkowania autobusów zeroemisyjnych (art. 37 ust. 5 ustawy o elektromobilności).

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

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

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

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

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

Analiza 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.

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

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

Niezbędna aktualizacja planu transportowego dotyczy:

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

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

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

Ustawa o elektromobilności nie określiła zasad sporządzania analizy i nie upoważniła także żadnego z ministrów do wydania rozporządzenia określającego sposób jej opracowywania. Do końca kwietnia 2018 r. żadne z ministerstw lub jednostek organizacyjnych ministerstw, nie wydało również dokumentu o charakterze podręcznika, wytycznych lub zasad do sporządzenia 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.

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 samorządowców”. IGKM Warszawa, 2018 r.

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

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 ujmują się w rachunku przepływów z analizy finansowej i w efekcie powstaje ilościowa analiza kosztów i korzyści.

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

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

projektami dotyczącymi bezpieczeństwa w transporcie, uznając że nie istnieje rozsądna 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 identyfikację ryzyka, 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 Radomiu

Miasto Radom położone jest w centralnej Polsce, południowej części Niziny Mazowieckiej, w dorzeczu środkowej Wisły i Pilicy, nad rzeką Mleczną. Miasto jest ośrodkiem subregionalnym województwa mazowieckiego.

Radom jest jednocześnie gminą miejską oraz powiatem grodzkim i stanowi siedzibę władz miejskich oraz władz Powiatu Radomskiego.

Według Banku Danych Lokalnych GUS, w dniu 31 grudnia 2017 r. liczba ludności miasta wynosiła 214 566 osób, co oznacza przekroczenie limitu 50 000 mieszkańców, obligującego do sporządzenia analizy.

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. Efektem jest spadek średniej gęstości zaludnienia w mieście. W tabeli 1 przedstawiono zmiany liczby ludności Radomia w latach 2010-2017.

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

Wyszczególnienie	Jedn.	Rok							
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Liczba mieszkańców	[osób]	221 658	220 602	219 703	218 466	217 201	216 159	215 020	214 566
Powierzchnia	[ha]	11 180	11 180	11 180	11 180	11 180	11 180	11 180	11 180
Gęstość zaludnienia	[osób/km ²]	1 983	1 973	1 965	1 954	1 943	1 933	1 923	1 919

Źródło: Bank Danych Lokalnych GUS.

Według stanu na 31 grudnia 2017 r. miasto Radom zajmowało 14. miejsce w kraju pod względem liczby ludności oraz 25. miejsce pod względem zajmowanej powierzchni. Specyficzną cechą Radomia jest więc relatywnie wysoka gęstość zaludnienia.

Organizatorem radomskiej komunikacji miejskiej jest Prezydent Miasta Radomia. Zadania organizatora wypełnia wyspecjalizowana jednostka budżetowa – Miejski Zarząd Dróg i Komunikacji w Radomiu, ul. Traugutta 30/30A, 26-610 Radom. Do statutowych zadań MZDiK w Radomiu należy m. in. planowanie, organizowanie i zarządzanie publicznym transportem zbiorowym na terenie miasta oraz gmin, z którymi zostały zawarte porozumienia międzygminne w tym zakresie. MZDiK prowadzi także emisję, sprzedaż, dystrybucję i kontrolę biletów oraz windykację należności za przejazd komunikacją miejską. Stroną odpowiedzialną za ustalanie i zarządzanie rozkładami jazdy także jest MZDiK. Jednostka zarządza również strefą płatnego parkowania oraz realizuje politykę parkingową Miasta.

Linie komunikacji miejskiej obsługują, na podstawie zawartych porozumień komunalnych, poza miastem Radomiem także gminę miejsko-wiejską Skaryszew oraz gminy wiejskie: Gózd, Jedlnia-Letnisko, Jastrzębia, Kowala i Zakrzew.

Na koniec 2017 r. w zasięgu funkcjonowania radomskiej komunikacji miejskiej zamieszkiwało, według Banku Danych Lokalnych GUS, łącznie 283 tys. osób.

Wg stanu na dzień 30 listopada 2017 r., MZDiK wykorzystywał do realizacji usług przewozowych kilku operatorów:

- MPK – jako podmiot wewnętrzny na podstawie umowy wykonawczej zawartej w dniu 5 czerwca 2012 r. na okres 10 lat;
- Michalczewski Sp. z o.o., Radom, ul. Łukasika 5 – wyłoniona w drodze przetargu, wykonująca przewozy na podstawie umowy z dnia 27 listopada 2017 r. zawartej na okres 10 lat;
- konsorcjum firm:
 - Dolnośląskie Linie Autobusowe Sp. z o.o., Wrocław, ul. Długosza 60;
 - Irex-4 Sp. z o.o., Świętochłowice, ul. Sądowa 24;
 - Meteor Sp. z o.o., Jaworzno, ul. Farna 2;

także wyłonione w drodze przetargu, realizujące przewozy na podstawie umowy z dnia 4 marca 2016 r. zawartej na okres 10 lat.

Aktualny na dzień 30 września 2018 r. podział linii pomiędzy poszczególnych operatorów był następujący:

- MPK – linie: 4, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24 i 25 oraz linia 26 – obsługiwana w dni powszednie wspólnie z operatorem przez Michalczewski Sp. z o.o.;
- Michalczewski Sp. z o.o. – linie: 1, 2, 5 i 6 oraz linia 26 – obsługiwana w dni powszednie wspólnie z MPK;
- konsorcjum firm:
 - Dolnośląskie Linie Autobusowe Sp. z o.o. – linia 3 oraz linia 13 – obsługiwana wspólnie z Irex-4 Sp. z o.o.;
 - Irex-4 Sp. z o.o. – linia 8 oraz linia 13 – obsługiwana wspólnie z DLA Sp. z o.o.

Jedynym udziałowcem MPK jest Gmina Miasta Radomia. Spółka pełni rolę podmiotu wewnętrznego w rozumieniu prawodawstwa europejskiego i ustawy o ptz – na podstawie powierzenia jej tej funkcji uchwałą Rady Miejskiej w Radomiu nr 144/2011 z dnia 20 czerwca 2011 r. Okres powierzenia określono na 10 lat – licząc od dnia 1 lipca 2012 r., a wymiar wozokilometrów ograniczono do 6,5 mln. Wynikającym z aktu założycielskiego celem Spółki jest realizacja zadań o charakterze użyteczności publicznej w zakresie lokalnego transportu zbiorowego, polegających na świadczeniu usług przewozów autobusowych.

Według stanu na dzień 30 września 2018 r., sieć połączeń radomskiej komunikacji miejskiej tworzyło 25 linii autobusowych. Większość linii funkcjonowała całorocznie w każdym dniu tygodnia, a jedynie linia 20 – tylko w dni nauki szkolnej. Jednocześnie, dziewięć linii obejmowało swoimi trasami obszary okolicznych gmin, w większości obsługując pobliskie, graniczące z Radomiem miejscowości.

Oferta przewozowa radomskiej komunikacji miejskiej charakteryzuje się występowaniem relatywnie niskiej liczby linii, ale mających dość wysokie częstotliwości kursów. Wśród połączeń tworzących sieć komunikacyjną można wyróżnić następujące kategorie:

- linie priorytetowe, o wysokiej częstotliwości kursowania autobusów – co 10 minut przez większość dnia powszedniego – dwie linie 7 i 9;
- linie podstawowe – z częstotliwością kursów co 15 minut w okresie szczytów przewozowych i co 20 minut pomiędzy szczytami w dniu powszednim – dwanaście linii: 1, 2, 3, 4, 5, 8, 11, 13, 14, 15, 17 i 23;
- linie uzupełniające – z kursami co 15-20 minut w szczytach przewozowych (linie: 6, 12, 18, 19, 25 i 26) albo co 30 minut (linie: 10, 16, 21 i 24), natomiast w okresach międzyszczytowych – co 40 minut;
- linie marginalne – grupa reprezentowana przez tylko jedną, dedykowaną linię 20.

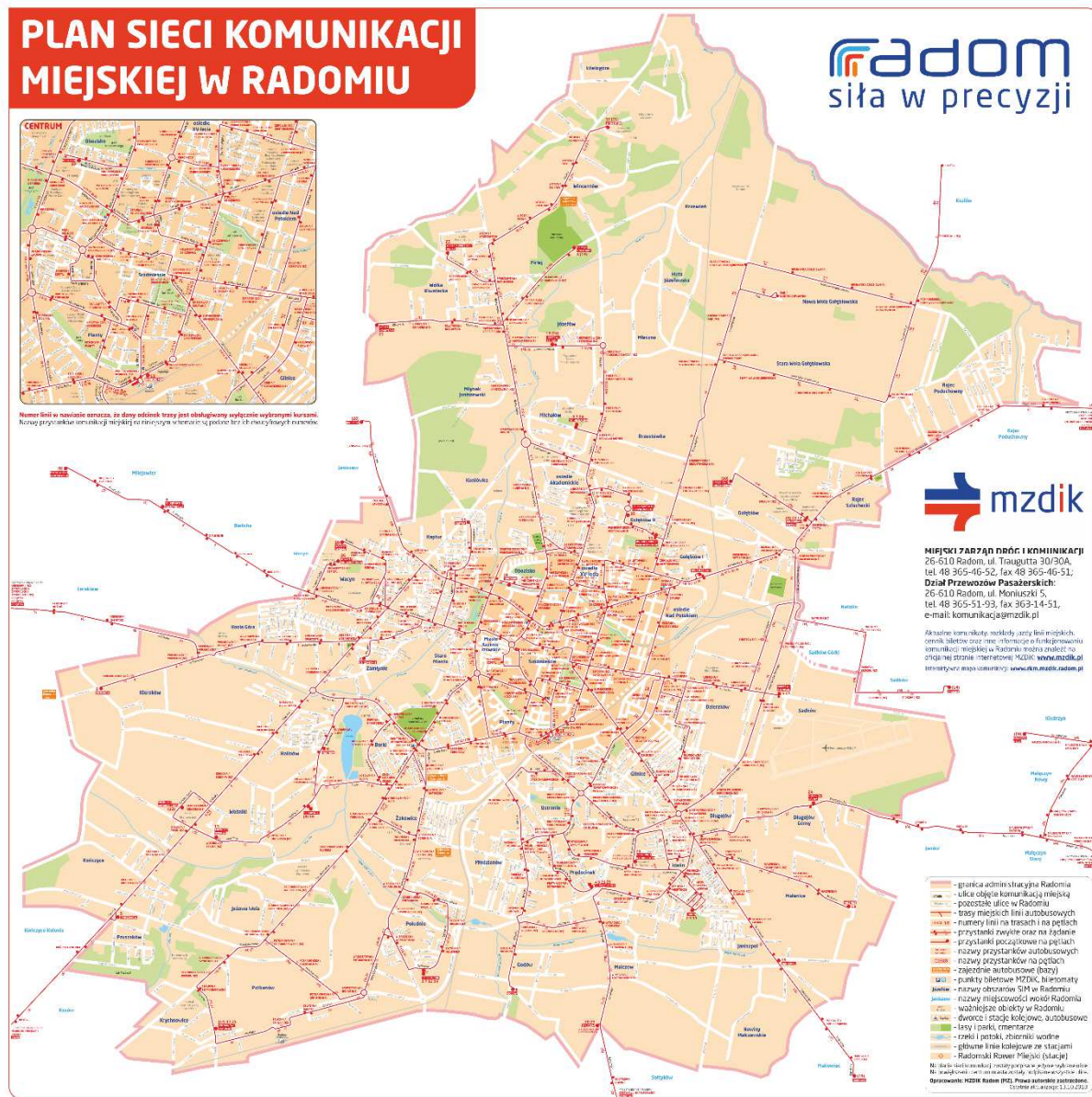
Zdecydowaną większość linii radomskiej komunikacji miejskiej charakteryzuje całoroczny i całotygodniowy charakter funkcjonowania. W całej sieci komunikacyjnej występuje tylko jedna linia (20) z kursami wyłącznie w dni nauki szkolnej. Znaczna część linii – aż 9 – obsługuje zarówno miasto Radom, jak i okoliczne gminy. W tej grupie linii jest aż pięć podstawowych (5, 8, 14, 15 i 23) i cztery uzupełniające (6, 18, 24 i 26).

Funkcjonowanie sieci linii o w miarę stałych taktach częstotliwości kursów, jest dla pasażerów niewątpliwym walorem radomskiej komunikacji miejskiej.

Na rysunku 1 przedstawiono mapę sieci radomskiej komunikacji miejskiej.

Charakteryzująca się wysoką częstotliwością linia 7 ma przebieg południkowy: obejmuje swoją trasą ściśle centrum Radomia, rejon dworców kolejowego oraz autobusowego i łączy największe osiedla mieszkaniowe położone w północnej (Michałów) i południowej (Południe) części miasta. Z kolei linia 9, o przebiegu południkowo-równoleżnikowym, łączy swoją trasą centrum i rejon dworców z największym osiedlem w północno-wschodniej części miasta (Gołębiów I) oraz z dużymi osiedlami mieszkaniowymi położonymi w jego południowo-wschodniej części (Ustronie i Prędocinek). Obydwie linie priorytetowe mają wspólny przebieg w centralnej części miasta, dzięki czemu ich rozkłady jazdy, przy wysokiej wspólnej częstotliwości kursów

i odpowiedniej koordynacji, zapewniają na substytucyjnie obsługiwanym ciągu bardzo atrakcyjną, 5-minutową częstotliwość naprzemiennych kursów przez większą część dnia powszedniego.



Rys. 1. Mapa sieci komunikacji miejskiej w Radomiu

Źródło: dane MZDiK.

Jak już wykazano, obydwie linie priorytetowe oraz dodatkowo linie podstawowe, mają przebieg średnicowy i – poza linią 8 – łączą z centrum przeciwległe położone osiedla peryferyjne (linia 8 łączy wschodnie i południowo-wschodnie rejony miasta, obejmując środkiem

swojej trasy centrum). Pięć z linii podstawowych: 5, 8, 14, 15 i 23, obsługuje także miejscowości podmiejskie w gminach ościennych. Cechą charakterystyczną linii podstawowych radomskiej komunikacji miejskiej jest też znaczące wydłużenie długości drogi względem najkrótszych możliwych tras, wynikające z meandrowania wewnątrz osiedli – w celu uzyskania wysokiej dostępności przestrzennej usług przewozowych.

Linie uzupełniające, poza jednokierunkową linią 18, także mają średnicowy przebieg trasy – łączą skrajne osiedla poprzez centrum, a linie: 6, 18, i 26 – także miejscowości podmiejskie. Z uwagi na mniejszą liczbę kursów w tej grupie linii, ich trasy charakteryzuje jeszcze większe skomplikowanie (wydłużenie drogi), niż trasy linii podstawowych.

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

- Os. Południe – cztery linie: 1, 7, 12 i 14;
- Os. Prędocinek – cztery linie: 4, 9, 21 i 25;
- Idalin – trzy linie: 2, 3 i 11;
- Os. Michałów – 3, 7 i 24.

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

W tabeli 2 przedstawiono liczbę wykonanych i planowanych do wykonania wozokilometrów w podziale na wielkości taboru oraz maksymalną liczbę autobusów w ruchu w radomskiej komunikacji miejskiej – w podziale na operatorów – w latach 2015-2018.

Jak wynika z tabeli 2, w ostatnich czterech 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 Radomia oraz wynikiem braku zmian w zakresie obsługi obszarów gmin ościennych radomską komunikacją miejską.

Miasto zamierza w kolejnych latach prowadzić politykę niewielkiego zwiększania wielkości pracy eksploatacyjnej. W najbliższej przyszłości planowana jest korekta części tras linii i rozkładów jazdy, w celu dostosowania oferty przewozowej do potrzeb mieszkańców miasta Radomia i okolicznych miejscowości.

Z danych przekazywanych przez MZDiK do biuletynu statystycznego Izby Gospodarczej Komunikacji Miejskiej wynika, że liczba pasażerów przewożonych radomską komunikacją miejską w okresie ostatnich lat także ulegała tylko niewielkim wahaniom – w niewielkim stopniu wzrastała w kolejnych latach. W 2015 r. pojazdy komunikacji miejskiej w Radomiu przewiozły

41,7 mln pasażerów, w 2016 r. było to już 42,2 mln pasażerów, a w 2017 r. – 43,0 mln pasażerów. W stosunku do wykonania 2015 r. nastąpił więc wzrost o 3,0%.

Tab. 2. Liczba wozokilometrów i autobusów w ruchu w radomskiej komunikacji miejskiej w latach 2015-2018

Lp.	Wyszczególnienie	Jedn.	Rok			
			2015	2016	2017	2018*
1	Liczba wozokilometrów	tys.km	9 474,7	9 617,9	9 590,1	4 781,0
1.1	- autobusy mega (przegubowe i piętnastometrowe)	tys. km	2 437,3	2 467,0	2 336,9	1 148,7
1.2	- autobusy maxi:	tys.km	3 919,5	4 534,0	3 927,3	1 972,6
	▪ MPK		-	494,6	1 695,6	851,4
	▪ konsorcjum DLA, IREX-4, Meteor		2 879,3	1 886,8	1 366,6	691,4
1.3	- autobusy midi – MPK	tys. km	242,6	232,5	233,6	117,0
2	Przewozy pozamiejskie	tys. km	326,1	332,5	337,2	167,2
3	Udział w pracy eksploatacyjnej:	%				
	- autobusy mega		25,7	25,7	24,4	24,0
	- autobusy maxi		71,8	71,9	72,9	73,5
	- autobusy midi		2,6	2,4	2,4	2,4
4	Liczba pojazdów w ruchu w dniu powszednim	szt.	b.d.	144	144	144
	- MPK – mega			36	36	36
	- MPK – maxi			56	56	56
	- MPK – midi			4	4	4
	- konsorcjum DLA, IREX-4, Meteor			26	26	26
	- Michalczewski			22	22	22

* – tylko I półrocze 2018 r.

Źródło: dane MZDiK.

Wysokość przychodów z biletów osiągniętych w latach 2015-2017 przedstawiono w tabeli 3. W okresie tym uzyskano niewielki (o 5,6%), spadek wpływów ze sprzedaży biletów, w tym wzrost o 2,1% w zakresie sprzedaży biletów normalnych, przy jednoczesnym spadku o ok. 15% sprzedaży biletów ulgowych.

Wzrost wpływów z biletów normalnych spowodowany był zwiększonym zainteresowaniem realizacją podróży z wykorzystaniem pojazdów komunikacji miejskiej przez mieszkańców nieuprawnionych do ulg lub zwolnień z opłat. Spadek wpływów ze sprzedaży biletów ulgowych spowodowany był natomiast po części wprowadzeniem zwiększonego wymiaru ulg – tańszych

biletów długookresowych oraz uwarunkowaniami demograficznymi. Na spadek wartości sprzedanych biletów miała także wpływ promocja tańszych biletów elektronicznych – zapisywanych na karcie.

Tab. 3. Liczba pasażerów oraz wpływy ze sprzedaży biletów netto w radomskiej komunikacji miejskiej w latach 2015-2017

Lp.	Wyszczególnienie	Jedn.	Rok		
			2015	2016	2017
1	Liczba pasażerów	tys.	41 700	42 200	42 950
1.1	- dynamika zmian rok/rok	%	-	1,2%	1,8%
2	Wartość sprzedanych biletów:	tys. zł	32 247,3	31 111,2	30 427,6
2.1	- w tym normalnych	tys. zł	17 438,5	17 077,2	17 805,0
2.2	- w tym ulgowych	tys. zł	14 808,8	14 034,1	12 622,6
3	Zmiany wpływów z biletów	%	-	-3,5	-2,2
3.1	- w tym bilety normalne	%	-	-2,1	-4,3
3.2	- w tym bilety ulgowe	%	-	-5,2	-10,1
4	Wskaźnik jednostkowy na pasażera	zł/pas.	0,77	0,74	0,71

Źródło: dane MZDiK oraz „Komunikacja miejska w liczbach”. IGKM Warszawa.

Obejmowanie trasą niemal wszystkich linii komunikacyjnych ścisłego centrum miasta, charakteryzującego się bardzo wysokim obciążeniem ruchem, stanowi znaczną uciążliwość – związaną z wysokim poziomem hałasu i związaną z ruchem pojazdów emisją zanieczyszczeń atmosfery. Bardzo ważne dla mieszkańców centralnej części Radomia byłoby więc zmniejszenie poziomu hałasu i emisji zanieczyszczeń komunikacyjnych przynajmniej na drogach, którymi poruszają się autobusy komunikacji miejskiej.

4. Tabor używany w radomskiej komunikacji miejskiej

4.1. Aktualny stan taboru

Linie radomskiej komunikacji miejskiej obsługiwane są autobusami, którymi dysponuje podmiot wewnętrzny – MPK Sp. z o.o. – oraz operatorzy wyłonieni w drodze postępowań przetargowych: Michalczewski Sp. z o.o. i konsorcjum: DLA Sp. z o.o., Irex-4 Sp. z o.o. i Meteor Sp. z o.o.

Wszystkie autobusy eksploatowane w radomskiej komunikacji miejskiej są niskopodłogowe. Wg stanu na 30 września 2018 r., MPK dysponowało 126 autobusami, w tym 88 z silnikami na olej napędowy oraz 38 z silnikami zasilanymi gazem (CNG). W strukturze taboru dominowały autobusy standardowe (klasy mega), które stanowiły 59,5% stanu taboru MPK (75 szt.). Autobusy wielkopojemne (jednoczłonowe i przegubowe) – o długości od 15 do 18 m – stanowiły 36,5% stanu taboru (46 szt.), a klasy midi – jedynie 4% (5 szt.). Najwięcej użytkowano pojazdów dwóch marek: Solaris – 68 szt. i MAN – 48 szt., znacznie już mniejszy udział stanowiły autobusy marki Neoplan (10 szt.).

Stacja paliw wraz ze stacją tankowania CNG ze sprężarkownią znajduje się na terenie zajezdni MPK przy ul. Wjazdowej 4. Operator komunalny jest aktualnie jedynym, który zdecydował się na eksploatację autobusów zasilanych CNG.

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

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

Lp.	Typ taboru	Rodzaj paliwa	Liczba sztuk	Długość [m]	Rok produkcji	Wiek [lat]	Norma czystości spalin
Tabor MPK							
1	Solaris Urbino 10	ON	5	10	2006	12	EURO 4
2	Solaris Urbino 12	ON	12	12	2000	18	EURO 2
3	Solaris Urbino 12	ON	2	12	2002	16	EURO 2
4	Solaris Urbino 12	ON	3	12	2002	16	EURO 3
5	MAN A21 NL 263	ON	20	12	2005	13	EURO 4
6	Solaris Urbino 12	ON	1	15	2006	12	EURO 5
7	Solaris Urbino 12	ON	1	12	2008	10	EURO 5
8	MAN A21 NL273	ON	7	12	2008	10	EURO 5

Lp.	Typ taboru	Rodzaj paliwa	Liczba sztuk	Długość [m]	Rok produkcji	Wiek [lat]	Norma czystości spalin
9	Solaris Urbino 12	ON	1	12	2009	9	EURO 5
10	MAN A26 NL313	CNG	1	12	2003	15	EURO 4
11	Solaris Urbino 12	CNG	8	12	2006	12	EEV/EURO 5
12	Solaris Urbino 12	CNG	8	12	2007	11	EEV/EURO 5
13	Solaris Urbino 12	CNG	12	12	2010	8	EEV/EURO 5
14	Neoplan N4020	ON	1	15	1997	21	EURO 2
15	Neoplan N4020	ON	8	15	1998	20	EURO 2
16	Neoplan N4020	ON	1	15	1999	19	EURO 2
17	Solaris Urbino 18	ON	5	18	2007	11	EURO 4
18	Solaris Urbino 18	ON	1	18	2008	10	EURO 5
19	MAN A23 NG 363	ON	19	18	2006	12	EURO 3
20	Solaris Urbino 18 CNG	CNG	1	18	2006	12	EEV/EURO 5
21	MAN Lion's City GL A40	ON	1	18	2014	4	EURO 6
22	Solaris Urbino 18 CNG	CNG	8	18	2014	4	EURO 6
Tabor Michalczewski Sp. z o.o.							
23	Solaris Urbino 12	ON	1	12	2013	5	EURO 5
24	Autosan M12LF	ON	28	12	2018	0	EURO 6
Tabor konsorcjum DLA Sp. z o.o., Irex-4 Sp. z o.o. i Meteor Sp. z o.o.							
25	Solaris Urbino 12	ON	2	12	2000	18	EURO 2
26	Solaris Urbino 12	ON	2	12	2003	15	EURO 3
27	Solaris Urbino 12	ON	24	12	2016	2	EURO 6
29	Razem tabor ON	ON	145	10-18	1997-2018	0-21	EURO 2-6
30	Razem tabor CNG	ON	38	12-18	2003-2014	4-15	EURO 4-6
31	Ogółem tabor	ON/CNG	183	10-18	1997-2018	0-21	EURO 2-6

Źródło: dane MZDiK.

Polityka wymiany taboru w MPK przez wiele lat nie była prowadzona systematycznie. Wprowadzanie nowych pojazdów następowało często dużymi partiami. Ponadto, Gmina Miasta Radomia nie korzystała na dużą skalę z możliwości wymiany taboru w ramach realizacji projektów inwestycyjnych ze wsparciem środkami pomocowymi UE, nie przekazywała więc MPK fabrycznie nowych jednostek taborowych. Operator komunalny prowadził zatem politykę odnowy taboru samodzielnie, w miarę swoich możliwości finansowych.

Z uwagi na brak istotnych nadwyżek finansowych oraz niewystarczający poziom odpisów amortyzacyjnych, MPK od kilku lat prowadzi politykę dzierżawy i leasingu pojazdów używanych. Taka praktyka doprowadziła do wznowienia procesu odnowy taboru, jednak zwiększone koszty finansowania taboru leasingiem powodują wzrost także wysokości należnej rekompensaty. Obecne tempo takiego sposobu odnowy taboru nie pozwala jednak na utrzymanie średniego wieku pojazdów na stabilnym poziomie.

Średni wiek pojazdów MPK jest wysoki – wg stanu na 30 września 2018 r. przekraczał 12 lat, czyli niemal osiągał zakładany w analizach 13-letni okres planowej eksploatacji autobusów z silnikami na olej napędowy lub gaz ziemny. W celu uzyskania średniego wieku taboru na poziomie 6,5 roku (czyli połowy planowanego okresu eksploatacji), niezbędna byłaby kompleksowa wymiana znacznej części taboru MPK, a następnie – dla utrzymania wskaźnika na tym samym poziomie – coroczna wymiana ok. 10 pojazdów. Tymczasem w 2018 r. MPK wyleasingowało jeden 4-letni autobus przegubowy oraz zawarło umowę na leasing 6 fabrycznie nowych autobusów przegubowych (ich dostawa miała miejsce w październiku 2018 r.).

W 2017 r. rozpoczęto realizację projektu pn. „Rozwój infrastruktury w zakresie zrównoważonej mobilności miejskiej na terenie Gminy Miasta Radomia oraz Powiatu Radomskiego” w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego 2014-2020. Zakres rzeczowy tego projektu przewiduje zakup 10 autobusów elektrycznych wraz z infrastrukturą.

Polityka wymiany taboru z wykorzystaniem środków pomocowych pozwala gminom na pozyskanie z niewielkim wkładem własnym fabrycznie nowych pojazdów, które zastępując autobusy mocno wyeksploatowane, poprawiają ogólny stan taboru komunikacji miejskiej, jednocześnie zachęcając mieszkańców do korzystania z nowych wygodnych pojazdów.

W tabeli 5 przedstawiono zmianę liczby jednostek taborowych spełniających różne normy EURO – według stanu na 30 września 2018 r. – u poszczególnych operatorów radomskiej komunikacji miejskiej.

Tabor, którym dysponuje MPK, jest bardzo zróżnicowany pod względem pojemności pasażerskiej – są w nim pojazdy klasy pojemnościowej midi, zabierające 74 pasażerów, autobusy maxi o pojemności od 76 do 105 osób oraz autobusy wielkopojemne, klasy mega (jednoczłonowe i przegubowe), przewożące do 179 pasażerów. Tabor operatorów prywatnych eksploatowany w radomskiej komunikacji miejskiej, to z kolei wyłącznie pojazdy klasy pojemnościowej maxi (autobusy standardowe).

Tab. 5. Struktura taboru operatorów w podziale na normy emisji spalin – stan na 30 września 2018 r.

Rok	Norma czystości spalin EURO					Razem
	2	3	4	5	6	
MPK	24	22	31	39	10	126
Michalczewski Sp. z o.o.	-	-	-	1	28	29
Konsorcjum DLA Sp. z o.o., Irex-4 Sp. z o.o. i Meteor Sp. z o.o.	2	2	-	-	24	28
Ogółem	26	24	31	40	62	183

Źródło: dane MZDiK.

W okresie od stycznia do czerwca 2018 r. maksymalna liczba pojazdów w ruchu w dniu powszednim wynosiła 144 szt. Łączny stan taboru na koniec czerwca 2018 r. wynosił 183 jednostki, co oznacza dość wysoką rezerwę taboru – w wysokości ok. 27%. Rezerwa ta była jednak różna u poszczególnych operatorów – najmniejsza (11,5%) w firmie Michalczewski Sp. z o.o., a największa w MPK – ponad 31%.

Do analizy przyjęto niezbędny stan taboru radomskiej komunikacji miejskiej – 183 autobusy o napędzie spalinowym (na ON lub gaz ziemny). Przy realizacji zakupu taboru elektrycznego przyjęto zasadę zastępowania każdego 9 pojazdów spalinowych w ruchu 10 autobusami zeroemisyjnymi – z uwagi na konieczność zapewnienia dodatkowych postojów na pętlach, niezbędnych w celu doładowania pojazdów.

4.2. Planowane zamierzenia inwestycyjne

Gmina Miasta Radomia w ramach perspektywy finansowej 2014-2020 zamierza zrealizować projekt inwestycyjny ze wsparciem finansowym środkami pomocowymi Unii Europejskiej z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego 2014-2020, w ramach Osi Priorytetowej IV. Przejście na gospodarkę niskoemisyjną: „Rozwój infrastruktury w zakresie zrównoważonej mobilności miejskiej na terenie Gminy Miasta Radomia oraz Powiatu Radomskiego”. Projekt ten został już skierowany do dofinansowania.

W ramach opisywanego projektu zakupione zostanie 10 elektrycznych autobusów zeroemisyjnych wraz z infrastrukturą zasilającą: 10 ładowarkami zainstalowanymi na zajezdni MPK oraz 2 stacjami ładowania szybkiego zainstalowanymi na przystankach końcowych: Os. Południe i Os. Gołębiów I. Tabor nabyty w ramach projektu zostanie niezwłocznie udostępniony MPK do eksploatacji. Wartość projektu oszacowano na 26 mln zł netto, a planowany termin

dostaw urządzeń określono na początek 2020 r. Jako minimalną pojemność pojazdów określono 70 pasażerów, co przy przewidywanej cenie jednostkowej, wskazuje na autobusy o standardowej długości 12 m. Przewiduje się, że autobusy elektryczne zostaną skierowane do obsługi linii 1, która obsługiwana jest obecnie przez operatora prywatnego – firmę Michalczewski Sp. z o.o.

Tabor zeroemisyjny po zakupie może być w każdej chwili przekazany operatorowi wewnętrznemu, ponieważ umowa przewozowa z operatorem wewnętrznym może być zmieniona w każdej chwili w takim zakresie, aby po zmianie nadal wypełniała wszystkie wymogi rozporządzenia (WE) 1370/2007, ustawy o ptz oraz wytycznych dla podmiotów korzystających ze wsparcia środkami pomocowymi. W przypadku operatorów wyłonionych w przetargach nieograniczonych, istotne są warunki postępowań oraz postanowienia zawartych umów. Zamiana taboru własnego wykonawcy na pojazdy przekazane przez Gminę Miasta Radomia nie jest możliwa do wprowadzenia w umowach zawartych w wyniku postępowań przetargowych.

Decyzja o skierowaniu na linię 1 autobusów zeroemisyjnych wymusza jednocześnie zmianę linii przeznaczoną do obsługi taboru zasilanym olejem napędowym w wyniku rozstrzygniętego przetargu przez operatora Michalczewski Sp. z o.o. – na inną, o adekwatnym zaangażowaniu taboru i wielkości pracy eksploatacyjnej. Analiza prawna skutków takiej zmiany nie wchodzi w zakres niniejszej analizy kosztów i korzyści.

Po realizacji opisanej inwestycji struktura taboru MPK ulegnie istotnej zmianie, gdyż w użytkowaniu pojawią się już po raz pierwszy w Radomiu autobusy elektryczne. Stan taboru zeroemisyjnego osiągnie w ten sposób poziom powyżej wymaganego od 1 stycznia 2021 r. progu 5% floty autobusów.

Gmina Miasta Radomia rozważa dalszy udział w naborach konkursowych na dofinansowanie ze środków unijnych zakupu autobusów elektrycznych wraz z infrastrukturą zasilającą.

MPK prowadzi od kilku lat politykę odnowy taboru poprzez leasing nowych lub używanych autobusów w pakietach po kilka sztuk, w ramach posiadanych możliwości finansowych, wycofując jednocześnie z eksploatacji pojazdy najbardziej wyeksploatowane. Możliwości prowadzenia samodzielnej wymiany taboru przez MPK są znacznie ograniczone, niepozwalające na całkowitą odnowę stanu taboru.

5. Koncepcja obsługi sieci komunikacji miejskiej taborem zeroemisyjnym

5.1. Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych Radomia

Przedmiotem niniejszej analizy jest identyfikacja kosztów i korzyści powstałych w wyniku zapewnienia przez Gminę Miasta Radomia 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 czerwca 2018 r. przedstawiono w tabeli 3.

W Radomiu kilkakrotnie rozważano budowę linii tramwajowej. W pierwszym wydaniu (lata 60.) zaprojektowano jedną linię, która miała połączyć osiedla Potkanów i Gołębiów poprzez centrum miasta. Do idei tramwaju w Radomiu powrócił w latach 70. prof. M. Kelles-Krauz, który propagował budowę głównej linii z os. Akademickiego na Ustronie, z dwoma odnogami – do Gołębiowa i do Potkanowa. Pomimo dyskusji odnośnie ewentualnej budowy tramwaju podejmowanej także w kolejnych latach (połowa lat 90. i 2013 r., w którym Zarząd Województwa Mazowieckiego włączył do Kontraktu Terytorialnego w perspektywie unijnej na lata 2014-2020 budowę linii tramwajowej w Radomiu), pomysł ten nie doczekał się realizacji.

„Strategia Rozwoju Miasta Radomia na lata 2008-2020”, przyjęta uchwałą Rady Miejskiej w Radomiu nr 371/2008 z dnia 25 sierpnia 2008 r., w sferze przestrzenno-ekologicznej wyznacza co prawda cel kierunkowy 2. „Zwiększenie dostępności komunikacyjnej miasta i poprawa układu komunikacyjnego”, lecz nie odnosi się bezpośrednio do rozwoju sfery transportu publicznego.

Opracowany w 2013 r. „Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla miasta Radomia na lata 2013-2020”, przyjęty przez Radę Miejską w Radomiu uchwałą nr 641/2013 z dnia 9 grudnia 2013 r., zakładał istotną wymianę wyeksploatowanego taboru, a mianowicie:

- wymianę całości taboru obsługującego zadania przewozowe, które zostaną objęte przetargową procedurą wyboru operatorów – zadanie to zrealizowano: w wyniku rozstrzygniętych przetargów operatorzy wprowadzili do podstawowej obsługi fabrycznie nowe autobusy niskopodłogowe klasy mega, zasilane olejem napędowym;
- zakup 89 autobusów przez MPK do 2022 r., w tym 33 przegubowych (26 fabrycznie nowych i 7 używanych) oraz 56 standardowych klasy mega (50 fabrycznie nowych i 6 używanych) – zadanie to do tej pory nie zostało zrealizowane, aczkolwiek nie upłynął jeszcze w całości okres jego planowania;

- zakup, w ramach programu „Poprawa systemu transportu publicznego w Radomiu poprzez zakup nowego taboru oraz rozbudowę infrastruktury towarzyszącej”, 8 autobusów przegubowych zasilanych CNG – zadanie to zrealizowane ze wsparciem środkami pomocowymi UE w ramach regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego 2007-2013;
- zakup 12 szt. autobusów hybrydowych zasilanych CNG w ramach programu Gazela – zadania tego nie zrealizowano.

Opracowana w sierpniu 2015 r. „Strategia rozwoju miejskiego Radomskiego Obszaru Funkcjonalnego (ROF) wyznaczyła cztery cele strategiczne oraz przypisane im cele operacyjne. W ramach celu strategicznego nr 3 – „Poprawa funkcjonalności ROF” w dokumencie wyznaczono cel operacyjny 3.1. – „Poprawa funkcjonalności systemu transportowego ROF”, a w nim działania:

- 3.1.1. Budowa sieci węzłów komunikacyjnych w ROF;
- 3.1.2. Priorytetyzacja transportu publicznego w Radomiu;
- 3.1.3. Integracja transportu zbiorowego w ramach ROF;
- 3.1.4. Poprawa stanu lokalnej infrastruktury drogowej ROF;
- 3.1.5. Rozbudowa sieci infrastruktury rowerowej.

Jako główny – od strony południowej miasta – Strategia proponuje węzeł w rejonie osiedla Południe, a od strony wschodniej – w rejonie Osiedla Gołębiów. Od strony północnej lokalizację węzła proponuje się w rejonie szpitala wojewódzkiego, a od strony zachodniej – przy ul. Przytyckiej. Według Strategii, węzły byłyby także, obok parkingów P&R, B&R i K&R, narzędziem do integracji różnych form transportu publicznego. Uzupełnieniem sieci węzłów byłby rejon obecnego dworca kolejowego Radom. Strategia odnosi się do problemu wzrastającej liczby samochodów osobowych – proponując wprowadzenie w centrum miasta priorytetyzacji transportu publicznego w centrum miasta wraz z poszerzeniem strefy płatnego parkowania.

Przyjęty przez Radę Miejską w Radomiu uchwałą nr 346/2016, z dnia 29 sierpnia 2016 r., „Program rewitalizacji Gminy Miasta Radomia na lata 2014-2023”, wymienia wśród planowanych do realizacji zadań przedsięwzięcie nr 20 – „Poprawa układu komunikacyjnego oraz obniżenie niskiej emisji w Śródmieściu”, w ramach którego przewiduje się m.in. zakup 24 standardowych autobusów elektrycznych o długości 12 m wraz z infrastrukturą oraz 16 autobusów przegubowych o długości 18 m zasilanych CNG. Wartość przedsięwzięcia, obejmującego także budowę ciągu pieszo-jezdnego w śródmieściu, oszacowano na 105,75 mln zł, a jako czas jego realizacji określono lata 2017-2018.

Opracowana w 2016 r. aktualizacja „Planu gospodarki niskoemisyjnej dla miasta Radomia” wyznaczyła 11 celów szczegółowych, a wśród nich cel nr 10 – „Promocja i realizacja wizji

zrównoważonego transportu – z uwzględnieniem transportu publicznego i indywidualnego”. Plan w obszarze interwencji nr 7, w sekcji Transport publiczny, uznaje działanie: „zakup nowych, efektywnych energetycznie autobusów” za zmniejszające ilość zanieczyszczeń emitowanych przez pojazdy komunikacji miejskiej. Jako przedsięwzięcie nr RAD028 ujęto w Planie zakup 50 autobusów o napędzie elektrycznym wraz z infrastrukturą na zajezdni oraz na 22 pętłach końcowych i 20 przystankach węzłowych, przewidując poniesienie nakładów w łącznej wysokości 150 mln zł.

Opracowany w listopadzie 2017 r. dokument: „Dokonanie oceny istniejącego układu komunikacyjnego i koncepcja optymalizacji oferty przewozowej dla Miasta Radomia” przedstawia zalecenia odnośnie zmian w organizacji linii komunikacyjnych oraz wskazuje na konieczność zmian polityki taryfowej, w kierunku zwiększenia atrakcyjności przesiadek. W opracowaniu uwzględniono także zamierzenie uruchomienia pierwszych linii obsługiwanych autobusami elektrycznymi.

Dla potrzeb przygotowania wniosku aplikacyjnego do skorzystania ze środków pomocowych Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego w ramach horyzontu finansowania 2014-2020, Gmina Miasta Radomia opracowała w 2017 r. dokument pt. Studium Wykonalności projektu pn. „Rozwój infrastruktury w zakresie zrównoważonej mobilności miejskiej na terenie Gminy Miasta Radomia oraz Powiatu Radomskiego”. Przedmiotowy projekt zawiera 12 zadań, w tym zadanie nr 3 – „Zakup autobusów elektrycznych wraz z infrastrukturą”, dotyczące bezpośrednio radomskiej komunikacji miejskiej oraz zadania montażu wiat przystankowych, budowy ścieżek rowerowych i parkingów P&R, rozbudowy systemu ITS oraz przebudowy dróg.

Zadanie zakupu autobusów elektrycznych dotyczy 10 pojazdów wraz z 10 ładowarkami zajezdniowymi oraz 2 stacjami doładowywania szybkiego, zainstalowanymi na pętłach w rejonie osiedli Południe i Gołębiów.

Opisywany projekt znajdował się na liście rezerwowej konkursu w ramach działania 4.3 – Redukcja emisji zanieczyszczeń powietrza Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego 2014-2020, a w lipcu 2018 r., na mocy decyzji Zarządu Województwa Mazowieckiego, otrzymał dofinansowanie.

W związku z bardzo szerokim zakresem zadań, w Studium Wykonalności przeprowadzono analizę rozwiązań alternatywnych – jako wielokryterialną analizę strategiczną oraz analizę rozwiązań technologicznych, ale obydwie te analizy nie dotyczyły wyboru rodzaju napędów do autobusów.

5.2. Uwarunkowania wyboru rodzaju paliw w komunikacji miejskiej w Radomiu

MPK od dwunastu lat posiada tabor o dwóch rodzajach paliwa: zasilany olejem napędowym oraz na paliwo gazowe – CNG. Opłacalność eksploatacji autobusów zasilanych CNG jest zależna od polityki podatkowej państwa oraz od polityki cenowej monopolistycznego dystrybutora paliwa gazowego – PGNiG S.A. Istotną kwestią, przy eksploatacji taboru zasilanego CNG, jest także fakt, że w Radomiu właścicielem infrastruktury do tankowania autobusów gazowych nie jest MPK, tylko PGNiG S.A. Dotychczasowe problemy z codzienną eksploatacją autobusów zasilanych CNG wynikały z częstych awarii stacji tankowania, w szczególności braku dostatecznej liczby zapasowych sprężarek. Do niedawna opłacalność eksploatacji autobusów gazowych drastycznie zmniejszała akcyza na paliwo gazowe, która została zniesiona zmianą ustawy o podatku akcyzowym, podpisaną przez Prezydenta RP w sierpniu 2018 r. Zerowa stawka akcyzy na CNG zostanie w praktyce wprowadzona prawdopodobnie na przełomie 2018 i 2019 r.

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.

Planowana od 2020 r. eksploatacja w radomskiej komunikacji miejskiej elektrycznych autobusów zeroemisyjnych, wprowadzi w niej nowy rodzaj napędu, nieemitującego z zastosowanych silników, w miejscu ich użytkowania, gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń gazowych. Koszty codziennej eksploatacji taboru autobusowego z silnikami elektrycznymi są istotnie niższe niż autobusów zasilanych olejem napędowym, co przełoży się na zmniejszenie kosztów codziennej eksploatacji.

Dodatkowe przesłanki, przemawiające za wymianą taboru z zastosowaniem różnych rodzajów zasilania pojazdów, tj. w tym przypadku silników elektrycznych, są następujące:

- dywersyfikacja źródeł zasilania taboru (już posiadane ON i CNG oraz dodatkowo napęd elektryczny) zwiększa bezpieczeństwo ekonomiczne przy wahaniami cen paliw oraz zmianie warunków klimatycznych;
- dłuższy okres eksploatacji pojazdów elektrycznych (z wyjątkiem baterii) i dywersyfikacja techniczna przekłada się na dywersyfikację kosztów działalności przewozowej;
- zwiększenie bezpieczeństwa dostaw paliw i ich stabilności cenowej spowodowane przez dywersyfikację rodzaju paliw dla autobusów;
- zmniejszenie niekorzystnego oddziaływania transportu publicznego na mieszkańców w obszarze miasta – brak emisji zanieczyszczeń do atmosfery w miejscu użytkowania autobusów elektrycznych;

- zmniejszenie ryzyka wzrostu kosztów eksploatacyjnych w efekcie zmiany cen nośników energii: oleju napędowego, energii elektrycznej i CNG;
- realizacja wytycznych zawartych w „Krajowych Ramach Polityki Rozwoju Infrastruktury Paliw Alternatywnych”.

Polityka wymiany taboru po okresie realizacji projektu nie została przez Gminę Miasta Radomia i MPK jeszcze zdefiniowana. W dużej mierze będzie ona zależna od możliwości pozyskiwania zewnętrznych źródeł wsparcia finansowego.

Wprowadzony ustawą o elektromobilności obowiązek systematycznego zwiększania udziału autobusów zeroemisyjnych w strukturze taboru wykorzystywanego w komunikacji miejskiej, stwarza konieczność zmiany dotychczasowej praktyki nabywania nowych pojazdów zasilanych olejem napędowym lub sprężonym gazem ziemnym na – w coraz większym zakresie – pojazdy zeroemisyjne. Zapisy tej ustawy wymagają eksploatacji w ciągu najbliższych 10 lat w miastach przekraczających 50 000 mieszkańców floty składającej się przynajmniej w 1/3 z autobusów zeroemisyjnych. Aktualnie udział takich autobusów w taborze operatorów komunikacji miejskiej jest znikomy. Narzucone tempo wzrostu tego udziału, wynikające z przepisów ustawy o elektromobilności, należy uznać za wysokie.

Miasto Radom, w wyniku realizacji projektu inwestycyjnego, osiągnie warunek 5% udziału autobusów zeroemisyjnych we flocie pojazdów eksploatowanych w komunikacji miejskiej pod koniec 2020 r., a więc bezpośrednio przed datą 1 stycznia 2021 r. wskazaną jako pierwszy próg w ustawie o elektromobilności.

Decyzja o zmianie rodzaju napędu w użytkowanych autobusach wymaga nie tylko nabycia pojazdów o innym sposobie zasilania, ale także dostosowania do nich obiektów zajezdni, istotnej zmiany wyposażenia stanowisk obsługowych, diagnostycznych, naprawczych i remontowych, jak również gruntownego przeszkolenia załogi. Autobusy zeroemisyjne wymagają posiadania przez obsługę codzienną oraz zespoły naprawczo-remontowe dodatkowych umiejętności i uprawnień, związanych z obsługą pojazdów z silnikami elektrycznymi. Zakres i koszty dostosowania obiektów zajezdni oraz przeszkolenia załogi należy uznać za znaczące.

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

Pojazdy zeroemisyjne zasilane z sieci zewnętrznej – trolejbusy – eksploatowane są jedynie w trzech sieciach komunikacyjnych w Polsce, najbliższej Radomia w Lublinie. Głównym problemem ograniczającym rozwój tego rodzaju napędu jest bardzo wysoki koszt budowy sieci zasilającej wzdłuż trasy linii, wymagający dużych dodatkowych nakładów inwestycyjnych, na które większość miast średnich, takich jak Radom, 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, czego dowodem mogą być krajowe doświadczenia Gdyni i Lublina, aczkolwiek w tym ostatnim mieście pewna część trolejbusów po odłączeniu od sieci zasilana jest agregatem prądotwórczym, który z kolei emituje gazy cieplarniane (CO₂ i inne zanieczyszczenia powstające w wyniku spalania oleju napędowego).

W celu spełnienia wymogów ustawy o elektromobilności, Gmina Miasta Radomia 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 paliwowe zasilane wodorem.

5.3. Rozwiązania sposobów ładowania autobusów zeroemisyjnych

Autobusy z napędem, który stanowią silniki elektryczne, bez względu na zastosowane rozwiązanie techniczne, wymagają dostosowania zajezdni do ich obsługi oraz przeszkolenia – lub nawet uzupełnienia załogi obsługującej na co dzień pojazdy o osoby uprawnione do obsługi urządzeń energetycznych co najmniej do 1 kV. MPK posiada doświadczenie we wprowadzaniu nowego rodzaju zasilania autobusów, wynikające z kompleksowego wdrożenia zasilania CNG, które wymagało m.in. zmian adaptacyjnych zajezdni oraz odpowiedniego przeszkolenia załogi.

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

Najprostszym rozwiązaniem jest wyposażenie pojazdów w baterie pozwalające na wykonanie pełnego dziennego cyklu pracy w danej sieci komunikacji miejskiej – podobnego jak dla autobusów zasilanych olejem napędowym – czyli ok. 250 km przejazdu tras 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 (np. autobus BYD K9 posiada baterie o pojemności 324 kWh), ale i wpływają na znaczny spadek efektywności ekonomicznej ruchu pojazdu (znaczna część zasobów energii przeznaczana jest na przewóz ciężkich baterii). Pojazdy z bateriami o większej pojemności są jednocześnie znacznie droższe. Ponadto, pojazdy takie przez swoją wysoką masę własną, przyczyniałyby się do zwiększonego zużycia nawierzchni dróg.

Dążeniem organizatorów i operatorów jest zwykle optymalizacja masy baterii, a co za tym idzie – zużycia energii na przejazd pustego pojazdu, poprzez zastosowanie dodatkowych doładowań na trasie linii. Zmniejszenie wagi baterii, a w jej rezultacie – zwiększenie pojemności pasażerskiej pojazdu i zmniejszenie kosztu przewozu pojedynczego pasażera, może być wówczas znaczące, ogranicza jednak wykorzystanie pojazdu z baterijnym napędem elektrycznym do dedykowanych tras – obejmujących pętlę, na której zainstalowano ładowarkę. Doładowywanie pojazdu w innym wybranym punkcie na trasie linii wymagałoby dłuższego postoju, co ze względu na masowość przewozów, w Polsce jest nieakceptowane przez pasażerów.

Na pętlach stosuje się zwykle ładowarki szybkie, o dużej mocy (nawet do 800 kW) z systemem pantografowym, rzadziej plug-in. W Chinach oraz w wybranych krajach Europy Zachodniej stosowane są także systemy ładowania indukcyjnego na przystankach, lecz z uwagi na bardzo wysoką cenę takiej instalacji, stosowane są one jedynie na wybranych, dedykowanych trasach w dużych miastach i aglomeracjach. Ładowaniu indukcyjnemu na przystankach nie sprzyja także polski klimat, w którym normalnym zjawiskiem atmosferycznym są opady śniegu.

Najczęściej stosowane jest ładowanie pantografowe, które odbywa się w czasie od 10 do 20 minut – kilka razy w czasie użytkowania autobusu w ciągu dnia. Z uwagi na zmienne warunki występujące na trasie przejazdu, pojazd musi być też ostatecznie codziennie doładowywany podczas postoju na zajezdni.

Niezależnie od powyższego, w celu codziennego pełnego naładowania baterii oraz ich ustabilizowania, przewiduje się montaż na 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. 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 H₂ mają zbiorniki sprężonego wodoru zainstalowane na dachu, o pojemności wystarczającej na przejazd nawet do 400 km.

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

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

Bardzo istotnym i – w przypadku Radomia – zasadniczym utrudnieniem, jest brak w okolicy dostępnych magazynów wodoru do tankowania pojazdów. Instalacja taka musiałaby więc być tworzona od podstaw. Brak jest także w Polsce pewnego dostawcy wodoru w niskiej cenie.

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

5.4. Koncepcja wyboru linii do obsługi taborem zeroemisyjnym

W 2017 r. 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, której zapisy obligują samorządy do określonego zachowania).

Uzyskane odpowiedzi wskazały na cztery grupy przesłanek:

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

Niemal wszystkie miasta zaplanowały uruchomienie obsługiwanych autobusami elektrycznymi pojedynczych nowych połączeń wewnątrz ścisłych centrów oraz osiedli mieszkaniowych o gęstej zabudowie mieszkaniowej (stanowiących istotę kampanii promujących takie rozwiązania), ale pomimo to założyły, że pojazdy takie obsługiwać będą przede wszystkim już istniejącą sieć linii. Zastrzegano przy tym, że kształt tej sieci może, a nawet i powinien ewoluować, np. pod wpływem wyników badań marketingowych, które powinny stanowić jedną z determinant podejmowania decyzji o alokacji pojazdów elektrycznych na poszczególnych zadaniach przewozowych.

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

Przesłanki środowiskowe silnie wiążą się z przesłankami społecznymi – niższa emisja hałasu emitowanego przez autobusy elektryczne oraz brak spalin, stanowią ważki argument za wprowadzeniem 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 restrykcji wobec motoryzacji indywidualnej.

Przedstawiciele największych miast wyrazili przekonanie, że ze względu na relatywnie wysoki koszt zakupu autobusów elektrycznych, ich eksploatacja ułatwi też przeforsowanie pasów 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 – w sposób znacznie tańszy niż budowa lub rozbudowa sieci połączeń metra, kolei miejskiej czy też komunikacji tramwajowej bądź trolejbusowej.

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 ich napędu i jego charakterystyki, stwarzają określone bariery w przeznaczaniu danej linii do obsługi tym rodzajem taboru. Autobusy elektryczne nie nadają się do obsługi linii o trasach wyznaczonych drogami o podwyższonej 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 do stacji ładującej;
- lokalne wspieranie odnawialnych źródeł energii (OZE) – z założenia autobusy elektryczne powinny być „eko”, czego nie można w pełni osiągnąć, gdy energia wprowadzana do systemu wytwarzana jest z wykorzystaniem paliw konwencjonalnych, np. w uciążliwej lokalnie elektrowni węglowej;
- zdecydowana preferencja dla krótkich tras, z przerwami na doładowanie na punktach krańcowych.

Efektom sesji warsztatowych programu „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 autobusów wyznaczono na 100 tys. wozokilometrów rocznie – zauważając przy tym, że obecny poziom techniki poważnie utrudnia lub nawet uniemożliwia jego osiągnięcie);

- ma miejsce wysoka dostępność przestrzenna przystanków – cechy techniczno-eksploatacyjne autobusów predestynują je do obsługi linii o dużej gęstości przystanków;
- trasa ma względnie płaski profil pionowy – przy obecnym zaawansowaniu i sprawności procesu rekuperacji powinno się preferować linie bez znacznych deniwelacji w przebiegu trasy;
- linia stanowi element systemu skoordynowanej obsługi obszaru zurbanizowanego wieloma liniami – wymagane synchronizacją rozkładów jazdy dłuższe postoje wyrównawcze na pętłach mogą być dzięki temu efektywnie wykorzystane na doładowanie zasobników energii;
- jest ona podatna na kongestię drogową – jej trasa charakteryzuje się dużą liczbą zatrzymań autobusów pomiędzy przystankami i niewielką prędkością jazdy pomiędzy tymi zatrzymaniami;
- niska prędkość techniczna zdeterminowana jest także przyczynami innymi niż kongestia (np. przebieg trasy przez strefy ograniczonego ruchu – z pierwszeństwem pieszych i rowerzystów, obszary uspokojonego ruchu „Tempo 30” i inne);
- przebieg trasy obejmuje planowane przyszłe strefy ekologiczne dla pojazdów mechanicznych (w szczególności okolice obiektów zabytkowych).

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

Na potrzeby realizacji projektu „Rozwój infrastruktury w zakresie zrównoważonej mobilności miejskiej na terenie Gminy Miasta Radomia oraz Powiatu Radomskiego” dokonano już wyboru pierwszej linii do obsługi taborem zeroemisyjnym – będzie to linia 1.

Trasa tej linii prowadzi z os. Południe, przez osiedle Żakowice, położone po zachodniej stronie linii kolejowej nr 8, następnie skrajem Starego Miasta i omijając od północy Miasto Kazimierzowskie – do Śródmieścia, skąd dalej skrajem os. Nad Potokiem do os. Gołębiów I.

Linia 1 doskonale wypełnia kryteria doboru określone w wyniku sesji warsztatowych programu „E-bus”, należy także do połączeń z wyższymi od średnich dla poszczególnych rodzajów dni tygodnia wskaźnikami liczby pasażerów w przeliczeniu na wozokilometr (w wyniku badań marketingowych przeprowadzonych wiosną 2017 r. wskaźniki te dla linii 1 określono na: 4,7 w dniu powszednim, 3,6 – w sobotę i 2,8 – w niedzielę oraz 4,4 – w skali przeciętnego miesiąca; liczba pasażerów w dniu powszednim wyniosła 5 424, w sobotę – 2 550, w niedzielę – 1 706, a w przeciętnym miesiącu – 132 634).

Trasę linii 1 wyznaczono ulicami o intensywnej zabudowie wielorodzinnej (w tym wysokiej), znacznym ruchu miejskim i gęstej sieci przystanków, w tym przez obszar zwartej zabu-

dowy śródmiejskiej, łącząc wiele źródeł podróży. Jest to jednocześnie linia podstawowa o wysokiej częstotliwości kursowania pojazdów, obsługiwana autobusami o standardowej długości 12 m.

Przewidziano zlokalizowanie dwóch stacji szybkiego ładowania autobusów dedykowanych tej linii na obydwu jej krańcówkach – na pętlach Os. Południe i Os. Gołębiów I.

Liczba osób (mieszkańców) narażonych na emisję w bezpośrednim otoczeniu trasy linii 1, tj. zameldowanych w pasie o szerokości 250 metrów z każdej strony od osi jezdni stanowiących jej trasę, wynosi 36 615. Długość trasy linii 1 w parze podstawowych wariantów trasy wynosi 21,193 km. Oznacza to, że w przeliczeniu na 1 km uśrednionej dla obu kierunków trasy linii, narażonych na emisję jest 3 456 osób.

Założona lokalizacja stacji szybkiego ładowania na opisanych dwóch pętlach linii 1 stanowi punkt wyjścia do poszukiwań możliwości objęcia w przyszłości taborom elektrycznym obsługi kolejnych linii korzystających z tych pętli.

Z pętli Os. Południe odjeżdżają także autobusy trzech innych linii: priorytetowej – 7 (obsługiwanej taborom wielkopojemnym – przegubowym), podstawowej – 14 i uzupełniającej – 12.

W badaniach marketingowych przeprowadzonych wiosną 2017 r. liczbę pasażerów linii 7 w dniu powszednim określono na 15 682 osoby, w sobotę – na 9 065 osób, w niedzielę – na 4 790 osób. W przeciętnym miesiącu autobusami linii 7 podróżowało 389 532 pasażerów. Linię tę charakteryzowała bardzo wysoka liczba pasażerów w przeliczeniu na kilometr – 6,8 w dniu powszednim, 5,4 w sobotę, 3,4 w niedzielę i 6,3 – w skali przeciętnego miesiąca.

Linia 7, ze względu na swoją charakterystykę eksploatacyjną i popytową, bardzo dobrze nadaje się do obsługi taborom elektrycznym (wskaźnik liczby osób narażonych na emisję w przeliczeniu na 1 km trasy wynosi dla tej linii 3 242 – 34 999 osób na 21,591 km długości trasy podzielonej przez dwa kierunki ruchu), ale wymaga pojazdów przegubowych, a takie właśnie MPK nabywało w ostatnich latach – sytuacja taborowa jest w tym segmencie pojazdów operatora komunalnego relatywnie najlepsza. Z tego powodu, w najbliższej perspektywie czasowej do elektryfikacji nie mają być przeznaczane linie przewidziane do obsługi autobusami przegubowymi – tę linię pretenduje się do elektryfikacji w następnej kolejności (w etapie trzecim).

Trasa linii podstawowej 14 prowadzi przez osiedla mieszkaniowe w południowej części miasta, ale także przez obszar śródmieścia Radomia, w tym przez węzeł przesiadkowy przy dworcu kolejowym, przez osiedle Dzierzków do Sadkowa. Teoretycznie linia 14 mogłaby zostać przeznaczona do obsługi uzupełniająco autobusami elektrycznymi, które nie będą wykorzystywane w danym czasie na linii 1 już w pierwszym etapie (np. w godzinach pozaszczytowych

w dniu powszednim oraz w weekendy, kiedy to do obsługi linii 1 wymagana jest mniejsza liczba autobusów). Istotną przeszkodą w realizacji tego przedsięwzięcia jest jednak wykonywanie w ramach tej linii części kursów wydłużonych do Potkanowa, dla których pętla na os. Południe jest jedynie przystankiem pośrednim. Kursy takie wykonywane są nie tylko w godzinach szczytów przewozowych i nie tylko w dni powszednie, co de facto wyklucza systemową elektryfikację linii 14 z wykorzystaniem ładowarki zlokalizowanej na pętli Os. Południe.

Trasa linii 12 prowadzi z os. Południe południkowo przez zachodnią część miasta (przez osiedla Żakowice, Borki i Zamłynie) a następnie obejmuje północny skraj Śródmieścia (ulice Wernera i Malczewskiego), po czym prowadzi dalej na północ aż do osiedla Wincentów przy granicy miasta. Linia 12 jest dość długa i wytyczona została w większości dość szerokimi ulicami, stanowiącymi obecnie przebieg drogi krajowej nr 7, często oddalonymi od zabudowy. Z kolei odcinek trasy tej linii w osiedlu Wincentów sąsiaduje z cmentarzem komunalnym i prowadzi przez obszary ekstensywnej, jednorodzinnej zabudowy (wskaźnik liczby osób narażonych na emisję w przeliczeniu na 1 km trasy wynosi dla tej linii 1 595 – 27 934 mieszkańców na 35,021 km długości trasy podzielonej przez dwa kierunki ruchu).

Jak wynika z badań marketingowych z wiosny 2017 r., z linii 12 skorzystało 3 160 pasażerów w dniu powszednim, 2 348 w sobotę, 1 630 w niedzielę, czyli 83 902 osoby w przeciętnym miesiącu. Autobusy tej linii charakteryzowało relatywnie słabe wykorzystanie: tylko 2,4 pasażerów w przeliczeniu na kilometr w dniu powszednim, 2,8 w sobotę, 2,0 w niedzielę i 2,4 w skali przeciętnego miesiąca

Z opisanych powyższych przyczyn, ewentualną elektryfikację linii 12 należałoby postrzegać wyłącznie jako uzupełniającą w stosunku do linii 1 – zapewniającą lepsze wykorzystanie części autobusów elektrycznych przeznaczonych do jej obsługi (po godzinach szczytów przewozowych oraz w weekendy, kiedy to linię 1 obsługuje mniejsza liczba autobusów) lub możliwość eksploatacji autobusów rezerwowych dla linii 1 w dniach ich dostępności, przy wykorzystaniu tej samej stacji ładowania szybkiego.

Z pętli Osiedle Gołębiów I korzystają także autobusy linii priorytetowej 9 – ze względu na wysoki popyt obsługiwanej pojazdami klasy mega. Z uwagi na opisany już wcześniej przebieg trasy tej linii przez duże osiedla zwartej zabudowy wielorodzinnej i ścisłe centrum miasta, osiąga ona najkorzystniejszy w sieci komunikacyjnej wskaźnik liczby osób narażonych na emisję w przeliczeniu na 1 km trasy – 4 150 (33 668 mieszkańców na 16,227 km długości trasy podzielonej przez dwa kierunki ruchu). Podczas badań marketingowych z wiosny 2017 r., liczba pasażerów linii 9 w dniu powszednim wyniosła 12 470 osób, w sobotę – 6 950, w niedzielę –

4 067, a w przeciętnym miesiącu – 310 005. Linie tę charakteryzowały bardzo wysokie wskaźniki wykorzystania pojazdów: 7,1 pasażerów na kilometr w dniu powszednim, 5,3 – w sobotę i 3,4 – w niedzielę oraz 6,5 – w skali przeciętnego miesiąca.

Z uwagi na duży udział pojazdów względnie nowych w segmencie autobusów przegubowych, analogicznie jak w przypadku linii 7, linię 9 proponuje się poddać ewentualnej elektryfikacji w kolejnym terminie – w etapie czwartym, co uzasadniono w dalszej części tekstu.

Najnowsze autobusy przegubowe, skierowane obecnie do obsługi linii priorytetowych 7 i 9, po elektryfikacji obydwu tych linii, powinny zostać przeznaczone do obsługi linii 4 i 17 oraz wybranych kursów na liniach 18 i 23.

Gmina Miasta Radomia rozważa uczestnictwo w kolejnym etapie naboru konkursowego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego 2014-2020, z projektem m. in. zakupu następnej partii autobusów zeroemisyjnych wraz z infrastrukturą zasilającą. Przewiduje się, że w przypadku uzyskania dofinansowania takiego projektu, zakupione pojazdy przeznaczone byłyby do obsługi linii 3, a stacja zasilająca zlokalizowana zostałaby na pętli Osiedle Michałów. Linia 3 jest linią podstawową – łączącą ze Śródmieściem i węzłem przy dworcu kolejowym – południowe osiedla mieszkaniowe: Idalin, Prędocinek i Ustronie oraz osiedla północne: Gołębiów, Akademickie i Michałów. Wskaźnik liczby osób narażonych na emisję w przeliczeniu na 1 km trasy wynosi dla tej linii 4 103 – 50 583 mieszkańców na 24,655 km długości trasy podzielonej przez dwa kierunki ruchu. Także pod względem liczby mieszkańców w zasięgu oddziaływania emisji linia 3 wypada bardzo korzystnie.

Linia 3 spełnia kryteria obsługi taborem zeroemisyjnym, jest linią podstawową i – podobnie jak linia 1 – dość intensywnie wykorzystywaną. W wyniku badań marketingowych przeprowadzonych wiosną 2017 r. wskaźniki liczby pasażerów w przeliczeniu na wozokilometr dla linii 3 ustalono na poziomie: 4,6 w dniu powszednim, 3,4 – w sobotę i 2,5 – w niedzielę oraz 4,3 – w skali przeciętnego miesiąca, a więc powyżej średniej dla sieci komunikacyjnej w każdym z analizowanych przekrojów. Liczba pasażerów linii 3 w dniu powszednim ukształtowała się na poziomie 6 546 osób, w sobotę – 2 925, w niedzielę – 1 870, a w przeciętnym miesiącu – 158 516 osób.

Linia 3 jest obecnie obsługiwana przez operatora prywatnego, a zatem jej elektryfikacja – analogicznie jak w przypadku linii 1 – musiałaby wiązać się z jego przeniesieniem do obsługi którejś z innych linii, będących obecnie w obsłudze MPK.

Zakłada się elektryfikację linii 3 w etapie drugim.

Z pętli Osiedle Michałów odjeżdżają także autobusy linii priorytetowej 7 (opisanej już wcześniej) oraz linii uzupełniającej 24. Elektryfikacji linii 24 nie zakłada się ze względu na jej podmiejski charakter (obsługę miejscowości: Janów, Małęczyn Stary, Małęczyn Nowy, Kiedrzyń

i Grzmicin) oraz relatywnie niskie wskaźniki wykorzystania pojazdów, w każdym z rodzajów dni tygodnia i w skali przeciętnego miesiąca znacznie niższe od wartości charakteryzujących całą sieć komunikacyjną radomskiej komunikacji miejskiej.

Dobór mocy ładowarki i liczby stanowisk ładowania na pętli Os. Michałów, powinien więc uwzględniać także przyszłą obsługę linii 7.

Przystanek krańcowy linii 3 na os. Idalin obsługuje także linie podstawowe 2 i 11. Przy ul. Wiertniczej nie ma jednak pętli nawrotowej – autobusy zmieniają kierunek jazdy wykonując pętlę pobliskimi ulicami. Przystanek końcowy i początkowy zlokalizowany jest bezpośrednio przy jezdni ulicy i tam też odbywają się postoje wyrównawcze. Na czas postoju autobusy ustawiają się w kolejności przyjazdu na przystanek krańcowy – nie ma znaczenia przyporządkowanie do linii. W takich uwarunkowaniach bardzo trudne lub wręcz nawet niemożliwe byłoby zlokalizowanie w tym miejscu stacji szybkiego ładowania – dostępnej dla każdego autobusu wjeżdżającego w danym momencie na przystanek krańcowy przy ul. Wiertniczej.

Linie 2 można jednak rozważać pod kątem ewentualnej elektryfikacji ze względu na wysokie wykorzystanie pojazdów, pomimo jej obsługi taborem standardowej pojemności. Wiosną 2017 r. autobusy linii 2 przewoziły średnio 4,2 pasażerów w przeliczeniu na kilometr w dniu powszednim, 3,6 – w sobotę, 2,4 – w niedzielę oraz 4,0 w skali przeciętnego miesiąca. W dniu powszednim na tej linii przewieziono 3 701 osób, w sobotę – 1 730, w niedzielę – 1 069, a w skali miesiąca – 89 986 pasażerów.

Trasa linii 2 łączy osiedla Idalin i Glinice z węzłem przy dworcu kolejowym i Śródmieściem (trasa przebiega jego skrajem) i prowadzi dalej wokół Starego Miasta do os. Zamłynie. Wskaźnik liczby osób narażonych na emisję w przeliczeniu na 1 km trasy wynosi dla tej linii 2 560 – 23 392 mieszkańców na 18,278 km długości trasy podzielonej przez dwa kierunki ruchu. Linia ta może być więc z powodzeniem przeznaczona do obsługi taborem zeroemisyjnym, aczkolwiek ze względu na opisane wyżej ograniczenia w zakresie możliwości budowy ładowarki na przystanku krańcowym Idalin i potrzebę budowy dedykowanej tylko tej linii ładowarki na pętli Os. Zamłynie (rozwiązanie mało efektywne), proponuje się ewentualną elektryfikację tej linii dopiero w etapie piątym.

Jak już wykazano, połączeniami najintensywniej wykorzystywanymi przez pasażerów w radomskiej komunikacji miejskiej, są linie priorytetowe 7 i 9, obsługiwane obecnie autobusami wielkopojemnymi (przegubowymi lub piętnastometrowymi). Skierowanie do obsługi obydwu tych linii wyłącznie autobusów standardowej długości, wymagałoby zwiększenia liczby pojazdów w ruchu o około połowę, co nie znajduje uzasadnienia. W celu obsługi tych linii taborem zeroemisyjnym, niezbędny byłby więc zakup autobusów elektrycznych przegubowych. Pojazdy takie są o około 25% droższe niż pojazdy elektryczne o standardowej długości 12 m,

a więc całkowita wymiana taboru na zeroemisyjny jednocześnie na liniach 7 i 9, może przekraczać możliwości budżetowe Radomia. Należałoby zatem rozważyć wprowadzenie w pierwszej kolejności autobusów elektrycznych przynajmniej na jedną z tych linii, a dopiero w następnym etapie – na kolejną.

Trasa linii 7 prowadzi z pętli Os. Południe przez Żakowice i ul. 1905 Roku do węzła przy dworcu kolejowym i dalej przez Śródmieście, obok Miasta Kazimierzowskiego, przez Osiedla XV-Lecia i Akademickie do pętli Os. Michałów. Uśredniona długość trasy tej linii wynosi 10,8 km w jednym kierunku, nie jest więc to połączenie długie. Autobusy linii 7 mogłyby korzystać z ładowarek przewidzianych na pętlach Os. Południe i Os. Michałów, ale wysoka częstotliwość kursowania autobusów linii 7 (co 10 minut przez większą część dnia powszedniego) stanowi przesłankę zadedykowania – co najmniej na jednej z tych pętli – jednego stanowiska ładowania wyłącznie obsłudze tej linii.

Analogiczna sytuacja występuje na linii 9. Trasa tej linii prowadzi z pętli Os. Prędocinek przez Ustronie do węzła przy dworcu kolejowym i następnie w identyczny sposób jak linii 7 przez Śródmieście – do pętli przy Os. Gołębiów I. Trasa linii 9 także obejmuje obszary intensywnej zabudowy wielorodzinnej. Uśredniona długość kursu w jednym kierunku wynosi 8,1 km, a więc jest krótsza niż na linii 7. Z uwagi na niewielką długość pary kursów, technologicznie możliwe byłoby korzystanie z autobusów linii 9 z jednego, dedykowanego stanowiska ładowania w stacji szybkiego ładowania przewidzianej na pętli Os. Gołębiów I, ale bardzo wysoka częstotliwość kursów (co 10 minut) przez większą część dnia i trasa podatna na kongestie drogową w szczytach, stanowią przesłanki zlokalizowania do obsługi tej linii dodatkowej ładowarki na pętli Os. Prędocinek.

Ze względu na wspólne pętle linii 7 z liniami 1 i 3, przewidzianymi do elektryfikacji w etapach pierwszym i drugim, proponuje się objęcie taborom zeroemisyjnym linii 7 w etapie trzecim, tj. szybciej niż linii 9, której obsługę autobusami elektrycznymi zaplanowano w etapie czwartym.

W przypadku decyzji o budowie ładowarki na pętli Os. Prędocinek, autobusami zeroemisyjnymi mogłyby zostać objęte pozostałe linie, których pojazdy korzystają z tej samej pętli. Linia 4 wymaga obsługi autobusami wielkopojemnymi – zakłada się, że będą na niej eksploatowane m.in. zakupione w 2018 r. autobusy zasilane olejem napędowym wraz z pojazdami z napędem CNG. Autobusy te zostaną wycofane z obsługi linii 7 i 9 po ich elektryfikacji.

Ze względu na powyższe, zakłada się, że autobusy elektryczne będą kierowane do obsługi relatywnie długiej linii 4 wyłącznie uzupełniająco – poza szczytem podaży i w weekendy – w godzinach mniejszego zaangażowania pojazdów na linii 9.

Pętla Os. Prędocinek obsługuje również linie uzupełniające 21 i 25, które – w celu lepszego wykorzystania infrastruktury ładowania (dodatkowego stanowiska) – teoretycznie także mogłyby zostać przeznaczone do elektryfikacji.

Na linii 21 wskaźnik liczby osób narażonych na emisję w przeliczeniu na 1 km trasy wynosi 1 966 (41 470 mieszkańców na 42,184 km długości trasy podzielonej przez dwa kierunki ruchu). Długi odcinek trasy tej linii wyznaczony wschodnią obwodnicą miasta (al. Wojska Polskiego) oraz obsługa rejonu mało intensywnej zabudowy w północnej części trasy, nie stanowią przesłanek elektryfikacji tej linii. Ze względu na bardzo słabe wykorzystanie pojazdów (wiosną 2017 r. w dniu powszednim linia 21 osiągnęła wynik drugi od końca w skali całej sieci komunikacyjnej, po typowo szkolnej linii 20 – średnio zaledwie 2,3 pasażerów na kilometr, a w sobotę i niedzielę zaś najgorszy – odpowiednio 2,1 i 1,1 pasażera na kilometr; w skali miesiąca – 2,1).

Linia 25 łączy południowe osiedla miasta z Potkanowem, stanowiącym rejon przemysłowy. Wskaźnik liczby osób narażonych na emisję w przeliczeniu na 1 km trasy wynosi dla tej linii 2 501 (potencjał 35 430 mieszkańców przypadających 28,332 km długości trasy podzielonej przez dwa kierunki ruchu). Wykorzystanie pojazdów linii 25 było podczas badań z wiosny 2017 r. wyższe niż linii 21 – wyniosło średnio 3,2 pasażera w dniu powszednim, 2,8 w sobotę i 2,4 w niedzielę, a w skali przeciętnego miesiąca – 3,0). Nie są to jednak wartości powyżej średniej dla sieci komunikacyjnej.

Przesłanką przemawiającą za elektryfikacją linii 21 i 25 jest jedynie taka częstotliwość ich kursów, że odjeżdżające naprzemiennie z pętli Os. Prędocinek autobusy obydwu linii, mogłyby korzystać z jednego wspólnego stanowiska ładowania. Są to jednak linie o zupełnie odmiennych zadaniach i rejonach obsługi, nie wiadomo więc do końca, czy takie zaplanowanie ich rozkładów jazdy będzie w praktyce możliwe. Należy również podkreślić, że relatywnie długie trasy tych linii, skutkowałyby koniecznością dłuższych postojów wyrównawczych na pętli Os. Prędocinek, przeznaczonych na ładowanie.

Z opisanych przyczyn, linie 21 i 25 proponuje się poddać elektryfikacji dopiero w etapie szóstym – jako opcję.

Gmina Miasta Radomia rozważa także obsługę autobusami zeroemisyjnymi linii podstawowej 15, z instalacją dodatkowej ładowarki na pętli Kapturek. Trasa tej linii prowadzi na osiedlach Kapturek i Zamłynie wąskimi uliczkami z gęstą zabudową, aczkolwiek jednorodziną i następnie obok Starego Miasta i Miasta Kazimierzowskiego do Śródmieścia, po pokonaniu którego przez Glinice wiedzie do Janiszpola, przy granicy miasta. Wybrane kursy tej linii (w każdym z rodzajów dni tygodnia) przedłużone są do przylegającej do granic miasta wsi Makowiec.

Ze względu na różne krańce w południowo-wschodniej części miasta i plany obsługi w przyszłości linią 15 osiedla Nowiny Malczewskie, miejscem lokalizacji ładowarki przeznaczonej dla tej linii, może być jedynie pętla Kaptur. Analogicznie jak w przypadku linii 2, byłaby to ładowarka dedykowana tylko dla pojazdów tej linii.

Na linii 15 wskaźnik liczby osób narażonych na emisję w przeliczeniu na 1 km trasy wynosi 2 413 (19 119 osób na 17,842 km długości trasy podzielonej przez dwa kierunki ruchu). Podczas badań marketingowych prowadzonych wiosną 2017 r., autobusy linii 15 przewiozły średnio 3,8 pasażerów na kilometr w dniu powszednim, 3,0 – w sobotę i 2,1 – w niedzielę, natomiast w przeciętnym miesiącu – 3,5.

Proponuje się poddać linię 15 elektryfikacji w etapie szóstym – jako opcje alternatywną w stosunku planów do objęcia taborem elektrycznym linii 21 i 25.

Podsumowując, proponuje się, aby przeznaczone do obsługi taborem zeroemisyjnym były w radomskiej komunikacji miejskiej następujące linie komunikacyjne:

- w pierwszym etapie – linia 1, ze stanowiskami do szybkiego ładowania autobusów na pętlach Os. Gołębiów I i Os. Południe, z uzupełniającą obsługą linii 12 pozostającym w dyspozycji taborem, korzystającym z dodatkowego stanowiska szybkiego ładowania w stacji na Os. Południe;
- w drugim etapie – linia 3, ze stanowiskiem do szybkiego ładowania autobusów na pętli Os. Michałów;
- w trzecim etapie – linia 7, z dodatkowymi stanowiskami do ładowania autobusów na obydwu jej pętlach: Os. Michałów i Os. Południe;
- w czwartym etapie – linia 9, z dodatkowym stanowiskiem do ładowania autobusów na pętli Os. Gołębiów I oraz ze stanowiskiem na pętli Os. Prędocinek;
- w piątym etapie – linia 2, ze stanowiskiem do szybkiego ładowania autobusów na pętli Zamłynie;
- w etapie szóstym – linia 15, ze stanowiskiem do szybkiego ładowania autobusów na pętli Kaptur lub alternatywnie – linie 21 i 25, z dodatkowym stanowiskiem szybkiego ładowania autobusów na pętli Os. Prędocinek (rozwiązanie mniej preferowane od elektryfikacji linii 15).

Wraz z realizacją kolejnych etapów elektryfikacji poszczególnych linii, odpowiedniej rozbudowie powinna podlegać stacja ładowania wolnego (nocnego) przy ul. Wjazdowej – poprzez instalację kolejnych stanowisk, docelowo po jednym na autobus. Korzystnym rozwiązaniem, w miarę wzrostu liczby eksploatowanych pojazdów elektrycznych, byłyby także zainstalowanie

na zajezdni co najmniej jednej ładowarki szybkiej – dla doładowywania autobusów wykonujących przewozy w cyklu szczytowym lub w celu incydentalnego szybkiego ładowania pojazdów serwisowanych.

W tabeli 6 przedstawiono przykładowy przydział autobusów zeroemisyjnych dla wybranych linii radomskiej komunikacji miejskiej, w latach 2021-2028. Proponowane do obsługi są linie: 1 (i uzupełniająco – 12), 3, 7, 9 i 2 oraz – opcjonalnie – 15 lub 21 i 25. Gmina Miasta Radomia może docelowo wybrać zupełnie inne linie do obsługi taborem zeroemisyjnym, jeśli zostanie to tylko odpowiednio uzasadnione.

Tab. 6. Proponowany przydział linii do obsługi taborem zeroemisyjnym w latach 2021-2028

Wyszczególnienie	Pojazdy w ruchu max	Liczba autobusów zeroemisyjnych na linii							
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Autobusy elektryczne maxi we flocie	-	10	10	20	20	26	26	35	35
Autobusy elektryczne maxi w ruchu	-	8	8	17	17	22	22	30	30
- linia 1	6	6	6	6	6	6	6	6	6
- linia 2	4	-	-	-	-	4	4	4	4
- linia 3	8	-	-	8	8	8	8	8	8
- linia 12	6	2	2	3	3	4	4	6	6
- linia 15	5	-	-	-	-	-	-	5	5
Autobusy elektryczne mega we flocie	-	-	-	-	-	12	12	12	12
Autobusy elektryczne mega w ruchu	-	-	-	-	-	10	10	10	1,
- linia 7	11	-	-	-	-	10	10	11	11
- linia 9	9	-	-	-	-	-	-	8	8
Liczba pasażerów w miesiącu [tys.]	-	160,6	160,6	355,7	355,7	849,2	849,2	1 361,0	1 361,0
Udział taboru zeroemisyjnego w obsłudze pasażerów [%]	-	5,3	5,3	11,8	11,8	28,1	28,1	45,1	45,1

Źródło: opracowanie własne.

Liczbę pojazdów zeroemisyjnych, które mogą być codziennie kierowane do obsługi linii radomskiej komunikacji miejskiej, określono przyjmując konieczność zachowania 15% rezerwy taborowej (z uwagi na awarie, przeglądy, usuwanie skutków kolizji, itp.).

Liczbę pasażerów (potoki pasażerskie) charakteryzującą proponowane linie, przyjęto na podstawie wyników badań marketingowych przeprowadzonych wiosną 2017 r. w całej sieci komunikacyjnej radomskiej komunikacji miejskiej.

Jak przedstawiono w analizie powyżej, istotnym elementem branym pod uwagę przy wyborze linii do obsługi taborem zeroemisyjnym, jest określenie niezbędnej pojemności baterii autobusu. Ciężar pakietu baterii o pojemności około 30 kWh wynosi w przybliżeniu 300 kg. Dla autobusu standardowego ładowanego wyłącznie na zajezdni, w celu zapewnienia przebiegu 200 km, pakiet baterii pojazdowych (przy założeniu braku ogrzewania elektrycznego – zastosowania 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 trudniejszych od typowych (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).

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

Zużycie energii przez przeciętny autobus elektryczny oraz trolejbus zależy nie tylko od nowoczesności zastosowanych rozwiązań (wyższa sprawność urządzeń, ograniczenie zwykłego zużycia energii przez nowe technologie), ale także od liczby zainstalowanych urządzeń korzystających z pokładowej energii elektrycznej. W eksploatowanych od wielu lat trolejbusach, pobór energii przez urządzenia pokładowe sięga nawet 35% całości jej zużycia. Dotyczy to nie tylko systemów funkcjonowania pojazdu (zasilanie w sprężone powietrze, wentylacja i klimatyzacja, oświetlenie wewnętrzne, obsługa autokomputera i urządzeń towarzyszących, łączność z serwerami i dyspozytorem, itp.), ale także elementów informacji i obsługi pasażerskiej oraz komfortu przewozu i zapewnienia bezpieczeństwa. Znaczącymi odbiornikami energii w pojeździe elektrycznym są: system i wyświetlacze informacji pasażerskiej, zapowiedzi głosowe, 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 standardowym wyposażeniu autobusu, w warunkach ruchowych radomskiej komunikacji miejskiej, bez ogrzewania elektrycznego, wyniesie ono ok. 1,1 kWh/km.

Bardzo istotnym czynnikiem wpływającym na zużycie energii w eksploatowanych autobusach, jest ich system ogrzewania wnętrza w sezonie zimowym. Ustawa o elektromobilności za autobus zeroemisyjny uznaje autobus, którego silnik nie emituje gazów cieplarnianych i innych substancji szkodliwych (art. 2 pkt. 1), nie odnosi się jednak do innych systemów pokładowych. W myśl przepisów, autobusem zeroemisyjnym będzie więc także autobus elektryczny z 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. Taki model ogrzewania wpływa jednak bardzo wyraźnie na wzrost zużycia energii w zimie, szczególnie w autobusach wyposażonych w system drzwi 2+2+2, powodujący szybkie wychładzanie wnętrza na przystankach.

W pobliskim Lublinie – mieście o zbliżonych warunkach klimatycznych do Radomia, wynikające z wieloletnich doświadczeń 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 należy przyjąć maksymalne zużycie energii przez autobus elektryczny z ogrzewaniem elektrycznym na poziomie 1,1 plus 0,69, czyli 2,0 kWh na km trasy.

W tabeli 7 przedstawiono szacunkowe wyliczenia niezbędnej pojemności baterii dla autobusów kursujących na poszczególnych liniach przeznaczonych do obsługi taborem zeroemisyjnym. Przyjęto, że bateria autobusu nie może się rozładować poniżej 80% jej pojemności nominalnej i uwzględniono także spadek pojemności baterii związany z jej wiekiem – na poziomie 1,5% rocznie.

Czas ładowania oszacowano dla ładowarki o mocy nominalnej 400kW, charakteryzującej się sprawnością 90%.

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

- odwróconych – pantografowych, zlokalizowanych przy wybranej pętli, o mocy wystarczającej do naładowania autobusu do wykonania minimum dwóch kursów i zjazdu do zajezdni;

- wolnego ładowania – w bazie MPK przy ul. Wjazdowej, o mocy pozwalającej na naładowanie autobusu w czasie nie dłuższym niż 4 godziny
z odpowiednią rozbudową stacji transformatorowych, rozdzielni i sieci zasilających.

Tab. 7. Szacunek pojemności baterii autobusów elektrycznych

Linia	Maksymalna długość trasy – dwóch kółek (par kursów)	Zużycie energii		Czas ładowania		Pojemność baterii	
		lato	zima	lato	zima	obliczona	proponowana
	[km]	[kWh]	[kWh]	[min]	[min]	[kWh]	[kWh]
1	42,4	46,6	84,8	7,8	14,1	120	120
2	36,6	40,2	73,1	6,7	12,2	103	120
3	49,3	54,2	98,6	9,0	16,4	139	150-160
7	43,2	60,5	99,3	10,1	16,6	142	150-160
9	32,5	45,4	104,5	7,8	17,4	150	150-160
12	70,0	77,0	140,1	12,8	23,4	198	210*
15	35,7	39,3	71,4	6,5	11,9	101	150-160

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

Źródło: opracowanie własne.

Instalacja pantografu zasilającego pozwoli na zaplanowanie wysokości autobusu zeroemisyjnego nieprzekraczającej 3,5 m – pozwalającej na przejeżdżanie pod newralgicznymi przeszkodami (sieć ciepłownicza nad ul. Nowa Wola Gołębiowska) oraz tunelem w ul. Grzegorzewskiego.

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

Niezależnie od powyższego, konieczne są dodatkowe urządzenia ładujące pojazdy w okresie ich nocnego postoju na zajezdni – wraz z odpowiednią instalacją zasilającą. Moc ładowarek zajezdniowych może przyjmować różne wartości – na ogół przyjmuje się 30-50 kW na jeden autobus. Pozwala to na pełne naładowanie autobusu o pojemności baterii 120-160 kWh w czasie (2,5-5,5 godz.) jego postoju nocnego w zajezdni. Koszt ładowarki zajezdniowej

o mocy 80-100 kW waha się od 80 do 100 tys. zł plus koszty jej przyłączenia, które zależne są od lokalnych warunków. Dla potrzeb niniejszej analizy przyjęto łączny koszt instalacji do ładowania wolnego (ładowarki, sieć zasilająca i trafostacje) w kwocie 0,15 mln zł na autobus.

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

Jak wynika z przedstawionego porównania, autobusy elektryczne nabywane w pierwszej partii, przeznaczone do obsługi linii 1 (o ogrzewaniu elektrycznym), powinny być wyposażone w baterie o pojemności rzędu 120 kWh. Zalecane jest jednak nabywanie autobusów z bateriami o większej pojemności – ok. 150-160 kWh, zapewniających obsługę także innych linii, czyli większą wymienną pojazdów.

W przypadku decyzji o zakupie autobusów elektrycznych z ogrzewaniem na olej napędowy, wystarczająca byłaby pojemność baterii rzędu 120 kWh na autobus. Większa pojemność baterii pozwoliłaby jednak na wprowadzenie mniejszej liczby przerw na ładowanie pojazdów, można więc rozważyć zakup autobusów z bateriami o pojemności ok. 150-160 kWh – wówczas krótszy czas doładowania na jednym z kursów mógłby być zniwelowany na kolejnym, dłuższym postoju, bez szkody dla żywotności baterii.

6. Identyfikacja wariantów

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

- wariant 1 konwencjonalny – w którym założono realizację polityki sukcesywnej wymiany taboru na nowe pojazdy zasilane olejem napędowym oraz CNG, a także elektryczne, lecz tylko w zakresie przyjętym w projekcie „Rozwój infrastruktury w zakresie zrównoważonej mobilności miejskiej na terenie Gminy Miasta Radomia oraz Powiatu Radomskiego”;
- wariant 2 elektryczny – w którym założono sukcesywną wymianę taboru MPK na pojazdy elektryczne, w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności.

W wariantcie konwencjonalnym nie uwzględniano ewentualnych nowych projektów inwestycyjnych w obecnym horyzoncie finansowania, z którymi Miasto zamierza uczestniczyć w konkursach w ramach RPO – z uwagi na brak ostatecznych decyzji w tym zakresie.

Utworzono ponadto scenariusz bazowy, o charakterze wyłącznie porównawczym, w którym założono wykonywanie przewozów w radomskiej komunikacji miejskiej przy ponoszeniu jedynie niezbędnych nakładów na odtworzenie taboru. Przyjęto w nim realizację projektu inwestycyjnego „Rozwój infrastruktury w zakresie zrównoważonej mobilności miejskiej na terenie Gminy Miasta Radomia oraz Powiatu Radomskiego”, a po niej – politykę minimalizacji nakładów, przy spełnieniu tylko najważniejszych oczekiwań pasażerów.

W scenariuszu tym założono, że tabor MPK będzie wymieniany po ok. 10 szt. na używane autobusy zasilane olejem napędowym – o średnim wieku 8 lat – oraz na nowe autobusy zasilane CNG. Oznacza to, że obecny tabor będzie eksploatowany do osiągnięcia wieku ok. 16-22 lat, po czym będzie wymieniany na pojazdy nowe lub nowsze.

Zakup pojazdów zasilanych gazem jako fabrycznie nowych przyjęto z uwagi na brak rynku pojazdów używanych z napędem CNG lub stosunkowo wysokie koszty dostosowania wyeksploatowanych pojazdów używanych do dalszej wieloletniej eksploatacji.

Cenę zakupu używanego autobusu z wyposażeniem i dostosowaniem do potrzeb radomskiej komunikacji miejskiej przyjęto w wysokości 200 tys. zł za autobus klasy midi i maxi oraz 250 tys. zł za autobus mega. Jednocześnie, starzejący się tabor będzie wymagał coraz wyższych nakładów na jego utrzymanie w sprawności – przyjęto więc, że nakłady na części i usługi naprawcze będą wzrastały o 5% rocznie, aż do osiągnięcia dwukrotnego poziomu wydatków z 2017 r. Cenę nowego autobusu z zasilaniem CNG założono w wysokości 1 100 tys. zł za pojazd klasy maxi i 1 400 tys. zł za pojazd mega.

Przyjęto, że we wszystkich wariantach struktura taboru nie będzie ulegała zmianie, z tym że nabywane autobusy zeroemisyjne będą zastępowały autobusy z silnikami Diesla.

We wszystkich wariantach, w zakresie taboru innych operatorów niż MPK, przyjęto jego wymianę po zakończeniu obecnych umów na tabor fabrycznie nowy, z tym że 2 lub 4 autobusy rezerwowe przyjęto jako używane, będące w wieku 15 lat w momencie zawierania nowej umowy.

W obydwu wariantach – konwencjonalnym i elektrycznym – założono wymianę autobusów z silnikami na olej napędowy oraz z silnikami zasilanymi CNG na autobusy nowe. Przyjęto średniorocznie wymianę ok. 10 pojazdów rocznie, poczynając od najstarszych. W obydwu wariantach nabywany fabrycznie nowy tabor zastępowany będzie nowym po osiągnięciu wieku ok. 13 lat.

W wariantcie 2 – elektrycznym – po realizacji zakupu taboru w ramach obecnego projektu inwestycyjnego, autobusami zeroemisyjnymi elektrycznymi zastąpione zostanie 10 najbardziej wyeksploatowanych pojazdów klasy maxi z silnikami Diesla. Przyjęto, że z uwagi na dodatkowy czas na doładowanie baterii podczas postoju autobusu elektrycznego na pętli, niezbędne będzie dokonanie korekt rozkładów jazdy, w wyniku czego wzrośnie liczba pojazdów w ruchu na liniach obsługiwanych taborem zeroemisyjnym o ok. 10% (każde 9 obecnie eksploatowanych autobusów z silnikiem Diesla zastąpionych zostanie 10 autobusami elektrycznymi).

W celu spełnienia wymogów ustawowych przyjęto zakup kolejnych 10 autobusów elektrycznych klasy maxi w 2022 r., 6 autobusów klasy maxi i 12 klasy mega w 2024 r. oraz 9 pojazdów klasy maxi i 10 klasy mega w 2026 r.

Z uwagi na brak zdolności MPK do zakupu kosztownych autobusów elektrycznych w dużej liczbie, niezbędne będzie zaangażowanie się finansowe w to przedsięwzięcie Gminy Miasta Radomia. Przyjęto, że w latach zakupu pojazdów elektrycznych MPK nie będzie dokonywało własnych zakupów pojazdów, a w pozostałych latach wymiana będzie dotyczyła przeciętnie 10 pojazdów rocznie, przy założeniach jak w wariantcie konwencjonalnym. Przyjęto także założenie, że pojazdy nie będą wymieniane wcześniej niż po osiągnięciu wieku ok. 13 lat. Wdrożenie wariantu 2 pozwoliłoby na znaczącą poprawę stanu taboru MPK, w szczególności na istotne obniżenie średniego wieku pojazdów.

W tabeli 8 przedstawiono planowane zmiany struktury taboru w wariantcie 1 – konwencjonalnym, a w tabeli 9 w wariantcie 2 – elektrycznym. W tabeli 10 przedstawiono planowany zakres pracy eksploatacyjnej radomskiej komunikacji miejskiej w okresie objętym analizą w podziale na tabor z klasycznym napędem Diesla oraz z napędem gazowym i elektrycznym – przyjmując w uzgodnieniu z MZDiK realizację przewozów autobusami zeroemisyjnymi na linii 1.

W wariantcie 2 zakres pracy eksploatacyjnej autobusów zeroemisyjnych ulegnie znacznemu zwiększeniu. Przychody z biletów oszacowano uwzględniając przewidywaną przez MZDiK liczbę pasażerów oraz wskaźnik jednostkowego przychodu na pasażera – w wysokości 0,71 zł.

Tab. 8. Harmonogram wymiany taboru radomskiej komunikacji miejskiej w latach 2019-2034 w wariacie 1 – konwencjonalnym

Lp.	Typ taboru – napęd	Rozpatrywany rok															
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
1	Autobusy MPK ON																
1a	Zakup/wycofanie	10/10	-/9	10/10	10/10	-/-	10/10	10/10	10/10	-/-	10/10	2/2	-/-	-/-	7/7	4/4	6/6
1b	Stan koniec roku	88	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79
2	Autobusy MPK CNG																
2a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	-/-	-/-	10/10	-/-	-/-	-/-	10/10	-/-	8/8	10/10	-/-	-/-	-/-	-/-
2b	Stan koniec roku	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
3	Autobusy innych operatorów ON																
3a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	-/-	-/-	2/2	-/-	-/-	28/28	29/29	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
3b	Stan koniec roku	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
4	Autobusy MPK elektryczne																
4a	Zakup/wycofanie	-/-	10/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
4b	Stan koniec roku	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
5	Ogółem stan taboru koniec roku																
5a	ON i CNG	126	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127
5b	Zeroemisyjny	-	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
5c	Udział [%]	0,0	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
5d	Średni wiek taboru [lat]	8,6	8,6	8,7	8,7	8,5	8,6	8,5	6,7	5,1	4,7	4,3	4,1	4,8	4,9	5,3	5,5

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MZDiK.

Tab. 9. Harmonogram wymiany taboru radomskiej komunikacji miejskiej w latach 2019-2034 w wariacie 2 – elektrycznym

Lp.	Typ taboru – napęd	Rozpatrywany rok															
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
1	Autobusy ON																
1a	Zakup/wycofanie	10/10	-/9	10/10	-/9	-/-	-/16	10/10	-/17	1/1	-/-	1/1	-/-	-/-	6/6	9/9	-/-
1b	Stan koniec roku	88	79	79	70	70	54	54	37	37	37	37	37	37	37	37	37
2	Autobusy CNG																
2a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	-/-	-/-	10/10	-/-	-/-	-/-	9/9	10/10	9/9	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
2b	Stan koniec roku	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
3	Autobusy innych operatorów ON																
3a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	-/-	-/-	2/2	-/-	-/-	28/28	29/29	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
3b	Stan koniec roku	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
4	Autobusy elektryczne																
4a	Zakup/wycofanie	-/-	10/-	-/-	10/-	-/-	18/-	-/-	19/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
4b	Stan koniec roku	0	10	10	20	20	38	38	57	57	57	57	57	57	57	57	57
5	Ogółem stan taboru koniec roku																
5a	ON i CNG	126	117	117	108	108	92	92	75	75	75	75	75	75	75	75	75
5b	Zeroemisyjny	-	10	10	20	20	38	38	57	57	57	57	57	57	57	57	57
5c	udział [%]	0,0	5,4	5,4	10,8	10,8	20,3	20,3	30,2	30,2	30,2	30,2	30,2	30,2	30,2	30,2	30,2
5d	Średni wiek taboru [lat]	8,6	8,6	8,7	8,8	8,6	7,9	7,9	5,7	3,9	3,7	3,6	4,3	4,9	5,2	5,2	5,9

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MZDiK.

Tab. 10. Planowana praca eksploatacyjna oraz liczba pasażerów radomskiej komunikacji miejskiej w latach 2019-2034 – obsługa autobusami elektrycznymi linii 1

Lp.	Wyszczególnienie	Rozpatrywany rok															
		2019	2020	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Praca eksploatacyjna [mln wozokm]																	
1	Cała sieć	9,72	9,92	9,92	9,92	9,92	10,02	10,02	10,02	10,02	10,04	10,04	10,10	10,10	10,10	10,10	10,10
1.1	– w tym MPK	6,60	6,80	6,80	6,80	6,80	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90
1.2	– w tym operator 2*	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
1.3	– w tym operator 3**		1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
2	Autobusy CNG	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42
3	Autobusy zeroemisyjne	-	-	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Liczba przewiezionych pasażerów [mln osób] i przychody z biletów [mln pasażerów]																	
4	Liczba pasażerów	40,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0
4.1	– w tym autobusy CNG	10,44	9,75	9,26	9,26	9,17	9,17	9,17	9,17	9,15	9,15	9,09	9,09	9,09	9,09	9,09	9,09
4.2	– w tym autobusy zeroemisyjne	-	-	1,42	1,42	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39
4.3	– w tym autobusy ON	31,57	30,25	27,32	27,32	27,43	27,43	27,43	27,43	27,45	27,45	27,51	27,51	27,51	27,51	27,51	27,51
5	Przychody z biletów	28,4	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0

* – obecnie konsorcjum DLA Sp. z o.o., Irex-4 Sp. z o.o. i Meteor Sp. z o.o.

** – obecnie Michalczewski Sp. z o.o.

Źródło: dane MZDiK.

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

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

- w scenariuszu bazowym:
 - 0,20 mln zł za używany z silnikiem na olej napędowy – klasy midi i maxi;
 - 0,25 mln zł za używany z silnikiem na olej napędowy – klasy mega;
 - 0,98 mln zł za nowy z silnikiem na olej napędowy (inni operatorzy) – klasy maxi;
 - 1,10 mln zł za nowy z silnikiem CNG – klasy maxi;
 - 1,40 mln zł za nowy z silnikiem CNG – klasy mega;
 - 2,10 mln zł za nowy elektryczny – klasy maxi;
- w wariantcie 1 – konwencjonalnym i w wariantcie 2 – elektrycznym:
 - 0,84 mln zł za nowy z silnikiem na olej napędowy – klasy midi;
 - 0,98 mln zł za nowy z silnikiem na olej napędowy – klasy maxi;
 - 1,30 mln zł za nowy z silnikiem na olej napędowy – klasy mega;
 - 1,10 mln zł za nowy z silnikiem CNG – klasy maxi;
 - 1,40 mln zł za nowy z silnikiem CNG – klasy mega;
 - 2,10 mln zł za nowy elektryczny – klasy maxi;
 - 2,70 mln zł za nowy elektryczny – klasy mega.

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

- 0,15 mln zł za ładowarki zajezdniowe wolnego ładowania – na każdy zakupiony autobus elektryczny;
- 0,80 mln zł za ładowarki szybkie na przystankach krańcowych – jedna na każde 5 autobusów elektrycznych.

Wszystkie pojazdy przyjęto z wyposażeniem odpowiadającym obecnym standardom MPK. Założono ładowarki plug-in na zajezdni oraz pantografowe (pantograf odwrócony) na pętlach – z dedykowaną infrastrukturą zasilającą.

Koszty nabywanych pojazdów używanych przyjęto z uwagi na konieczność doprowadzenia ich do pełnej sprawności – usunięcia wszelkich usterek i niedomagań oraz wyposażenia i wymalowania zgodnie z wymogami obecnie obowiązującymi w radomskiej komunikacji miejskiej.

W tabeli 11 przedstawiono ekspozycję mieszkańców na niskie emisje ze środków transportu – liczbę mieszkańców zamieszkałych w pasie 250 m od osi jezdni, po których poruszają

się autobusy radomskiej komunikacji miejskiej oraz średni wskaźnik gęstości zaludnienia na kilometr trasy linii. Dane te przedstawiono dla linii wskazanych przez MZDiK i autorów analizy – jako przeznaczonych do obsługi taborem zeroemisyjnym w pierwszej kolejności, tj. linii 1 (i uzupełniająco – 12), 3, 7, 9 i 2 oraz – opcjonalnie – 15 lub 21 i 25.

Miasto Radom charakteryzuje się zwartą zabudową, a większość linii poprowadzona jest przez obszar silnie zurbanizowany, zatem dla innych linii miejskich, których trasy obejmują centralną część miasta, osiągnięte wskaźniki nie będą istotnie odbiegać od przedstawionych w tabeli 11.

Średnia gęstość zaludnienia miasta Radomia – wg stanu na koniec 2017 r. – wynosiła 1 919 osób/km², natomiast wraz z obszarem obsługiwanych gmin, które z Gminą Miasta Radomia zawarły porozumienia międzygminne – tylko 411 osób/km². Średnia gęstość zaludnienia w Polsce na koniec 2017 r. wyniosła – według GUS – 123 osoby/km², a w miastach – 1 049 osób/km². Średnia gęstość zaludnienia w województwie mazowieckim wynosiła 151 osób/km².

Tab. 11. Ekspozycja mieszkańców na niskie emisje w sąsiedztwie tras linii komunikacyjnych wybranych do elektryfikacji

Nr linii	Liczba mieszkańców*	Długość linii [km]	Wskaźnik					
			liczby osób na		krotności w stosunku do			wzrostu [%]
			1 km	1 km ²	obsługiwanego obszaru	miast w Polsce	Polski	wobec miast w Polsce
1	36 615	10,6	3 454	6 911	16,8	6,59	56,2	558
2	23 392	9,14	2 560	5 119	12,5	4,88	41,7	388
3	50 583	12,3	4 103	8 207	20,0	7,82	66,8	682
7	34 999	10,8	3 242	6 484	15,8	6,18	52,8	518
9	33 668	8,1	4 150	8 299	20,2	7,92	67,5	691
12	27 934	17,5	1 595	3 191	7,8	3,04	26,0	204
15	19 119	8,9	2 143	4 286	10,4	4,09	34,9	308
Średnio	32 330	11,1	2 924	5 848	14,2	5,57	47,6	457

* – według Wydziału Spraw Obywatelskich Urzędu Miasta Radomia, stan na dzień 20.08.2018 r.

Źródło: dane MZDiK, Urzędu Miasta Radomia, Banku Danych Lokalnych GUS.

W tabeli 11 przedstawiono też wskaźniki krotności – o ile razy większa jest gęstość zaludnienia w obszarze obsługiwanym przez wyszczególnione linie w stosunku do średniej dla obszaru obsługiwanego radomską komunikacją miejską, miast w Polsce i terenu całej Polski

oraz wskaźniki wzrostu – o ile procent jest wyższa gęstość zaludnienia w obszarze obsługiwanym przez daną linię w porównaniu do średniej gęstości zaludnienia w polskich miastach.

Wskaźniki te wskazują na zdecydowanie większe narażenie na niską emisję zanieczyszczeń ze środków transportowych mieszkańców obszarów przyległych do tras linii przeznaczonych w Radomiu do obsługi taborem zeroemisyjnym niż przeciętnie – zarówno dla całego obszaru obsługiwanego radomską komunikacją miejską, jak i dla średniej w miastach w Polsce oraz dla całego obszaru Polski. Emisja zanieczyszczeń w obszarach o tak dużej gęstości zaludnienia wpływa więc w kilkakrotnie większym stopniu na stan zdrowia mieszkańców Radomia, niż przeciętna emisja zanieczyszczeń z oddalonych od ośrodków miejskich dużych elektrowni, nawet jeśli ich paliwem jest węgiel brunatny lub kamienny.

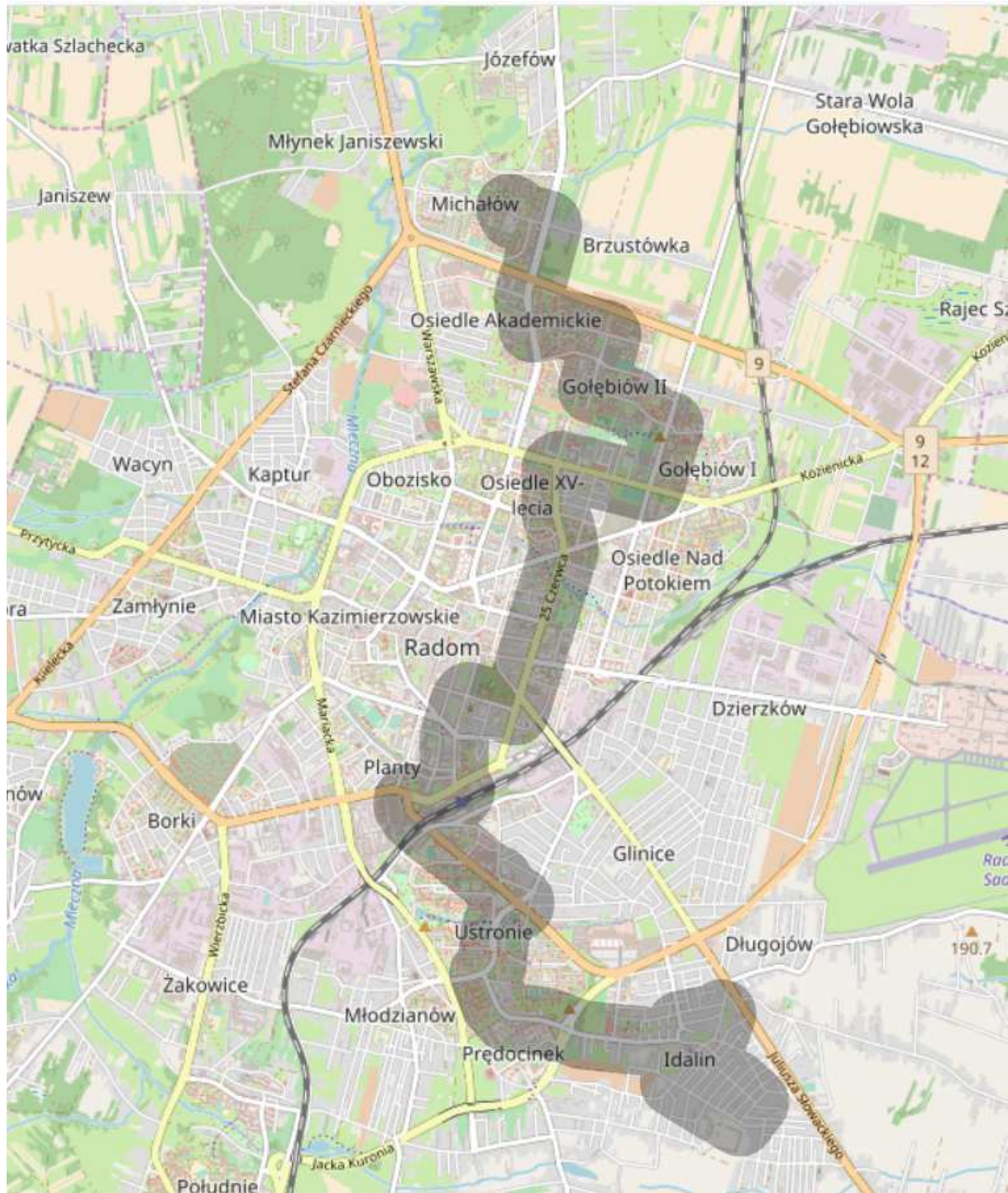
Na rysunku 2 przedstawiono przebieg trasy linii 1, a na rysunku 3 – trasy linii 3, z zaznaczeniem obszaru po 250 m przylegającego osi jezdni, którymi wytyczono trasy analizowanych linii.

Nakłady niezbędne do poniesienia na zakup taboru i instalacje zasilające przedstawiono w tabeli 12. Nie uwzględniają one konieczności wymiany baterii w pojazdach elektrycznych, którą przewidziano co 8 lat.



Rys. 2. Ekspozycja mieszkańców na niskie emisje w sąsiedztwie trasy linii 1

Źródło: MZDiK.



Rys. 3. Ekspozycja mieszkańców na niskie emisje w sąsiedztwie trasy linii 3

Źródło: MZDiK.

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

Lp.	Wariant napędu autobusów	Rozpatrywany rok															
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
1	Wariant 1 konwencjonalny																
1.1	Autobusy ON	11,08	0,00	9,80	9,80	0,20	13,00	10,70	38,84	28,42	10,76	2,60	0,00	0,00	9,10	5,20	5,88
1.2	Autobusy CNG	0,0	0,00	0,00	0,00	11,60	0,00	0,00	0,00	11,00	0,00	8,80	13,40	0,00	0,00	0,00	0,00
1.3	Autobusy elektryczne	0,0	21,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.4	Infrastruktura ładowania	0,0	3,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.5	Ogółem	11,08	24,10	9,80	9,80	11,80	13,00	10,70	38,84	39,42	10,76	11,40	13,40	0,00	9,10	5,20	5,88
2	Wariant 2 elektryczny																
2.1	Autobusy ON	11,08	0,00	9,80	0,00	0,20	0,00	10,70	27,44	29,72	0,00	1,30	0,00	0,00	7,80	10,10	0,00
2.2	Autobusy CNG	0,0	0,00	0,00	0,00	11,60	0,00	0,00	0,00	9,90	11,00	12,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.3	Autobusy elektryczne	0,0	21,00	0,00	21,00	0,00	45,00	0,00	45,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.4	Infrastruktura ładowania	0,0	3,10	0,00	3,10	0,00	5,90	0,00	6,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.5	Ogółem	11,08	24,10	9,80	24,10	11,80	80,90	10,70	79,39	39,62	11,00	13,60	0,000	0,00	7,80	10,10	0,00

Źródło: opracowanie własne.

7. Analiza kosztów i korzyści

7.1. Przyjęte założenia analizy kosztów i korzyści

Analizę wykonano w cenach stałych netto, przyjmując 4% realną stopę procentową do analizy finansowej oraz stopę 4,5% – jako społeczną, realną stopę dyskontową – dla analizy społeczno-ekonomicznej.

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

W obliczeniach wykorzystano:

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

Przychody z biletów przyjęto uwzględniając przewidywaną przez MZDiK liczbę pasażerów oraz wskaźnik jednostkowego przychodu na pasażera – w wysokości 0,71 zł. Wysokości przychodów z biletów w poszczególnych latach w okresie prognozy przedstawiono w tabeli 10 w rozdziale 6.

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, a dla autobusów CNG – po 15 latach eksploatacji.

Koszty utrzymania taboru zostały w analizie finansowej zaprognozowane na podstawie danych rzeczywistych MPK za 2017 r. i za I półrocze 2018 r., tj. aktualnych kosztów eksploatacji autobusów. Roczne koszty eksploatacji ponoszone aktualnie przez MPK przedstawiono w tabeli 13.

Koszty eksploatacji (paliwo: olej napędowy oraz gaz CNG, materiały, remonty, materiały eksploatacyjne, ubezpieczenia, opony) dla obecnie eksploatowanych pojazdów przyjęto na podstawie danych MPK za 2017 r. i za I półrocze 2018 r. Na podstawie powyższych danych obliczono następnie wskaźniki jednostkowe kosztów (zł/km).

Z uwagi na brak eksploatowanych autobusów elektrycznych MPK, ponosi aktualnie koszty energii elektrycznej wynikające z jej zużycia na potrzeby eksploatacji zajezdni. Wprowadzenie

do użytkowania pojazdów elektrycznych spowoduje wzrost zużycia energii, lecz nie powinno zdecydowanie wpłynąć wzrost jej kosztów jednostkowych, ponieważ ładowanie nocne autobusów zmniejsza jednostkowe opłaty za energię.

Wzrost kosztów jednostkowych energii może natomiast wystąpić w wyniku znacznej mocy zamówionej poboru energii w okresie szczytowym przez stację ładowania szybkiego. Do obliczeń przyjęto zatem koszt jednostkowy kilowatogodziny na górnym poziomie osiąganym przez inne przedsiębiorstwa komunikacji miejskiej eksploatujące tabor elektryczny (tramwaje, trolejbusy) – w wysokości 0,34 zł netto.

Tab. 13. Roczne koszty eksploatacji taboru MPK – 2017 r. i plan na 2018 r.

[tys. zł]

Kategoria kosztu	Wartość	
	2017 r.	I-VI 2018 r.
Amortyzacja	4 799,1	2 161,1
Paliwa płynne	6 338,8	3 514,8
Paliwa gazowe	3 373,1	1 727,5
Paliwa – inne	50,1	30,0
Ogumienie	208,2	67,5
Koszty napraw i remontów	8 329,9	3 954,3
Wynagrodzenia	12 930,0	6 481,3
Narzuty na wynagrodzenia	2 973,8	1 539,1
Ubezpieczenie pojazdów	616,6	335,3
Podatek od środków transportowych	119,8	57,7
Koszty wydziałowe – materiały	129,5	8,2
Koszty wydziałowe – usługi	904,9	429,5
Koszty wydziałowe – inne koszty	346,3	214,4
Koszty ogólne	5 508,5	2 736,0
– w tym koszty stacji paliw	437,7	217,6
Razem koszt przewozów	46 628,6	23 256,5

Źródło: dane MPK.

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

Tab. 14. Wskaźniki kosztów eksploatacyjnych przyjęte do analizy

Lp.	Kategoria	Jednostka	Podstawa	Wartość
1	Średnioroczne spalanie autobusu z silnikiem Diesla o długości do 15 m	dm ³ /100 km	dane MZDiK	39,98
2	Średnioroczne spalanie autobusu z silnikiem Diesla o długości pow. 15 m	dm ³ /100 km	dane MZDiK	49,50
3	Średnioroczne spalanie autobusu CNG o długości do 12,5 m	m ³ /100 km	dane MZDiK	50,00
4	Średnioroczne spalanie autobusu CNG o długości powyżej 12,5 m	m ³ /100 km	dane MZDiK	60,00
5	Średnioroczna liczba wzkm na autobus	tys. km	dane MPK	53,1
6	Średnia cena oleju napędowego w I połowie 2018 r.	zł/dm ³	dane MPK	3,59
7	Cena energii elektrycznej	zł/kWh	szacunek własny	0,34
8	Średnia cena sprężonego gazu ziemnego	zł/m ³	dane MPK	2,64
9	Koszty eksploatacji autobusów – zużycie materiałów	zł/km	wartość obliczeniowa	0,02
10	Koszty eksploatacji autobusów – naprawy i usługi obce	zł/km	wartość obliczeniowa	1,21
11	Współczynnik kosztów eksploatacji autobusów elektrycznych do autobusów z silnikiem Diesla (materiały i usługi)	-	dane producentów	0,70
12	Współczynnik kosztów eksploatacji autobusów na ON – EURO 6 do autobusów na ON – EURO 2-5 (materiały i usługi)	-	szacunek własny	0,85
13	Średnie spalanie nowego autobusu na ON – EURO 6	dm ³ /100 km	dane producentów	43
14	Średnie zużycie energii autobusu elektrycznego	kWh/km	dane producentów	1,50
15	Przyjęte okresy użytkowania zakupionych pojazdów: – autobusy na ON (używane) – autobusy CNG (nowe) – autobusy elektryczne	lat	przewidywany okres użytkowania	12 15 15

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

Dla autobusów elektrycznych przyjęto parametry kosztów eksploatacji (bez uwzględnienia zużycia energii elektrycznej) na poziomie 70% kosztów autobusów z napędem Diesla. Jest

to uzasadnione przede wszystkim brakiem lub znacznie niższym zużyciem materiałów eksploatacyjnych, takich jak płyny (AdBlue, oleje i inne) oraz zużywające się części silnika, jego osprzętu i przekładni. W przypadku autobusów elektrycznych w analizie uwzględniono koszty serwisowania stacji ładowania.

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

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

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

Analiza została przygotowana według niżej przedstawionego schematu postępowania:

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

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

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

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

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

Dokonując wyceny efektów zewnętrznych zastosowano ogólne zasady metodyczne ilościowej analizy kosztów i korzyści, w tym monetyzacji efektów społeczno-ekonomicznych, które opisano w Przewodniku, Niebieskiej Księdze, a także w Vademecum Beneficjenta – wymienionych w punkcie 1.2 opracowania. W analizie pominięto korzyści wynikające ze zwiększenia liczby pasażerów – z uwagi na przyjęte założenie jednakowego wzrostu liczby pasażerów dla każdego z wariantów.

Analizę przeprowadzono metodą różnicową, polegającą na porównaniu przepływów danego wariantu z przepływami scenariusza bazowego, czyli zakładającego po zakończeniu realizacji obecnych inwestycji kontynuację funkcjonowania transportu publicznego w podobnym jak obecnie kształcie.

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

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

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

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

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

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

Emisja gazów cieplarnianych

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

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

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

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

Kalkulacja ilości emisji CO₂ dla autobusów elektrycznych oparta została 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, przedstawione w tabeli 15, pomimo że emisję lokalną można uznać za zerową.

Tab. 15. Emisja zanieczyszczeń przez autobusy elektryczne w Polsce [g/km]

Lp.	Substancja zanieczyszczająca atmosferę	Krajowy miks energetyczny
1	NMHC/NMVOC	0,007
2	SO ₂	3,652
3	NO _x	1,516
4	PM	0,042

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Ricardo-AEA*, Kalkulator emisji zanieczyszczeń i kosztów klimatu dla środków transportu publicznego CUPT, dostęp: 30.09.2018 r.

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

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

Wyceny wpływu lokalnej emisji substancji szkodliwych dokonano z zastosowaniem współczynnika zwiększającego – będącego iloczynem procentowego wzrostu przeciętnej gęstości zaludnienia na obszarze przylegającym do linii komunikacyjnych przeznaczonych do obsługi taborem zeroemisyjnym w stosunku do przeciętnej gęstości zaludnienia w miastach w Polsce, przedstawionego w tabeli 11 – oraz udziału emisji zanieczyszczeń z ciężkich pojazdów drogowych i autobusów w ogólnej emisji zanieczyszczeń transportu drogowego w Polsce².

Emisja hałasu

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

² <http://www.kobize.pl/pl/fileCategory/id/16/krajowa-inwentaryzacja-emisji>, tabela POL_2016_2014_23052016_102704_submitted.

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

7.2. Wyniki analizy kosztów i korzyści

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

Uwzględnienie wymienionych w p. 7.1 korzyści społecznych w analizie kosztów i korzyści, bazuje na ujęciu różnicowym, tzn. w pierwszej kolejności obliczono finansowe koszty eksploatacji oraz koszty społeczne emisji gazów cieplarnianych, emisji lokalnej oraz emisji hałasu dla scenariusza bazowego, zakładającego brak realizacji analizowanych wariantów, a następnie obliczono tożsame kategorie kosztów społecznych dla dwóch analizowanych wariantów (konwencjonalnego i elektrycznego).

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

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

Tab. 16. Wskaźniki efektywności finansowej porównywanych wariantów

Lp.	Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant 1 konwencjonalny	Wariant 2 elektryczny
1	Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (FNPV/c)	tys. zł	-54 742,8	-119 647,8
2	Finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji (FRR/c)	%	niepoliczalna	niepoliczalna

Źródło: opracowanie własne.

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

W tabeli 17 przedstawiono wyniki podsumowania analizy dla wariantów konwencjonalnego oraz elektrycznego w zakresie emisji zanieczyszczeń, a w tabeli 18 – efekty ekonomiczne tej analizy.

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

Lp.	Czas badania	Jednostka	Wielkość i koszt emisji			
			CO ₂	NO _x	NM VOC	PM
Scenariusz bazowy – tabor używany						
1.1	Średniorocznie	tona	9 110,3	53,6	19,7	0,8
1.2		tys. zł	1 827,7	4 455,1	204,0	1 099,8
1.3	Cały okres analizy	tona	145 764,9	858,2	314,9	13,0
1.4		tys. zł	29 242,9	71 282,0	3 264,3	17 596,4
Wariant 1 konwencjonalny – tabor z silnikami Diesla						
2.1	Średniorocznie	tona	9 164,3	49,3	18,8	0,8
2.2		tys. zł	1 840,4	4 065,8	194,1	1 064,2
2.3	Cały okres analizy	tona	146 628,7	789,6	300,9	12,6
2.4		tys. zł	29 446,7	65 052,2	3 105,5	17 027,9
Różnica wysokości emisji i jej kosztów – wariant 2 elektryczny versus wariant 1 konwencjonalny						
3.1	Średniorocznie	tona	-9,3	-0,3	-0,9	0,0
3.2		tys. zł	-1,8	-26,2	-10,2	52,6
3.3	Cały okres analizy	tona	-149,2	-5,3	-13,9	0,5
3.4		tys. zł	-29,0	-419,3	-163,6	840,9

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, służy zaprognozowaniu przepływów dla poszczególnych wariantów przy zastosowaniu metody różnicowej.

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

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant	
		1 konwencjonalny	2 elektryczny
Koszty inwestycyjne	tys. zł	71 390,0	156 980,0
Infrastruktura i pozostałe koszty	tys. zł	-	15 050,0
Autobusy z wyposażeniem	tys. zł	71 390,0	141 930,0
Zmiany kosztów eksploatacyjnych	tys. zł/rok	22 841	-735,8
Zdyskontowane efekty zewnętrzne	tys. zł	8 181,8	14 896,6
Emisja lokalna – wartość zdyskontowana	tys. zł	8 154,5	10 775,0
Emisja CO ₂ – wartość zdyskontowana	tys. zł	-110,7	-87,9
Redukcja hałasu	tys. zł	138,0	4 209,6
Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)	tys. zł	-38 055,1	-86 367,4
Ekonomiczna stopa zwrotu (EIRR)	%	niepoliczalna	niepoliczalna
Wskaźnik przychód/koszty (BCR)	-	0,19	0,16

Źródło: opracowanie własne.

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

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

Należy podkreślić, że przeprowadzona analiza uwzględnia korzyści tzw. bezpośrednio (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. Wariant z zakupem autobusów elektrycznych niewątpliwie generuje wyższe korzyści w postaci oszczędności kosztów eksploatacyjnych, zmniejszenia hałasu i niskiej

emisji. Czynnikiem krytycznym dla wyników analizy jest zatem cena autobusu elektrycznego wraz z infrastrukturą ładującą.

Osiągnięte obecnie wyniki oznaczają – przy przyjętych założeniach – brak osiągniętych korzyści z tytułu zastosowania w radomskiej komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych.

7.3. Trwałość finansowa

Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacji w Radomiu Sp. z o.o. jako operator – podmiot wewnętrzny, posiada umowę wieloletnią z organizatorem – Gminą Miasta Radomia, zawartą w dniu 5 czerwca 2012 r. na okres 10 lat, lecz z ograniczeniem pracy eksploatacyjnej do maksymalnego poziomu 6,5 mln wozokilometrów rocznie. Obecna umowa obowiązuje do dnia 30 czerwca 2022 r. W ramach tej umowy operator otrzymuje rekompensatę pokrywającą jego uzasadnione koszty i gwarantującą rentowność przewozów prowadzonych w ramach komunikacji miejskiej.

Rada Miejska w Radomiu przed zawarciem powyższej umowy powierzyła MPK, uchwałą nr 144/2011 z dnia 2 czerwca 2011 r., wykonywanie zadania własnego Gminy Miasta Radomia polegającego na zaspokajaniu potrzeb z zakresu lokalnego transportu zbiorowego na okres 10 lat – także z ograniczeniem zakresu pracy eksploatacyjnej do maksymalnie 6,5 mln wozokilometrów w każdym roku. Taka konstrukcja uchwały z rocznym limitem wykonywanych kilometrów, jest ewenementem w skali kraju. Zgodnie z art. 7 ust. 4 ustawy o ptz, zadania organizatora publicznego transportu zbiorowego wykonuje w Radomiu prezydent miasta i to do tego organu (a nie do Rady Miejskiej) należy ustalanie wielkości pracy eksploatacyjnej zlecaniej operatorom.

Gmina Miasta Radomia jak dotychczas nie ogłosiła o zamiarze przeprowadzenia bezpośredniego wyboru operatora po zakończeniu obowiązywania obecnej umowy. W celu zachowania ustawowych terminów, ogłoszenie takie powinno się ukazać najpóźniej w II kwartale 2021 r. Gmina Miasta Radomia zamierza do tego okresu właściwe ogłoszenie opublikować, a przed upływem terminu obowiązywania obecnej umowy – zawrzeć z MPK nową wieloletnią umowę wykonawczą.

W latach 2013-2014 Gmina Miasta Radomia, wykorzystując dofinansowanie ze środków pomocowych Unii Europejskiej, dokonała zakupu 8 fabrycznie nowych przegubowych autobusów niskopodłogowych zasilanych gazem ziemnym (CNG). Pojazdy te zostały przekazane nieodpłatnie do eksploatacji operatorowi wewnętrznemu – MPK.

W bieżącym okresie finansowania środkami pomocowymi UE (2014-2020) Gmina Miasta Radomia kontynuuje politykę zakupu taboru przez samorząd – w celu udostępniania go operatorowi z przeznaczeniem do eksploatacji w komunikacji miejskiej. W III kwartale 2018 r.

otrzymano decyzję o dofinansowaniu ze środków Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego 2014-2020 projektu „Rozwój infrastruktury w zakresie zrównoważonej mobilności miejskiej na terenie Gminy Miasta Radomia oraz Powiatu Radomskiego”, w ramach którego planuje się zakup 10 fabrycznie nowych autobusów elektrycznych wraz z infrastrukturą do ich ładowania. Pojazdy te zostaną przekazane MPK do użytkowania w komunikacji miejskiej. Miasto rozważa także udział w kolejnym postępowaniu konkursowym, w ramach którego zakupione byłyby kolejne pojazdy zeroemisyjne (około 10 szt.) – wraz z infrastrukturą do ładowania. W okresie analizy polityka ta będzie kontynuowana.

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

Tab. 19. Budżet Gminy Miasta Radomia w latach 2015-2017 i plan na 2018 r.
[mln zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach			Plan na 2018 r.
		2015	2016	2017	
1	Dochody	1 028,8	1 073,9	1 124,8	1 140,4
1a	w tym dochody bieżące	903,8	1 040,7	1 113,9	1 096,7
1aa	w tym lokalny transport zbiorowy	36,5	35,6	35,2	36,5
1b	w tym dochody majątkowe	125,0	33,2	10,9	43,7
2	Wydatki	1 036,7	1 088,0	1 152,5	1 183,0
2a	w tym wydatki bieżące	866,7	989,0	1 055,2	1 031,8
2aa	w tym lokalny transport zbiorowy	60,7	60,9	65,2	64,9
2b	w tym wydatki majątkowe	170,0	99,0	97,2	151,2
3	Deficyt/nadwyżka	- 7,9	-14,1	-27,7	-42,6
4	Deficyt/nadwyżka operacyjna	37,1	51,7	61,7	59,2
5	Finansowanie	17,9	16,5	52,2	42,6
5a	w tym przychody	63,1	67,0	93,3	88,9
5b	w tym rozchody	45,2	50,5	41,1	46,3

Źródło: www.bip.radom.pl, dostęp: 30.09.2018 r.

Gmina Miasta Radomia w latach 2015-2017 osiągała stale dodatni wynik budżetu operacyjnego. Oznacza to, że jest w stanie pokryć rosnące wydatki bieżące, w tym związane z rekompensatą dla MPK. Niepokój może budzić zaplanowane na 2018 r. zmniejszenie wydatków na lokalny transport zbiorowy, jednak wykonanie w tej pozycji w I półroczu 2018 r. wyniosło 61,4% zaplanowanych rocznych wydatków, co oznacza że w 2018 r. niedopłata rekompensaty może utrzymać poziom roku poprzedniego.

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 Radomiu.

Poziom zrealizowanych i planowanych do zrealizowania wydatków wynika także z wykonanych i zaplanowanych do wykonania wydatków na odnowę taboru komunikacji miejskiej. W 2018 r. nie zaplanowano na ten cel w budżecie miasta żadnych środków finansowych.

Poziom realizowanych średniorocznie wydatków inwestycyjnych Gminy Miasta Radomia wskazuje na zdolność do zrealizowania programu odnowy taboru w wariantach 1 – konwencjonalnym. W wariantach 2 – elektrycznym, zwiększone wydatki na zakup taboru wymagałyby albo rezygnacji miasta z innych zamierzeń inwestycyjnych albo też konieczność skorzystania ze środków pomocowych – w celu dla zmniejszenia wysokości udziału własnego w kosztach zakupu autobusów zeroemisyjnych.

Pomimo dokonanego w 2015 r. dokapitalizowania Spółki kwotą 10,3 mln zł, sytuacja bilansowa MPK nie jest zadowalająca – kapitał własny i zobowiązania długoterminowe finansują aktywa trwałe jedynie w 82,5%. Aktywa trwałe w znacznej części są więc finansowane zobowiązaniami bieżącymi.

Rekompensata przekazywana MPK poddawana jest okresowym audytom. Przeprowadzony w marcu 2016 r. audyt dotyczący rekompensaty przekazanej w 2015 r., wykazał znaczną niedopłatę – w wysokości 2 016,9 tys. zł (4,8% wyliczonej należnej rekompensaty), uwzględniającą naliczenie rozsądnego zysku według stopy 1% (niedopłata bez rozsądnego zysku – 1 505,5 tys. zł, co stanowi 3,6% należnej rekompensaty bez zysku).

Przeprowadzony w marcu 2017 r. audyt ex-post wysokości rekompensaty przekazanej w 2016 r. wykazał także znaczną jej niedopłatę – w wysokości 2 846,2 tys. zł (6,0% wyliczonej należnej rekompensaty), przy zastosowaniu realnej stopy rozsądnego zysku 5,364%. Niedopłata rekompensaty bez naliczania rozsądnego zysku wyniosła aż 1 950,9 tys. zł.

Także audyt rekompensaty ex-post przeprowadzony w marcu 2018 r. wykazał wysoką niedopłatę rekompensaty – 4 939,2 tys. zł, co stanowiło aż 10,4% rekompensaty należnej, przy zastosowanej realnej stopie rozsądnego zysku w wysokości 8,12%. Bez uwzględnienia w naliczeniach rekompensaty rozsądnego zysku, audyt wykazał za 2017 r. także niedopłatę – w wysokości 3 605,3 tys. zł, co stanowiło 7,9% należnej rekompensaty bez naliczania rozsądnego zysku.

Wysoka wartość amortyzacji w MPK w znacznej części wynika z amortyzacji pojazdów użytkowanych na podstawie umów leasingu operacyjnego. Bez uwzględnienia środków trwałych finansowanych zobowiązaniami, pozostała amortyzacja dla działalności przewozowej w komunikacji miejskiej za 2017 r. wynosi ok. 3,1 mln zł. Oznacza to, że wysokość niedopłaty przekracza poziom amortyzacji własnych środków trwałych, czego efektem jest nie tylko brak środków finansowych na realizację programu odnowy taboru, ale także zwiększenie poziomu bieżącego zadłużenia Spółki.

Koszty działalności przewozowej MPK w komunikacji miejskiej wyniosły w 2017 r. 47 568,9 tys. zł, co przy zrealizowanej pracy eksploatacyjnej w wysokości 6 494,6 tys. wozokilometrów, odpowiada stawce 7,32 zł za wozokilometr. Dla przedsiębiorstwa komunikacji miejskiej tej wielkości co MPK, eksploatującego także autobusy wielkopojemne (piętnastometrowe i przegubowe), stawkę tę należy uznać za niewygórowaną.

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

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

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach		
		2015	2016	2017
1	Przychody ze sprzedaży	44 888,3	50 298,7	51 001,0
1a	w tym przychody ze sprzedaży produktów	43 104,5	47 940,0	48 756,0
1a	w tym przychody ze sprzedaży towarów i materiałów	2 783,9	2 358,6	2 245,1
2	Koszty sprzedanych produktów, towarów i materiałów	40 793,7	45 206,5	45 777,9
3	Koszty sprzedaży	254,9	254,0	257,1
4	Koszty ogólnego zarządu	4 765,5	5 017,1	5 174,1
5	Zysk ze sprzedaży	74,3	-178,9	-208,2
6	Pozostałe przychody operacyjne	1 044,1	1 926,5	1 482,9
6a	w tym rekompensata			
7	Pozostałe koszty operacyjne	557,5	1 139,6	785,3
8	Zysk z działalności operacyjnej	560,8	607,9	489,5
9	Saldo przychodów i kosztów finansowych	-466,1	-475,4	-451,8
10	Saldo zysków i strat nadzwyczajnych	0,0	0,0	0,0
11	Zysk brutto	94,7	132,6	37,7
12	Podatek dochodowy i inne obciążenia	-19,1	54,6	-7,6
13	Zysk netto	113,8	78,0	45,3

Źródło: dane MPK.

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

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach		
		2015	2016	2017
A	Aktywa trwałe	28 128,6	26 428,0	26 683,9
I	Wartości niematerialne i prawne	47,6	32,3	24,3
II	Rzeczowe aktywa trwałe	27 414,1	26 009,9	24 320,3
1	Środki trwałe	27 335,6	25 894,8	24 096,0
2	Środki trwałe w budowie	78,5	115,1	224,3
3	Zaliczki na środki trwałe w budowie	0,0	0,0	0,0
III	Należności długoterminowe	0,0	0,0	0,0
IV	Inwestycje długoterminowe	0,0	0,0	0,0
V	Długoterminowe rozliczenia międzyokresowe	666,9	385,8	342,1
B	Aktywa obrotowe	8 017,6	7 612,0	9 436,7
I	Zapasy	917,2	1 082,4	999,8
II	Należności krótkoterminowe	5 170,6	5 745,1	7 632,5
III	Inwestycje krótkoterminowe	1 152,9	53,2	77,0
IV	Krótkoterminowe rozliczenia międzyokresowe	777,0	731,4	727,5
-	Aktywa razem	36 146,2	34 040,0	34 120,6

Źródło: dane MPK.

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

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach		
		2015	2016	2017
A	Kapitał własny	17 962,7	18 040,7	16 425,0
I	Kapitał podstawowy	22 930,0	22 930,0	22 930,0
IV	Kapitał zapasowy	51,4	0,2	0,0
V	Kapitał z aktualizacji wyceny	559,5	559,2	559,2
VI	Pozostałe kapitały rezerwowe	0,0	0,0	0,0
VII	Zysk z lat ubiegłych	- 5 691,8	-5 526,7	-7 109,5
VIII	Zysk strata netto	113,8	78,0	45,3
B	Zobowiązania i rezerwy na zobowiązania	18 183,5	15 999,3	17 695,6
I	Rezerwy na zobowiązania	0,0	0,0	0,0
II	Zobowiązania długoterminowe	5 434,3	5 503,4	5 605,3
III	Zobowiązania krótkoterminowe	11 164,6	9 325,8	9 584,6
IV	Rozliczenia międzyokresowe	1 584,6	1 170,1	844,8
-	Pasywa razem	36 146,2	34 040,0	34 120,6

Źródło: dane MPK.

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

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach		
		2015	2016	2017
A	Przepływy środków pieniężnych z działalności operacyjnej			
I	Zysk netto	113,8	78,0	45,3
II	Korekty razem	5 296,9	4 192,7	3 534,6
<i>IIa</i>	<i>w tym amortyzacja</i>	<i>4 453,3</i>	<i>5 103,9</i>	<i>5 252,2</i>
III	Przepływy pieniężne z działalności operacyjnej	5 410,7	4 270,7	3 579,9
B	Przepływy środków pieniężnych z działalności inwestycyjnej			
I	Wpływy	70,7	138,1	52,0
<i>Ia</i>	<i>w tym zbycie środków trwałych</i>	<i>70,7</i>	<i>138,1</i>	<i>52,0</i>
II	Wydatki	591,7	1 016,3	375,4
<i>IIa</i>	<i>w tym nabycie środków trwałych</i>	<i>591,7</i>	<i>1 016,3</i>	<i>375,4</i>
III	Przepływy pieniężne netto z działalności inwestycyjnej	- 521,0	-878,2	-323,4
C	Przepływy środków pieniężnych z działalności finansowej			
I	Wpływy	1 000,0	0,0	179,8
<i>Ia</i>	<i>w tym wpłaty na kapitał rezerwowany</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>
<i>Ib</i>	<i>w tym kredyty i pożyczki</i>	<i>1 000,0</i>	<i>0,0</i>	<i>179,8</i>
II	Wydatki	6 308,4	4 492,2	3 412,5
<i>IIa</i>	<i>w tym spłaty kredytów i pożyczek</i>	<i>5 126,7</i>	<i>2 297,3</i>	<i>1 218,8</i>
III	Przepływy pieniężne netto z działalności finansowej	-5 308,4	-4 492,2	-3 232,7
D	Przepływy pieniężne netto	-418,7	-1 099,7	23,8
E	Środki pieniężne na początek okresu	1 571,6	1 152,9	53,2
F	Środki pieniężne na koniec okresu	1 152,9	53,2	77,0

Źródło: dane MPK.

Ponoszone przez MPK koszty związane z wykonywaniem przewozów w komunikacji miejskiej, nie są niestety rekompensowane przez Gminę Miasta Radomia w wymaganej wysokości, a sumaryczną niedopłatę należnej rekompensaty za lata 2015-2017 – w kwocie 7 016,7 tys. zł, należy uznać za bardzo wysoką (42,7% kapitałów własnych na dzień 31 grudnia 2017 r.).

Zgodnie z brzmieniem zawartej w dniu 5 czerwca 2012 r. umowy MPK z Gminą Miasta Radomia, wykazana niedopłata rekompensaty powinna być dokonana jednorazowo lub w drodze podwyższenia kolejnych płatności. Miasto Radom powinno jak najszybciej przekazać MPK

dopłatę rekompensaty do pokrycia niedopłaty, co najmniej w wysokości niedopłaty bez naliczania rozsądnego zysku.

Sytuację finansową MPK należy więc, z uwagi na rosnącą niedopłatę rekompensaty, uznać za stosunkowo słabą – co prawda jeszcze pozwalającą na utrzymanie bieżącej płynności, lecz z ryzykiem utraty zdolności do kontynuacji działalności w kolejnych latach na obecnym poziomie, a przy tym niepozwalającą na prowadzenie rozsądnej polityki odnowy taboru. Rosnący poziom niedopłaty rekompensaty stwarza także zagrożenie dla bieżącej realizacji przewozów.

Przy utrzymaniu w okresie analizy obecnej zasady przekazywania rekompensaty w niepełnej należnej wysokości, realizacja wariantów zdefiniowanych w niniejszej analizie nie będzie możliwa.

W analizie założono, że Gmina Miasta Radomia przekaże MPK dopłatę do wysokości należnej rekompensaty w takiej kwocie, aby odnowa taboru według wybranego wariantu była możliwa do zrealizowania.

Przy zastosowanej metodzie nieodpłatnego udostępniania Spółce jednostek taborowych, realizacja wariantów: konwencjonalnego i elektrycznego, jest możliwa do wykonania poprzez zakup taboru przez Gminę Miasta Radomia. Powrót do sytuacji, w której to operator dokonuje odnowy taboru, byłby natomiast możliwy tylko wówczas, jeśli MPK zostanie wyposażone w odpowiednie środki finansowe dla realizacji inwestycji. MPK może także pozyskać zewnętrzne finansowanie na inwestycje taborowe, lecz konieczne będzie wsparcie Gminy Miasta Radomia nie tylko przez wyrównanie niedopłaty rekompensaty, ale i poprzez przekazywanie pełnej wysokości rekompensaty należnej.

Zewnętrzne finansowanie zwiększa wysokość należnej rekompensaty, co oznacza w efekcie konieczność pokrycia kosztów takiego finansowania przez Gminę Miasta Radomia. W przypadku korzystania przez MPK ze środków pomocowych dedykowanych wymianie taboru – krajowych lub ze środków Unii Europejskiej – MPK musi zostać także wyposażone w niezbędne środki finansowe na pokrycie udziału własnego Spółki.

7.4. Analiza wrażliwości i ryzyka

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

Strukturę użytkowanego taboru determinować będzie decyzja o rodzaju taboru nabywanego w ramach przewidywanych do realizacji projektów inwestycyjnych. Brak decyzji Gminy

Miasta Radomia o realizacji nowych projektów zakupu taboru, w zasadzie uniemożliwia realizację wariantu elektrycznego.

Jak wskazano w punkcie 7.3, w obecnej polityce przekazywania rekompensaty w niepełnej wysokości, MPK nie posiada środków własnych na realizację polityki odnowy taboru w żadnym z analizowanych wariantów.

W ramach projektu „Rozwój infrastruktury w zakresie zrównoważonej mobilności miejskiej na terenie Gminy Miasta Radomia oraz Powiatu Radomskiego”, miasto zakupi do 2020 r. 10 fabrycznie nowych pojazdów, co stanowić będzie odnowę jedynie 5,4% stanu taboru.

Za największe ryzyko realizacji obydwu wariantów należy więc uznać brak możliwości finansowych MPK zrealizowania programu odnowy taboru oraz brak poniesienia przez Gminę Miasta Radomia dostatecznych wydatków budżetowych związanych z wymianą taboru komunikacji miejskiej.

Miasto Radom rozważa zakup następných autobusów z napędem elektrycznym w ramach kolejnego konkursu z dofinansowaniem ze środków RPO Województwa Mazowieckiego. Wydaje się to być jedyną szansą na wzrost udziału autobusów zeroemisyjnych we flocie pojazdów radomskiej komunikacji miejskiej w najbliższym czasie. Zakup pojazdów elektrycznych wraz z ładowarkami wiąże się z poniesieniem ponad 2,5-krotnie wyższych jednostkowych nakładów inwestycyjnych, niż przy zakupie analogicznego taboru z napędem Diesla. Nie istnieje jeszcze rynek używanych autobusów elektrycznych, nie można więc nabyć tańszego pojazdu używanego.

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

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

Tab. 24. Zmiany efektywności finansowej wariantu 2 – elektrycznego

Lp.	Wyszczególnienie	Jednostka	Zmniejszenie ceny autobusu zeroemisyjnego		
			o 5%	o 15%	o 25%
1	Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (FNPV/c)	tys. zł	-115 295,1	-106 589,7	-97 884,3
2	Finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji (FRR/c)	%	niepoliczalna	niepoliczalna	niepoliczalna
3	Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)	tys. zł	-82 694,2	-75 347,83	-68 001,4
4	Ekonomiczna wewnętrzna stopa zwrotu (ERR)	%	niepoliczalna	niepoliczalna	niepoliczalna
5	Różnica ENPV wobec wariantu 1 – konwencjonalnego	tys. zł	-44 639,1	-37 292,7	-29 946,3
6	Wskaźnik przychód/koszty (BCR)	-	0,17	0,18	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 konwencjonalnego. Wskaźnik BCR wskazuje jednak już przy tym poziomie spadku cen autobusów zeroemisyjnych na zrównanie efektów wariantu konwencjonalnego i elektrycznego.

Wartość progowa ceny standardowego (12-metrowego) 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 Gminy Miasta Radomia jedynie 719 tys. zł. Jest to cena aż o ok. 66% niższa od przyjętej do analizy i jednocześnie niższa od ceny autobusu z silnikiem Diesla. Przy takiej cenie pojazdu zeroemisyjnego występuje ekonomiczna opłacalność zakupu taboru zeroemisyjnego, czyli wystąpi obowiązek zakupu taboru zeroemisyjnego.

Przedstawiony spadek ceny autobusów elektrycznych wskazałby na osiągnięcie korzyści wynikających ze zmniejszenia emisji zanieczyszczeń dla tego wariantu.

Wskaźnik BCR jest jednak korzystniejszy dla wariantu 2 – elektrycznego, w porównaniu do wariantu 1 – konwencjonalnego, już przy spadku ceny autobusu zeroemisyjnego o 20,2%, czyli do wartości 1 674 tys. zł. Przedstawiony spadek cen autobusów zeroemisyjnych spowodowałby już osiągnięcie wyższego wskaźnika zdyskontowanych korzyści do zdyskontowanych kosztów dla wariantu 2 – elektrycznego, w porównaniu do wariantu 1 – konwencjonalnego.

Obliczona cena standardowych autobusów elektrycznych wskazywałaby na osiągnięcie korzyści z ich zastosowania, czyli potencjalne powstanie obowiązku ich zastosowania.

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

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

Najwyższym ryzykiem związanym ze wdrożeniem obydwu wariantów, jest kontynuacja przez Gminę Miasta Radomia polityki niedopłaty rekompensaty dla MPK. Dalsza realizacja takiej strategii może spowodować nawet całkowite zaniechanie wymiany taboru na fabrycznie nowy.

Bardzo wysokim ryzykiem jest brak lub zbyt niskie zaangażowanie finansowe Gminy Miasta Radomia w zakup taboru CNG i taboru zeroemisyjnego. Autobusy z napędem na sprężony gaz ziemny występują na rynku wtórnym w niewielkiej ilości, a poza tym wymagają zwykle wysokich nakładów na remonty – w celu osiągnięcia zdolności do wykonywania przewozów. 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 pojazdów fabrycznie nowych. Bez zaangażowania finansowego Gminy Miasta Radomia, odnowę taboru CNG można uznać za niemal nierealną.

Wysokim ryzykiem obarczone są terminowe dostawy taboru zeroemisyjnego, wynikające z prawdopodobnego jednoczesnego zamówienia dużej liczby takich pojazdów przez wiele miast, przy niewielkiej dotychczas ich podaży na rynku oraz ograniczonych zdolnościach wzrostu produkcji – zarówno komponentów, jak i całych pojazdów. Wysokim ryzykiem realizacji wariantu elektrycznego jest także budowa niezbędnej infrastruktury zasilającej, związana z procesem uzyskiwania pozwoleń na budowę oraz realizacją inwestycji w obszarach zabudowy miejskiej. W przypadku Radomia ryzyko to rośnie – z uwagi na wdrażanie obecnie tylko jednego projektu związanego z zakupem 10 autobusów elektrycznych, dla którego jeszcze nie ogłoszono przetargu na zakup taboru i budowę instalacji zasilających, przy braku dostatecznego przygotowania kolejnych projektów.

Tab. 25. Wynikowa ocena ryzyka

Rodzaj ryzyka	Prawdopodobieństwo	Siła oddziaływania	Poziom ryzyka	Strategia przeciwdziałania
Wariant 1 konwencjonalny (silnik Diesla)				
Brak środków własnych MPK na odnowę taboru	D	IV	bardzo wysoki	coroczne przekazywanie przez Gminę Miasta Radomia rekompensaty w pełnej wysokości określonej audytem
Brak dalszych zakupów taboru przez Gminę Miasta Radomia	C	IV	wysoki	udział Gminy Miasta Radomia w konkursach RPO WM 2014-2020
Brak lub zbyt niskie zaangażowanie finansowe Gminy Miasta Radomia w zakup taboru CNG	D	IV	bardzo wysoki	opracowanie programu odnowy taboru komunikacji miejskiej
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 sprężonego gazu ziemnego	B	III	średni	dywersyfikacja napędów autobusów
Wyższe ceny energii elektrycznej	B	I	niski	głównie nocne ładowanie, dodatkowe baterie
Wariant 2 elektryczny				
Brak środków własnych MPK na odnowę taboru	D	IV	bardzo wysoki	coroczne przekazywanie przez Gminę Miasta Radomia rekompensaty w pełnej wysokości określonej audytem
Brak lub zbyt niskie zaangażowanie finansowe Gminy Miasta Radomia w zakup taboru zeroemisyjnego	D	V	bardzo wysoki	udział Gminy Miasta Radomia w projekcie E-bus
Opóźnienie dostaw taboru	C	IV	wysoki	przetargi z wyprzedzeniem
Wyższe ceny taboru	C	II	średni	przetargi z wyprzedzeniem, ograniczenie kompletacji, opóźnienie wymiany taboru
Wyższe koszty infrastruktury	B	II	niski	-
Opóźnienie w realizacji infrastruktury	C	IV	wysoki	przetargi z wyprzedzeniem
Wyższe ceny sprężonego gazu ziemnego	B	III	średni	dywersyfikacja napędów autobusów
Wyższe ceny energii elektrycznej	B	IV	średni	głównie nocne ładowanie, dodatkowe baterie
Wzrost cen baterii	C	II	średni	wydłużona eksploatacja

Źródło: opracowanie własne.

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

7.5. Określenie luki w finansowaniu

Określenia niezbędnej wartości dofinansowania dla danego wariantu wymiany taboru dokonano metodą luki w finansowaniu, zgodnie z metodologią przedstawioną w „Wytycznych w zakresie zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód i projektów hybrydowych na lata 2014-2020”, opracowanych i zatwierdzonych w dniu 17 lutego 2017 r. przez Ministerstwo Rozwoju i Finansów.

Wysokość wyliczonej luki w finansowaniu przedstawiono w tabeli 26.

Tab. 26. Wysokość luki w finansowaniu dla poszczególnych wariantów

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant	
		1	2
		konwencjonalny	elektryczny
Suma zdyskontowanych nakładów inwestycyjnych DIC	tys. zł	165 391,1	232 529,4
Razem zdyskontowane dochody i wartość rezydualna (DNR)	tys. zł	-1 215,7	-1 017,6
Wskaźnik luki w finansowaniu (R)	%	100,00	99,56
Całkowite nakłady inwestycyjne	tys. zł	218 400,0	303 990,0
Koszty kwalifikowane skorygowane	tys. zł	218 400,0	302 659,6
Wysokość maksymalnej dotacji przy stopie współfinansowania 85%	tys. zł	185 640,0	257 260,7
Udział własny (dla 85%)	tys. zł	32 760,0	46 729,3

Źródło: opracowanie własne.

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

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

gdzie:

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

DNR – oznacza sumę zdyskontowanych dochodów powiększonych o wartość rezydualną.

Udział własny w wyższej wysokości występuje dla wariantu elektrycznego. W przypadku decyzji o realizacji wariantu 2, wysokość wkładu własnego byłaby wyższa jedynie o ok. 43% (14,0 mln zł), co nie wydaje się być niemożliwe do poniesienia przez Gminę Miasta Radomia.

8. Podsumowanie

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

Linie radomskiej komunikacji miejskiej obsługują także okoliczne miasta i gminy, łączna liczba ludności obsługiwanych gmin przekracza 283 tys. osób.

Podstawowym operatorem radomskiej komunikacji miejskiej, a jednocześnie podmiotem wewnętrznym, jest Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacji w Radomiu Sp. z o.o., wykonujące w ramach komunikacji miejskiej rocznie ok. 6,5 mln wozokilometrów i wykorzystujące przeciętnie 126 pojazdów, w tym 96 w ruchu w dniu powszednim. Operatorami w radomskiej komunikacji miejskiej są także wykonawcy wyłonieni w postępowaniu przetargowym: Michalczewski Sp. z o.o. wykonujący przewozy 26 pojazdami w ruchu w dniu powszednim, przy stanie taboru 29 pojazdów oraz konsorcjum z liderem DLA Sp. z o.o., dysponujące 28 pojazdami, w tym 22 w ruchu w dniu powszednim.

Autobusy eksploatowane przez operatorów, według stanu na 30 września 2018 r., posiadały jedynie silniki na olej napędowy i gaz CNG. W 2019 r. Gmina Miasta Radomia zamierza dostarczyć MPK, w ramach realizacji projektu „Rozwój infrastruktury w zakresie zrównoważonej mobilności miejskiej na terenie Gminy Miasta Radomia oraz Powiatu Radomskiego”, pierwsze 10 szt. autobusów elektrycznych. Począwszy od 2020 r., tabor elektryczny stanowił będzie ok. 5,4% ogółu floty pojazdów użytkowanych w radomskiej komunikacji miejskiej. Oznacza to w zasadzie spełnienie kryterium udziału pojazdów zeroemisyjnych dla 2021 r.

Politykę odnowy taboru prowadzą operatorzy we własnym zakresie. Operator-podmiot wewnątrz realizuje własne zadania odnowy taboru, jednak z powodu bardzo ograniczonych środków finansowych, korzysta z formy leasingu. Regularna niedopłata rekompensaty może jednak spowodować w najbliższym czasie konieczność całkowitego zaniechania przez MPK realizacji procesu odnowy taboru. Operatorzy wyłonieni w przetargu, zgodnie z wymogami specyfikacji, rozpoczęli przewozy pojazdami fabrycznie nowymi, jedynie autobusy rezerwowe są pojazdami używanymi – o wieloletniej eksploatacji.

Gmina Miasta Radomia w bardzo ograniczonym stopniu korzystała dotychczas ze środków pomocowych Unii Europejskiej. W latach 2012-2013 zakupiono ze wsparciem środkami UE tylko 8 pojazdów przegubowych zasilanych CNG, które zostały udostępnione MPK. W ramach horyzontu finansowania 2014-2020 Gmina Miasta Radomia pozyskała dofinansowanie ze środków UE ww. projektu inwestycyjnego, w ramach którego zakupi 10 pojazdów elektrycznych wraz z infrastrukturą zasilającą. Dostawy taboru przewidziane są w 2020 r. W dalszych

latach rozważa się udział w kolejnych postępowaniach konkursowych związanych z zakupem pojazdów nisko- lub zeroemisyjnych.

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

- wariant 1 konwencjonalny – z zachowaniem obecnej struktury wymienianego taboru i z uwzględnieniem realizowanego projektu inwestycyjnego;
- wariant 2 elektryczny – z przewidywanymi zakupami autobusów zeroemisyjnych z zastosowaniem baterijnego napędu elektrycznego, w liczbie zapewniającej spełnienie wymogów ustawy o elektromobilności.

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

Zakupiony w 2020 r. w ramach projektu „Rozwój infrastruktury w zakresie zrównoważonej mobilności miejskiej na terenie Gminy Miasta Radomia oraz Powiatu Radomskiego” tabor zeroemisyjny wraz z instalacją zasilającą, przeznaczony będzie do obsługi linii podstawowej 1, o trasie przebiegającej przez centralną część miasta, ze stacjami doładowania na pętlach Os. Południe i Os. Gołębiów I. Uzupełniająco, taborem niezaangażowanym w danym momencie do obsługi linii 1, przewidziano także obsługę linii 12.

W analizie zaproponowano do obsługi taborem zeroemisyjnym kolejne linie komunikacyjne: w pierwszej kolejności linię 3 ze stanowiskiem do szybkiego ładowania autobusów na pętli Os. Michałów, a następnie linię 7 – korzystającą ze zrealizowanych stacji ładowania na Os. Michałów i Os. Południe (z dodatkowymi stanowiskami do ładowania autobusów na obydwu tych pętlach). W dalszej kolejności zaproponowano do obsługi taborem zeroemisyjnym linię 9 – z dodatkowym stanowiskiem do ładowania autobusów na pętli Os. Gołębiów I oraz ze stanowiskiem na pętli Os. Prędocinek. W następnym etapie założono elektryfikację linii 2 – ze stanowiskiem do szybkiego ładowania autobusów na pętli Zamłynie. Plan wprowadzenia autobusów zeroemisyjnych do radomskiej komunikacji miejskiej zamyka pomysł elektryfikacji linii 15 – ze stanowiskiem do szybkiego ładowania autobusów na pętli Kaptur lub alternatywnie – linii 21 i 25, z dodatkowym stanowiskiem szybkiego ładowania autobusów na pętli Os. Prędocinek (rozwiązanie mniej preferowane od elektryfikacji linii 15).

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

Obliczone w analizie wskaźniki finansowe FNPV/c oraz FRR/c, są ujemne dla obydwu wariantów. Ujemne wartości osiągnęły także wskaźniki ENPV. W porównaniu do scenariusza bazowego najkorzystniej wypadł wariant 1 – konwencjonalny. Przy przyjętych założeniach, analiza wykazała brak korzyści ze stosowania taboru zeroemisyjnego, a zatem i brak obowiązku jego stosowania. Spadek cen autobusów elektrycznych już tylko o 27%, co wydaje się być spadkiem stosunkowo niewielkim – w stosunku do obecnych, dość wygórowanych cen autobusów zeroemisyjnych – powoduje, że zdyskontowane korzyści stają się wyższe od zdyskontowanych kosztów, co mogłoby sugerować zasadność zastosowania taboru zeroemisyjnego. W celu osiągnięcia wyższej wartości ENPV dla wariantu 2 – elektrycznego, w porównaniu do wariantu 1 – konwencjonalnego, spadek cen autobusów z bateryjnym napędem elektrycznym powinien osiągnąć wymiar aż 67%.

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

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

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

Korzyści z zakupu autobusów elektrycznych dla jednostki samorządu terytorialnego dodatkowo znacznie wzrosną przy zmniejszeniu wkładu własnego w nabywanym taborze – jako efektu wykorzystania zewnętrznych źródeł finansowania inwestycji (np. otrzymania bezzwrotnej dotacji).

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

Niniejsza analiza kosztów i korzyści nie jest polityką, strategią, planem lub programem, o których mowa w art. 46 ust. 2 i 3 ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz

o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U. z 2017 r. poz. 1405, 1566 i 1999). Niniejsza Analiza kosztów i korzyści w żaden sposób nie oddziałuje na obszary Natura 2000, a ponadto realizacja analizowanych wariantów, w szczególności elektrycznego oraz wodorowego wpływa pozytywnie na zmniejszenie emisji zanieczyszczeń emitowanych do atmosfery w obszarze funkcjonowania radomskiej komunikacji miejskiej. Analiza kosztów i korzyści nie podlega więc obowiązkowi przeprowadzenia strategicznej oceny oddziaływania na środowisko.

9. Informacja o udziale społeczeństwa w postępowaniu (projekt)

Niniejsza Analiza została wyłożona do wglądu w siedzibie Miejskiego Zarządu Dróg i Komunikacji w Radomiu, ul. Traugutta 30/30A, 26-600 Radom w dniach od do 2018 r. z możliwością składania uwag i wniosków. Analiza została ponadto zamieszczona do wglądu na stronie www.bip.radom.pl/w dniu 2018 r. oraz pozostała dostępną dla zainteresowanych do dnia 2018 r.

Uwagi i wnioski można było składać w terminie 21 dni od dnia wyłożenia, za pomocą formularza internetowego, na opracowanym druku do pobrania w siedzibie Zarządu lub ustnie do protokołu w siedzibie Miejskiego Zarządu Dróg i Komunikacji w Radomiu, ul. Traugutta 30/30A.

W okresie tym wpłynęły ...

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