

Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych dla Miasta Tomaszowa Mazowieckiego

Gdynia – Tomaszów Mazowiecki, lipiec – październik 2024 r.



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

Spis treści

Wstęp	4
1. Zakres i podstawy prawne opracowania oraz zastosowane definicje i określenia	8
1.1. Struktura analizy i dokumenty źródłowe.....	8
1.2. Definicje i określenia	10
2. Podstawy opracowania analizy kosztów i korzyści	13
3. Charakterystyka Tomaszowa Mazowieckiego i tomaszowskiej komunikacji miejskiej.....	19
3.1. Obszar terytorialny objęty analizą	19
3.2. Analiza otoczenia społeczno-gospodarczego na obszarze objętym AKK.....	19
3.3. System transportowy na obszarze objętym analizą	20
3.4. Użytkowany tabor autobusowy	24
4. Plan wymiany taboru.....	27
4.1. Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych Tomaszowa Mazowieckiego	27
4.2. Problematyka rodzaju taboru w poprzedniej AKK.....	32
4.3. Wybór rodzaju napędu	33
4.4. Plan wymiany taboru	39
4.5. Wybór linii do obsługi taborem zeroemisyjnym.....	47
5. Analiza finansowo-ekonomiczna	54
5.1. Analiza sytuacji finansowej Miasta i wpływu wymiany pojazdów na jej stabilność	54
5.2. Ocena sytuacji finansowej operatora	57
5.3. Model nabywania pojazdów	61
5.4. Działania inwestycyjne zrealizowane od 2020 r.....	62
5.5. Planowane nakłady inwestycyjne	63
5.6. Przyjęte założenia analizy kosztów i korzyści	69
6. Analiza społeczno-ekonomiczna.....	72
6.1. Oszacowanie efektów środowiskowych	72
6.2. Efekty dla miasta i mieszkańców wynikające z wymiany pojazdów na zeroemisyjne.....	78
6.3. Wyniki analizy kosztów i korzyści	79
6.4. Analiza wrażliwości	81
6.5. Analiza ryzyka	83
7. Rekomendacje.....	87
Załączniki do Analizy.....	90
Załącznik A Tabor według klas autobusów	91

Załącznik B Spis taboru	92
Załącznik C Harmonogram wymiany floty	94
Załącznik D Emisje zanieczyszczeń	97
Załącznik E Model finansowy	99
Załącznik F Informacja o udziale społeczeństwa w postępowaniu	100

Wstęp

Zmiana zasad funkcjonowania całej gospodarki i przejście na zrównoważony rozwój, oznacza radykalne zmiany w zakresie pozyskiwania energii i ochrony klimatu. Transformacja ta ma charakter zarządzania procesami¹. Nie ma jednej, optymalnej metody zarządzania rozwojem w taki sposób, aby był on zrównoważony. Podejmowane działania muszą więc uwzględniać specyfikę każdego przypadku. Nie można zakładać ani wyłącznego wykorzystania samoregulacyjnego mechanizmu rynku, ani też realizacji celów zrównoważonego rozwoju wyłącznie poprzez działania władzy publicznej².

Władze publiczne powinny wykorzystywać prawne i fiskalne narzędzia zrównoważonego rozwoju wraz z pomocą publiczną. Odpowiedzialność za skuteczne wdrażanie zrównoważonego rozwoju powinna zostać podzielona pomiędzy władze szczebla krajowego, regionalnego i lokalnego³.

Zrównoważona mobilność stanowi alternatywny paradygmat, w ramach którego można badać złożoność miast i wzmacniać powiązania pomiędzy użytkowaniem gruntów a transportem⁴. Zrównoważona mobilność miejska zapewnia możliwość łatwego wygodnego, dostępnego ekonomicznie i przestrzennie podróżowania do celu, przy minimalnym wpływie na środowisko i inne osoby⁵.

Elektryfikacja transportu autobusowego stanowi ważny element procesu poprawy jego efektywności energetycznej oraz ograniczania emisji do atmosfery szkodliwych substancji i hałasu⁶. Jednym z głównych jej powodów jest dążenie do złagodzenia zmian klimatycznych⁷.

W celu osiągnięcia znacznych korzyści środowiskowych energia elektryczna wykorzystywana do zasilania energetycznego autobusów powinna być produkowana z odnawialnych źródeł, takich jak słońce i wiatr oraz przepływ wody. W takiej sytuacji emisja gazów cieplarnianych

¹ J. Monkelbaan, *Overview of Governance Theories That Are Relevant For The SDGs* [w:] *Governance For The Sustainable Development Goals*. Springer Nature, Singapore 2019, s. 21-48.

² R. Kemp, S. Parto, R.B. Gibson, *Governance For Sustainable Development: Moving From Theory to Tractice*, „International Journal Sustainable Development” 2005, Vol. 8, No. 1/2, s. 28.

³ A. Hull, *Policy Integration: What Will It Take to Achieve More Sustainable Transport Solutions in Cities?* „Transport Policy” 2008, Vol. 15, Iss. 2, s. 102.

⁴ D. Banister, *The Sustainable Mobility Paradigm*, „Transport Policy” 2008, Vol. 15, Iss. 2, s. 75.

⁵ D. Lam, P. Head, *Sustainable Urban Mobility*, [w:] *Energy, Transport, & the Environment, Addressing the Sustainable Mobility Paradigm*, eds. O. Inderwildi, D. King, Springer-Verlag, London 2012, s. 359.

⁶ A. Ajanovic, R. Haas, *Dissemination of Electric Vehicles in Urban Areas. Major Factors for Success*, „Energy”, 2016, Vol. 115, Part 2, s. 1451-1458.

⁷ A. Nordelóf, M. Romare, J. Tivander, *Life Cycle Assesment of City Buses Powered Electricity, Hydrogenated Vegetable Oil or Diesel*, „Transportation Research. Part D: Transport and Environment” 2019, Vol. 75, s. 211-222.

będzie bliska zeru, natomiast gdy energia elektryczna będzie produkowana z konwencjonalnych źródeł, problem zanieczyszczenia środowiska zostanie przeniesiony z miejsca eksploatacji pojazdów do miejsca produkcji tej energii⁸.

Podejmując decyzję o elektryfikacji transportu autobusowego należy uwzględnić określone nakłady i koszty związane z zakupem i eksploatacją pojazdów, tj.:

- nakłady inwestycyjne na zakup pojazdów;
- nakłady inwestycyjne na budowę infrastruktury służącej do zasilania energetycznego pojazdów w zajezdni i na trasie;
- nakłady inwestycyjne na przystosowanie zajezdni do eksploatacji pojazdów elektrycznych;
- koszty eksploatacji pojazdów elektrycznych w całym okresie ich użytkowania;
- koszty eksploatacji infrastruktury zasilania energetycznego pojazdów;
- koszty zatrudnienia lub przekwalifikowania pracowników obsługi technicznej pojazdów elektrycznych;
- koszty zewnętrzne eksploatacji pojazdów elektrycznych.

Koszt cyklu życia autobusu elektrycznego jest w znacznym stopniu determinowany nakładami inwestycyjnymi, obejmującymi urządzenia do magazynowania energii⁹. Ceny autobusów elektrycznych są obecnie wyższe o 100-150% od autobusów z silnikami wysokoprężnymi. W długim okresie czasu można liczyć się ze spadkiem cen pojazdów elektrycznych w związku ze wzrostem ich produkcji, o ile tempo przyrostu zamówień skłoni producentów do uruchamiania dodatkowych linii produkcyjnych.

Podstawą prawną rozwoju elektromobilności w krajach Unii Europejskiej jest dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych (Dz. Urz. UE z dn. 28.10.2014 r., L 307/1). Na grunt krajowy transponuje tę dyrektywę ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 1289) stanowiąca ewaluację zmian proponowanych w „Krajowych ramach polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych”, przyjętych przez Radę Ministrów w dniu 29 marca 2017 r.

Paliwa alternatywne w transporcie należy rozumieć jako paliwa lub źródła energii, które przynajmniej częściowo są substytutem dla źródeł energii pochodzących z przetworzenia surowej ropy naftowej. Paliwa alternatywne potencjalnie mogą przyczynić się do redukcji negatywnego wpływu transportu na klimat, zmniejszając globalną emisję gazów cieplarnianych.

⁸ F. Calise i in., *A Novel Paradigm for a Sustainable Mobility Based on Electric Vehicles, Photovoltaic Panels and Electric Energy Storage Systems: Case Studies for Naples and Salerno (Italy)*, „Renewable and Sustainable Energy Reviews” 2019, Vol. 111, s. 98-99.

⁹ A. Lajunen, *Lifecycle Costs and Charging Requirements of Electric Buses with Different Charging Methods*, „Journal of Cleaner Production” 2018, Vol. 172, s. 56-67.

Zastosowanie znacznie szersze niż obecnie paliw alternatywnych w Polsce wpłynęłoby na poprawę ekologiczności sektora transportu. Do paliw alternatywnych zalicza się: energię elektryczną, wodór, biopaliwa, paliwa syntetyczne i parafinowe, sprężony gaz ziemny (CNG), skroplony gaz ziemny (LNG) oraz gaz płynny (LPG).

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

Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych określa warunki rozwoju i zasady rozmieszczania infrastruktury paliw alternatywnych w transporcie, zasady świadczenia usług w zakresie ładowania pojazdów elektrycznych oraz tankowania pojazdów napędzanych gazem ziemnym i wodorem oraz wprowadza obowiązki informacyjne. Ustawa ta nakłada na organy administracji publicznej obowiązki korzystania z pojazdów zeroemisyjnych przez własne służby, a także przez przedsiębiorstwa realizujące usługi publiczne na ich zlecenie. Przepisy ustawy umożliwiają utworzenie przez gminy stref czystego transportu oraz określają zasady ich funkcjonowania.

Przywołana ustawa w art. 36 stanowi, że jednostka samorządu terytorialnego, której liczba mieszkańców przekracza 50 000 osób, świadczy usługę lub zleca świadczenie usług komunikacji miejskiej, w rozumieniu ustawy o publicznym transporcie zbiorowym w taki sposób, aby zapewnić udział autobusów zeroemisyjnych lub autobusów napędzanych biometanem we flocie użytkowanych pojazdów na obszarze tej jednostki w łącznej wysokości co najmniej 30%. Przepis ten, na mocy art. 86 pkt 4, wchodzi w życie z dniem 1 stycznia 2028 r.

Z kolei art. 68 ust. 4 nakłada na przekraczającą ten sam próg demograficzny jednostkę samorządu terytorialnego obowiązek zapewnienia w różnych latach udziałów autobusów zeroemisyjnych (lub napędzanych biometanem) we flocie pojazdów użytkowanych w komunikacji miejskiej, w wysokości odpowiednio:

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

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

Na mocy art. 37 ust. 1 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych każda jednostka samorządu terytorialnego wymieniona w art. 36 ust. 1 zobowiązana została do sporządzania co 36 miesięcy analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej, autobusów zeroemisyjnych oraz innych środków transportu, w których do napędu wykorzystywane są wyłącznie silniki, których cykl pracy nie powoduje emisji gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych, o którym mowa w ustawie z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji. Na mocy ust. 1a analizy takiej nie muszą sporządzać jednostki samorządu terytorialnego, które osiągnęły udział autobusów zeroemisyjnych we flocie pojazdów na poziomie wyższym niż wymagany dla kolejnego okresu, dla którego powinna być sporządzona analiza. Od dnia 1 stycznia 2023 r. poziom ten musiałby wynosić 10% i jednocześnie jednostka taka musiałaby mieć zapewnione lub co najmniej zaplanowane osiągnięcie od dnia 1 stycznia 2025 r. udziału autobusów zeroemisyjnych w wysokości 20%.

Miasto Tomaszów Mazowiecki jest jednostką samorządu terytorialnego, której liczba mieszkańców – według danych GUS – w latach 2010-2023 utrzymywała się na poziomie ponad 50 tys., przekraczała więc próg demograficzny wynikający z art. 36 ust. 1 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych. Miasto Tomaszów Mazowiecki jest zatem prawnie zobowiązane do cyklicznego sporządzania analiz kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej.

Poprzednią analizę kosztów i korzyści na podstawie ustawy o elektromobilności Miasta Tomaszów Mazowiecki opracowano w listopadzie 2021 r. Niniejsze opracowanie jest kolejną analizą kosztów i korzyści z tytułu wprowadzenia do eksploatacji autobusów zeroemisyjnych.

1. Zakres i podstawy prawne opracowania oraz zastosowane definicje i określenia

1.1. Struktura analizy i dokumenty źródłowe

W ramach dokumentu przedstawiono:

- aktualną sytuację eksploatacyjną tomaszowskiej komunikacji miejskiej;
- planowane do realizacji warianty wymiany taboru: konwencjonalny oraz na bateryjne autobusy elektryczne, ładowane podczas postoju nocnego, a także ładowane z wykorzystaniem pantografów;
- podstawy i założenia wykonania analizy kosztów i korzyści;
- analizę kosztów i korzyści – opracowaną zgodnie z wymogami art. 37 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych.

W przygotowaniu opracowania uwzględniono w szczególności:

- obowiązujące przepisy prawa:
 - ustawę z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1289);
 - ustawę z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji (t.j. Dz. U. z 2022 r. poz. 673 ze zm.);
 - ustawę z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (t.j. Dz. U. z 2023 r. poz. 2778);
 - rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) nr 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 lutego 2015 r. poz. L 38/1, zmienione rozporządzeniem wykonawczym Komisji (UE) 2018/277 z dnia 23 lutego 2018 r., L 54, rozporządzeniem wykonawczym Komisji (UE) 2019/256 z dnia 13 lutego 2019 r., L 43 oraz rozporządzeniem wykonawczym (UE) 2021/436 z dnia 3 marca 2021 r., L 85);

- opracowania zawierające wytyczne dotyczące wykonania analiz kosztów i korzyści, którymi są:
 - „Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach” Nowa edycja, Jaspers, sierpień 2015 r. (www.pois.gov.pl/strony/o-programie/dokumenty/niebieskie-ksiegi-dla-projektow-w-sektorze-transportu-publicznego-infrastruktury-drogowej-oraz-kolejowej/, dostęp: 30.09.2024 r.);
 - „Analiza kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej. Vademecum Beneficjenta”, opracowanie CUPT Warszawa, 2016 r. (<https://www.cupt.gov.pl/strefa-beneficjenta/wdrazanie-projektow/analiza-kosztow-i-korzysci/metodyka-analzy-kosztow-i-korzysci/vademecum-beneficjenta/>, dostęp: 30.09.2024 r.);
 - „Przewodnik po analizie kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych. Narzędzie analizy ekonomicznej polityki spójności 2014-2020”, opracowanie Komisja Europejska, grudzień 2014 r. (www.funduszeuropejskie.gov.pl/media/5594/Przewodnik_AKK_14_20.pdf, dostęp: 30.09.2024 r.);
 - „Najlepsze praktyki w analizach kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków unijnych”, opracowanie CUPT, grudzień 2014 r. (www.cupt.gov.pl/wp-content/uploads/2022/03/akk_cupt_2014_pol_776.pdf, dostęp: 30.09.2024 r.);
 - „Wytyczne dotyczące zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym hybrydowych na lata 2021-2027” (<https://www.funduszeuropejskie.gov.pl/strony/o-funduszach/fundusze-na-lata-2021-2027/prawo-i-dokumenty/wytyczne/wytyczne-dotyczace-zagadnien-zwiazanych-z-przygotowaniem-projektow-inwestycyjnych-w-tym-hybrydowych-na-lata-2021-2027/>, dostęp: 30.09.2024 r.);
 - „Zasady opracowania wymaganej ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych analizy korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Praktyczny przewodnik dla samorządów”, IGKM Warszawa, 2018 r.

Weryfikacja wszystkich przywołanych w dokumencie odnośników internetowych miała miejsce w dniu 30 września 2024 r.

Ponadto, uwzględniono nowe wytyczne do sporządzania analiz kosztów i korzyści, które Ministerstwo Klimatu i Środowiska w dniu 27 lipca 2023 r. rozesłało wszystkim miastom liczącym powyżej 50 000 mieszkańców – opracowane w celu usystematyzowania i ujednocnienia formy oraz zawartości tego dokumentu. Samorządom przesłano spis elementów i wzory tabel,

które obligatoryjnie powinny zostać zawarte w sporządzanych przez nich dokumentach i fakt ten uwzględniono przy opracowywaniu niniejszej analizy.

1.2. Definicje i określenia

Używane w opracowaniu wyrażenia, uszeregowane poniżej w kolejności alfabetycznej, oznaczają odpowiednio:

- **autobus zeroemisyjny** – autobus w rozumieniu art. 2 pkt 41 Prawa o ruchu drogowym albo trolejbus w rozumieniu art. 2 pkt 83 ustawy Prawo o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu 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;
- **CUPT** – Centrum Unijnych Projektów Transportowych, pl. Europejski 2, 00-844 Warszawa;
- **infrastruktura ładowania** – infrastruktura ładowania drogowego transportu publicznego, punkty ładowania baterii lub tankowania wodoru wraz z niezbędną dla ich funkcjonowania infrastrukturą towarzyszącą, przeznaczone do ładowania lub tankowania, w szczególności autobusów zeroemisyjnych, wykorzystywanych w transporcie publicznym;
- **linia komunikacyjna** – połączenie komunikacyjne na sieci dróg publicznych, albo liniach kolejowych, innych szynowych, linowych, linowo-terenowych, albo akwenach morskich lub wodach śródlądowych – wraz z oznaczonymi miejscami do wsiadania i wysiadania pasażerów na liniach komunikacyjnych, po których odbywa się publiczny transport zbiorowy;
- **Miasto** – Gmina Miasto Tomaszów Mazowiecki;
- **MZK sp. z o.o.** – Miejski Zakład Komunikacyjny w Tomaszowie Mazowieckim spółka z ograniczoną odpowiedzialnością, z siedzibą przy ul. Warszawskiej 109/111, 97-200 Tomaszów Mazowiecki, określana w opracowaniu także jako **Spółka**;
- **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;
- **organizator** – organizator publicznego transportu zbiorowego, właściwa jednostka samorządu terytorialnego albo minister właściwy do spraw transportu, zapewniający funkcjonowanie publicznego transportu zbiorowego na danym obszarze;
- **paliwa alternatywne** – paliwa lub energia wykorzystywane do napędu silników pojazdów samochodowych lub jednostek pływających stanowiące substytut dla paliw pochodzących

z ropy naftowej lub otrzymywanych w procesach jej przetwórstwa, w szczególności energia elektryczna, wodór, biopaliwa ciekłe, paliwa syntetyczne i parafinowe, sprężony gaz ziemny (CNG), w tym pochodzący z biometanu, skroplony gaz ziemny (LNG), w tym pochodzący z biometanu lub gaz płynny (LPG);

- **pojazd elektryczny** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu wyłącznie energię elektryczną akumulowaną przez podłączenie do zewnętrznego źródła zasilania, w opracowaniu nazywany także autobusem elektrycznym;
- **pojazd hybrydowy** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, o napędzie spalinowo-elektrycznym;
- **pojazd napędzany gazem ziemnym** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu sprężony gaz ziemny (CNG) lub skroplony gaz ziemny (LNG), w tym pochodzący z biometanu, posiadający silnik jednopaliwowy lub dwupaliwowy ze średnim wskaźnikiem zużycia gazu nie niższym niż 90%, w opracowaniu w odniesieniu do autobusu nazywany także **autobusem CNG**;
- **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 w odniesieniu do autobusu nazywany także **autobusem wodorowym**;
- **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 tankowania CNG** – zespół urządzeń służących do zaopatrywania pojazdów samochodowych w sprężony gaz ziemny (CNG), w tym pochodzący z biometanu, w celu napędu silników tych pojazdów;
- **punkt tankowania wodoru** – zespół urządzeń służących do zaopatrywania pojazdów samochodowych w wodór;
- **Pzp** – ustawa Prawo zamówień publicznych z dnia 11 września 2019 r. (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 1320);

- **rozporządzenie 1370/2007** – rozporządzenie (WE) nr 1370/2007 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. dotyczące usług publicznych w zakresie kolejowego i drogowego transportu pasażerskiego oraz uchylające rozporządzenia Rady (EWG) nr 1191/69 i (EWG) nr 1107/70 (Dz. Urz. UE, l. 315/1 z dnia 3.12.2007 r.), zmienione Sprostowaniem z dnia 3 grudnia 2007 r. (Dz. Urz. UE, l. 240/65 z dnia 16.09.2015 r.) oraz Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/2338 z dnia 14 grudnia 2016 r. (Dz. Urz. UE, l. 354/22 z dnia 23.12.2016 r.);
- **sieć komunikacyjna** – układ linii komunikacyjnych obejmujących obszar działania organizatora publicznego transportu zbiorowego lub część tego obszaru;
- **stacja ładowania** – urządzenie budowlane obejmujące co najmniej jeden punkt ładowania, wyposażone w oprogramowanie umożliwiające świadczenie usług ładowania, wraz ze stanowiskiem postojowym oraz instalacją prowadzącą od punktu ładowania do przyłącza elektroenergetycznego;
- **stacja tankowania CNG** – zespół urządzeń, w tym punkt tankowania sprężonego gazu ziemnego (CNG) wraz z instalacjami pomocniczymi i zbiornikami magazynowymi wykorzystywanymi w procesie sprężania lub punkt tankowania skroplonego gazu ziemnego (LNG) wraz z instalacjami pomocniczymi i zbiornikami magazynowymi wykorzystywanymi w procesie regazyfikacji;
- **tomaszowska komunikacja miejska** – sieć wszystkich linii komunikacyjnych o charakterze użyteczności publicznej zorganizowanych przez Gminę Miasta Tomaszowa Mazowieckiego na obszarze jej właściwości – swojego obszaru oraz gmin, które zawarły z nią porozumienia międzygminne;
- **umowa wykonawcza** – umowa pomiędzy Gminą Miasto Tomaszów Mazowiecki a operatorem o świadczenie usług w ramach publicznego transportu zbiorowego, w komunikacji autobusowej na terenie Tomaszowa Mazowieckiego oraz gmin, z którymi Gmina Miasto Tomaszów Mazowiecki zawarła porozumienia międzygminne;
- **ustawa o elektromobilności** – ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 1289);
- **ustawa o ptz** – ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (t.j. Dz. U. z 2023 r. poz. 2778);
- **ZDiUM** – Zarząd Dróg i Utrzymania Miasta w Tomaszowie Mazowieckim, ul. Warszawska 119, 97-200 Tomaszów Mazowiecki, jednostka budżetowa Gminy Miasto Tomaszów Mazowiecki, wykonująca w jej imieniu zadania organizatora publicznego transportu zbiorowego.

2. Podstawy opracowania analizy kosztów i korzyści

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

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

Udziały te wynoszą odpowiednio:

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

Z art. 68 ustawy o elektromobilności wynika, że wymogi powyższe dotyczą całej floty obsługującej przewozy w komunikacji miejskiej.

Docelowy, obowiązujący od dnia 1 stycznia 2028 r., udział taboru zeroemisyjnego lub napędzanego biometanem we flocie pojazdów użytkowanych w komunikacji miejskiej, określony został w art. 36 ust. 1 i wynosi łącznie minimum 30%. Tabor taki może być skumulowany u jednego operatora lub rozproszony pomiędzy różnych operatorów.

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

Miasto Tomaszów Mazowiecki przekracza próg 50 000 mieszkańców wynikający z przywołanych wcześniej przepisów. Próg określony w ustawie o elektromobilności dotyczy obszaru danej gminy świadczącej lub zlecającej świadczenie usług komunikacji miejskiej, a nie całego obszaru nią obsługiwanego lub każdej z pozostałych gmin – obsługiwanych na podstawie zawartych porozumień. Z drugiej jednak strony, jeśli liczba mieszkańców miasta-organizatora

przewozów przekracza 50 000, to obowiązek zapewnienia określonego udziału autobusów zeroemisyjnych dotyczyć będzie już zamówień usług przewozowych w skali całego obsługiwane obszaru, a nie tylko na potrzeby obsługi gminy, która przekroczyła próg.

Pomimo spełniania kryterium demograficznego, jednostka samorządu terytorialnego może uniknąć wynikających z art. 36 i art. 68 ust. 4 ustawy o elektromobilności obowiązków uzyskania określonych udziałów taboru zeroemisyjnego we flocie pojazdów własnych operatorów lub zlecenia świadczenia przewozów w komunikacji miejskiej podmiotowi zapewniającemu te udziały we flocie wykonującej przewozy w sytuacji, gdy sporządzona przez nią analiza kosztów i korzyści wykaże brak korzyści użytkowania autobusów zeroemisyjnych (art. 37 ust. 5 ustawy o elektromobilności).

Obowiązek sporządzania co 36 miesięcy takiej analizy wynika z zapisów art. 37 ust. 1 ustawy o elektromobilności i dotyczy tych jednostek samorządu terytorialnego, które zobowiązane są do zapewnienia określonego udziału autobusów zeroemisyjnych we flocie użytkowanych pojazdów. Przepis ten wymaga wykonania analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej, autobusów zeroemisyjnych oraz innych środków transportu, w których do napędu wykorzystywane są wyłącznie silniki, których cykl pracy nie powoduje emisji gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych, o których mowa w ustawie z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji. Analizy nie sporządza się wyłącznie wówczas, gdy udział autobusów zeroemisyjnych przekroczy poziom wymagany dla kolejnego okresu jej sporządzania. W analizowanym przypadku jest to próg 20%.

Załącznik do przywołanej 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 azotu i siarki. Zapis zawarty w ustawie o elektromobilności oznacza więc, że w analizie kosztów i korzyści uwzględnia się pojazdy, których silniki nie korzystają z procesu spalania paliw emitujących w nim m.in. takie substancje. Opisane kryterium spełniają napędy zasilane energią elektryczną, w tym wytwarzaną w ogniwach paliwowych zasilanych czystym wodorem (H₂) – nieemitujące dwutlenku węgla – ale nie spełniają już go silniki, w których paliwem jest gaz (LPG, CNG lub LNG).

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

- a) analizę finansowo-ekonomiczną;
- b) oszacowanie efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla środowiska naturalnego i zdrowia ludzi;

c) analizę społeczno-ekonomiczną, uwzględniającą wycenę kosztów związanych z emisją szkodliwych substancji.

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

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

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

Wymagana aktualizacja planu transportowego dotyczy:

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

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

Ustawa o elektromobilności nie określiła zasad sporządzania analizy i nie upoważniła także żadnego z ministrów do wydania rozporządzenia określającego sposób jej opracowywania. Do końca I półrocza 2023 r. żadne z ministerstw lub jednostek organizacyjnych ministerstw nie wydało również dokumentu o charakterze podręcznika, wytycznych lub zasad do sporządzania takiej analizy. Dopiero w lipcu 2023 r. Ministerstwo Klimatu i Środowiska przekazało miastom pismo sugerujące elementy, które w takiej analizie kosztów i korzyści powinny się

znaleźć. Poradnik sporządzania AKK, jako praktyczny przewodnik dla samorządów, wydała natomiast Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej w Warszawie¹⁰.

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

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

Zasady i metody przeprowadzania analizy kosztów i korzyści dla planowanych dużych projektów we wszystkich branżach zawiera „Przewodnik po analizie kosztów i korzyści...”, przywołany w rozdziale 1.1 niniejszego opracowania. Zasady przeprowadzania analizy kosztów i korzyści dla planowanych projektów inwestycyjnych w sektorze transportu publicznego w Polsce określa także „Niebieska Księga...”, opracowana przez Inicjatywę Jaspers i również wymieniona w rozdziale 1.1 opracowania.

Zasady opracowywania analizy kosztów i korzyści zawierają także „Wytyczne dotyczące zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym hybrydowych na lata 2021-2027”. Wytyczne te mają zastosowanie do projektów z dofinansowaniem unijnym zaliczanych do projektów dużych, tj. o całkowitym koszcie kwalifikowalnym przekraczającym 50 mln euro. Wytyczne te zalecają w rozdziale 1 w punkcie 2, aby analiza kosztów i korzyści dla projektów niezaliczanych do dużych, została przeprowadzona w sposób uproszczony.

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 opcji (wariantów);
- analiza finansowa;
- analiza społeczno-ekonomiczna;
- analiza wrażliwości;
- ocena ryzyka.

¹⁰ „Zasady opracowania 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”, 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 tomaszowskiej komunikacji miejskiej.

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

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

Następną częścią analizy – po identyfikacji wariantów – jest analiza finansowa, którą prowadzi się według ściśle określonych zasad – w przypadku inwestycyjnych projektów unijnych nieznacznie odbiegających od klasycznej analizy finansowej przedsięwzięć inwestycyjnych. Analiza finansowa służy sprawdzeniu efektywności finansowej projektu (wskaźniki FRR/c^{11} , $FNPV/c^{12}$) oraz – w przypadku projektów unijnych – także określeniu efektywności finansowej dla wkładów krajowych i wysokości luki w finansowaniu.

Kolejnym etapem jest analiza społeczno-ekonomiczna, zwana także ekonomiczną lub społeczno-gospodarczą. Najprostszym sposobem jej wykonania jest sporządzenie bilansu kosztów i korzyści w wersji opisowej, który ma wówczas charakter jakościowej analizy społeczno-ekonomicznej. W niniejszym opracowaniu analiza społeczno-ekonomiczna wykonana została przy wykorzystaniu metody, która polega na sporządzeniu bilansu kosztów i korzyści w wersji ilościowej, opartej na ujęciu zmonetyzowanych efektów społeczno-ekonomicznych w rachunku przepływów z analizy finansowej.

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

¹¹ FRR/c – finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji.

¹² $FNPV/c$ – finansowa zaktualizowana wartość netto.

Metoda ilościowa pozwala na wyznaczenie wartości wskaźników ekonomicznej efektywności inwestycji, takich jak: ERR¹³, ENPV¹⁴ i BCR¹⁵. Metoda ilościowa z obliczeniami przeprowadzanymi na zasadzie różnicowej, zalecona została w praktycznym przewodniku.

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

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

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

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

Jak już podkreślono wcześniej, w niniejszej analizie uwzględniono także wszystkie elementy oczekiwane przez Ministerstwo Klimatu i Środowiska – wynikające z pisma skierowanego do samorządów gmin miejskich przekraczających próg 50 000 mieszkańców.

¹³ ERR – ekonomiczna wewnętrzna stopa zwrotu.

¹⁴ ENPV – ekonomiczna wartość bieżąca projektu.

¹⁵ BCR – stosunek sumy zdyskontowanych korzyści projektu do zdyskontowanych kosztów.

3. Charakterystyka Tomaszowa Mazowieckiego i tomaszowskiej komunikacji miejskiej

3.1. Obszar terytorialny objęty analizą

Niniejsza analiza kosztów i korzyści obejmuje obszar Miasta Tomaszów Mazowiecki oraz siedmiu gmin ościennych objętych obsługą tomaszowskiej komunikacji miejskiej, tj. gmin miejsko-wiejskich: w powiecie tomaszowskim – Inowódz (miejscowość Brzustów) i Ujazd (miejscowości: Dębniak, Wólka Krzykowska, Wygoda) oraz w powiecie piotrkowskim – Wolbórz (miejscowość Swolszewice Duże), a także gmin wiejskich w powiecie tomaszowskim: Lubochnia (miejscowości: Glinnik, Luboszewy, Marianka, Nowy Glinnik) i Tomaszów Mazowiecki (miejscowości: Biała Góra, Borki I, Cekanów, Ciebłowice, Chorzęcin, Godaszewice, Iłki, Jadwigów, Karolinów, Komorów, Kwiatkówka, Łagiewniki, Łazisko, Nagórzyce, Niebrów, Sługocice, Smardzewice, Swolszewice Małe, Świńsko, Tresta, Trzciniec, Twarda, Wąwał, Wiaderno, Wola Wiaderna, Zawada, Zaborów).

3.2. Analiza otoczenia społeczno-gospodarczego na obszarze objętym AKK

Miasto Tomaszów Mazowiecki położone jest w centralnej Polsce, w południowo-wschodniej części województwa łódzkiego w odległości ok. 50 km od Łodzi, na obu brzegach rzeki Pilicy. Pod względem etnograficznym, miasto wchodzi w skład historycznej Małopolski. Miasto jest ośrodkiem o charakterze regionalnym.

Tomaszów Mazowiecki jest siedzibą władz miejskich, gminy wiejskiej Tomaszów Mazowiecki oraz powiatu tomaszowskiego. Obszar miasta jest z trzech stron otoczony obszarem gminy wiejskiej Tomaszów Mazowiecki, jedynie od strony północnej miasto graniczy z gminą Lubochnia.

Przez miasto płyną rzeki: Pilica, Wolbórka i Czarna. W sąsiedztwie miasta, za jego południową granicą, znajduje się zaporę Zalewu Sulejowskiego – sztucznie utworzonego zbiornika na Pilicy. W mieście z kolei znajduje się w dolinie Pilicy rezerwat przyrody „Niebieskie Źródła”.

Większość obszaru miasta zlokalizowana jest na lewym brzegu Pilicy. Zlokalizowana tu zabudowa miejska ma charakter koncentryczny, z punktem centralnym w okolicy Placu Kościuszki – historycznego centrum miasta. Obszary zabudowy wielorodzinnej zlokalizowane są w centrum, w południowej części miasta – osiedla: Hubala, Tysiąclecia, Strzelecka i Wyzwolenia oraz w części północnej – osiedle Obrońców Tomaszowa z 1939 r. Północną część miasta zajmują tereny przemysłowo-składowe.

Na prawym brzegu Pilicy zlokalizowanych jest kilka rozproszonych osiedli zabudowy jednorodzinnej i zagrodowej oraz tereny łąk i upraw rolnych.

Tomaszów Mazowiecki stanowi lokalny węzeł komunikacyjny, znajduje się tu węzeł kolejowy na trasie linii kolejowych o numerach: 22, 25 i 53. Wzdłuż zachodniej granicy miasta przebiega droga ekspresowa S8, zaś wzdłuż północnej – droga krajowa nr 48.

Według Banku Danych Lokalnych GUS, w dniu 31 grudnia 2023 r. liczba ludności Tomaszowa Mazowieckiego wynosiła 57 438 osób.

W ostatniej dekadzie liczba ludności miasta systematycznie malała (o 11,5% w latach 2013-2023), co jest zjawiskiem typowym w skali kraju. Spadek ten wynika z ujemnego salda migracji, stanowiącego efekt procesów suburbanizacji oraz z ujemnej stopy przyrostu naturalnego, czego efektem jest również spadek średniej gęstości zaludnienia.

Liczbę mieszkańców, powierzchnię oraz gęstość zaludnienia Tomaszowa Mazowieckiego w latach 2014-2023 – według Banku Danych Lokalnych GUS – zaprezentowano w tabeli 1.

Tab. 1. Liczba ludności, powierzchnia i gęstość zaludnienia Tomaszowa Mazowieckiego w latach 2014-2023

Wyszczególnienie	Jedn.	Rok									
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Liczba mieszkańców	[osób]	64 513	63 960	63 601	63 238	62 649	61 960	61 338	58 796	58 089	57 438
Powierzchnia ogółem	[ha]	4 130	4 130	4 130	4 130	4 130	4 130	4 130	4 130	4 130	4 130
Gęstość zaludnienia	[osób/km ²]	1 562	1 549	1 540	1 531	1 517	1 500	1 485	1 424	1 407	1 391
Razem miasto Tomaszów Mazowiecki oraz gminy: Inowódz, Lubochnia, Tomaszów Mazowiecki (wiejska), Ujazd, Wolbórz											
Liczba mieszkańców	[osób]	94 263	93 751	93 382	93 070	92 559	91 929	91 237	88 373	87 668	87 007

Źródło: Bank Danych Lokalnych GUS.

Według stanu na dzień 31 grudnia 2023 r., miasto Tomaszów Mazowiecki zajmowało 68. miejsce w kraju pod względem liczby ludności oraz dopiero 105. miejsce wśród miast pod względem zajmowanej powierzchni, należy więc do miast dość intensywnie zurbanizowanych.

3.3. System transportowy na obszarze objętym analizą

Na infrastrukturę transportową Tomaszowa Mazowieckiego składają się drogi publiczne, miejsca parkingowe, infrastruktura drogowego publicznego transportu zbiorowego, infrastruktura kolejowa oraz infrastruktura rowerowa.

Głównymi źródłami i celami ruchu w mieście są: osiedla mieszkaniowe (w szczególności w zabudowie wielorodzinnej), placówki oświatowe (przedszkola i szkoły), zakłady pracy (im

większy zakład, tym potencjalnie generuje większe zapotrzebowanie na przewozy), najważniejsze punkty handlowo-usługowe (supermarkety, centra handlowe), obiekty związane z ochroną zdrowia, sportowe, rekreacyjne, kulturalne oraz urzędy i instytucje. Do znaczących generatorów ruchu należą także obiekty węzłowe autobusowe i kolejowe. Dodać przy tym należy, że same obiekty węzłowe w niewielkim stopniu stanowią źródło lub docelowy cel podróży, ich rola zależy od stopnia skomunikowania z siecią połączeń regionalnych i dalekobieżnych.

Przez miasto Tomaszów Mazowiecki przebiega zelektryfikowana linia kolejowa nr 25 Łódź Kaliska – Dębica, dwutorowa na odcinku z Łodzi do Tomaszowa Mazowieckiego i jednotorowa od Tomaszowa Mazowieckiego do Radzic. Na stacji Tomaszów Mazowiecki rozpoczynają się ponadto dwie jednotorowe linie kolejowe: nr 22 Tomaszów Mazowiecki – Radom Główny oraz nr 53 Tomaszów Mazowiecki – Spała. Linie 22 i 25 obsługują całorocznie pociągi regionalne i międzywojewódzkie, natomiast linia nr 53 – tylko pociągi regionalne sezonowo.

W północno-wschodniej części miasta zlokalizowana jest stacja kolejowa Tomaszów Mazowiecki, oddalona od centrum miasta o ok. 3 km. W jej sąsiedztwie znajduje się, powoli tracący na znaczeniu, dworzec autobusowy. Rolę węzła integracyjnego pełni obecnie także pl. Kościuszki. Poza stacją Tomaszów Mazowiecki, na linii nr 22 zlokalizowany jest przystanek Tomaszów Mazowiecki Białobrzegi, obsługujący wyłącznie pociągi regionalne.

Przez obszar miasta, wzdłuż północno-zachodniej granicy, przebiega droga ekspresowa S8 z trzema węzłami: Tomaszów Mazowiecki Północ, Centrum i Południe. Wzdłuż północnej granicy obszaru zabudowanego poprowadzona jest droga krajowa 48, łącząca się z drogą ekspresową w węźle Tomaszów Mazowiecki Zachód. Drogą krajową nr 48 wytyczone zostały trasy niektórych linii komunikacji miejskiej.

W mieście zaczyna ponadto swój bieg droga wojewódzka nr 713 relacji Łódź – Tomaszów Mazowiecki – Opoczno. Jej trasa poprowadzona jest przez centrum miasta ulicami: Ujezdzką, Warszawską, św. Antoniego, Mościckiego, Mireckiego, Białobrzeską, Radomską i Opoczyńską. Ulice te pełnią także ważną rolę w ruchu wewnątrzmijskim i podmiejskim.

Organizatorem tomaszowskiej komunikacji miejskiej jest Prezydent Miasta Tomaszowa Mazowieckiego. Zadania organizatora wypełnia wyspecjalizowana jednostka budżetowa Miasta – Zarząd Dróg i Utrzymania Miasta, ul. Warszawska 119, 97-200 Tomaszów Mazowiecki. Statut ZDiUM określa zadania m.in. w zakresie organizacji publicznego transportu zbiorowego, w tym w szczególności zawieranie umów o świadczenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego oraz ocenę i kontrolę realizacji tych usług przez operatora.

Linie tomaszowskiej komunikacji miejskiej obsługują, poza miastem Tomaszowem Mazowieckim, na podstawie zawartych porozumień komunalnych, także gminy: miejsko-wiejskie

Inowódz i Ujazd oraz wiejskie Lubochnia i Tomaszów Mazowiecki – w powiecie tomaszowskim oraz gminę miejsko-wiejską Wolbórz w powiecie piotrkowskim.

Według Banku Danych Lokalnych GUS na dzień 30 grudnia 2023 r., obsługiwane gminy zamieszkiwało łącznie 87 tys. osób.

Wg stanu na dzień 30 września 2024 r. Miasto wykorzystywało do realizacji usług przewozowych jednego operatora – MZK sp. z o.o. – będącego podmiotem wewnętrznym i realizującego przewozy na podstawie umowy wykonawczej nr WGD.272.1.3.2013, zawartej w dniu 31 grudnia 2013 r. na okres 10 lat, tj. do dnia 31 grudnia 2023 r. przedłużonej następnie Aneksem nr 9 do dnia 31 grudnia 2028 r.

Według stanu na dzień 1 października 2024 r., sieć połączeń tomaszowskiej komunikacji miejskiej tworzyły 22 linie autobusowe, w tym dwie linie 31 i 32 funkcjonujące tylko w dni nauki szkolnej. Większość pozostałych linii miała charakter całotygodniowych, z wyjątkiem linii 36 i 38 – funkcjonujących od poniedziałku do soboty.

Linie miejskie oznaczone są numerami od 1 do 9 i 12, natomiast linie podmiejskie – numerami od 31 do 40 i 45. Osiem linii miejskich: 1, 3, 4, 4A, 6, 7, 9 i 12, nie przekraczało swoimi trasami granic miasta, obsługując jedynie obszar Tomaszowa Mazowieckiego (linia 1 korzystała z pętli położonej tuż przy granicy miasta). Linie miejskie: 2, 5 i 8 wybranymi kursami obsługiwały pobliskie miejscowości położone w gminie wiejskiej Tomaszów Mazowiecki.

Od 1 stycznia 2018 r. mieszkańcy miasta, którzy legitymują się Kartą Tomaszowianina nie wnoszą opłat za przejazd. Podobnie mieszkańcy gminy wiejskiej Tomaszów Mazowiecki, posiadający Tomaszowską Kartę Komunikacyjną, mają prawo do bezpłatnego przejazdu w całej sieci tomaszowskiej komunikacji miejskiej. Sprzedaż biletów prowadzona była tylko dla pasażerów niemogących legitymować się powyższymi kartami.

Według stanu na dzień 1 października 2024 r. wśród linii tworzących sieć komunikacyjną można było wyróżnić:

- linie podstawowe 4 i 8 – z odpowiednio niemal 60 i ponad 40 kursami w dniu powszednim;
- linie uzupełniające – z liczbą 20-32 kursów w dniu powszednim – dziesięć linii: 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 37, 38 i 40;
- linie zindywidualizowane – pozostałe linie: 4A, 12, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 39 i 45.

Na kilku liniach ze zindywidualizowanymi częstotliwościami kursowania (4A, 12, 31, 32, 33, 34 i 36), z uwagi na ich specyficzną rolę w systemie komunikacyjnym Tomaszowa Mazowieckiego (obsługa zakładów pracy w systemie zmianowym oraz słabo zaludnionych obszarów podmiejskich), wykonuje się w dniu powszednim tylko kilka par kursów w ciągu doby.

W tabeli 2 przedstawiono podstawowe dane charakteryzujące tomaszowską komunikację miejską w latach 2021-2023 oraz plan na 2024 r.

Tab. 2. Parametry tomaszowskiej komunikacji miejskiej w latach 2021-2023 oraz plan na 2024 r.

Wyszczególnienie	Jedn.	Rok			
		2021	2022	2023	2024 plan
Liczba wozokilometrów:		1 558,5	1 503,7	1 420,0	1 591,7
- w tym Miasto	tys. km	1 223,0	1 164,6	1 109,2	b.d.
- w tym gminy		335,5	339,1	310,8	b.d.
Średnia liczba pojazdów w ruchu	szt.	23,5	24,1	23,7	24,0
Średnia liczba pojazdów we flocie:		37	37	37*	33
- autobusy hybrydowe	szt.	25	25	25	25
- autobusy pozostałe		12	12	12	8
Udział w pracy eksploatacyjnej:					
- autobusy hybrydowe	%	98,5	97,5	99,2	98,2
- autobusy pozostałe		1,5	2,5	0,8	1,8
Liczba pasażerów	tys. osób	2 491,2	2 663,4	3 003,9	b.d.
Przychody z biletów	tys. zł	454,7	618,1	654,0	b.d.

* – w tym 5 autobusów wycofanych z ruchu

Źródło: dane ZDiUM.

Jak wynika z tabeli 2, w latach 2021-2023 wielkość oferty przewozowej, wyrażona liczbą wozokilometrów, została zmniejszona o 9%. W 2024 r. zaplanowano natomiast wzrost o 12% w stosunku do wykonania w 2023 r., do poziomu nawet o 2% wyższego niż w 2020 r.

Ustabilizowana była w analizowanym okresie liczba pojazdów we flocie oraz wykorzystywanych w ruchu, przy czym stan rezerwy taborowej utrzymywany był na stosunkowo niskim poziomie.

W segmencie połączeń miejskich linie: 1, 2, 3, 4, 4A, 6, 7, 9 i 12 posiadały co najmniej jedną pętlę, na której kończył się każdy lub niemal każdy kurs. Pozostałe linie miejskie oraz wszystkie linie podmiejskie charakteryzowały się większą liczbą wariantów tras w każdym kierunku, z wieloma różnymi krańcówkami.

Długość tras w poszczególnych wariantach dla większości linii była mocno zróżnicowana. Warianty tras poszczególnych linii miejskich miały długość od 3,3 do 19,3 km (linia 5), przeciętnie zawierając się w przedziale 7-12 km. Długości wariantów tras poszczególnych linii podmiejskich były bardziej zróżnicowane i miały od 4,4 do nawet 26,1 km (linia 38).

Najwięcej linii wykorzystywało jako krańcówkę pętlę: Dworzec PKP (1, 2, 4A, 6, 7 i 9) oraz Ludwików Jana (3, 4A, 9 i 12). Dla priorytetowej linii 4 główną pętlą była Zawadzka oraz pętlę Modrzewskiego i Białobrzegi. Dla linii 8 nie dało się określić przeważającej pętli.

Wspólne pętle dla kilku linii to okoliczność umożliwiająca nie tylko stosowanie nowoczesnych technik zarządzania ofertą przewozową – zmian w przypisaniu pojazdów do linii w ciągu dnia, przeprowadzanych w celu zoptymalizowania liczby użytkowanych w ruchu autobusów, ale i ułatwiająca ewentualną eksploatację autobusów zeroemisyjnych – elektrycznych doładowywanych na pętlach. Takie zmiany w przypisaniu linii mają już miejsce we wszystkich zadaniach w tomaszowskiej komunikacji miejskiej. Wysoka zmienność linii obsługiwanych w ramach jednego zadania przewozowego wskazuje z kolei na zasadność wykorzystywania taboru zeroemisyjnego o dużej pojemności baterii, ładowanego jedynie podczas postoju nocnego w zajezdni.

3.4. Użytkowany tabor autobusowy

Linie komunikacji miejskiej organizowanej przez Gminę Miasto Tomaszów Mazowiecki obsługiwane są w większości autobusami niskopodłogowymi, dostosowanymi do potrzeb osób niepełnosprawnych. Jedynie dwa pojazdy marki Neoplan były niskowejściowe, bez miejsca na wózek, a autobusy marki MAN nie posiadały odkładanej rampy. Całą flotą pojazdów dysponuje MZK sp. z o.o. jako podmiot wewnętrzny Miasta.

Według stanu na dzień 30 września 2024 r., park taborowy Spółki składał się z 33 autobusów, zasilanych wyłącznie olejem napędowym. W strukturze taboru komunikacji miejskiej dominowały autobusy standardowe klasy maxi, które stanowiły 94% łącznego stanu taboru MZK sp. z o.o. (31 szt.). Tylko dwa pojazdy były klasy pojemnościowej midi (6% floty). Wszystkie pojazdy posiadały wyświetlacze zewnętrzne, większość także wewnętrzne (27 szt., 82%), większość była klimatyzowana (27 szt., 82%) i wyposażona w system GPS (29 szt., 88%). Autobusy hybrydowe posiadały ponadto głosowe zapowiedzi przystanków, Wi-Fi, ładowarki USB oraz wyświetlacze dla niedowidzących.

W tabeli 3 przedstawiono strukturę użytkowanego przez MZK sp. z o.o. taboru wykorzystywanego do realizacji przewozów w komunikacji miejskiej zgodnie ze stanem na dzień 30 września 2024 r. Zaprezentowane dane podzielono wg podstawowych kryteriów charakteryzujących autobusy Spółki – długość pojazdu, wiek, liczba miejsc, rodzaj paliwa i spełnianie określonej normy czystości spalin.

Do połowy poprzedniej dekady polityka odtwarzania taboru wykorzystywanego do przewozów w komunikacji miejskiej realizowana była przez MZK sp. z o.o. poprzez zakup pojazdów używanych. W 2017 r. Miasto wspólnie z MZK sp. z o.o. zakupiły autobusy marki Solaris Urbino 12 hybrid (25 szt.), wycofując najstarsze, bardzo już wyeksploatowane pojazdy. Zakupy zrealizowane zostały w ramach dwóch projektów: Miasta – „Zakup niskoemisyjnego taboru pu-

blicznego transportu zbiorowego w Tomaszowie Mazowieckim wraz z infrastrukturą towarzyszącą” oraz MZK sp. z o.o. – „Niskoemisyjne autobusy hybrydowe wraz z zapleczem technicznym do ich obsługi elementami nowoczesnego systemu transportu zbiorowego w Tomaszowie Mazowieckim”. Oba programy zrealizowano z dofinansowaniem ze środków europejskich w ramach Programu Operacyjnego Województwa Łódzkiego na lata 2014-2020.

Tab. 3. Struktura taboru użytkowanego przez MZK sp. z o.o.

– stan na 30 września 2024 r.

Lp.	Typ taboru	Liczba sztuk	Długość [m]	Rok produkcji	Wiek [lat]	Miejsc ogółem	Rodzaj paliwa	Norma czystości spalin
1	MAN NL202	2	11,5	1998	26	99	ON	EURO II
2	Neoplan K4016 Olibus	1	12,0	1999	25	105	ON	EURO II
3	MAN A21	1	12,0	1999	25	70	ON	EURO II
5	Neoplan N4411	2	10,2	2003	21	72	ON	EURO III
7	MAN A78	2	11,5	2006	18	92	ON	EURO IV
8	Solaris Urbino 12 hybrid	25	12,0	2017	7	90	ON	EURO VI
9	Ogółem	33	10,2-12,0	1998-2017	7-26	70-105	ON	EURO II-VI

Źródło: dane MZK sp. z o.o.

Obecnie 3/4 pojazdów we flocie MZK sp. z o.o. ma tylko 7 lat i to one przede wszystkim są wykorzystywane w przewozach w komunikacji miejskiej. Pozostałe autobusy wykorzystywane są jako uzupełniające. Pomimo tego 18,3% pojazdów floty operatora ma ponad 20 lat i powinny być one w najbliższym czasie wymienione na nowe lub co najmniej znacznie nowsze.

Najstarsze autobusy wykorzystywane były jako pojazdy zastępcze – w przypadku awarii autobusów hybrydowych. Nie wszystkie z nich spełniały też oczekiwania pasażerów. Przy uwzględnieniu całości floty można stwierdzić, że niemal 1/5 jednostek taborowych nie była dostosowana do potrzeb osób niepełnosprawnych (miejsce na wózek, rampa), a ponad 10% nie było pojazdami w pełni niskopodłogowymi. Około 1/3 floty autobusów nie posiadało klimatyzacji, wyświetlaczy wewnętrznych, zapowiedzi głosowych i internetu dla pasażerów.

Pomimo eksploatacji w przeważającej części stosunkowo nowych pojazdów hybrydowych, średni wiek pojazdów MZK sp. z o.o. nie należał do niskich – wg stanu na dzień 30 września 2024 r. wynosił 10,8 lat. Wynikało to ze znacznego wieku pojazdów pozostałych.

Strukturę taboru tomaszowskiej komunikacji miejskiej w podziale na normy emisji spalin, wg stanu na dzień 30 września 2024 r., przedstawiono w tabeli 4.

Tab. 4. Struktura taboru tomaszowskiej komunikacji miejskiej w podziale na normy emisji spalin – stan na 30 września 2024 r.

Wyszczególnienie	Jedn.	Norma czystości spalin EURO					Razem
		II	III	IV	V	VI	
Liczba pojazdów	szt.	4	2	2	0	25	33
Struktura	%	12,12	6,06	6,06	0,00	75,76	100,00

Źródło: dane MZK sp. z o.o.

W ostatnich latach średnia liczba pojazdów w ruchu wynosiła 23-24 szt.

4. Plan wymiany taboru

4.1. Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych

Tomaszowa Mazowieckiego

Przedmiotem niniejszej analizy jest identyfikacja kosztów i korzyści powstałych w wyniku zapewnienia przez Miasto świadczenia usług w ramach komunikacji miejskiej autobusami zeroemisyjnymi – zgodnie z wymogami art. 36 oraz art. 68 ust. 4 ustawy o elektromobilności. Zdefiniowanie wariantów możliwych inwestycji taborowych wymaga analizy – pod kątem zakładanych w tym zakresie inwestycji – opracowań strategicznych Tomaszowa Mazowieckiego i szerzej – jego obszaru funkcjonalnego. Flotę taboru użytkowanego przez MZK sp. z o.o. według stanu na dzień 30 września 2024 r. przedstawiono w tabeli 3 w rozdziale 3.

„Strategia Rozwoju Obszaru Funkcjonalnego Dolina Rzeki Pilicy w powiecie tomaszowskim”¹⁶ określiła wizję i misję oraz pięć domen strategicznych rozwoju Obszaru Funkcjonalnego. W każdej z domen zdefiniowano cele strategiczne.

W domenie nr 3 – „Zintegrowana infrastruktura transportowa, komunikacyjna i komunalna w obrębie Obszaru Funkcjonalnego” zawarto m.in. cel strategiczny „3.2. Poprawa systemu transportu publicznego po terenie OF”.

W ramach tego celu wymienione zostały następujące kierunki projektów/zadań:

- realizacja badań potrzeb i natężenia ruchu pasażerskiego w Obszarze Funkcjonalnym oraz dostosowanie rozkładów jazdy komunikacji publicznej do potrzeb mieszkańców i turystów;
- wdrożenie pilotażowego, badawczego projektu diagnozującego możliwość i rentowność uruchomienia nowych połączeń komunikacji publicznej na terenie OF;
- rozwój połączeń komunikacji publicznej pomiędzy poszczególnymi jednostkami samorządu terytorialnego wchodzącymi w skład Obszaru Funkcjonalnego i Tomaszowem Mazowieckim.

Program rozwoju pn. „Strategia Rozwoju Powiatu Tomaszowskiego na lata 2015-2020”¹⁷ określił cztery domeny rozwoju Powiatu, w tym domenę „4. Funkcjonalny system powiązań transportowych, komunikacyjnych i informatycznych”.

W ramach domeny nr 4 jako cel strategiczny wskazano m.in. „2. Utworzenie i koordynacja efektywnej komunikacji publicznej na terenie powiatu”, dla którego nakreślono tylko jeden cel operacyjny „2.1 Dopasowanie komunikacji publicznej do potrzeb mieszkańców i turystów”.

¹⁶ www.powiat-tomaszowski.pl/239-dokumenty-strategiczne.html, dostęp: 30.09.2024 r.

¹⁷ Strategia przyjęta uchwałą Rady Powiatu w Tomaszowie Mazowieckim nr XIII/105/2015, z dnia 24 września 2015 r.

Jako proponowane zadania wymieniono natomiast: wykorzystanie badań ruchu oraz przepływów potoków pasażerskich do optymalizacji działań przewoźników i samorządów w zakresie komunikacji publicznej oraz opracowanie programu publicznych przewozów do miejsc pracy, edukacji i atrakcji turystycznych.

„Strategia Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych Miejskiego Obszaru Funkcjonalnego Tomaszów Mazowiecki – Opoczno na lata 2021-2027 z perspektywą do 2030 roku”¹⁸ określiła cel nadrzędny oraz cele rozwojowe w trzech obszarach tematycznych.

W ramach obszaru tematycznego „Mobilność miejska” jako cel rozwojowy przyjęto m.in. „5. Zrównoważona mobilność miejska”, a jako przedsięwzięcie zintegrowane – „Rozwój transportu niskoemisyjnego”. Przedsięwzięcie to jest zgodne z priorytetem „3. Fundusze Europejskie dla mobilnego łódzkiego” programu operacyjnego „Fundusze Europejskie dla Łódzkiego 2021-2027” oraz z celem szczegółowym „RSO2.8. Wspieranie zrównoważonej multimodalnej mobilności miejskiej jako elementu transformacji w kierunku gospodarki zeroemisyjnej”.

Celem opisywanego przedsięwzięcia jest integracja wewnętrzna oraz poprawa dostępności komunikacyjnej w obszarze funkcjonalnym, mająca pozwolić na zwiększenie poziomu mobilności zawodowej i przestrzennej mieszkańców, a także ukształtować wśród mieszkańców postawy proekologiczne. Efektem wdrożenia ma być przede wszystkim poprawa jakości powietrza. Przedmiotowe przedsięwzięcie będzie realizowane na obszarze miasta Tomaszowa Mazowieckiego oraz gminy Lubochnia, jako zadanie „Transport niskoemisyjny/bezemisyjny”, z przewidywanymi nakładami w wysokości 35 mln zł, a także na terenie gminy Opoczno.

„Strategia Rozwoju Miasta Tomaszów Mazowiecki 2030”¹⁹, przedstawiła wizję i misję rozwoju miasta, areny działań, cele nadrzędne cele strategiczne i kierunki działań oraz działania.

Cel strategiczny nr 3 zdefiniowano jako „Arena zielonej energii, uporządkowanej i atrakcyjnej przestrzeni, otwartej na rzeki”. Za jedno z priorytetowych kierunków działań uznano „Zwiększenie wewnętrznej dostępności transportowej realizowanej za pomocą transportu zbiorowego”.

Działaniami wymienionymi w ramach tego kierunku były w szczególności:

- 1. Rozbudowa niskoemisyjnego, multimodalnego transportu zbiorowego;
- 6. Rozbudowa infrastruktury do ładowania pojazdów o napędach alternatywnych.

¹⁸ Dokument przekazany przez ZDiUM w Tomaszowie Mazowieckim w dniu 10.10.2024 r.

¹⁹ Strategia przyjęta uchwałą Rady Miejskiej Tomaszowa Mazowieckiego nr LXXII/557/2023, z dnia 30 marca 2023 r.

„Strategia rozwoju elektromobilności dla miasta Tomaszowa Mazowieckiego”²⁰ określiła wizję oraz cztery cele strategiczne, w szczególności cel „1. Rozwój zero- i niskoemisyjnej komunikacji miejskiej”.

W ramach celu strategicznego nr 1 zdefiniowano cztery cele operacyjne:

- 1.1. Wyeliminowanie niespełniającego oczekiwań pasażerów taboru komunikacji miejskiej, a w nim działania dotyczące taboru komunikacji miejskiej;
- 1.2. Utrzymanie wysokiego poziomu jakości przewozów, a w nim działanie dotyczące taboru komunikacji miejskiej;
- 1.3. Wprowadzenie uprzywilejowania dla pojazdów komunikacji miejskiej;
- 1.4. Zwiększenie dostępności komunikacji miejskiej.

W ramach celu operacyjnego nr 1.1 wymieniono działania:

- 1.1.1. Zakup 4 fabrycznie nowych autobusów hybrydowych spełniających normę emisji spalin EURO VI;
- 1.1.2. Zakup 13 autobusów zeroemisyjnych zapewniających realizację wymogów określonych ustawą o elektromobilności;
- 1.1.3. Budowa infrastruktury zasilającej autobusy zeroemisyjne na wybranych pętlach;
- 1.1.4. Dostosowanie zajezdni autobusowej do potrzeb eksploatacji taboru zeroemisyjnego i jej wyposażenie w ładowarki;
- 1.1.5. Wymiana wyeksploatowanego taboru na spełniający oczekiwania pasażerów.

W ramach celu operacyjnego nr 1.2 wymieniono działanie „1.2.1. Realizacja ciągłego procesu odnowy taboru autobusowego”.

W dokumencie założono, że na wybranych pętlach zostaną zainstalowane pantografowe stacje szybkiego ładowania, a w zajezdni operatora – stacje wolnego ładowania nocnego.

Zgodnie ze Strategią wymiana całości taboru komunikacji miejskiej na klimatyzowane niskopodłogowe autobusy zero- i niskoemisyjne, poprawi komfort podróży i wpłynie na dalsze zwiększenie popytu na przewozy publicznym transportem zbiorowym, zmniejszając jednocześnie liczbę samochodów osobowych poruszających się po mieście.

Według dokumentu zakup taboru zeroemisyjnego pozwoli na wypełnienie przez Miasto wymogów odnośnie struktury taboru komunikacji miejskiej, określonych w ustawie o elektromobilności.

²⁰ Strategia przyjęta uchwałą Rady Miejskiej Tomaszowa Mazowieckiego nr XXXIII/247/2020, z dnia 23 września 2020 r.

„Plan Zrównoważonej Mobilności Miejskiej dla Miejskiego Obszaru Funkcjonalnego: Gminy Miasto Tomaszów Mazowiecki, Gminy Opoczno i Gminy Lubochnia do roku 2030 z perspektywą do roku 2040”²¹ przewidział trzy scenariusze rozwoju, w tym preferowany scenariusz zrównoważonej mobilności. Dokument ten określił wizję zrównoważonej mobilności jako „Miejski Obszar Funkcjonalny: Gmina Miasto Tomaszów Mazowiecki, Gmina Opoczno i Gmina Lubochnia ze zintegrowanym systemem transportowym i łańcem przestrzennym, które zapewniają bezpieczeństwo i wysoką jakość życia i środowiska”.

Poza wizją zdefiniowano dwa cele horyzontalne:

- 1. Poprawa jakości transportu zbiorowego i bezpieczeństwa ruchu;
- 2. Kształtowanie postaw zrównoważonej mobilności i ograniczanie wpływu transportu na środowisko.

Dla realizacji celów horyzontalnych określono pięć celów operacyjnych, w tym w szczególności cele:

- 2. Spójny i dostępny system transportu zbiorowego;
- 5. Sprawny i niskoemisyjny system transportowy.

W ramach celu nr 2 wymieniono trzy obszary działań:

- rozszerzenie integracji w systemie transportu zbiorowego;
- zapewnienie pasażerom sprawnej realizacji podróży;
- zwiększenie dostępności do transportu zbiorowego.

Obszar pierwszy dotyczył integracji przestrzennej, organizacyjnej, informacyjnej i taryfowej, obszar drugi – m.in. wymiany taboru i inwestycji infrastrukturalnych oraz rozszerzenia zakresu stosowania narzędzi informatycznych, natomiast obszar trzeci – dostępności przestrzennej, środków transportu i przystanków.

W ramach celu nr 5 wskazano pięć obszarów działań, w tym w szczególności:

- zwiększenie udziału pojazdów nisko- i zeroemisyjnych;
- rozwój infrastruktury ładowania.

W Planie przyjęto, że wymiana dotychczasowego, wyeksploatowanego taboru na nowy nisko- lub zeroemisyjny, realizowana będzie w zakresie taboru dla transportu zbiorowego, pojazdów jednostek miejskich, systemu car-sharingu oraz transportu towarów. Założono także, że wdrażanie napędów alternatywnych powinno być realizowane sukcesywnie w miarę możliwości finansowych, zgodnie z wynikami studiów wykonalności oraz analiz kosztów i korzyści.

²¹ Plan przyjęty uchwałą nr IV/25/2024 Rady Miejskiej Tomaszowa Mazowieckiego z dnia 19 czerwca 2024 r.

Przyjęto ponadto, że cały system transportowy będzie w określonym horyzoncie czasowym niskoemisyjny.

Zwiększający się udział pojazdów z napędami alternatywnymi wymaga udostępnienia rozbudowanego systemu stacji ładowania rozmieszczonych w całym analizowanym obszarze. Dzięki rozbudowie systemu stacji dla różnych typów napędów ułatwione będzie korzystanie z danego typu pojazdów.

W dokumencie uznano, że wskazane jest budowanie stacji ładowania wyłącznie w zajezdniach – w liczbie wystarczającej dla zagwarantowania niezakłóconej realizacji wszystkich zadań transportowych w dobie. W przypadku rozbudowy sieci komunikacji miejskiej w gminach, za zasadne uznano w dokumencie lokalizację stacji ładowania autobusów elektrycznych na obszarze tych gmin, poza zajezdniami.

„Strategia adaptacji do zmian klimatu Miasta Tomaszowa Mazowieckiego do roku 2028 z perspektywą do roku 2035”²² określiła wizję adaptacji, cel główny, cele szczegółowe oraz działania adaptacyjne. Cel szczegółowy nr 1 stanowiło „Łagodzenie zagrożeń wynikających z fal upałów i miejskiej wyspy ciepła”.

W ramach celu nr 1 działanie nr 1.11 określono jako „Rozwój elektromobilności na terenie miasta Tomaszów Mazowiecki”. Działanie to polegać miało na realizacji „Strategii rozwoju elektromobilności dla Miasta Tomaszowa Mazowieckiego”, omówionej powyżej.

„Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego w Tomaszowie Mazowieckim”²³ zdefiniował wizję transportu publicznego jako „funkcjonowanie oraz rozwój masowego i proekologicznego transportu zbiorowego spełniającego oczekiwania pasażerów – w sposób tworzący z niego alternatywę dla podróży realizowanych transportem indywidualnym, dostępnego także dla osób o ograniczonej zdolności ruchowej”.

Plan wyznaczył linie komunikacyjne, które powinny być przeznaczone do obsługi taborem zeroemisyjnym po jego wprowadzeniu do eksploatacji. Jako przeznaczone do elektryfikacji wymieniono w pierwszej kolejności linie 7 i 9, z ładowarkami szybkimi przy pętli Dworzec PKS/PKP, a w następnej kolejności – linie 4 i 1, z dodatkową ładowarką na pętli Zawadzka.

Uchwalony w 2020 r. plan transportowy określił ponadto wymagane standardy pojazdów komunikacji miejskiej, w szczególności: niską podłogę przynajmniej w części pojazdu, miejsce na wózek z dedykowanym miejscem do siedzenia i platformą wjazdową, system przykłąku,

²² Strategia przyjęta uchwałą nr LXXXII/651/2023 Rady Miejskiej Tomaszowa Mazowieckiego z dnia 26 października 2023 r.

²³ Plan transportowy przyjęty uchwałą Rady Miejskiej Tomaszowa Mazowieckiego nr XXXVI/261/2020, z dnia 26 listopada 2020 r.

klimatyzację przestrzeni pasażerskiej, informację pasażerską wraz z zapowiedziami głosowymi, monitoring wewnętrzny i zewnętrzny z rejestracją obrazu, dostęp do internetu i ładowarki USB.

W dokumencie przewidziano systematyczną wymianę pojazdów komunikacji miejskiej o wieku obecnie wyższym niż 15 lat na pojazdy w standardzie wyposażenia zbliżonym do posiadanych autobusów hybrydowych, do całkowitego ich zastąpienia. Za stan pożądany Plan uznał średni wiek pojazdów od 6 do 8 lat, lecz nie więcej niż 15 lat (z wyjątkiem autobusów elektrycznych, dla których dokument dopuścił wiek do 20 lat). Za minimalny standard czystości spalin autobusów wprowadzonych do ruchu (także używanych), Plan uznał normę EURO V.

W Planie założono ponadto stworzenie dla transportu zbiorowego preferencji w ruchu ulicznym.

4.2. Problematyka rodzaju taboru w poprzedniej AKK

W ostatniej „Analizie 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, o których mowa w ustawie z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji dla miasta Tomaszowa Mazowieckiego”, opracowanej w listopadzie 2021 r., uwzględniono dwa warianty wymiany taboru autobusowego.

Były to warianty:

- konwencjonalny – w którym założono realizację polityki sukcesywnej wymiany taboru na nowe autobusy – klasyczne z silnikami Diesla, zasilane olejem napędowym;
- elektryczny, w którym założono:
 - w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności – sukcesywne wprowadzanie bateryjnych autobusów elektrycznych z ładowaniem pantografowym na pętlach oraz uzupełniającym plug-in w zajezdni;
 - w pozostałym zakresie – realizację polityki sukcesywnej wymiany taboru na nowe autobusy: klasyczne z silnikami Diesla, zasilane olejem napędowym.

Przy kolejnych zakupach autobusów elektrycznych założono jednoczesny zakup ładowarek zajezdniowych, po jednym stanowisku na każdy autobus oraz zakup i budowę stacji ładowania na pętlach – po jednej dla każdej dostarczonej kolejnej partii trzech autobusów elektrycznych.

W obydwu wariantach przyjęto nabywanie nowych pojazdów klasy takiej, jak dany pojazd wycofywany z ruchu.

Poza opisanymi wyżej dwoma wariantami inwestycyjnymi utworzono scenariusz bazowy, o charakterze wyłącznie porównawczym, w którym wymianę autobusów przyjęto bez zmiany

rodzaju napędu – na pojazdy nowe dla autobusów hybrydowych oraz na pojazdy używane w przeciętnym wieku 8 lat – dla pozostałych autobusów.

Analiza przeprowadzona w 2021 r. wykazała, że w porównaniu do scenariusza bazowego, korzystniej wypadł wariant konwencjonalny. Przy przyjętych założeniach analiza wykazała więc brak przewagi korzyści z użytkowania taboru zeroemisyjnego, a zatem i brak obowiązku jego zastosowania.

Głównym powodem negatywnych wyników analizy były wysokie ceny autobusów zeroemisyjnych oraz konieczność ponoszenia znaczących dodatkowych nakładów na instalacje zasilające autobusów elektrycznych.

W wyniku symulacji zmian efektywności finansowej i ekonomicznej obliczono, że korzyści ze stosowania taboru zeroemisyjnego wystąpiłyby, jeśli cena autobusu elektrycznego byłaby niższa o 42% od przyjętej do analizy.

4.3. Wybór rodzaju napędu

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

Przesłanki przemawiające za zastosowaniem w eksploatowanym taborze autobusowym różnych źródeł zasilania, stanowią możliwe do osiągnięcia następujące efekty:

- dywersyfikacja źródeł zasilania taboru – zwiększająca bezpieczeństwo ekonomiczne przy wahaniami cen paliw oraz zmianie warunków klimatycznych, ale przy małej liczbie pojazdów obsługujących sieć – zwiększająca jednocześnie koszty eksploatacyjne;
- zwiększenie bezpieczeństwa dostaw paliw i energii oraz ich stabilności cenowej;
- w przypadku pojazdów elektrycznych – wydłużenie okresu eksploatacji taboru bez konieczności dokonywania poważnych napraw, ze względu na większą trwałość silników elektrycznych (z wyjątkiem baterii);
- zmniejszenie niekorzystnego oddziaływania transportu publicznego na mieszkańców w silnie zurbanizowanym obszarze miasta, w związku z brakiem emisji zanieczyszczeń do atmosfery w miejscu użytkowania autobusów zeroemisyjnych i zmniejszoną emisją zanieczyszczeń przez pojazdy zasilane CNG;
- realizacja celów zdefiniowanych w ustawie o elektromobilności.

Nakłady finansowe na uruchomienie przewozów bateryjnymi autobusami elektrycznymi związane są nie tylko z wysokim kosztem zakupu pojazdów, ale także ze znacznymi dodatko-

wymi wydatkami na infrastrukturę służącą do ich zasilania. Z drugiej strony, w wyniku dotychczas niższych kosztów zakupu energii elektrycznej niż oleju napędowego, możliwe były do osiągnięcia oszczędności wynikające z codziennej eksploatacji tego typu pojazdów.

Z kolei nakłady finansowe na uruchomienie przewozów autobusami elektrycznymi z wodorowymi ogniwami paliwowymi związane są z bardzo wysokim kosztem zakupu pojazdów stosujących tę nowatorską technologię oraz z brakiem dostępu do bliskiej stacji tankowania wodoru w Polsce. Koszt uruchomienia dedykowanej stacji tankowania wodoru jest nadal wciąż kilkunasto- lub nawet kilkudziesięciokrotnie wyższy od kosztu instalacji punktu ładowania autobusów elektrycznych. Nadal bardzo wysokie są również ceny wodoru jako paliwa.

Wprowadzony ustawą o elektromobilności obowiązek systematycznego zwiększania udziału autobusów zeroemisyjnych lub napędzanych biometanem w strukturze taboru wykorzystywanego w komunikacji miejskiej, stwarza konieczność zmiany dotychczasowej praktyki nabywania nowych pojazdów zasilanych olejem napędowym na – w coraz większym zakresie – pojazdy zeroemisyjne. Zapisy tej ustawy wymagają, aby w miastach przekraczających 50 000 mieszkańców, począwszy od dnia 1 stycznia 2028 r., flota pojazdów składała się przynajmniej w 30% z autobusów zeroemisyjnych lub napędzanych biometanem.

Istotną kwestią, przy podejmowaniu decyzji o eksploatacji taboru zasilanego CNG, jest dostępność stacji tankowania sprężonego gazu ziemnego. Paliwo to, choć zaliczane do paliw alternatywnych, w przepisie ustawy o elektromobilności nie zostało zaliczone do określania części floty stanowiącej wymagane 30%. W Tomaszowie Mazowieckim nie funkcjonuje stacja tankowania CNG i nie jest planowana budowa takiej stacji. Najbliższa stacja tankowania gazu ziemnego zlokalizowana jest w Radomiu na terenie bazy MPK sp. z o.o. Stacja ta jest oddalona od zajezdni MZK sp. z o.o. o 88 km.

Z kolei biogaz ma inne parametry techniczne niż CNG, wymaga odwodnienia, oczyszczenia i wyeliminowania większości dwutlenku węgla, co znacznie podnosi koszty takiego paliwa. Problemem jest dostępność w Polsce biogazu o dużej czystości, w znacznych ilościach, wymaganych dla zasilania pojazdów komunikacji miejskiej.

Wykorzystanie biometanu wymagałoby budowy nowej, dedykowanej instalacji zasilającej. Ponadto gaz ten musiałby być dostarczany w wersji sprężonej. W Polsce nie występują jednak obecnie stacje tankowania biometanu, ani też sprężonego biometanu.

Wykorzystanie biogazu w obecnych warunkach nie może więc być brane pod uwagę, choć w przyszłości nie jest wykluczone.

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

Pojazdy zeroemisyjne zasilane z baterii stanowią zdecydowaną większość nowo wprowadzanych do użytkowania autobusów z napędem elektrycznym. Istotną kwestią, związaną z ich codzienną eksploatacją, jest wybór strategii ładowania baterii.

Podstawową metodą dostarczania energii jest złącze kablowe plug-in, które ma jednak zwykle moc przekazywaną ograniczoną do 150 kW. Ładowanie odbywa się najczęściej w nocy w zajezdni operatora (lub w innym miejscu z zainstalowaną ładowarką) oraz niekiedy uzupełniająco w ciągu dnia – podczas dłuższych przerw w pracy pojazdu na linii. W większych miastach stosowane są w autobusach miejskich dodatkowo pantografy zwykłe i odwrócone – pozwalające na szybkie doładowanie zasobników energii, w ciągu kilku lub kilkunastu minut, wysokim prądem na stanowisku postojowym np. na pętli. W celu pełnego naładowania baterii oraz ich ustabilizowania, pojazd musi być też ostatecznie codziennie doładowywany podczas postoju w zajezdni albo w wyznaczonym miejscu na trasie. Rozwiązania pantografowe charakteryzują się ponadto koniecznością ponoszenia dodatkowych nakładów na konserwację stacji.

Inwestycyjnie najprostszym rozwiązaniem jest wyposażenie pojazdów w baterie pozwalające na wykonanie pełnego dziennego cyklu pracy w danej sieci komunikacji miejskiej – podobnego jak dla autobusów zasilanych olejem napędowym – czyli na zapewnienie przynajmniej 250-300 km przejazdu z pełnym obciążeniem bez doładowywania baterii. Ładowanie pojazdów odbywa się w tym przypadku na terenie zajezdni, w czasie nocnego postoju autobusów.

Czas ładowania zależy nie tylko od stosowanego typu baterii, ale także od używanej ładowarki i ograniczeń stawianych przez energetyczną sieć zasilającą. Standardowy czas pełnego naładowania jednego autobusu elektrycznego poprzez złącze plug-in wynosi przeciętnie od 4 do 6 godzin, co oznacza, że dla każdego użytkowanego pojazdu elektrycznego powinna być zakupiona oddzielna ładowarka i najczęściej zagwarantowane oddzielne miejsce postojowe, a sieć energetyczna powinna pozwolić na jednoczesne ładowanie standardowe wszystkich użytkowanych pojazdów elektrycznych.

Autobusy elektryczne posiadają zasobniki energii (baterie), których pojemność determinuje z jednej strony zasięg pojazdów pomiędzy ładowaniami, a z drugiej strony – cenę pojazdów i ich masę własną, która przy ograniczonej dopuszczalnej masie całkowitej, ma wpływ na nominalną pojemność pasażerską.

Aktualnie na rynku w segmencie autobusów elektrycznych klasy maxi, o długości około 12 m, dominuje rozwiązanie polegające na wyposażeniu pojazdu w baterie pozwalające na wykonywanie zadań całodziennych. Stosowane dość często są jednak też dodatkowe systemy doładowania na trasie – poprzez ładowarkę z pantografem (normalny lub odwrócony) albo – znacznie rzadziej – poprzez złącze plug-in o stosunkowo dużym prądzie ładowania.

Zastosowanie wyłącznie ogrzewania elektrycznego w tego rodzaju pojazdach wciąż jednak nie zapewnia w polskim klimacie w trudnych warunkach użytkowania (ekstremalnie wysokie temperatury powietrza, silne mrozy), pewności pokonania przez autobus 250-300 km bez konieczności doładowania (doświadczenia z testów w różnych miastach). Stosowany jest więc uzupełniający system ogrzewania spalinowego (na olej napędowy, LPG lub CNG). Wysoki, dodatkowy pobór energii z baterii występuje jednak także w okresach upałów, przy włączonej klimatyzacji pracującej z maksymalną wydajnością.

W przypadku zadań przewozowych, w których dzienna liczba wozokilometrów przekracza 250, autobusy ładowane wyłącznie w zajezdni musiałyby być wyposażone w baterie o bardzo dużej pojemności, ponad 400 kWh. Zastosowanie pojazdów wyposażonych w takie baterie skutkuje zmniejszeniem nominalnej pojemności pasażerskiej, a w przypadku europejskich producentów pojazdów – wciąż nie gwarantuje także w skrajnych warunkach pogodowych obsługi całego zadania.

Eksploatacja autobusów bateryjnych ładowanych wyłącznie w zajezdni wiąże się również z koniecznością utrzymywania rezerwy taborowej i kierowców na wypadek wyczerpania baterii autobusu w trakcie wykonywania kursów. Przy znacznym udziale tego typu taboru we flocie, wpływa to na istotny wzrost kosztów wozokilometra.

Żywotność baterii litowych określana jest, przy właściwych warunkach eksploatacji, na co najwyżej 10 lat. Dlatego we wcześniejszym okresie (np. po 7-8 latach lub po określonym przebiegu), cała bateria akumulatorów powinna być wymieniona, co jest związane zawsze z wysokim kosztem dla użytkownika.

W każdym przypadku użytkowania większej liczby autobusów elektrycznych konieczne jest jednocześnie dostosowanie sieci energetycznej w zajezdni oraz na pętlach i przystankach – o ile wybrano taki sposób ładowania – do możliwości poboru dużych mocy. Najczęściej wiąże się to z jednoczesną budową dedykowanej stacji trafo oraz rozdzielni z automatyką, układami pomiarowymi i zabezpieczeniami.

Parametry ładowania zależą także od stosowanej ładowarki. Na rynku występują ładowarki o małej mocy (40-60 kW) – do codziennego ładowania postojowego (nocnego) oraz o dużej mocy (do 500 kW, a niekiedy nawet większej) – do szybkiego ładowania.

W sieci tomaszowskiej komunikacji miejskiej planowana praca eksploatacyjna dla jednego autobusu w dniu powszednim szkolnym w ramach zadania całodziennego, we wszystkich przypadkach jest obecnie nie większa niż 322 km.

Standardowo oferowane autobusy elektryczne o stosunkowo dużej pojemności pasażerskiej zapewniają obecnie zasięg do 350 km, przy zastosowaniu ogrzewania paliwowego (olej napędowy, LPG lub CNG) albo tylko do 150-200 km – przy zastosowaniu ogrzewania elektrycznego. Z powyższych przyczyn strategia ładowania nocnego na terenie zajezdni powinna mieć zastosowanie przede wszystkim w przypadku używania ogrzewania paliwowego, a w przy ogrzewaniu elektrycznym – do obsługi krótkich (szczytowych) lub co najwyżej półtorazmianowych zadań przewozowych. Z uwagi na bardzo wysokie koszty zakupu autobusów elektrycznych, pojazdy takie nie powinny być jednak alokowane do obsługi zadań szczytowych w pierwszej kolejności – takie działanie jest nieefektywne ekonomicznie. Podkreślić jednak należy, że dostępność autobusów z bateriami większej pojemności, wykorzystującymi baterie nowej generacji i urządzenia o większej gęstości energii, systematycznie rośnie. Pewną wadą w zastosowaniu tego rozwiązania jest kongestia w mieście oraz linie o długim przebiegu, obsługujące rozległe obszary peryferyjne i trasy podmiejskie.

Celem organizatorów i operatorów jest zwykle optymalizacja masy baterii, umożliwiającą zmniejszenie zużycia energii, a także likwidacja koniecznych do zrealizowania przejazdów technicznych do i z bazy autobusowej, w celu podłączenia do źródła zasilania i wyłączeń autobusów z ruchu związanych z dłuższym ładowaniem. W Europie jest to realizowane poprzez zastosowanie dodatkowych punktów ładowania na trasie linii – w ramach strategii szybkiego ładowania. Stosowany czas ładowania autobusu poprzez pantograf zainstalowany na pętli lub przystanku zależy od dopuszczalnego czasu postoju autobusu i waha się od kilku do kilkunastu minut.

Takie rozwiązanie wymaga jednak budowy na wybranych pętlach stacji pantografowego ładowania pojazdów. Budowa stacji dla jednego lub dwóch stanowisk to dodatkowy wydatek rzędu od 1,5 mln zł wzwyż. Uzyskanie warunków zasilania i pozwoleń na budowę to także proces długotrwały, który wymaga podjęcia decyzji o realizacji inwestycji z kilkuletnim wyprzedzeniem.

Jeszcze innym rozwiązaniem jest napęd elektryczny z podstawowym zasilaniem energią elektryczną wytwarzaną podczas jazdy w wodorowym ogniwie paliwowym. Autobus wyposażony w taki napęd posiada baterie o znacznie mniejszej pojemności – mające jedynie charakter wyrównawczy – podobnie jak zestawy baterii w autobusach hybrydowych.

Autobusy 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 zarówno wysoki koszt ogniwi paliwowych, co wpływa na zwiększoną cenę autobusów elektrycznych wyposażonych w takie ogniwa, jak i mocno ograniczona dostępność źródeł wodoru. Nie bez znaczenia są także wysokie koszty zapewnienia bezpieczeństwa eksploatacji takich pojazdów, gdyż wodór, przy odpowiednim stosunku objętościowym, tworzy z powietrzem mieszaninę wybuchową. Wymaga to m.in. odpowiedniego dostosowania obiektów zajezdni.

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

Istotnym utrudnieniem jest nadal brak w Polsce dostępnych stacji tankowania wodoru. Pierwsze stacje tankowania wodoru pod marką Neso Bus funkcjonują już w Gdańsku, Rybniku i Warszawie, a w budowie są w Gdyni, Lublinie i we Wrocławiu. Plany budowy ogólnodostępnych stacji tankowania wodoru posiada też Grupa ORLEN, która uruchomiła już taką stację w Poznaniu. Stację tankowania wodoru w Solcu Kujawskim uruchomił natomiast inwestor prywatny.

Oferowane na rynku są także lokalne stacje tankowania z wykorzystaniem elektrolizerów, do instalacji np. na terenie zajezdni autobusowej, wymagają one jednak poniesienia znaczących dodatkowych nakładów inwestycyjnych.

Wadą pojazdów z wodorowymi ogniwami paliwowymi są także znaczące koszty ich eksploatacji wynikające z wciąż wysokiej ceny wodoru o wymaganej czystości (np. Gdańsku, Rybniku i w Warszawie wg stanu na dzień 30 września 2024 r. – 69 zł za kg).

W przypadku zamiaru nabycia dla tomaszowskiej komunikacji miejskiej co najmniej kilkunastu autobusów wodorowych, występuje znaczne prawdopodobieństwo uruchomienia stacji tankowania tego paliwa także w Tomaszowie Mazowieckim. Proces inwestycyjny, od podjęcia zamiaru do uruchomienia stacji, jest jednak długotrwały, dlatego ewentualne wprowadzenie do eksploatacji autobusów elektrycznych z ogniwami paliwowymi byłoby realne w perspektywie ok. 4-5 lat, np. z wykorzystaniem kolejnego horyzontu finansowania Unii Europejskiej.

Autobusy wyposażone w ogniwa paliwowe stanowią jak dotychczas niewielki udział we flocie pojazdów komunikacji miejskiej w Polsce, stosunkowo niewielkie są także doświadczenia związane z ich eksploatacją. Zakup takich autobusów wiąże się bowiem z ryzykiem towarzyszącym tej nowatorskiej technologii oraz z ryzykiem braku stabilności ceny wodoru.

Ze względu na opisane wyżej uwarunkowania, w niniejszej analizie nie uwzględniono więc takiego wariantu zasilania zeroemisyjnych autobusów elektrycznych.

Możliwymi do zastosowania systemami ładowania autobusów zeroemisyjnych w Tomaszowie Mazowieckim są:

- plug-in – stosowany podczas postoju nocnego autobusów o dużej pojemności baterii;
- pantografowy – stosowany na pętlach podczas wydłużonych przerw w kursowaniu autobusów.

Główną zaletą pierwszego z rozwiązań jest możliwość kierowania autobusów zeroemisyjnych do obsługi obecnych zadań. Główną wadą jest natomiast zmniejszona pojemność pasażerska autobusów i pewne ryzyko niewykonania w całości najdłuższych zadań przewozowych w skrajnych warunkach pogodowych.

Główną zaletą drugiego z rozwiązań jest większa pojemność pasażerska autobusów i pewność całodobowej pracy pojazdu. Główną wadą jest natomiast brak możliwości skierowania autobusów zeroemisyjnych do obsługi dowolnych zadań przewozowych, gdyż występuje ograniczenie w postaci planowania zadań dla autobusów elektrycznych z postojami wyrównawczymi na krańcówkach wyposażonych w ładowarki pantografowe.

4.4. Plan wymiany taboru

W niniejszej Analizie przyjęto, że po wygaśnięciu z końcem grudnia 2028 r. umowy wykonawczej nr WGD.272.1.3.2013 z dnia 31 grudnia 2013 r., zawarta zostanie przez Miasto z MZK sp. z o.o. nowa wieloletnia umowa wykonawcza, na warunkach zbliżonych do obecnych oraz że umowa ta będzie obowiązywać co najmniej do końca okresu analizy.

W rezultacie przeprowadzonej w poprzednich podrozdziałach wstępnej analizy, a także powyższych założeń, zidentyfikowano trzy warianty przyszłego wyposażenia taborowego tomaszowskiej komunikacji miejskiej:

- 1-konwencjonalny – w którym założono wymianę jednostek taborowych na pojazdy fabrycznie nowe, z analogicznym jak obecnie napędem i analogicznej klasy pojemnościowej;
- 2-elektryczny A, w którym założono:
 - w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności – sukcesywne wprowadzanie bateryjnych autobusów elektrycznych z ładowaniem pantografowym na pętlach oraz uzupełniającym plug-in w zajezdni;
 - w pozostałym zakresie – wymianę jednostek taborowych na fabrycznie nowe autobusy z analogicznym jak obecnie napędem i analogicznej klasy pojemnościowej;

- 3-elektryczny B, w którym założono:
 - w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności – sukcesywnie wprowadzanie bateryjnych autobusów elektrycznych wyposażonych w baterie dużej pojemności, ładowane plug-in podczas postoju nocnego w zajezdni;
 - w pozostałym zakresie – wymianę jednostek taborowych na fabrycznie nowe autobusy z analogicznym jak obecnie napędem i analogicznej klasy pojemnościowej.

Dla potrzeb analizy przyjęto realizację projektu zakupu 12 autobusów elektrycznych w ramach Strategii Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych Miejskiego Obszaru Funkcjonalnego Tomaszów Mazowiecki – Opoczno na lata 2021-2027, z dofinansowaniem z programu Fundusze Europejskie dla Łódzkiego 2021-2027. Okresy dostaw taboru zeroemisyjnego dostosowano w niniejszej analizie w maksymalnym stopniu do wymogów postawionych w ustawie o elektromobilności.

Powyższe założenie służy jedynie porównaniu kosztów i korzyści w poszczególnych wariantach, w związku z czym ma znaczenie wyłącznie teoretyczne, ponieważ rzeczywisty zakres wymiany taboru wynikać będzie z możliwości pozyskania wsparcia środkami pomocowymi oraz możliwości finansowych budżetu.

Wymianę eksploatowanych pojazdów na fabrycznie nowe przyjęto w wariantcie konwencjonalnym jako dwa pojazdy rocznie począwszy od 2026 r., a dla pojazdów hybrydowych – sukcesywnie w ciągu 3 lat po upływie 15 lat eksploatacji. Wymianę autobusów spalinowych na zeroemisyjne przyjęto w latach zakupu autobusów elektrycznych. Wymianę autobusów hybrydowych przyjęto tak jak w wariantcie konwencjonalnym, z tym że w wariantcie elektrycznym B ujęto dodatkową wymianę 3 takich najbardziej wyeksploatowanych pojazdów.

Poza opisanymi wyżej wariantami inwestycyjnymi utworzono także scenariusz bazowy, o charakterze wyłącznie porównawczym, w którym założono wykorzystywanie obecnego taboru do osiągnięcia wieku 20 lat, bez zakupu pojazdów zeroemisyjnych, z wyjątkiem autobusów najstarszych, których wymianę założono od 2025 r. po 2 szt. rocznie. W scenariuszu tym założono, że wycofywane klasyczne autobusy zasilane olejem napędowym zastępowane będą używanymi pojazdami w średnim wieku 8 lat, natomiast autobusy hybrydowe będą zastępowane fabrycznie nowymi, z uwagi na brak dostępności na rynku używanych autobusów hybrydowych.

Wielkość wykonywanej pracy eksploatacyjnej we wszystkich wariantach analizy przyjęto w wartościach planowanych przez Miasto, tj. 1 591,7 tys. wozokilometrów rocznie. Aktualnie większość pracy eksploatacyjnej wykonują autobusy hybrydowe. W poszczególnych wariantach w miarę wymiany taboru przyjęto bardziej równomierne wykorzystanie pojazdów. Przewidywany roczny przebieg dla autobusu elektrycznego założono w wysokości 45 tys. wzk.

W tabeli 5 przedstawiono planowaną wymianę taboru w wariantach 1-konwencjonalnym, 2-elektrycznym A i 3-elektrycznym B w latach 2025-2036. Harmonogram wymiany floty przedstawiono także w załączniku C. W tabeli 6 przedstawiono natomiast strukturę taboru w wariantach: 1-konwencjonalnym, 2-elektrycznym A i 3-elektrycznym B – w latach 2025-2036.

Klasy pojemnościowe wynikające z długości przyjęto wg wytycznych Ministerstwa Klimatu i Środowiska: mini – do 8,99 m, midi – od 9,00 do 10,99 m, maxi – od 11,00 do 13,00 m, mega 15 – od 13,01 do 16,00 m i mega 18 – powyżej 16,00 m.

Tab. 5. Harmonogram wymiany taboru tomaszowskiej komunikacji miejskiej w latach 2025-2036

Rodzaj napędu autobusu – klasa pojemnościowa	Wymiana w roku											
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Wariant 1-konwencjonalny												
BEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FCEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	8	8	9	0	0
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	8	8	9	-	-
Inne napędy, w tym:	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
– midi	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	2	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Wariant 2-elektryczny A												
BEV – razem, w tym:	7	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– midi	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	7	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FCEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	8	8	8	0	0
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	8	8	8	-	-
HEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Rodzaj napędu autobusu – klasa pojemnościowa	Wymiana w roku											
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Inne napędy, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wariant 3-elektryczny B												
BEV – razem, w tym:	7	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– midi	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	7	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FCEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	6	8	8	0	0
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	6	8	8	-	-
HEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inne napędy, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Źródło: opracowanie własne.

Tab. 6. Struktura taboru tomaszowskiej komunikacji miejskiej w latach 2025-2036

Rodzaj napędu autobusu – klasa pojemnościowa	Struktura na początek danego roku											
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Wariant 1-konwencjonalny												
Ogółem flota	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
BEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FCEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HEV – razem, w tym:	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Inne napędy, w tym:	8	132	110	143	143	143	143	143	143	143	143	143
– midi	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
– maxi	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
<i>Średni wiek pojazdów</i>	<i>11,8</i>	<i>8,2</i>	<i>9,2</i>	<i>7,9</i>	<i>8,9</i>	<i>9,9</i>	<i>10,9</i>	<i>10,2</i>	<i>7,5</i>	<i>4,5</i>	<i>5,5</i>	<i>6,5</i>
<i>Udział zeroemisyjnych we flocie [%]</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>

Rodzaj napędu autobusu – klasa pojemnościowa	Struktura na początek danego roku											
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Wariant 2-elektryczny A												
Ogółem flota	33	34	34	36	36	36	36	36	36	36	36	36
BEV – razem, w tym:	0	7	7	12	12	12	12	12	12	12	12	12
– midi	-	-	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2
– maxi	-	7	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10
FCEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HEV – razem, w tym:	25	25	25	24	24	24	24	24	24	24	24	24
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	25	25	25	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Inne napędy, w tym:	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– midi	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Średni wiek pojazdów</i>	<i>11,8</i>	<i>8,2</i>	<i>9,2</i>	<i>8,1</i>	<i>9,1</i>	<i>10,1</i>	<i>11,1</i>	<i>12,1</i>	<i>9,7</i>	<i>7,2</i>	<i>4,4</i>	<i>5,4</i>
<i>Udział zeroemisyjnych we flocie [%]</i>	<i>0,0</i>	<i>20,6</i>	<i>20,6</i>	<i>33,3</i>	<i>33,3</i>	<i>33,3</i>	<i>33,3</i>	<i>33,3</i>	<i>33,3</i>	<i>33,3</i>	<i>33,3</i>	<i>33,3</i>

Rodzaj napędu autobusu – klasa pojemnościowa	Struktura na początek danego roku											
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Wariant 3-elektryczny B												
Ogółem flota	33	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
BEV – razem, w tym:	0	7	7	12	12	12	12	12	12	12	12	12
– midi	-	-	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2
– maxi	-	7	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10
FCEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HEV – razem, w tym:	25	25	25	22	22	22	22	22	22	22	22	22
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	25	25	25	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Inne napędy, w tym:	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– midi	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Średni wiek pojazdów</i>	<i>11,8</i>	<i>8,2</i>	<i>9,2</i>	<i>7,9</i>	<i>8,9</i>	<i>9,9</i>	<i>10,9</i>	<i>11,9</i>	<i>10,2</i>	<i>7,5</i>	<i>4,5</i>	<i>5,5</i>
<i>Udział zeroemisyjnych we flocie [%]</i>	<i>0,0</i>	<i>20,6</i>	<i>20,6</i>	<i>35,3</i>	<i>35,3</i>	<i>35,3</i>	<i>35,3</i>	<i>35,3</i>	<i>35,3</i>	<i>35,3</i>	<i>35,3</i>	<i>35,3</i>

Źródło: opracowanie własne.

W każdym wariantcie założono, że nabywane fabrycznie nowe pojazdy będą niskopodłogowe, wymalowane w barwy miejskie, wyposażone w: klimatyzację całopojazdową, rampę, przyklęk i miejsce na wózek, system elektronicznej informacji pasażerskiej z zapowiedziami głosowymi przystanków i wyświetlaczami, system GPS, system zliczania pasażerów, Wi-Fi i ładowarki USB oraz monitoring wewnętrzny i zewnętrzny.

Wprowadzony zmianą ustawy o elektromobilności nowy art. 68a, w ust. 3 zobowiązał wszystkich zamawiających, a takim jest Gmina Miasto Tomaszów Mazowiecki, do zapewnienia udziału autobusów (kategorii M3, klas A i I) wykorzystujących do napędu paliwa alternatywne, w całkowitej liczbie autobusów objętych zamówieniami, w wysokości 32% w okresie od 24 grudnia 2021 r. do 31 grudnia 2025 r. oraz 46% w okresie od 1 stycznia 2026 r. do 31 grudnia 2030 r., przy czym połowy tych udziałów – odpowiednio 16 i 32% – muszą stanowić autobusy zeroemisyjne. Do wskazanych w przepisie zamówień zalicza się zlecenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego oraz zakup, a także dzierżawę, wynajem lub leasing taboru autobusowego z opcją zakupu. Do paliw alternatywnych zalicza się natomiast energię elektryczną oraz paliwa stanowiące substytut paliw pochodzących z ropy naftowej, w szczególności: wodór, biopaliwa ciekłe, CBG (biogaz) i LNG, w tym pochodzące z biometanu oraz LPG.

W 2028 r. kończy się wydłużony okres obowiązywania umowy wykonawczej zawartej przez Miasto z MZK sp. z o.o. W wyliczaniu udziałów minimalnych dla okresu 2026-2030 i dla Miasta będzie uwzględniana flota pojazdów MZK sp. z o.o. oraz wszystkie autobusy fabrycznie nowe nabyte w tym czasie przez Miasto.

Planowana w latach 2026-2030 realizacja przez Miasto zakupu 12 szt. autobusów elektrycznych w ramach projektu inwestycyjnego z zewnętrznym wsparciem finansowym z programu Fundusze Europejskie dla Łódzkiego 2021-2027 i ich udostępnienie do eksploatacji MZK sp. z o.o. zapewni – wraz z flotą 34 lub 36 pojazdów MZK sp. z o.o. – wypełnienie nawet wygórowanych wymogów określonych w ustawie o elektromobilności dla tego okresu.

4.5. Wybór linii do obsługi taborem zeroemisyjnym

Wraz z wprowadzeniem autobusów elektrycznych do systemów transportowych, zwiększa się prestiż miasta oraz wzrasta jakość usług transportu miejskiego postrzegana przez jego mieszkańców (także tych niekorzystających w ogóle z komunikacji miejskiej). W rezultacie transport zbiorowy staje się bardziej konkurencyjny w stosunku do samochodu osobowego, zaś nowe środki transportu w większym stopniu zachęcają mieszkańców do korzystania z oferty komunikacji miejskiej. Zauważalne i kompleksowe unowocześnienie taboru komunikacji miejskiej – związane z wprowadzeniem do eksploatacji autobusów elektrycznych – skutkuje także zwiększeniem akceptacji społecznej dla restrykcji wobec motoryzacji indywidualnej.

Celem środowiskowym wprowadzenia autobusów elektrycznych jest zmniejszenie lokalnej emisji zanieczyszczeń powietrza oraz zmniejszenie poziomu hałasu.

Istotne znaczenie dla rozwoju elektromobilności w transporcie miejskim ma także zewnętrzne dofinansowanie zakupów taboru zeroemisyjnego oraz instalacji go zasilających. Autobusy elektryczne są bowiem nadal droższe od spalinowych.

Celem, jaki Miasto zamierza osiągnąć określonym wyborem linii, jest ograniczenie wykorzystania autobusów z napędem spalinowym w centralnej części Tomaszowa Mazowieckiego oraz w największych osiedlach mieszkaniowych. Liniami komunikacyjnymi, które byłyby odpowiednie do obsługi taboru zeroemisyjnym, powinny być więc takie, których trasa w głównej mierze obejmuje część miasta o gęstej zabudowie mieszkaniowej.

W opracowanej w 2021 r. „Analizie 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, o których mowa w ustawie z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji dla miasta Tomaszowa Mazowieckiego” przeprowadzono analizę tras linii przewidzianych do elektryfikacji.

W analizie tej zaproponowano, aby następujące linie obsługiwane były taboru zeroemisyjnym:

- w pierwszej kolejności – linia podstawowa 8, ze stacją ładowania na pętli Białobrzezi, z wydłużeniem wszystkich kursów do tej pętli;
- w drugiej kolejności – linie uzupełniające: 1, 7 i 9, ze stacją ładowania szybkiego na pętli przy Dworcu PKS/PKP (dwa stanowiska);
- w trzeciej kolejności – linia 4, korzystająca ze stacji ładowania na jednej z pętli: Zawadzka, Brzustówka albo Modrzewskiego – Niebieskie Źródła, w zależności od możliwości instalacji urządzeń;
- w następnej kolejności – w miarę potrzeb kolejne linie oraz dodatkowe stacje ładowania szybkiego.

W przywołanym dokumencie uznano, że w przypadku elektryfikacji linii podmiejskich niezbędne byłoby urządzenie stacji ładowania szybkiego przy pl. Kościuszki, z jednym lub więcej stanowiskami.

Przy założeniu dalszego stosowania zasady częstych zmian w przypisaniu pojazdów do linii, zapewniającej wymierne korzyści eksploatacyjne, uznano za konieczne przeprojektowanie rozkładów jazdy tak, aby każdy autobus co maksymalnie dwa lub trzy pełne kółka kończył kurs na pętli z ładowarką.

W okresie od opracowania analizy kosztów i korzyści w 2021 r. nastąpił znaczny rozwój technologii magazynowania energii. W rezultacie producenci autobusów miejskich w coraz szerszym zakresie wprowadzali do sprzedaży autobusy wyposażone w baterie dużej pojemności. System ładowania autobusów elektrycznych plug-in podczas ich nocnego postoju stał się, w przypadkach miast z niewielkimi deniwelacjami, niemal równoważny do systemu regularnego doładowywania szybkiego podczas postoju na pętli.

W Tomaszowie Mazowieckim w szerokim zakresie stosuje się zmiany w przypisaniu pojazdów do linii, na dużą skalę praktykowana jest obsługa zadań wieloliniowych. Autobusy w trakcie dnia pracy (dziennego zadania z liniami łączonymi) obsługują najczęściej kilka linii, niekiedy o skrajnie różnej charakterystyce ruchowej tras (miejskie/podmiejskie itp.).

Tomaszów Mazowiecki nie posiada znaczących wzniesień terenu, rzędne terenu wahają się od 159 do 177 m n.p.m. Nie ma więc na tyle dużych różnic wysokości terenu, które musiałby pokonywać autobusy w każdym kursie na swojej trasie, nadmiernie rozładowując baterie. Nie stanowi to więc bariery w wyborze linii w granicach miasta przeznaczonych do elektryfikacji. Znacznie większe zróżnicowanie terenu występuje w obszarach podmiejskich, gdzie rzędne osiągają nawet 186 m n.p.m., ale nadal nie są to jednak różnice wykluczające zastosowanie bateryjnych autobusów elektrycznych.

Rozwiązanie polegające na zakupie autobusów z bateriami dużej pojemności pozwoliłoby na kierowanie autobusów zeroemisyjnych do obsługi zadań całodziennych bez konieczności przebudowy obecnego ich układu. W takiej sytuacji nie byłoby jednak możliwe jednoznaczne wskazanie konkretnych linii obsługiwanych autobusami zeroemisyjnymi.

Odwrotna sytuacja występowałaby przy wyborze wersji autobusów z mniejszymi bateriami wyposażonymi w pantograf. Autobus taki musiałby mieć wyznaczony co kilka kursów postój na pętli z ładowarką pantografową na tyle długi, aby móc uzupełnić w bateriach zużyta energię.

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

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

- w pierwszej kolejności linie:
 - w wariantcie elektrycznym A: podstawowa 4 – z ładowarką pantografową w lokalizacji zależnej od analizy technicznych możliwości doprowadzenia zasilania oraz uzupełniająca: 1, 2 i 6 – najlepiej z ładowarką pantografową na pętli Dworzec PKS/PKP (o ile będzie to technicznie możliwe);
 - w wariantcie elektrycznym B – podstawowe 4 i 8;
- w następnej kolejności linie:
 - w wariantcie elektrycznym A: uzupełniająca: 3, 4A i 9 – z ładowarką pantografową na pętli Ludwików Jana oraz uzupełniająca 7 – z ładowarką pantografową na pętli Smugowa,
 - w wariantcie elektrycznym B: uzupełniająca: 1, 2, 3, 5, 6, 7 i 9.

W wariantcie elektrycznym B na wymienionych liniach autobusy elektryczne kierowane byłyby do obsługi wybranych zadań przewozowych – dostosowanych do możliwości dziennych przebiegów elektrobusew. Wyposażenie autobusów elektrycznych w baterie o dużej pojemności umożliwi w dalszym ciągu dokonywanie zmian w przypisaniu pojazdów do linii w skali dnia na szeroką skalę.

Kolejność elektryfikacji linii może oczywiście ulegać zmianom w zależności od możliwości pozyskania środków zewnętrznych na zakup taboru, a także innych działań organizacyjnych, w tym zmiany konstrukcji zadań przewozowych w związku ze zmianami rozkładów jazdy, np. wskutek zmian potrzeb pasażerów albo możliwościami budżetowymi miasta i gmin ościennych.

Wraz z realizacją kolejnych etapów elektryfikacji poszczególnych linii, odpowiedniej rozbudowie będzie podlegała stacja ładowania wolnego (nocnego) w zajezdni MZK sp. z o.o. przy ul. Warszawskiej 109/111 – poprzez instalację kolejnych stanowisk, docelowo po jednym na autobus. W wariantcie elektrycznym A moc stanowiska ładowania powinna wynosić ok. 60 kW. W celu zapewnienia ładowania baterii autobusów dużej pojemności w wariantcie elektrycznym B, moc pojedynczego stanowiska do ładowania powinna być nie mniejsza niż 120 kW.

Wraz z wyborem linii do obsługi taborem zeroemisyjnym, należy także określić niezbędną pojemność baterii autobusu.

Zużycie energii przez przeciętny autobus elektryczny zależne jest nie tylko od nowoczesności zastosowanych rozwiązań (wyższa sprawność urządzeń, ograniczenie zwykłego zużycia energii przez nowe technologie), ale także od liczby zainstalowanych urządzeń korzystających z pokładowej energii elektrycznej. W eksploatowanych już elektrobusech pobór energii przez

urządzenia pokładowe sięga nawet 35% całości jej zużycia. Dotyczy to nie tylko systemów funkcjonowania pojazdu (zasilanie w sprężone powietrze, wentylacja i klimatyzacja, oświetlenie wewnętrzne, obsługa autokomputera i urządzeń towarzyszących, łączność z serwerami i dyspozytorem, itp.), ale także elementów informacji i obsługi pasażerskiej oraz komfortu przewozu i zapewnienia bezpieczeństwa. Znaczącymi odbiornikami energii w pojeździe elektrycznym są: system i wyświetlacze informacji pasażerskiej, w tym zapowiedzi głosowe kolejnych przystanków, monitoring, systemy biletowe, systemy zliczania pasażerów, sieć Wi-Fi i porty USB, klimatyzacja przestrzeni pasażerskiej itd.

Istotne znaczenie ma wyposażenie pojazdu w dodatkowe odbiorniki energii, takie jak ogrzewanie elektryczne i klimatyzacja. Szczególnie wysokie zużycie energii generują systemy ogrzewania w miesiącach zimowych i klimatyzacji w letnich. Przeciętne zużycie energii przez obecnie eksploatowane autobusy elektryczne w komunikacji miejskiej waha się od 0,8 do ponad 2,0 kWh/km, w zależności od klasy pojazdu i obsługiwanego sezonu. Mniejsze poziomy zużycia mają jedynie pojazdy mini. Zużycie energii przez autobus zależy także od rozwiązań przyjętych przez producenta pojazdu, w szczególności od pojemności i ciężaru zainstalowanych baterii.

Można założyć, że przy eksploatacji taboru około 12-metrowego i przy standardowym dla tomaszowskiej komunikacji miejskiej wyposażeniu, bez ogrzewania elektrycznego, przy obsłudze obszarów o w miarę gęstej sieci ulic i w relatywnie trudnych warunkach ruchowych oraz specyfice klimatycznej miasta, średnie zużycie energii wyniesie ok. 1,1 kWh/km.

Intensywna praca klimatyzacji w okresie letnim spowodowałoby istotny wzrost zużycia energii w autobusach. Na podstawie doświadczeń innych miast należy przypuszczać, że pracująca w autobusie klimatyzacja w okresie upałów (temperatury w ciągu dnia powyżej 30°C) może zwiększać zużycie energii nawet o 0,20-0,30 kWh/km trasy. Zużycie energii przez klimatyzację można znacznie zmniejszyć poprzez zastosowanie jej wspomaganie pompą ciepła.

Jeszcze większe zużycie jednostkowe może wystąpić w okresie niskich temperatur przy zastosowaniu w autobusie wyłącznie ogrzewania elektrycznego. Zużycie energii na ogrzewanie wnętrza zależy od temperatur zewnętrznych oraz przyjętej temperatury wewnętrznej, ale także charakteru trasy – liczby, częstotliwości i czasu otwarcia drzwi pojazdu na przystanku. W skrajnych warunkach zużycie energii na ogrzewanie autobusu elektrycznego klasy maxi z trzema parami podwójnych drzwi może osiągnąć nawet 0,5 kWh/km trasy.

Cechą baterijnego autobusu elektrycznego powinna być możliwość obsłużenia całych zadań przewozowych nawet w skrajnych warunkach pogodowych – zarówno latem, jak i zimą. Rozwiązanie, w którym montuje się w pojazdach baterie o bardzo wysokiej pojemności wy-

łącznie dlatego, że przez kilka- lub kilkanaście dni w zimie wystąpią wyjątkowo niskie temperatury, nie wydaje się jednak zbyt racjonalne. Lepszym rozwiązaniem jest zamontowanie ogrzewania spalinowego lub ogrzewania elektrycznego wspomaganego piecem spalinowym, z zasilaniem pieca paliwem ekologicznym, np. LPG (jest to paliwo alternatywne). Rekomendowanym rozwiązaniem jest więc zakup autobusów zeroemisyjnych z ogrzewaniem wspomaganym dodatkowym piecem na LPG.

W tabeli 7 przedstawiono przykładowe szacunkowe wyliczenia zasięgu autobusów, przy różnej pojemności baterii – dla pojazdów klasy maxi, ładowanych wyłącznie w nocy. Przyjęto, że bateria autobusu nie może się rozładować poniżej poziomu 20% jej pojemności nominalnej. Uwzględniono także spadek pojemności baterii związany z jej wiekiem, na poziomie 1,5% rocznie. Założono, że baterie autobusów ładowane będą podczas postoju na placu w zajezdni. Obliczenia przeprowadzono dla dwóch mocy ładowania pojedynczego autobusu: 60 i 120 kW (przy przyjętej sprawności ładowarki 95%). Czas ładowania wyliczono dla baterii autobusu o pojemności odpowiednio: 210, 350, 420 i 480 kWh, przy założonym średnim zużyciu energii przy włączonej klimatyzacji, ale bez ogrzewania elektrycznego, w wysokości 1,3 kWh/km.

Tab. 7. Szacunek czasu ładowania nocnego baterii autobusów elektrycznych

Rodzaj autobusu	Pojemność baterii [kWh]			Czas ładowania baterii autobusu [godzin]				Zasięg autobusu [km]	
				mocą 60 kW		mocą 120 kW			
	nominalna	dośćępna	po 7 latach	nowe	po 7 latach	nowe	po 7 latach	nowe	po 7 latach
maxi	210	168	151,4	3,0	2,7	1,5	1,3	129	116
maxi	350	280	252,3	4,9	4,4	2,5	2,2	252	215
maxi	420	336	302,7	5,9	5,3	3,0	2,7	258	232
maxi	480	384	346,0	6,7	6,1	3,4	3,0	295	266

Źródło: opracowanie własne.

Zalecana pojemność baterii autobusów w wariantcie elektrycznym B to 480 kWh dla autobusu klasy maxi. Pojemność taka, przy ogrzewaniu elektrycznym, pozwoliłaby na wykonywanie wszystkich zadań całodziennych nawet już po kilku latach eksploatacji pojazdów.

W przypadku autobusów doładowywanych na trasie z zastosowaniem ładowarki pantografowej minimalna pojemność baterii mogłaby być znacznie mniejsza. Wymagana pojemność zależy od przebiegu pomiędzy ładowaniami. Dla autobusów bez ogrzewania elektrycznego w przypadku długości trasy pomiędzy ładowaniami 40 km, co odpowiada przeciętnie dwóm lub trzem parom kursów miejskich, minimalna pojemność baterii wynosiłaby ok. 80 kWh. Zastosowanie ogrzewania elektrycznego zwiększa wymaganą pojemność baterii do co najmniej 100

kWh. Obecnie coraz częściej wykorzystuje się jednak autobusy dostosowane do ładowania poprzez pantograf z dużą większą pojemnością baterii, nawet ponad 200 kWh. Rozwiązanie takie pozwala na zastosowanie ładowarki pantografowej mniejszej mocy, np. 250 kWh, bowiem taki autobus w ciągu dnia znaczną część trasy pokonuje wykorzystując energię zgromadzoną w bateriach podczas ładowania nocnego.

Zalecaną i przyjętą w niniejszej analizie pojemnością baterii autobusu ładowanego z wykorzystaniem pantografu jest 180 kWh, a minimalną mocą pantografu – 300 kW.

5. Analiza finansowo-ekonomiczna

5.1. Analiza sytuacji finansowej Miasta i wpływu wymiany pojazdów na jej stabilność

Organizatorem tomaszowskiej komunikacji miejskiej jest Prezydent Miasta Tomaszowa Mazowieckiego. Miasto zawarło jedną umowę wykonawczą z MZK sp. z o.o. jako podmiotem wewnętrznym.

Miasto ponosi wydatki bieżące na świadczenie przez operatora usług przewozowych realizowanych w komunikacji miejskiej.

W tabeli 8 przedstawiono wykonanie budżetu Miasta Tomaszowa Mazowieckiego w latach 2020-2023 oraz plan na 2024 r. – według stanu na dzień 30 września 2024 r.

Tab. 8. Budżet Miasta Tomaszowa Mazowieckiego w latach 2020-2023 i plan na 2024 r. [mln zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach			Plan na 2024 r.
		2021	2022	2023	
1	Dochody	330,46	347,94	326,94	405,46
1a	– dochody bieżące	319,72	329,94	307,38	336,72
1aa	– w tym lokalny transport zbiorowy	2,70	3,46	3,80	4,44
1b	– dochody majątkowe	10,74	18,00	19,56	68,74
2	Wydatki	302,59	342,27	361,94	446,65
2a	– wydatki bieżące	284,73	306,94	288,53	328,48
2aa	– w tym lokalny transport zbiorowy	12,23	12,60	14,02	14,94
2b	– wydatki majątkowe	17,87	35,33	73,41	118,17
2bb	– w tym lokalny transport zbiorowy	0,00	0,85	1,00	0,70
3	Deficyt/nadwyżka	27,87	5,67	-35,00	-41,19
4	Deficyt/nadwyżka operacyjna	35,00	23,00	18,85	8,25
5	Finansowanie	6,66	11,56	55,74	41,19
5a	– w tym przychody	23,42	18,63	64,13	52,11
5b	– w tym rozchody	16,79	7,01	8,38	10,92
6	Zadłużenie na 31 grudnia	71,59	64,52	87,14	b.d.

Źródło: bip.tomaszow.miasta.pl, dostęp: 30.09.2024 r.

Miasto Tomaszów Mazowiecki w latach 2021-2023 osiągało początkowo dodatni, a następnie ujemny wynik budżetu, ale w całym okresie wykazywało nadwyżkę operacyjną, choć była ona wyraźnie malejąca. Wyjątkowo znaczący był w okresie od 2021 r. do 2024 r. wzrost

wydatków majątkowych, ich wysokość w 2024 r. zaplanowana została jako ponad 6-krotnie wyższa niż w 2021 r.

Wzrastające wydatki majątkowe wymagały jednak istotnego wzrostu zadłużenia Miasta. Sytuacja finansowa Miasta pogorszyła się w latach 2023-2024, w których zanotowano już wysoki deficyt budżetowy, przy nadal występującej nadwyżce operacyjnej, ale już stosunkowo niewielkiej.

W okresie tym, pomimo znacznych utrudnień spowodowanych skutkami pandemii COVID oraz rozpoczętych działań wojennych Federacji Rosyjskiej w Ukrainie, budżet Miasta był w stanie pokryć wydatki bieżące, w tym związane z finansowaniem publicznego transportu zbiorowego.

Sytuację budżetów polskich miast w latach 2022-2024 należy ocenić jako dość trudną i dotyczy to także budżetu Tomaszowa Mazowieckiego. Lata 2021-2023 to także okres wzrastającej inflacji, wynoszącej średniorocznie odpowiednio: 8,2, 14,4 i 11,4%. Wysoka inflacja w tym okresie nie znalazła odzwierciedlenia we wzroście dochodów Miasta, które w tym czasie spadły o 1,1%, wobec skumulowanej inflacji na poziomie aż 37,6%.

W 2023 r. na brak istotnego wzrostu dochodów jednostek samorządu terytorialnego, a w niektórych miastach – w tym w Tomaszowie Mazowieckim – nawet spadku, znaczny wpływ miało wprowadzenie w latach zmian ustawowych, szczególnie dotyczących podatku PIT. Wobec zapowiadanych w bieżącym roku zmian w finansowaniu samorządów, ich gorsza sytuacja finansowa może mieć charakter jedynie przejściowy. Pojawienie się w latach 2022-2023 wysokiego deficytu budżetu w Tomaszowie Mazowieckim można więc uznać za przejściowy efekt zmian w rozliczeniach podatkowych wynikających z wprowadzania Polskiego Ładu oraz wysokiego poziomu wykonanych i planowanych nakładów inwestycyjnych.

Wydatki na lokalny transport zbiorowy w latach 2021-2023 znacznie poniżej inflacji: ich skumulowany wzrost wyniósł 14,6%, wobec poziomu skumulowanej inflacji – 37,6%. Wydatki bieżące musiały być uzupełniane wydatkami majątkowymi – podwyższeniami kapitałów własnych MZK sp. z o.o.

Zaplanowane w 2024 r. w ramach lokalnego transportu zbiorowego wydatki na usługi związane z wykonywaniem przewozów publicznego transportu zbiorowego, nie odpowiadają inflacyjnemu wzrostowi kosztów operatora.

Wieloletnia Prognoza Finansowa na lata 2024-2035, w wersji która została przyjęta przez Radę Miejską Tomaszowa Mazowieckiego w dniu 26 września 2024 r., przewiduje znaczne zmniejszenie wydatków inwestycyjnych w następnych 10 latach (do poziomu początkowo 50,

a potem 17-36 mln zł rocznie) i systematyczne zmniejszanie deficytu – aż do osiągnięcia nadwyżki budżetowej ale dopiero w 2027 r., a następnie jej utrzymywanie w kolejnych latach na poziomie nie niższym niż 7 mln zł.

W Prognozie ujęto przedsięwzięcie „Zakup niskoemisyjnego taboru publicznego transportu zbiorowego wraz z infrastrukturą towarzyszącą w Tomaszowie Mazowieckim – Etap II”, z wydatkami na poziomie 4 mln zł, zaplanowanymi w 2027 r. Bardzo wiele zadań inwestycyjnych dotyczy natomiast budowy i przebudowy dróg.

Występowanie nawet okresowego deficytu budżetowego stwarza pewne ograniczenia w wydatkach Miasta na lokalny transport zbiorowy w latach następnych.

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 występowała w Tomaszowie Mazowieckim w latach 2021-2023, kiedy to wysokość nadwyżki była stale wyższa od 18 mln zł. Wysokość zaplanowanej nadwyżki w 2024 r. jest natomiast na poziomie znacznie niższym od wykonania lat 2021-2023. Można mieć jednak nadzieję, że poprawiająca się sytuacja gospodarcza w kraju oraz planowane zmiany finansowania samorządów wpłyną na osiągnięcie wyników lepszych niż zaplanowane.

Sytuację budżetu w latach 2021-2022 można uznać za dość dobrą, natomiast na podstawie realizacji budżetu za 2023 r. i planu na 2024 r. – już za dość trudną.

Realizowane i planowane wydatki na lokalny transport zbiorowy determinowane są także prowadzonymi i przewidywanymi inwestycjami infrastrukturalnymi, a w przyszłości – również taborowymi. W latach 2021-2024 znaczące wydatki na inwestycje w transporcie zbiorowym nie zostały zaplanowane. Miasto może jednak uczestniczyć w realizacji polityki odnowy taboru, szczególnie przy wysokim wsparciu unijnymi środkami pomocowymi.

Wielkość realizowanych obecnie średniorocznie wydatków majątkowych Miasta wskazuje na ograniczoną zdolność do udziału w realizacji programu odnowy taboru. Wysokie wydatki realizowane przez Miasto na zakup taboru wymagałyby przeznaczenia znacznej części nadwyżki operacyjnej na zamierzenia inwestycyjne w zakresie lokalnego transportu zbiorowego oraz skorzystania ze środków pomocowych – w celu zmniejszenia wysokości udziału własnego w kosztach zakupu autobusów zeroemisyjnych i infrastruktury.

Finansowanie bieżące przewozów pasażerskich w ramach tomaszowskiej komunikacji miejskiej wydaje się być w okresie analizy niezagrażone.

5.2. Ocena sytuacji finansowej operatora

Jedynym operatorem świadczącym przewozy w tomaszowskiej komunikacji miejskiej jest MZK sp. z o.o. – podmiot wewnętrzny Miasta. Przewozy wykonywane są na podstawie umowy wykonawczej nr WGD.272.1.3.2013, obowiązującej do dnia 31 grudnia 2028 r. Zgodnie z tą umową operator otrzymuje rekompensatę wyliczaną zgodnie z postanowieniami rozporządzenia 1370/2007, która jest księgowana w MZK sp. z o.o. jako dotacja. W ramach umowy wykonawczej MZK sp. z o.o. prowadzi także sprzedaż biletów komunikacji miejskiej dla osób nieposiadających Karty Tomaszowianina i Tomaszowskiej Karty Komunikacyjnej.

W tabeli 9 przedstawiono rachunek zysków i strat MZK sp. z o.o. – wykonanie w latach 2021-2023.

Tab. 9. Rachunek zysków i strat MZK sp. z o.o. dla lat 2021-2023 [tys. zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach		
		2021	2022	2023
1	Przychody ze sprzedaży	8 892,9	20 331,7	19 404,5
1a	– w tym przychody ze sprzedaży produktów	976,8	1 452,7	1 551,1
1b	– w tym przychody ze sprzedaży towarów i mat.	7 860,5	18 812,5	17 938,1
2	Koszty działalności operacyjnej	25 472,1	37 604,7	37 492,0
2a	Amortyzacja	6 164,3	6 135,1	6 144,5
2b	Zużycie materiałów i energii	2 478,6	3 484,8	2 979,2
2c	Usługi obce	885,2	920,5	1 048,0
2d	Podatki i opłaty	293,7	348,4	368,0
2e	Wynagrodzenia	6 176,1	6 814,6	7 666,9
2f	Ubezpieczenia społeczne i inne świadczenia	1 540,9	1 653,8	1 847,2
2g	Pozostałe koszty rodzajowe	472,7	393,0	363,0
2h	Wartość sprzedanych towarów i materiałów	7 460,8	17 854,5	17 075,1
3	Zysk ze sprzedaży	-16 579,3	-17 273,0	-18 087,5
4	Pozostałe przychody operacyjne	13 664,0	14 186,0	15 094,2
4a	– w tym dotacje	12 921,0	13 550,3	14 882,7
5	Pozostałe koszty operacyjne	727,3	673,8	276,3
6	Zysk z działalności operacyjnej	-3 642,6	-3 760,7	-3 269,6
7	Przychody finansowe	1,7	109,7	157,1
8	Koszty finansowe	169,8	841,3	924,0
9	Zysk brutto	-3 810,7	-4 492,3	-4 036,4
10	Podatek dochodowy i inne obciążenia	10,8	11,3	-19,3
11	Zysk netto	-3 821,5	-4 503,6	-4 017,2

Źródło: https://ekrs.ms.gov.pl/rdf/pd/search_df, dostęp: 30.09.2024 r.

MZK sp. z o.o. poza działalnością przewozową w ramach komunikacji miejskiej zarządza strefą płatnego parkowania oraz świadczy usługi diagnostyczne, mycia pojazdów, ozonowania, warsztatowe, reklamowe, parkingowe i inne.

Miasto przeprowadza coroczny audyt wykonywany przez niezależnego audytora – w celu sprawdzenia, czy wielkość przekazanej rekompensaty jest właściwa i czy nie jest ona nadmierna. Audytor uwzględnia przy tym ustaloną pomiędzy stronami umowy wykonawczej zasadę pomniejszania rekompensaty o amortyzację środków trwałych będących przedmiotem aportu wniesionego do Spółki w 2017 r.

Audyt za 2021 r. wykazał niedopłatę rekompensaty liczonej z uwzględnieniem pomniejszenia w kwocie 56,5 tys. zł, a w przypadku uwzględnienia pełnych kosztów – w wysokości 5 164,3 tys. zł. Z kolei audyt za 2022 r., po uwzględnieniu podwyższenia kapitałów Spółki o kwotę 850 tys. zł, wykazał przy pomniejszeniach niewielką nadpłatę w wysokości 22,7 tys. zł, natomiast przy uwzględnieniu pełnych kosztów – niedopłatę w wysokości 4 667,6 tys. zł.

W 2023 r. zmieniono zasadę pomniejszania rekompensaty z wysokości amortyzacji na wysokość spłat rat kredytowych. Audyt rekompensaty uwzględnił przekazane Spółce dokapitalizowanie w wysokości 1 000 tys. zł i wykazał, że w przypadku uwzględnienia pomniejszenia, wystąpiła nadpłata w wysokości 65,4 tys. zł, a w przypadku uwzględnienia wszystkich kosztów – niedopłata w wysokości 3 663,9 tys. zł. Jednocześnie audyty za lata 2022 i 2023 wskazały na brak możliwości spełnienia przez MZK sp. z o.o. warunku prowadzenia 80% działalności na rzecz Miasta i podmiotów od niego zależnych przy stosowaniu miary przychodowej lub kosztowej. Audytor przyjął więc inną miarę, opartą na zaangażowaniu czasu pracy pracowników w poszczególne rodzaje działalności MZK sp. z o.o.

Zgodnie ze raportem z audytu za 2023 r. stawka jednostkowa kosztów przewozów pasażerów w komunikacji miejskiej wyniosła 14,30 zł za wozokilometr. Biorąc pod uwagę znaczną wysokość rocznej amortyzacji (4,30 zł/wzkm), bez jej uwzględniania wysokość kosztów wyniosła 10,00 zł/wzkm. Stawkę taką należy uznać za przeciętną. Z kolei średnia stawka rekompensaty wynosiła w tym roku 9,80 zł za wozokilometr, była więc nieco niższa od stawki ponoszonych kosztów.

Stałe utrzymywanie stawki rekompensaty niższej od kosztów ponoszonych przez operatora byłoby zagrożeniem dla utrzymania bieżącej płynności MZK sp. z o.o. Brak pokrycia amortyzacji w przekazywanej rekompensacie nie pozwala Spółce na akumulację kapitału w celu realizacji programu odnowy taboru.

W tabelach 10 i 11 przedstawiono bilans MZK sp. z o.o. – wykonanie w latach 2021-2023.

Tab. 10. Bilans MZK sp. z o.o. – aktywa, wykonanie w latach 2021-2023 [tys. zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach		
		2021	2022	2023
A	Aktywa trwałe	36 001,5	30 009,4	24 007,5
I	Wartości niematerialne i prawne	3,8	0,0	0,0
II	Rzeczowe aktywa trwałe	35 891,7	29 914,7	23 893,6
1	Środki trwałe	35 891,7	29 914,7	23 858,6
2	Środki trwałe w budowie	0,0	0,0	35,0
3	Zaliczki na środki trwałe w budowie	0,0	0,0	0,0
III	Należności długoterminowe	0,0	0,0	0,0
IV	Inwestycje długoterminowe	0,0	0,0	0,0
V	Długoterminowe rozliczenia międzyokresowe	106,0	94,7	113,9
B	Aktywa obrotowe	3 934,3	4 899,9	4 957,6
I	Zapasy	231,4	194,2	76,9
II	Należności krótkoterminowe	512,6	747,8	439,5
III	Inwestycje krótkoterminowe	3 182,8	3 943,3	4 409,8
IV	Krótkoterminowe rozliczenia międzyokresowe	7,6	14,7	31,4
-	Aktywa razem	39 935,8	34 909,3	28 965,1

Źródło: https://ekrs.ms.gov.pl/rdf/pd/search_df, dostęp: 30.09.2024 r.

Tab. 11. Bilans MPK sp. z o.o. – pasywa – wykonanie w latach 2021-2023 [tys. zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach		
		2021	2022	2023
A	Kapitał własny	19 708,8	16 055,3	13 038,1
I	Kapitał podstawowy	37 451,0	37 451,0	37 451,0
II	Kapitał zapasowy	0,4	0,4	0,4
III	Kapitał z aktualizacji wyceny	0,0	0,0	0,0
IV	Pozostałe kapitały rezerwowe	0,0	850,0	1 000,0
V	Zysk z lat ubiegłych	-13 921,1	-17 742,5	-22 246,1
VI	Zysk/strata netto	-3 821,5	-4 503,6	-4 017,2
B	Zobowiązania i rezerwy na zobowiązania	20 226,9	18 854,0	15 927,0
I	Rezerwy na zobowiązania	557,7	498,3	599,7
II	Zobowiązania długoterminowe	12 716,4	11 212,1	9 707,8
	– w tym kredyty, pożyczki, papiery wartościowe	12 716,4	11 212,1	9 707,8
III	Zobowiązania krótkoterminowe	3 179,3	4 331,3	3 760,7
	– w tym kredyty, pożyczki, papiery wartościowe	749,8	1 501,3	1 504,3
IV	Rozliczenia międzyokresowe	3 733,6	2 812,2	1 858,7
-	Pasywa razem	39 935,8	34 909,3	28 965,1

Źródło: https://ekrs.ms.gov.pl/rdf/pd/search_df, dostęp: 30.09.2024 r.

Przyjęta zasada corocznego pomniejszania rekompensaty o wysokość amortyzacji środków trwałych wniesionych aportem albo o wysokość rat kredytowych, zabezpiecza przed ryzykiem przekazania rekompensaty nadmiernej w całym okresie obowiązywania umowy, skutkuje jednak stałym generowaniem wysokich strat w Spółce. Jednocześnie brak rozliczania strat kapitałami Spółki powoduje stale wzrastającą wartość strat z lat ubiegłych. Łącznie wykazane w bilansie straty przekroczyły poziom 2/3 kapitału podstawowego i były wyższe niż stan rzeczowych aktywów trwałych. Spółka posiada także znaczące zobowiązania kredytowe. MZK sp. z o.o. utrzymuje natomiast bieżącą płynność finansową na stałym, akceptowalnym poziomie.

Z opisanych wyżej przyczyn MZK sp. z o.o. nie posiada formalnej zdolności kredytowej i miałaby duże trudności w pozyskaniu dodatkowego zewnętrznego finansowania. Ponieważ jednocześnie generowane nadwyżki finansowe (EBITDA) nie są zbyt duże, Spółka w bardzo ograniczonym stopniu może uczestniczyć w finansowaniu wymiany taboru na zeroemisyjny.

W tabeli 12 przedstawiono podstawowe wskaźniki charakteryzujące sytuację finansową MZK sp. z o.o.

Tab. 12. Wskaźniki finansowe MZK sp. z o.o. w latach 2021-2023 [tys. zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wskaźniki w latach		
		2021	2022	2023
1	Wskaźnik płynności bieżącej	1,24	1,13	1,31
2	Wskaźnik płynności szybkiej	1,16	1,08	1,29
3	Wskaźnik ogólnego zadłużenia	0,51	0,54	0,55
4	Wskaźnik finansowania kapitałem własnym majątku	0,55	0,54	0,55
5	EBITDA [tys. zł]	2 522	2 374	2 874
6	ROE [%]	-19,4	-28,1	-30,8
7	ROA [%]	-10,6	-15,0	-16,7
8	Cykl regulowania należności [dni]	8,6	8,1	4,7
9	Cykl regulowania zobowiązań [dni]	53,2	46,7	40,0
10	Cykl rotacji zapasów [dni]	3,3	1,9	0,8
11	Rotacja aktywów	0,55	0,97	1,18
12	Rotacja środków trwałych	0,61	1,13	1,43

Źródło: opracowanie własne.

Sytuację finansową MPK sp. z o.o. w latach 2018-2020 należy uznać za stabilną, ale przy stosowanej formie wyliczania rekompensaty, jednocześnie raczej niekorzystną dla realizacji procesu odnowy taboru.

W celu zrealizowania odnowy floty Spółka może nabywać pojazdy jedynie korzystając z finansowania zewnętrznego, z wykorzystaniem leasingu. Zewnętrzne finansowanie operatora środkami zwrotnymi zwiększa jednak wysokość ponoszonych kosztów finansowych, a zatem i wyliczaną rekompensatę. Wykonanie całego programu inwestycyjnego w formie zakupu pojazdów fabrycznie nowych w wariantach elektrycznych bez wsparcia środkami pomocowymi europejskimi i krajowymi, będzie jednak niemożliwe.

Realizacja elementów programu przez MZK sp. z o.o. niemal na pewno wymagałaby dodatkowego wsparcia finansowego Miasta, a więc i tak obciążałaby budżet Miasta. Realizacja programu przez Miasto jest natomiast możliwa. Środki trwałe w postaci jednostek taborowych i instalacji do ładowania baterii autobusów powinny być następnie odpłatnie, na warunkach rynkowych, wydierżawione operatorowi świadczącemu usługi przewozowe w komunikacji miejskiej.

W niniejszej analizie kosztów i korzyści przyjęto, że w całym okresie Miasto będzie przekazywać MPK sp. z o.o. środki finansowe w ramach rekompensaty co najmniej w wysokości odpowiadającej ponoszonym kosztom bez uwzględniania amortyzacji, aby funkcjonowanie operatora nie było zagrożone.

5.3. Model nabywania pojazdów

Koszt nabycia nowego autobusu miejskiego, szczególnie zeroemisyjnego, jest dla operatora znaczny, a w przypadku autobusów zeroemisyjnych związany jest także z dodatkowymi nakładami na system ich zasilania. Z uwagi na niską rentowność działalności przewozowej w transporcie pasażerskim, firmy przewozowe rzadko dysponują takimi zasobami finansowymi, które pozwalałyby na zakup nowego taboru w dużej liczbie. Operatorzy często korzystają więc z ogólnodostępnych form finansowania zewnętrznego, przy dłuższych umowach leasingując część pojazdów, a przy krótszych – dzierżawiąc.

Jednostki samorządu terytorialnego realizują inwestycje dokonując płatności ze środków budżetowych. Rzadko przy tym korzystają z formy leasingu środków trwałych – z kilku powodów. Nabycie środka trwałego poprzez leasing jest droższe niż sfinansowanie zakupu kredytem, co wynika z formuły tego finansowania. Firma leasingowa nie posiada własnych zasobów finansowych, lecz korzysta z kredytowania zakupu, kalkulując część finansową leasingu jako koszt kredytu powiększony o swoją marżę. Nabycie środka trwałego z zastosowaniem leasingu finansowego wiąże się także z obowiązkiem zapłaty pełnej wysokości podatku VAT w momencie odebrania przedmiotu leasingu. Dodatkowo nabycie środka trwałego poprzez leasing finansowy musiałoby być uwzględnione w wysokości zadłużenia jednostki, a zwiększony koszt finansowania leasingu – w porównaniu z kredytowaniem jednostki – trudno byłoby uzasadnić.

Jednostka może natomiast nabyć środek trwały w formie leasingu operacyjnego, pod warunkiem uwzględnienia wydatków z nim związanych w wydatkach bieżących budżetu oraz w WPF. Z uwagi na znacznie mniej korzystne warunki finansowania niż kredyt własny, jednostki samorządu terytorialnego korzystają z formy leasingu stosunkowo rzadko.

Forma finansowania nabycia środków trwałych poprzez ich leasing jest natomiast często stosowana przez spółki komunalne. Koszty finansowe leasingu podwyższają przy tym poziom kosztów działalności przewozowej, wpływając także najczęściej na wzrost wysokości przekazywanej rekompensaty. W przypadku podmiotów wewnętrznych jednostek samorządowych, z którymi umowy zawierane są w trybie bezprzetargowym, koszty finansowe leasingu podwyższają wysokość przekazywanej rekompensaty – finalnie więc ponoszone są z budżetu jednostki samorządowej.

W Tomaszowie Mazowieckim w ostatnich trzech latach nabywanie pojazdów dla potrzeb komunikacji miejskiej było wspólnym zadaniem MZK sp. z o.o. i Miasta – autobusy hybrydowe zostały zakupione w ramach dwóch projektów ze wsparciem europejskich środków pomocowych w ramach Programu Operacyjnego Województwa Łódzkiego na lata 2014-2020:

- „Zakup niskoemisyjnego taboru publicznego transportu zbiorowego w Tomaszowie Mazowieckim wraz z infrastrukturą towarzyszącą”, którego beneficjentem było Miasto;
- „Niskoemisyjne autobusy hybrydowe wraz z zapleczem technicznym do ich obsługi elementami nowoczesnego systemu transportu zbiorowego w Tomaszowie Mazowieckim”, do którego przystąpiła MZK sp. z o.o.

Nabycie jednostek taborowych przewidzianych do zakupu w niniejszej analizie – wraz z instalacjami i urządzeniami zasilającymi – będzie zadaniem Miasta albo też zadaniem wspólnym Miasta i MZK sp. z o.o., podobnie jak w już zrealizowanych projektach.

5.4. Działania inwestycyjne zrealizowane od 2020 r.

W latach 2020-2024 Miasto oraz MZK sp. z o.o. nie realizowały projektów inwestycyjnych dotyczących wymiany taboru komunikacji miejskiej. Inwestowano natomiast w zakupy i modernizację wiat i innej infrastruktury przystankowej.

W I kwartale 2021 r. MZK sp. z o.o. zakończyła budowę i uruchomiła samoobsługową stację paliw, sprzedającą olej napędowy, benzynę, LPG i AdBlue.

W latach 2022-2023 MZK sp. z o.o. zrealizowała zadania inwestycyjne: „Montaż instalacji fotowoltaicznej o mocy 32,76 kWh wraz z konstrukcją wsporczą na terenie Miejskiego Zakładu Komunikacyjnego w Tomaszowie Mazowieckim Sp. z o.o. przy ul. Warszawskiej 109/111 w Tomaszowie Mazowieckim” oraz „Montaż instalacji fotowoltaicznej o mocy 13,65 kWp wraz z konstrukcją wsporczą na terenie Miejskiego Zakładu Komunikacyjnego w Tomaszowie Mazowieckim Sp. z o.o. przy ul. Warszawskiej 109/111 w Tomaszowie Mazowieckim”, w ramach których

rozbudowano instalacje fotowoltaiczne na budynkach i terenach zielonych. Zamontowana nowa instalacja pozwoliła w dużej części pokryć obecne zapotrzebowanie firmy na energię elektryczną. W 2023 r. zamontowano także kompensator mocy biernej.

5.5. Planowane nakłady inwestycyjne

Gmina Miasto Tomaszów Mazowiecki planuje udział w naborze w ramach programu Fundusze Europejskie dla Łódzkiego 2021-2027.

Przewiduje się złożenie wniosku o dofinansowanie projektu obejmującego zakup 12 szt. autobusów zeroemisyjnych wraz z infrastrukturą do ich ładowania (12 punktów), w ramach priorytetu FELD.03 Fundusze europejskie dla mobilnego łódzkiego i działania FELD.03.01 Mobilność miejska. Przewidywane nakłady inwestycyjne to 35,8 mln zł, w tym kwalifikowane – 29,56 mln zł. Okres realizacji określono na: I kwartał 2026 r – IV kwartał 2028 r. Przewiduje się stworzenie projektu partnerskiego z Gminą Lubochnia. Wymieniona inwestycja będzie realizowana w ramach Strategii Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych Miejskiego Obszaru Funkcjonalnego Tomaszów Mazowiecki – Opoczno na lata 2021-2027.

Celem szczegółowym będzie wspieranie zrównoważonej multimodalnej mobilności miejskiej, jako elementu transformacji w kierunku gospodarki zeroemisyjnej.

Miasto aplikuje także o uczestnictwo w Polsko-Szwajcarskim Programie Rozwoju Miast. Program ma na celu podniesienie jakości życia mieszkańców średnich miast w Polsce, co będzie skutkowało zmniejszeniem różnic społeczno-gospodarczych w kraju. Nabór prowadzony będzie do połowy grudnia 2024 r., a jego rozstrzygnięcie nastąpi do I kwartału 2026 r. Realizację przedsięwzięć w ramach tego programu przewiduje się do końca I kwartału 2029 r.

W ramach programu Miasto przewiduje zakup:

- 10 autobusów elektrycznych zasilanych poprzez złącza plug-in albo pantografowe;
- 2 autobusów elektrycznych o mniejszej pojemności, jako uzupełniających dla komunikacji miejskiej oraz dla obsługi tras wycieczkowych;
- 5 dwustanowiskowych ładowarek (4 na terenie bazy MZK sp. z o.o. oraz 1 na pętli Modrzejewskiego – Niebieskie Źródła);
- 3 samochody elektryczne zaopatrzeniowe i gospodarcze;
- 10 interaktywnych wiat przystankowych;
- system e-papierowych rozkładów jazdy.

Ponadto planowana jest instalacja na terenie miasta kilku inteligentnych wiat przystankowych typu Smart Bus Stop.

Orientacyjny koszt całkowity projektu to ok. 50 mln zł.

Gmina Tomaszów Mazowiecki (wiejska) zamierza ubiegać się o dofinansowanie ze środków europejskich w ramach ogłaszanych konkursów zakupu 7 autobusów elektrycznych i 7 autobusów hybrydowych na olej napędowy.

W niniejszej analizie uwzględniono realizację pierwszego projektu z wyżej wymienionych., obejmującego zakup 12 szt. fabrycznie nowych autobusów elektrycznych. Terminy dostaw tych pojazdów przyjęto w latach 2025 i 2027 – w celu spełnienia w maksymalnym stopniu wymogów określonych w ustawie o elektromobilności.

Miasto planuje dalszą wymianę taboru na bezemisyjny. Większy zakres realizowanych inwestycji niż wymagany w ustawie o elektromobilności, mógłby jednak skutkować pogorszeniem ich efektywności i per saldo wpłynąć na wykazanie braku korzyści, podczas gdy inwestycje w zakresie określonym jako minimalny w ustawie o elektromobilności, mogłyby wykazać występowanie korzyści. Z tego powodu inwestycje w tabor zeroemisyjny w niniejszej analizie ograniczono do zakresu wymaganego ustawą o elektromobilności. Nie oznacza to, że Miasto ma zaniechać dalszej wymiany taboru na bezemisyjny.

W niniejszej analizie nakłady na tabor przyjęto w kwotach netto, wynoszących za jeden autobus fabrycznie nowy odpowiednio:

- 1,05 mln zł – z klasycznym silnikiem na olej napędowy, klasa midi;
- 1,40 mln zł – z klasycznym silnikiem na olej napędowy, klasa maxi;
- 1,61 mln zł – z napędem hybrydowym z silnikiem na olej napędowy, klasy maxi;
- 1,68 mln zł – z napędem elektrycznym, z baterią o pojemności 180 kWh, ładowany poprzez pantograf i plug-in, klasa midi;
- 1,78 mln zł – z napędem elektrycznym, z baterią o pojemności 350 kWh, ładowany tylko poprzez plug-in, klasa midi;
- 2,27 mln zł – z napędem elektrycznym, z baterią o pojemności 180 kWh, ładowany poprzez pantograf i plug-in, klasa maxi;
- 2,37 mln zł – z napędem elektrycznym, z baterią o pojemności 480 kWh, ładowany tylko poprzez plug-in, klasa maxi.

Wartość nabywanego taboru używanego z silnikami na olej napędowy (scenariusz bazowy) przyjęto w wysokości netto: 0,35 mln zł dla klasy midi i 0,47 mln zł dla klasy maxi, ujmując w tym poniesienie przez operatora kosztów dostosowania pojazdu do wymogów zamawiającego i zakładając nabywanie autobusów 8-letnich.

Jako podstawową metodę zasilania autobusów elektrycznych przyjęto punkty ładowania plug-in o mocy 60 kW na autobus w wariantcie elektrycznym A oraz 120 kW w wariantcie elektrycznym B. Przyjęto nakłady na takie urządzenia w wysokości odpowiednio 0,08 i 0,15 mln zł netto na każde.

Nakłady na urządzenia i instalacje towarzyszące zajezdni (sieci zasilające, trafostacje, rozdzielnie, sterowanie itp.) założono do poniesienia w łącznej wysokości 1,20 mln zł netto. Nakłady na budowę stacji ładowania pantografowego o mocy 300 kW z zasilaniem, trafostacją i sterowaniem, lecz bez robót drogowych, przyjęto w uśrednionej wysokości 1,0 mln zł na jedną stację. Założono budowę jednej stacji pantografowej na każde 4 autobusy plus dodatkową stację na terenie zajezdni MZK sp. z o.o. Przy zastosowaniu zajezdniowych ładowarek dwuwyjściowych o zwiększonej mocy 120 kW, możliwe będzie także ładowanie w ciągu postoju nocnego dwóch autobusów z jednego punktu.

W stosunku do autobusów elektrycznych przyjęto, że ich wymiana nie nastąpi wcześniej niż po 16-letnim okresie eksploatacji. Założono przy tym także, że w 8. roku eksploatacji wymienione zostaną w nich baterie, uwzględniając odsprzedaż używanych.

Ceny baterii litowo-jonowych znacząco spadły z okresie ostatnich 10 lat ponad 5-krotnie²⁴, można więc przyjąć utrzymanie niewielkiej tendencji spadkowej także w okresie kolejnych kilku lat. Koszt wymiany baterii przyjęto w wysokości 120 USD na 1 kWh pojemności i powiększono go o koszty dodatkowe czynności wymiany, w oszacowanej wysokości odpowiednio: 110 tys. zł dla baterii o pojemności 180 kWh, 210 tys. zł – dla baterii 350 kWh oraz 280 tys. zł – dla baterii 480 kWh.

Wymianę autobusów hybrydowych na fabrycznie nowe przyjęto po 15 latach eksploatacji, w okresie trzech kolejnych lat.

Nakłady niezbędne do poniesienia na zakup taboru i instalacje zasilające przedstawiono w tabeli 13.

²⁴ Wg raportu BloombergNEF z 2023 r., dostęp: 30.09.2024 r.

Tab. 13. Planowane nakłady inwestycyjne w tomaszowskiej komunikacji miejskiej w latach 2025-2036 – kwoty netto [mln zł]

Rodzaj napędu autobusu – klasa pojemnościowa	Wymiana w roku											
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Wariant 1-konwencjonalny												
Ogółem wariant 1	2,80	2,80	2,10	2,80	0,00	0,00	0,00	12,88	12,88	14,49	0,00	0,00
BEV – razem, w tym:	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
– klasa midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– klasa maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FCEV – razem, w tym:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HEV – razem, w tym:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
– klasa mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– klasa maxi	-	-	-	-	-	-	-	12,88	12,88	14,49	-	-
Inne napędy, w tym:	2,80	2,80	2,10	2,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
– klasa midi	-	-	2,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– klasa maxi	2,80	2,80	-	2,80	-	-	-	-	-	-	-	-
Infrastruktura zasilająca i baterie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Rodzaj napędu autobusu – klasa pojemnościowa	Wymiana w roku											
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Wariant 2-elektryczny A												
Ogółem wariant 2	19,65	0,00	12,57	0,00	0,00	0,00	0,00	12,88	13,65	12,88	0,33	0,00
BEV – razem, w tym:	15,89	0,0	10,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
– klasa midi	-	-	3,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– klasa maxi	15,89	-	6,81	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FCEV – razem, w tym:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HEV – razem, w tym:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
– klasa mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– klasa maxi	-	-	-	-	-	-	-	12,88	12,88	12,88	-	-
Inne napędy, w tym:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
– klasa midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– klasa maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Infrastruktura zasilająca i baterie	3,76	-	2,40	-	-	-	-	-	0,77	-	0,33	-

Rodzaj napędu autobusu – klasa pojemnościowa	Wymiana w roku											
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Wariant 3-elektryczny B												
Ogółem wariant 3	18,84	0,00	12,57	0,00	0,00	0,00	0,00	9,66	14,84	12,88	1,26	0,00
BEV – razem, w tym:	16,59	0,0	10,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
– klasa midi	-	-	3,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– klasa maxi	16,59	-	7,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FCEV – razem, w tym:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HEV – razem, w tym:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
– klasa mini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– klasa maxi	-	-	-	-	-	-	-	9,66	12,88	12,88	-	-
Inne napędy, w tym:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
– klasa midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– klasa maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Infrastruktura zasilająca i baterie	2,25	-	0,75	-	-	-	-	-	1,96	-	1,26	-

Źródło: opracowanie własne.

5.6. Przyjęte założenia analizy kosztów i korzyści

Analizę kosztów i korzyści wykonano przyjmując do wyliczeń finansowych ceny netto, oraz wynoszącą 4,0% realną stopę procentową. Dla potrzeb analizy społeczno-ekonomicznej przyjęto stopę o wartości 3,0% – jako społeczną, realną stopę dyskontową.

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

W obliczeniach wykorzystano:

- prognozy ekonomiczne, opracowane na podstawie dokumentu pn. „Wytyczne dotyczące stosowania jednolitych wskaźników makroekonomicznych będących podstawą do oszacowania skutków finansowych ustaw”;
- „Wytyczne dotyczące zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym hybrydowych na lata 2021-2027”;
- prognozy i ekonomiczne koszty jednostkowe CUPT.

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

Koszty utrzymania taboru w analizie finansowej zostały zaprognozowane na podstawie kosztów rzeczywiście poniesionych w 2023 r. przez operatora – MZK sp. z o.o. Wartości oszacowanych w ten sposób kosztów eksploatacji autobusów dla 2024 r. przedstawiono w tabeli 14.

Tab. 14. Roczne koszty eksploatacji w MZK sp. z o.o. [tys. zł]

Kategoria kosztu	Wartość [tys. zł]
	poziom 2024 r.
Amortyzacja	6 144,50
Zużycie paliwa	2 285,96
Zużycie energii	361,91
Ogumienie	59,94
Części zamienne	163,12
Pozostałe materiały	218,50
Usługi obce	1 086,78
Wynagrodzenia	7 950,68
Ubezpieczenia społeczne i inne narzuty do wynagrodzeń	1 915,55
Podatki i opłaty	381,62
Pozostałe koszty, w tym ubezpieczenia	376,43
Razem koszty eksploatacji	20 944,98

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MZK sp. z o.o.

Wprowadzenie do użytkowania pojazdów elektrycznych spowoduje znaczne zużycie energii. Można jednak ograniczyć koszty jednostkowe z tym związane poprzez zamawianie energii wspólnie przez Miasto oraz podległe spółki i instytucje. Koszt energii przeznaczonej do ładowania zależny będzie od wynegocjowanej taryfy.

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), a także 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. Dla autobusów elektrycznych wzięto również pod uwagę wymianę baterii w 8. roku eksploatacji.

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

Liczbę pasażerów we wszystkich wariantach oszacowano na podstawie danych MZK sp. z o.o. z lat 2021-2023 i planu na 2024 r. W prognozie na lata następne uwzględniono zmianę liczby pasażerów proporcjonalnie do prognozowanej przez GUS liczby mieszkańców Miasta i obsługiwanych gmin.

Wpływy z biletów przyjęto na podstawie danych MZK sp. z o.o. z lat 2020-2023, a dla kolejnych lat – uwzględniając prognozy zmiany liczby mieszkańców opracowane przez GUS.

W tabeli 15 przedstawiono podstawowe wskaźniki eksploatacyjne przyjęte do obliczeń dla autobusów spalinowych na olej napędowy, w tym hybrydowych i elektrycznych bateryjnych.

Tab. 15. Wskaźniki kosztów eksploatacyjnych przyjęte do analizy

Kategoria	Jednostka	Podstawa	Wartość
Średnioroczne spalanie autobusu z silnikiem na olej napędowy o długości: – EURO II - V – EURO VI	dm ³ /100 km	dane MZK sp. z o.o.	35,6-38,9 36,0
Średnioroczne spalanie autobusu hybrydowego klasy maxi	m ³ /100 km	dane MZK sp. z o.o.	29,5
Średnia cena oleju napędowego	zł/dm ³	dane MZK sp. z o.o.	4,84

Kategoria	Jednostka	Podstawa	Wartość
Cena energii elektrycznej	zł/kWh	dane MZK sp. z o.o.	1,385
Koszty eksploatacji autobusów – zużycie materiałów	zł/km	dane MZK sp. z o.o.	0,28
Koszty eksploatacji autobusów – usługi obce	zł/km	dane MZK sp. z o.o.	0,68
Współczynnik kosztów eksploatacji autobusów elektrycznych do autobusów z silnikiem Diesla (materiały i usługi)	-	dane producentów	0,70
Współczynnik kosztów eksploatacji autobusów na ON – EURO VI do autobusów na ON – EURO II-V (materiały i usługi)	-	szacunek własny	0,85
Średnie zużycie energii przez autobus elektryczny klasy midi	kWh/km	dane MPK sp. z o.o.	1,05
Średnie zużycie energii przez autobus elektryczny klasy maxi	kWh/km	dane MPK sp. z o.o.	1,15

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych MPK sp. z o.o., producentów autobusów i szacunków własnych.

6. Analiza społeczno-ekonomiczna

6.1. Oszacowanie efektów środowiskowych

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

Analiza została przygotowana według niżej przedstawionego schematu postępowania:

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

Analiza korzyści użytkowników koncentruje się na efektach inwestycji z perspektywy dobrobytu społecznego, dlatego wyłączono z niej wzajemne przychody operatorów i Miasta, w szczególności wyeliminowano wzajemne rozliczenia w zakresie przekazywanej rekompensaty oraz potencjalnej dzierżawy taboru i punktów ładowania. Uwzględniono natomiast korzyści w postaci oszczędności w kosztach eksploatacyjnych, które wystąpią w wyniku realizacji wybranego wariantu – zostały one przeniesione z analizy finansowo-ekonomicznej do analizy społeczno-ekonomicznej.

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

Identyfikacji oraz zmonetyzowaniu poddano efekty zewnętrzne – zgodnie z katalogiem efektów zawartym w Załączniku III do rozporządzenia wykonawczego Komisji UE nr 207/2015 z dnia 20 stycznia 2015 r., w wersji aktualnej na dzień 30 września 2024 r.

Ze względu na specyfikę i charakter analizy, zgodnie z wymogami art. 37 ust. 2 pkt 3 ustawy o elektromobilności, ujęto w niej efekty zewnętrzne związane z emisją:

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

Dokonując wyceny efektów zewnętrznych zastosowano ogólne zasady metodyczne ilościowej analizy kosztów i korzyści, w tym monetyzacji efektów społeczno-ekonomicznych, które opisano w Przewodniku, Niebieskiej Księdze, a także w Vademecum Beneficjenta – wymienionych w rozdziale 2 opracowania. W analizie pominięto korzyści wynikające ze zwiększenia liczby pasażerów – z uwagi na przyjęte założenie jednakowej zmiany liczby pasażerów dla każdego z wariantów.

Analizę przeprowadzono wyliczając emisję zanieczyszczeń w miejscu użytkowania pojazdów – mieście Tomaszowie Mazowieckim i okolicznych gminach.

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

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

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

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

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

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

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

Emisja gazów cieplarnianych

Ocena oddziaływań zmian klimatycznych umożliwia określenie wartości ekonomicznej przyrostowych oddziaływań emisji gazów cieplarnianych na zmiany klimatyczne, generowanych przez pojazdy wykorzystujące infrastrukturę transportową. Emisje gazów cieplarnianych są wyrażane jako ekwiwalent CO₂, zgodnie z metodyką zawartą w opracowaniu pt. „European Investment Bank Induced GHG Footprint. The carbon footprint of projects financed by the

Bank. Methodologies for the Assessment of Project GHG Emissions and Emission Variations. Version 10.1", kwiecień 2014 r.

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

Koszt jednostkowy emisji CO₂ został przyjęty w analizie na podstawie powyższej metodyki. 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 emisjami zanieczyszczeń i kosztów klimatu dla środków transportu publicznego określone przez CUPT i zawarte w szablonie AKK, dostępnym w serwisie internetowym tej instytucji (<https://www.cupt.gov.pl/konkurs/aktualnie-trwajace/e1-1-2-zero-i-niskoemisyjny-transport-zbiorowy-autobusy-2-0/>).

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

W tabeli 16 przedstawiono emisję gazów cieplarnianych (GHG) przy produkcji energii elektrycznej w Polsce – dane dla krajowego miksu energetycznego.

Tab. 16. Emisja GHG przy produkcji energii elektrycznej w Polsce [gCO₂/kWh] – dane dla krajowego miksu energetycznego

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

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

Emisja gazów innych niż cieplarniane

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

Dla wariantów elektrycznych z autobusami elektrycznymi zasilanymi z baterii uwzględniono koszty emisji powstającej przy wytwarzaniu energii elektrycznej w Polsce, pomimo że emisję lokalną można uznać za zerową. Wielkość emisji zanieczyszczeń przy produkcji energii wyrażoną w g/kWh przedstawiono w tabeli 17, przyjmując dane dla krajowego miksu energetycznego.

Tab. 17. Emisja zanieczyszczeń przy produkcji energii elektrycznej w Polsce [g/kWh] – dane dla krajowego miksu energetycznego

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

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

Dla autobusów z silnikami Diesla, zasilanych olejem napędowym i spełniających określone normy EURO, przyjęto wskaźniki maksymalnej emisyjności dla tego typu silników.

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

Emisja hałasu

Dla nowych autobusów z silnikiem Diesla, spełniających normę EURO VI, założono redukcję hałasu o 5%. Wprawdzie obecnie stosowane silniki elektryczne, w porównaniu do silników spalinowych emitują znacznie niższy poziom hałasu, pozostaje wciąż jednak emisja hałasu wynikająca z toczenia się kół, pracy różnorodnych urządzeń pokładowych – szczególnie wentylatorów w układach chłodzenia – oraz pracy konstrukcji nadwozia.

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

Uwzględnienie w analizie korzyści społecznych bazuje na ujęciu różnicowym, zgodnie z którym w pierwszej kolejności obliczono finansowe koszty eksploatacji oraz koszty społeczne emisji gazów cieplarnianych, emisji lokalnej oraz emisji hałasu dla scenariusza bazowego, zakładającego brak realizacji analizowanych wariantów, a następnie obliczono tożsame kategorie kosztów społecznych dla wariantów konwencjonalnego i elektrycznych.

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

W tabeli 18 przedstawiono wyniki podsumowania analizy dla wariantów konwencjonalnego i elektrycznych – w zakresie emisji zanieczyszczeń.

Tab. 18. Emisja zanieczyszczeń i jej koszt w poszczególnych wariantach w latach 2024-2039

Lp.	Czas badania	Jednostka	Wielkość i koszt emisji			
			CO ₂	NO _x	NM VOC	PM
Scenariusz bazowy						
1.1	Średniorocznie	tona	1 306,8	2,1	0,8	0,05
1.2		tys. zł	2 376,7	196,9	3,4	30,5
1.3	Cały okres analizy	tona	20 908,5	33,3	12,4	0,83
1.4		tys. zł	38 026,5	3 149,6	55,2	488,2
Wariant 1-konwencjonalny						
2.1	Średniorocznie	tona	1 307,3	2,3	0,9	0,06
2.2		tys. zł	2 377,3	211,5	3,8	32,6
2.3	Cały okres analizy	tona	20 916,0	36,0	13,9	0,90
2.4		tys. zł	38 036,1	3 383,9	61,3	521,1

Lp.	Czas badania	Jednostka	Wielkość i koszt emisji			
			CO ₂	NO _x	NM VOC	PM
Wariant 2-elektryczny A						
3.1	Średniorocznie	tona	1 183,2	1,8	0,5	0,05
3.2		tys. zł	2 107,6	168,4	2,0	26,5
3.3	Cały okres analizy	tona	18 931,3	28,5	7,3	0,73
3.4		tys. zł	33 722,2	2 695,1	32,7	424,4
Wariant 3-elektryczny B						
4.1	Średniorocznie	tona	1 182,7	1,8	0,5	0,05
4.2		tys. zł	2 107,1	167,7	2,0	26,4
4.3	Cały okres analizy	tona	18 923,6	28,4	7,3	0,72
4.4		tys. zł	33 713,7	2 682,9	32,6	422,9
Różnica wysokości emisji i jej kosztów – wariant 2-elektryczny A versus wariant 1-konwencjonalny						
5.1	Średniorocznie	tona	-124,0	-0,5	-0,4	-0,01
5.2		tys. zł	-269,6	-43,0	-1,8	-6,0
5.3	Cały okres analizy	tona	-1 984,8	-7,5	-6,5	-0,17
5.4		tys. zł	-4 313,9	-688,8	-28,6	-96,7
Ograniczenie emisji w wariantcie 2-elektrycznym A w porównaniu do wariantu 1-konwencjonalnego [%]						
6.1	Średniorocznie	tona	9,5	20,8	47,2	19,0
6.2		tys. zł	11,3	20,4	46,7	18,6
6.3	Cały okres analizy	tona	9,5	20,8	47,2	19,0
6.4		tys. zł	11,3	20,4	46,7	18,6
Różnica wysokości emisji i jej kosztów – wariant 3-elektryczny B versus wariant 1-konwencjonalny						
7.1	Średniorocznie	tona	-124,5	-0,5	-0,4	-0,01
7.2		tys. zł	-270,1	-43,8	-1,8	-6,2
7.3	Cały okres analizy	tona	1 992,4	-7,6	-6,6	-0,17
7.4		tys. zł	-4 322,4	-701,0	-28,7	-98,2
Ograniczenie emisji w wariantcie 3-elektrycznym B w porównaniu do wariantu 1-konwencjonalnego [%]						
8.1	Średniorocznie	tona	9,5	21,2	47,3	19,3
8.2		tys. zł	11,4	20,7	46,8	18,8
8.3	Cały okres analizy	tona	9,5	21,2	47,3	19,3
8.4		tys. zł	11,4	20,7	46,8	18,8

Źródło: opracowanie własne.

Oszacowanie efektów środowiskowych dla poszczególnych lat przedstawiono w załączniku D do opracowania.

6.2. Efekty dla miasta i mieszkańców wynikające z wymiany pojazdów na zeroemisyjne

Mieszkańcy Tomaszowa Mazowieckiego, a w pewnym zakresie także mieszkańcy okolicznych gmin, osiągnęli już ograniczoną korzyść środowiskową wynikającą z eksploatacji w tomaszowskiej komunikacji miejskiej autobusów hybrydowych, o obniżonej emisji zanieczyszczeń. Kilkuletni okres użytkowania tych autobusów może być już podstawą do ocen efektywności ich eksploatacji. Miasto nie ma natomiast jak dotąd doświadczeń z codziennej eksploatacji autobusów elektrycznych.

Zalety eksploatacji autobusów elektrycznych stanowią:

- znacznie mniejsza emisja hałasu, odczuwalna szczególnie podczas ruszania z przystanku i przejazdu ulicami o gęstej zabudowie;
- wyższy komfort podróżowania – mniejsza emisja hałasu wewnątrz pojazdu, przede wszystkim w tylnej części autobusu;
- brak emisji zanieczyszczeń podczas jazdy autobusu w okresie letnim oraz mniejsza emisja w okresie niskich temperatur (używanie tylko pieca grzewczego).

Wprowadzenie autobusów elektrycznych o podobnym poziomie wyposażenia dla pasażerów jak obecnie użytkowane autobusy hybrydowe, nie spowodowałoby poprawy innych warunków podróżowania niż wyżej wskazane.

Rozpoczęcie eksploatacji taboru elektrycznego wiąże się także z podniesieniem prestiżu jednostki samorządowej, jako wdrażającej elektromobilność w praktyce. Argument ten w przypadku Tomaszowa Mazowieckiego należy uznać za istotny.

Wprowadzenie do eksploatacji autobusów elektrycznych wiąże się z wysokimi kosztami ich nabycia w porównaniu do analogicznej liczby pojazdów spalinowych oraz z późniejszymi kosztami wymiany baterii (co 7-8 lat).

Poniesienie nakładów finansowych na zakup taboru zeroemisyjnego i infrastruktury ładującej ze środków budżetu Miasta, wpłynie na ograniczenie innych inwestycji. Oddziaływanie to można byłoby zmniejszyć lub wyeliminować poprzez pozyskanie wysokiego poziomu wsparcia finansowego z zewnętrznych środków pomocowych (co najmniej na poziomie 70%, a optymalnie – 85%).

Wymiana całości taboru spalinowego i znacznej części hybrydowego na zeroemisyjny elektryczny, z wykorzystaniem wysokiego poziomu wsparcia środkami pomocowymi, nie ograniczy poziomu innych inwestycji w mieście, a przy tym przyniesie korzyści środowiskowe wskutek zmniejszenia poziomu lokalnej emisji.

Zamiana taboru spalinowego na elektryczny, wobec wysoce prawdopodobnego jednoczesnego braku zwiększenia wykonywanej pracy eksploatacyjnej, nie wpłynie na zmiany w mobilności mieszkańców. Wprowadzenie autobusów elektrycznych nie wpłynie także na zmianę poziomu życia i na zamożność mieszkańców.

Wycenę kosztów emisji zanieczyszczeń przedstawiono w tabeli 18 w poprzednim podrozdziale.

Korzyści z realizacji programu wymiany taboru według wariantów elektrycznego A i elektrycznego B, stanowią:

- zmniejszenie w mieście emisji liniowych zanieczyszczeń powietrza z transportu;
- zmniejszenie emisji hałasu ulicznego;
- zmniejszenie emisji odpadów i zanieczyszczeń podczas napraw i obsługi jednostek taborowych;
- wypełnienie wymogów określonych w ustawie o elektromobilności;
- poprawa wizerunku Tomaszowa Mazowieckiego, jako miasta ekologicznego.

Wyzwaniem stojącym przed systemem komunikacji miejskiej jest malejąca liczba przewożonych pasażerów w związku z ciągłym rozwojem motoryzacji indywidualnej oraz spadkiem liczby mieszkańców (migracje ludności, ujemny przyrost naturalny). Wyzwaniem jest ponadto konieczność wprowadzenia priorytetów dla komunikacji zbiorowej w mieście oraz zwiększenie komfortu podróżowania, oczekiwanego przez mieszkańców, szczególnie w podróżach z terenów podmiejskich. Wyzwanie stanowi także zahamowanie postępującej degradacji infrastruktury przystankowej i nawrotowej, w wyniku eksploatacji autobusów zeroemisyjnych o zwiększonej masie własnej. Wyzwania te związane są jednocześnie z koniecznością dokonania przesunięć środków budżetowych z budowy i modernizacji dróg na rozwój transportu zbiorowego.

Problemem jest także rozwój zabudowy jednorodzinnej na obszarach podmiejskich z ograniczonym rozwojem sieci dróg lokalnych innych niż dojazdowe, uniemożliwiający obsługę komunikacyjną takich obszarów transportem publicznym opartym o pojazdy klasy maxi.

6.3. Wyniki analizy kosztów i korzyści

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

W tabeli 19 przedstawiono wskaźniki oceny opłacalności efektywności finansowej porównywanych wariantów: 1-konwencjonalnego, 2-elektrycznego A i 3-elektrycznego B, w stosunku do scenariusza bazowego.

Tab. 19. Wskaźniki efektywności finansowej porównywanych wariantów

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant		
		1-konwencjonalny	2-elektryczny A	3-elektryczny B
Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (FNPV/c)	tys. zł	2 018,7	-24 972,4	-21 823,0
Finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji (FRR/c)	%	niepoliczalna	niepoliczalna	niepoliczalna

Źródło: opracowanie własne.

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

W tabeli 20 przedstawiono efekty ekonomiczne analizy.

Tab. 20. Podsumowanie wyników finansowo-ekonomicznych poszczególnych wariantów w stosunku do scenariusza bazowego w latach 2024-2039

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant		
		konwencjonalny	elektryczny A	elektryczny B
Koszty inwestycyjne	tys. zł	3 460,0	23 570,0	18 390,0
Infrastruktura i pozostałe koszty	tys. zł	0,0	6 160,0	3 000,0
Autobusy z wyposażeniem	tys. zł	3 460,0	17 410,0	15 390,0
Zmiany kosztów eksploatacyjnych	tys. zł/rok	-189,9	-225,5	-262,8
Zdyskontowane efekty zewnętrzne	tys. zł	-272,0	5 499,5	5 525,5
Emisja lokalna zanieczyszczeń – wartość zdyskontowana	tys. zł	-255,9	424,9	437,7
Emisja CO ₂ – wartość zdyskontowana	tys. zł	-8,5	3 122,8	3 130,7
Redukcja hałasu	tys. zł	-7,5	1 951,9	1 957,2
Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)	tys. zł	-4 355,8	-12 358,5	-10 104,2
Ekonomiczna wewnętrzna stopa wzrostu (EIRR)	%	-0,57	-1,71	-1,09
Wskaźnik przychód/koszty (BCR)	-	0,25	0,47	0,36

Źródło: opracowanie własne.

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

Uzyskane w analizie wyniki oznaczają, przy przyjętych założeniach i uwzględnianiu jako miernika ENPV, brak korzyści osiąganych z tytułu zastosowania w tomaszowskiej komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych. Wyniki analizy ekonomicznej poszczególnych wariantów elektrycznych wskazują przy tym na większe korzyści przy realizacji wariantu 3-elektrycznego B.

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

Ocena wyników ekonomicznych analizowanych wariantów i same wyniki analizy wskazują, że podstawowymi czynnikami wpływającymi na wartości wskaźników są: cena autobusu z wyposażeniem oraz poziom zmniejszenia emisji zanieczyszczeń, hałasu i emisji CO₂. Czynnikiem krytycznym dla wyników analizy są zatem cena zakupu autobusu elektrycznego wraz z infrastrukturą ładującą.

6.4. Analiza wrażliwości

Strukturę użytkowanego taboru determinować będą więc w najbliższych latach decyzje – pozytywne lub negatywne – o dofinansowaniu ze środków zewnętrznych zakupu autobusów zeroemisyjnych w ramach programów pomocowych krajowych oraz Unii Europejskiej. Spełnienie wymaganego po 1 stycznia 2028 r. warunku minimum 30% udziału taboru zeroemisyjnego we flocie pojazdów, którymi świadczone są usługi komunikacji miejskiej w Tomaszowie Mazowieckim, możliwe będzie już po planowanym zakupie 12 szt. pojazdów zeroemisyjnych w latach 2025-2027. Konieczne będzie także spełnienie w odpowiednim okresie warunku minimum 32 lub 46% udziału autobusów wykorzystujących paliwa alternatywne w całkowitej liczbie autobusów objętych zamówieniami.

Zakup autobusów zeroemisyjnych wiąże się z poniesieniem ponad dwukrotnie wyższych jednostkowych nakładów inwestycyjnych dla autobusów elektrycznych niż przy zakupie analogicznego taboru spalinowego. Nie istnieje przy tym jeszcze rynek wtórny autobusów zeroemisyjnych – nie można więc nabyć partii tańszych elektrycznych pojazdów używanych.

Wysokie wydatki na zakup taboru zeroemisyjnego ponoszone w całości ze środków własnych MZK sp. z o.o. i Miasta, byłyby niezwykle trudne do zrealizowania. Oznaczałyby także rezygnację przez Miasto z wielu innych ważnych przedsięwzięć inwestycyjnych. Decyzja o zakupie pojazdów elektrycznych, w każdym z przedstawionych wariantów elektrycznych, powinna być powiązana z wnioskowaniem o dodatkowe dofinansowanie wydatków na zakup taboru zeroemisyjnego z krajowych lub europejskich środków pomocowych.

Na efektywność zastosowania autobusów zeroemisyjnych istotnie wpływa wysokość cen takich pojazdów. Zmiany efektywności finansowej i ekonomicznej przyjętych do analizy wariantów – przy zmniejszeniu kosztu nabywanych autobusów zeroemisyjnych odpowiednio o: 10, 20 i 30%, przedstawiono w tabeli 21.

Tab. 21. Zmiany efektywności finansowej wariantów elektrycznych i konwencjonalnego w wyniku zmniejszenia kosztu zakupu taboru elektrycznego

Lp.	Wyszczególnienie	Jednostka	Zmniejszenie ceny autobusu zeroemisyjnego		
			o 10%	o 20%	o 30%
Wariant 2-elektryczny A					
1	Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (FNPV/c)	tys. zł	-22 540,4	-20 108,4	-17 676,4
2	Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)	tys. zł	-10 206,6	-8 054,8	-5 902,9
3	Różnica ENPV wobec wariantu 1-konwencjonalnego	tys. zł	-5 850,8	-3 699,0	-1 547,1
Wariant 3-elektryczny B					
4	Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (FNPV/c)	tys. zł	-19 279,2	-16 735,5	-14 191,7
5	Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)	tys. zł	-7 853,4	-5 602,5	-3 351,7
6	Różnica ENPV wobec wariantu 1-konwencjonalnego	tys. zł	-3 497,6	-1 246,8	+1 004,1

Źródło: opracowanie własne.

Z tabeli 21 wynika, że 30% spadek cen taboru elektrycznego spowodowałby już opłacalność zakupu pojazdów elektrycznych w wariantcie 3-elektrycznym B (graniczny spadek przy którym wystąpiłaby opłacalność to 25,6%). W wariantcie 2-elektrycznym A dopiero spadek cen autobusów elektrycznych o 37,2% spowodowałby efekt ekonomicznej opłacalności realizacji tego wariantu w porównaniu do wariantu konwencjonalnego.

6.5. Analiza ryzyka

Identyfikację podstawowych czynników ryzyka, które mogą mieć wpływ na realizację wariantów, przedstawiono w tabeli 22. Dla każdego z ryzyk zidentyfikowanych jako aktywne, przedstawiono jego prawdopodobieństwo i dotkliwość – zgodnie z dokumentem pn. „Przewodnik po analizie kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych. Narzędzie analizy ekonomicznej polityki spójności 2014-2020, Komisja Europejska 2014”. Prawdopodobieństwo ryzyka sklasyfikowano w skali od A – bardzo nieprawdopodobne do E – bardzo prawdopodobne. Siłę oddziaływania (dotkliwość ryzyka) sklasyfikowano natomiast w skali od I – brak oddziaływania na dobrobyt społeczny do V – katastrofalne, wadliwość projektu. Poziom ryzyka, jako połączenie prawdopodobieństwa i siły oddziaływania, określono na podstawie tabeli zamieszczonej w wyżej wymienionym przewodniku.

Tab. 22. Wynikowa ocena ryzyka w okresie analizy

Rodzaj ryzyka	Prawdopodobieństwo	Siła oddziaływania	Poziom ryzyka	Strategia przeciwdziałania
Wariant 1-konwencjonalny				
Długotrwałe utrzymywanie się niskiego popytu na przewozy komunikacji miejskiej	D	II	niski	różnorodne działania Miasta promujące korzystanie z komunikacji miejskiej
Brak środków własnych MZK sp. z o.o. na odnowę taboru	C	IV	wysoki	zakup taboru przez Miasto, przekazywanie rekompensaty w pełnej wysokości
Ograniczone możliwości zakupu taboru przez Miasto	A	II	niski	przedłużona eksploatacja obecnego taboru
Ograniczone możliwości sfinansowania przez Miasto rekompensaty dla operatora	B	IV	średni	ograniczenie pracy eksploatacyjnej
Opóźnienia w dostawach taboru	A	III	niski	wyprzedzające przygotowanie specyfikacji i ogłaszanie przetargów
Wyższe lub zbyt wysokie ceny taboru	B	II	niski	zmiany kompletacji, częściowy zakup pojazdów niższej klasy
Wysokie ceny oleju napędowego	B	II	niski	dywersyfikacja napędów
Wariant 2-elektryczny A oraz 3-elektryczny B				
Długotrwałe utrzymywanie się niskiego popytu na przewozy komunikacji miejskiej	D	II	niski	różnorodne działania Miasta promujące korzystanie z komunikacji miejskiej

Rodzaj ryzyka	Prawdopodobieństwo	Siła oddziaływania	Poziom ryzyka	Strategia przeciwdziałania
Brak środków własnych MZK sp. z o.o. na odnowę taboru	D	IV	bardzo wysoki	zakup taboru i infrastruktury zasilającej przez Miasto coroczne przekazywanie przez Miasto rekompensaty w pełnej wysokości
Ograniczone możliwości zakupu taboru przez Miasto w wymaganym okresie czasu	B	IV	średni	zakup taboru spalinowego, przedłużona eksploatacja obecnego taboru
Ograniczone możliwości sfinansowania przez Miasto rekompensaty dla operatora	B	IV	średni	ograniczenie pracy eksploatacyjnej
Brak lub znacznie mniejsze dofinansowanie do zakupu taboru zeroemisyjnego i infrastruktury	C	III	średni	ograniczenie wymagań wobec taboru, poszukiwanie dodatkowych form wsparcia finansowego
Zbyt wysokie ceny taboru elektrycznego i infrastruktury	C	II	średni	ponowienie przetargu, zmniejszenie wymagań, ograniczenie skali zamówień
Opóźnienia w dostawach taboru zeroemisyjnego i infrastruktury	C	III	średni	wyprzedzające przygotowanie specyfikacji i ogłaszanie przetargów
Wyższe ceny oleju napędowego	B	II	niski	dywersyfikacja napędów, zwiększona eksploatacja taboru elektrycznego
Wyższe ceny energii elektrycznej	C	III	średni	dywersyfikacja napędów, zwiększona eksploatacja taboru spalinowego nocne ładowanie baterii
Wzrost cen baterii	C	II	średni	wydłużona eksploatacja
Wariant 3-elektryczny B				
Brak możliwości zwiększenia poboru mocy przez zajezdnię MZK sp. z o.o.	C	III	wysoki	podmiana autobusów podczas nocnego ładowania zakup autobusów z pantografem, doładowywanych na trasie dywersyfikacja napędów

Źródło: opracowanie własne.

We wszystkich wariantach ryzyka popytowe w jednakowym stopniu oddziałują na zdolność do realizacji zadań inwestycyjnych. Ryzyka te ujęto w każdym z wariantów w jednej pozycji.

W analizie stwierdzono, że bardzo wysokim ryzykiem w wariantach elektrycznych i wysokim w wariantach konwencjonalnym, jest ograniczona możliwość sfinansowania zakupów taboru przez MZK sp. z o.o. W obecnym stanie finansowo-ekonomicznym MZK sp. z o.o. posiada zdolności do nabycia ze środków własnych jedynie niewielkiej liczby pojazdów fabrycznie nowych w celu częściowej odnowy taboru. Ponieważ autobusy elektryczne występują sporadycznie na rynku wtórnym, konieczne jest dokonanie zakupu takich pojazdów jako fabrycznie nowych, co wiąże się z wysokimi nakładami finansowymi. Poziom ryzyka istotnie rośnie przy wzroście skali zamierzeń inwestycyjnych. Ryzyko to może być ograniczone przez zakup w większym zakresie jednostek taborowych oraz infrastruktury zasilającej przez Miasto.

Wysokim ryzykiem jest brak zgody na zasilanie zajezdni mocą wymaganą do pracy wszystkich ładowarek 120 kW w wariantach 3-elektrycznym B. Ryzyko to może być wyeliminowane poprzez m.in. zakup autobusów wyposażonych nie tylko w baterie o dużej pojemności, ale i w pantograf oraz poprzez budowę stacji ładowania pantografowego w innych lokalizacjach na wybranych pętlach.

Średnim ryzykiem jest brak możliwości sfinansowania przez Miasto zakupu taboru w planowanej liczbie w wymaganym dla otrzymania wsparcia horyzoncie czasowym.

Zdarzenia takie mogą wpłynąć na rezygnację Miasta oraz MPK sp. z o.o. z realizacji projektu wymiany taboru spalinowego na zeroemisyjny albo też wpłynąć na znaczne ograniczenie jego zakresu. Przy braku wsparcia wymiana najstarszych autobusów może zostać przesunięta w czasie albo zakup pojazdów zeroemisyjnych może zostać zastąpiony zakupem autobusów hybrydowych, albo też w części lub nawet w całości – klasycznymi spalinowymi. Efekty redukcji emisji zanieczyszczeń i hałasu oraz korzyści dla mieszkańców byłyby wówczas znacznie mniejsze.

Średnim ryzykiem obarczone jest przekazywanie przez Miasto rekompensaty dla MZK sp. z o.o. w pełnej wysokości. Opóźnienia w przekazywaniu rekompensaty lub jej przekazywanie w wysokości znacznie niższej niż dopuszczalna, może istotnie ograniczyć zdolności Spółki do finansowania zakupów, aż do całkowitej jej utraty. Ryzyko to może być ograniczone poprzez zmniejszenie zakresu pracy eksploatacyjnej, co powinno wpłynąć na zmniejszenie stanu floty i wielkości planowanych zakupów. Pozostaje to jednak w sprzeczności z oczekiwaniami mieszkańców obsługiwanego obszaru.

Średnie ryzyko jest związane z brakiem, a zwłaszcza ze zmniejszeniem dofinansowania zakupu środkami pomocowymi.

Umiarkowanym ryzykiem w wariantach elektrycznych jest wzrost cen taboru zeroemisyjnego oraz infrastruktury do ładowania pojazdów. Średnim ryzykiem w tych wariantach obarczone są także terminowe dostawy taboru zeroemisyjnego i infrastruktury do ładowania, wynikające z prawdopodobnego jednoczesnego zamówienia dużej liczby pojazdów i ładowarek przez wiele miast.

Średnie ryzyko realizacji wymiany taboru na zeroemisyjny jest związane z wzrastającymi cenami energii. Znaczny wzrost nakładów na zakup energii może spowodować konieczność podwyższenia cen biletów komunikacji miejskiej albo alternatywnie – ograniczenia wielkości pracy eksploatacyjnej. Dodatkowym zabezpieczeniem przed tym ryzykiem może być ładowanie baterii w okresie obowiązywania taryfy nocnej.

Miasto może umożliwić dostawy energii dla pojazdów zeroemisyjnych w korzystnych cenach, kontynuując praktykę zawierania wieloletnich kontraktów z dostawcami w ramach grupy odbiorców.

Umiarkowane ryzyko dotyczy także stabilności cen baterii. Ryzyko to może być zmniejszone poprzez ładowanie baterii głównie w okresie niższych taryf, zapewnianie wymiennych zestawów baterii i zmniejszenie przez to poboru mocy w okresach szczytowych oraz zmniejszenie poziomu mocy zamówionej.

7. Rekomendacje

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

Według stanu na dzień 30 września 2024 r., sieć połączeń tomaszowskiej komunikacji miejskiej tworzyły 22 linie autobusowe. Spośród nich 14 obsługiwało okoliczne miejscowości w gminach ościennych, które Miastu powierzyły organizację komunikacji miejskiej na swoim obszarze.

Organizatorem autobusowej komunikacji miejskiej w Tomaszowie Mazowieckim jest Prezydent Miasta Tomaszowa Mazowieckiego, którego zadania wykonuje Zarząd Dróg i Utrzymywania Miasta w Tomaszowie Mazowieckim.

Przewozy pasażerów w tomaszowskiej komunikacji miejskiej realizuje wyłącznie operator będący podmiotem wewnętrznym – MZK sp. z o.o., wykonujący w ramach komunikacji miejskiej ok. 1,6 mln wozokilometrów rocznie i posiadający flotę 33 pojazdów komunikacji miejskiej, w tym 25 autobusów hybrydowych.

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 trzy warianty zmian wyposażenia taborowego tomaszowskiej komunikacji miejskiej:

- 1-konwencjonalny – w którym założono wymianę jednostek taborowych na pojazdy fabrycznie nowe, z analogicznym jak obecnie napędem i analogicznej klasy pojemnościowej;
- 2-elektryczny A, w którym założono:
 - w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności – sukcesywne wprowadzanie bateryjnych autobusów elektrycznych z ładowaniem pantografowym na pętlach oraz uzupełniającym poprzez plug-in w zajezdni;
 - w pozostałym zakresie – wymianę jednostek taborowych na pojazdy fabrycznie nowe, z analogicznym jak obecnie napędem i analogicznej klasy pojemnościowej;
- 3-elektryczny B, w którym założono:
 - w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności – sukcesywne wprowadzanie bateryjnych autobusów elektrycznych wyposażonych w baterie dużej pojemności, ładowane tylko poprzez plug-in podczas postoju nocnego w zajezdni;
 - w pozostałym zakresie – wymianę jednostek taborowych na fabrycznie nowe autobusy z analogicznym jak obecnie napędem i analogicznej klasy pojemnościowej.

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

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

- w pierwszej kolejności linii:
 - w wariantcie elektrycznym A: podstawowa 4 – z ładowarką pantografową w lokalizacji zależnej od analizy technicznych możliwości doprowadzenia zasilania oraz uzupełniająca: 1, 2 i 6 – najlepiej z ładowarką pantografową na pętli Dworzec PKS/PKP (o ile będzie to technicznie możliwe);
 - w wariantcie elektrycznym B – podstawowe 4 i 8;
- w następnej kolejności linii:
 - w wariantcie elektrycznym A: uzupełniająca: 3, 4A i 9 – z ładowarką pantografową na pętli Ludwików Jana oraz uzupełniająca 7 – z ładowarką pantografową na pętli Smugowa,
 - w wariantcie elektrycznym B: uzupełniająca: 1, 2, 3, 5, 6, 7 i 9.

W wariantcie elektrycznym B na wymienionych liniach autobusy elektryczne kierowane byłyby do obsługi wybranych zadań przewozowych – dostosowanych do możliwości dziennych przebiegów elektrobusów. Wyposażenie autobusów elektrycznych w baterie o dużej pojemności umożliwi w dalszym ciągu dokonywanie zmian w przypisaniu pojazdów do linii w skali dnia na szeroką skalę.

W przeprowadzonej analizie społeczno-ekonomicznej uwzględniono obliczone 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 okazały się ujemne dla wszystkich wariantów. Ujemne wartości osiągnęły także wskaźniki ENPV. Z kolei w porównaniu do scenariusza bazowego, najmniej korzystnie wypadł wariant konwencjonalny. Przy przyjętych założeniach analiza wykazała brak korzyści ze stosowania taboru zeroemisyjnego, a zatem i brak obowiązku jego stosowania.

Głównym powodem negatywnych wyników analizy były wyższe ceny autobusów zeroemisyjnych, przy konieczności ponoszenia dodatkowych nakładów na instalacje zasilające autobusy elektryczne.

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

- ewentualny wzrost zainteresowania mieszkańców korzystaniem z zeroemisyjnej komunikacji miejskiej – zmiana zachowań transportowych;
- wpływ zastosowania taboru zeroemisyjnego na ocenę postrzegania miasta.

W związku z wynikiem przeprowadzonej analizy, tj. brakiem korzyści ekonomicznych wskazujących bezwarunkowo na zasadność eksploatacji autobusów zeroemisyjnych, Miasto Tomaszów Mazowiecki nie ma obowiązku stawiania wobec operatora wymogu określonego udziału autobusów zeroemisyjnych w użytkowanej w komunikacji miejskiej flocie pojazdów w okresie najbliższych trzech lat. Od wyniku kolejnej analizy kosztów i korzyści zależność będzie określony w art. 36 ust. 1 ustawy o elektromobilności, warunek udziału minimum 30% autobusów zeroemisyjnych lub napędzanych biometanem w użytkowanej flocie od dnia 1 stycznia 2028 r.

Niezależnie od wyników analizy kosztów i korzyści pozostaje nadal w mocy określony w art. 68a ustawy o elektromobilności warunek minimum 32 i 46% udziału pojazdów na paliwa alternatywne (w tym połowy zeroemisyjnych) w całkowitej liczbie autobusów objętych zamówieniami, odpowiednio od 24 grudnia 2021 r. do 31 grudnia 2025 r. i w latach 2026-2030.

W celu spełnienia drugiego z warunków uzasadniony byłby zaplanowany w obydwu wariantach elektrycznych zakup przez Miasto 12 szt. autobusów zeroemisyjnych.

Wariantem rekomendowanym do wdrożenia jest jeden z wariantów elektrycznych, ze wskazaniem na wariant 3-elektryczny B.

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 2024 r. poz. 1112). Niniejsza analiza kosztów i korzyści w żaden sposób nie oddziałuje na obszary Natura 2000, a ponadto realizacja analizowanych wariantów, w szczególności elektrycznego, wpływa pozytywnie na zmniejszenie emisji zanieczyszczeń emitowanych do atmosfery w obszarze funkcjonowania tomaszowskiej komunikacji miejskiej. Analiza kosztów i korzyści nie podlega więc obowiązkowi przeprowadzenia strategicznej oceny oddziaływania na środowisko.

Załączniki do Analizy

- A. Tabor według klasy autobusów
- B. Spis taboru
- C. Harmonogram wymiany floty
- D. Emisje zanieczyszczeń
- E. Model finansowy (plik obliczeniowy w arkuszu kalkulacyjnym)
- F. Informacja o udziale społeczeństwa w postępowaniu

Załącznik A

Tabor według klas autobusów

Lp.	Miasto	Wszyscy operatorzy razem						Wyłącznie operatorzy wewnętrzni						Wyłącznie operatorzy zewnętrzni					
		Liczba pojazdów według klasy																	
		mini	midi	maxi	mega 15	mega 18	ogółem	mini	midi	maxi	mega 15	mega 18	ogółem	mini	midi	maxi	mega 15	mega 18	ogółem
1	Tomaszów Mazowiecki	-	2	31	-	-	33	-	2	31	-	-	33	-	-	-	-	-	0

Klasa pojemnościowa:

- mini – do 8,99 m długości,
- midi – od 9,00 do 10,99 m długości,
- maxi – od 11,00 do 13,00 m długości,
- mega 15 – od 13,01 do 16,00 m długości,
- mega 18 – powyżej 16,00 m długości.

Źródło: dane Miasta.

Załącznik B

Spis taboru

Lp.	Marka/typ	Norma EURO	Klasa	Średni przebieg roczny [tys. km]	Zużycie paliwa [dm ³ /100 km] [kWh/100 km]
1	Neoplan N4411	III	midi	0,0	b.d.
2	Neoplan N4411	III	midi	0,6	b.d.
3	Neoplan K4016 Olibus	II	maxi	0,0	b.d.
4	MAN A21	II	maxi	14,0	34,3 dm ³
5	MAN NL202	II	maxi	0,9	39,3 dm ³
6	MAN NL202	II	maxi	1,9	35,5 dm ³
7	MAN A78	IV	maxi	0,0	b.d.
8	MAN A78	IV	maxi	2,0	41,4 dm ³
9	Solaris Urbino 12 hybrid	VI	maxi	28,5	30,1 dm ³
10	Solaris Urbino 12 hybrid	VI	maxi	32,4	28,9 dm ³
11	Solaris Urbino 12 hybrid	VI	maxi	34,3	31,5 dm ³
12	Solaris Urbino 12 hybrid	VI	maxi	34,9	29,4 dm ³
13	Solaris Urbino 12 hybrid	VI	maxi	37,3	25,5 dm ³
14	Solaris Urbino 12 hybrid	VI	maxi	39,7	30,2 dm ³
15	Solaris Urbino 12 hybrid	VI	maxi	41,0	29,9 dm ³
16	Solaris Urbino 12 hybrid	VI	maxi	41,2	30,6 dm ³
17	Solaris Urbino 12 hybrid	VI	maxi	41,4	30,4 dm ³
18	Solaris Urbino 12 hybrid	VI	maxi	42,5	31,1 dm ³
19	Solaris Urbino 12 hybrid	VI	maxi	42,6	30,9 dm ³
20	Solaris Urbino 12 hybrid	VI	maxi	42,9	30,0 dm ³
21	Solaris Urbino 12 hybrid	VI	maxi	43,2	30,4 dm ³
22	Solaris Urbino 12 hybrid	VI	maxi	43,4	27,6 dm ³
23	Solaris Urbino 12 hybrid	VI	maxi	43,5	30,1 dm ³
24	Solaris Urbino 12 hybrid	VI	maxi	43,5	30,2 dm ³
25	Solaris Urbino 12 hybrid	VI	maxi	43,7	29,9 dm ³
26	Solaris Urbino 12 hybrid	VI	maxi	44,2	28,9 dm ³
27	Solaris Urbino 12 hybrid	VI	maxi	44,4	28,1 dm ³
28	Solaris Urbino 12 hybrid	VI	maxi	44,5	27,0 dm ³
29	Solaris Urbino 12 hybrid	VI	maxi	44,5	29,6 dm ³
30	Solaris Urbino 12 hybrid	VI	maxi	45,4	29,6 dm ³

Lp.	Marka/typ	Norma EURO	Klasa	Średni przebieg roczny [tys. km]	Zużycie paliwa [dm ³ /100 km] [kWh/100 km]
31	Solaris Urbino 12 hybrid	VI	maxi	46,1	29,4 dm ³
32	Solaris Urbino 12 hybrid	VI	maxi	46,3	29,7 dm ³
33	Solaris Urbino 12 hybrid	VI	maxi	46,3	29,2 dm ³

Klasa pojemnościowa:

- mini – do 8,99 m długości,
- midi – od 9,00 do 10,99 m długości,
- maxi – od 11,00 do 13,00 m długości,
- mega 15 – od 13,01 do 16,00 m długości,
- mega 18 – powyżej 16,00 m długości.

Źródło: dane Miasta.

Załącznik C

Harmonogram wymiany floty

Rodzaj napędu autobusu – klasa pojemnościowa	Wymiana w roku									
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Scenariusz bazowy o znaczeniu wyłącznie porównawczym										
BEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FCEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pojazdy z innymi napędami	0	2	2	2	2	0	0	0	0	0
<i>Udział zeroemisyjnych we flocie [%]</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>
Wariant konwencjonalny										
BEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FCEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pojazdy z innymi napędami	0	2	2	2	2	0	0	0	8	8
<i>Udział zeroemisyjnych we flocie [%]</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>

Rodzaj napędu autobusu – klasa pojemnościowa	Wymiana w roku									
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Wariant elektryczny A										
BEV – razem, w tym:	0	7	0	5	0	0	0	0	0	0
– midi	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	7	-	3	-	-	-	-	-	-
FCEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pojazdy z innymi napędami	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8
<i>Udział zeroemisyjnych we flocie [%]</i>	<i>0,0</i>	<i>20,6</i>	<i>20,3</i>	<i>33,3</i>	<i>33,3</i>	<i>33,3</i>	<i>33,3</i>	<i>33,3</i>	<i>33,3</i>	<i>33,3</i>
Wariant elektryczny B										
BEV – razem, w tym:	0	7	0	5	0	0	0	0	0	0
– midi	--	--	--	- 2	--	--	--	--	--	--
– maxi	--	- 7	--	- 3	--	--	--	--	--	--
FCEV – razem, w tym:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
– midi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
– maxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pojazdy z innymi napędami	0	0	0	0	0	0	0	0	6	8
<i>Udział zeroemisyjnych we flocie [%]</i>	<i>0,0</i>	<i>20,6</i>	<i>20,6</i>	<i>35,3</i>	<i>35,3</i>	<i>35,3</i>	<i>35,3</i>	<i>35,3</i>	<i>35,3</i>	<i>35,3</i>

Klasa pojemnościowa:

- mini – do 8,99 m długości,
- midi – od 9,00 do 10,99 m długości,

- maxi – od 11,00 do 13,00 m długości,
- mega 15 – od 13,01 do 16,00 m długości,
- mega 18 – powyżej 16,00 m długości.

Źródło: dane Miasta.

Załącznik D

Emisje zanieczyszczeń

Rodzaj zanieczyszczenia	Jedn.	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	Ogółem
Scenariusz bazowy o znaczeniu wyłącznie porównawczym												
CO ₂	kg	1 254400	1 266200	1 293400	1 302800	1 307100	1 316800	1 316800	1 316800	1 316800	1 316800	13 007800
Nox	kg	2 197,9	2 684,1	2 782,8	1 857,0	1 964,1	1 978,7	1 978,7	1 978,7	1 978,7	1 978,7	21 379,2
NHMC/NMVOC	kg	722,6	989,1	1 446,0	1 528,3	638,3	643,1	643,1	643,1	643,1	643,1	8 539,7
SO ₂	kg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PM	kg	54,0	65,0	68,7	51,6	49,1	49,5	49,5	49,5	49,5	81,9	568,1
Inne	kg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wariant konwencjonalny												
CO ₂	kg	1 254400	1 266000	1 292900	1 304600	1 313500	1 316800	1 316800	1 316800	1 316800	1 316800	13 015300
Nox	kg	2 197,9	3 154,4	4 052,6	3 017,1	1 852,4	1 978,7	1 978,7	1 978,7	1 978,7	1 978,7	24 167,8
NHMC/NMVOC	kg	722,6	1 058,2	1 632,5	1 662,6	1 717,3	643,1	643,1	643,1	643,1	643,1	10 008,5
SO ₂	kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
PM	kg	54,0	75,0	95,6	74,3	52,5	49,5	49,5	49,5	49,5	49,5	598,7
Inne	kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Wariant elektryczny A												
CO ₂	kg	1 254400	1 254400	1 255100	1 248000	1 226300	1 214300	1 202200	1 190100	1 178100	1 166000	12 188800
Nox	kg	2 197,9	2 197,9	1 944,5	1 935,1	1 801,9	1 785,6	1 769,4	1 753,1	1 736,8	1 707,4	18 829,6
NHMC/NMVOC	kg	722,6	722,6	502,0	502,0	406,5	406,4	406,3	406,3	406,2	406,0	4 886,8
SO ₂	kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
PM	kg	54,0	54,0	49,0	48,7	46,4	45,9	45,5	45,1	44,6	43,8	477,0
Inne	kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0

Rodzaj zanieczyszczenia	Jedn.	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	Ogółem
Wariant elektryczny B												
CO ₂	kg	1 254400	1 254400	1 251300	1 244100	1 226300	1 214300	1 202200	1 190100	1 178100	1 166000	12 181100
Nox	kg	2 197,9	2 197,9	1 872,5	1 863,1	1 801,9	1 785,6	1 769,4	1 753,1	1 736,8	1 707,4	18 685,7
NHMC/NMVOC	kg	722,6	722,6	492,5	492,5	406,5	406,4	406,3	406,3	406,2	406,0	4 867,8
SO ₂	kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
PM	kg	54,0	54,0	47,6	47,3	46,4	45,9	45,5	45,1	44,6	43,8	474,1
Inne	kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0

Źródło: obliczenia własne.

Załącznik E

Model finansowy

Załącznik stanowi rozbudowany plik obliczeniowy w arkuszu kalkulacyjnym.

Załącznik F

Informacja o udziale społeczeństwa w postępowaniu

Załącznik powstanie po przeprowadzeniu udziału społeczeństwa w opracowaniu dokumentu.