



Analiza kosztów i korzyści wykorzystania pojazdów zeroemisyjnych w komunikacji miejskiej na terenie miasta Kalisza i gmin, z którymi Miasto Kalisz podpisało porozumienia dot. realizacji zadania publicznego polegającego na świadczeniu usług transportu zbiorowego

ptc public
transport
consulting
marcin gromadzki

Gdynia – Kalisz, marzec – czerwiec 2021 r.

ANALIZA KOSZTÓW I KORZYŚCI

WYKORZYSTANIA POJAZDÓW ZEROEMISYJNYCH W KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ NA TERENIE MIASTA KALISZA I GMIN, Z KTÓRYMI MIASTO KALISZ PODPISAŁO POROZUMIENIA DOT. REALIZACJI ZADANIA PUBLICZNEGO POLEGAJĄCEGO NA ŚWIADCZENIU USŁUG TRANSPORTU ZBIOROWEGO

Spis treści

1. Wstęp	3
2. Zakres i podstawy prawne opracowania oraz zastosowane definicje i określenia	7
2.1. Struktura analizy i dokumenty źródłowe.....	7
2.2. Definicje i określenia	8
3. Podstawy opracowania analizy kosztów i korzyści	12
4. Charakterystyka komunikacji miejskiej w Kaliszu.....	19
5. Tabor kaliskiej komunikacji miejskiej.....	27
5.1. Aktualny stan taboru.....	27
5.2. Planowane zamierzenia inwestycyjne.....	30
6. Identyfikacja wariantów.....	34
6.1. Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych Kalisza.....	34
6.2. Wybór rodzaju napędu	43
6.3. Rozwiązania sposobów ładowania autobusów zeroemisyjnych	50
6.4. Proponowane warianty.....	55
6.5. Wybór linii do obsługi taboru zeroemisyjnym	62
6.6. Planowane nakłady inwestycyjne	78
7. Analiza kosztów i korzyści	84
7.1. Przyjęte założenia analizy kosztów i korzyści	84
7.2. Wyniki analizy kosztów i korzyści	91
7.3. Trwałość finansowa	95
7.4. Analiza wrażliwości i ryzyka	101
7.5. Określenie luki w finansowaniu	108
8. Podsumowanie	110
9. Informacja o udziale społeczeństwa w postępowaniu (projekt).....	114
Załącznik nr 1. Model finansowy	115
Załącznik nr 2. Raport z konsultacji społecznych	116

1. Wstęp

Wraz z postępowaniem cywilizacyjnym systematycznie rosną oczekiwania społeczeństwa nie tylko w zakresie otoczenia, w którym przebywa się przez większość czasu, sposobów spędzania tego czasu i przebiegu kariery zawodowej, ale i również wobec sposobów przemieszczania się w obrębie miast. Wszystkie środki transportu generują zanieczyszczenia i hałas, przy czym najbardziej negatywnie oddziałują w tym zakresie samochody osobowe, które w przeliczeniu na liczbę pasażerów, w największym stopniu degenerują przestrzeń miejską i – wbrew powszechnej opinii – obniżają jakość życia. Negatywny wpływ motoryzacji indywidualnej na jakość życia w miastach wynika nie tylko z emisji zanieczyszczeń, ale również z powodu kształtowania przez nią niekorzystnych postaw społecznych – sprzyjającym licznym chorobom cywilizacyjnym, takim jak otyłość, nadciśnienie czy nowotwory. Polskie społeczeństwo zaczyna coraz bardziej dostrzegać tę sytuację, widzą ją również samorządy, które dążą do eliminacji lub przynajmniej ograniczenia intensywności ruchu samochodów osobowych w centrach miast, czy to likwidując miejsca parkingowe, czy też nawet radykalnie podnosząc opłaty za parkowanie i tworząc woonerfy, jednocześnie uprzywilejowując w ruchu środki publicznego transportu zbiorowego.

Jedną z najskuteczniejszych metod walki z problemami urbanistycznymi, ekologicznymi i społecznymi w powyższych aspektach, jest promowanie komunikacji miejskiej, zapewniającej najniższe szeroko rozumiane koszty jednostkowe przemieszczania się po mieście i generującej mniejszą uciążliwość dla środowiska naturalnego niż motoryzacja indywidualna. Za sprawą dynamicznego rozwoju technologii, ostatnie lata przyniosły możliwości wprowadzania w komunikacji miejskiej cichych, wygodnych i ekologicznych autobusów z napędem elektrycznym – mających przed sobą wyjątkowo dobre perspektywy na przyszłość, wynikające choćby z coraz większego udziału odnawialnych źródeł energii w polskim miksie energetycznym, czy też nieodległych perspektyw budowy pierwszych bezpiecznych, nowoczesnych reaktorów jądrowych, zdecydowanie bardziej wydajnych od przestarzałych elektrowni węglowych.

Elektromobilność, do niedawna jeszcze dość rzadko używane pojęcie, stanowi esencjonalną odpowiedź na współczesne problemy transportowe ośrodków miejskich – potencjalne panaceum na wielkomiejski hałas, spaliny emitowane z często już wyeksploatowanych samochodów osobowych, wszechobecne zjawiska kongestii ruchu i obszerne skupiska zaparkowanych pojazdów, skutecznie zakłócających niejednokrotnie obrazy zrewitalizowanych przestrzeni miejskich. Dalszy postęp techniczny, coraz większa pojemność baterii, niezawodność i wydajność silników elektrycznych, istotnie lepsza od silników spalinowych, a ponadto rosnąca powszechność tych rozwiązań, pozwalają mieć nadzieję, że to właśnie w elektromobilności

należy poszukiwać odpowiedzi na pytanie, jak efektywnie zarządzać miejską siecią transportową.

Podstawą prawną rozwoju elektromobilności w krajach Unii Europejskiej jest dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych (Dz. Urz. UE z dn. 28.10.2014 r., L 307/1). Na grunt krajowy transponuje tę dyrektywę ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2021 r., poz. 110) – 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. Znacznie szersze niż obecnie zastosowanie paliw alternatywnych w Polsce wpłynęłoby na poprawę ekologiczności sektora transportu. Do paliw alternatywnych zalicza się: energię elektryczną, wodór, biopaliwa, paliwa syntetyczne i parafinowe, sprężony gaz ziemny (CNG), skroplony gaz ziemny (LNG) oraz gaz płynny (LPG).

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

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 usługi komunikacji miejskiej, w rozumieniu ustawy o ptz podmiotowi, którego udział autobusów zeroemisyjnych we flocie użytkowanych pojazdów na obszarze tej jednostki wynosi co najmniej 30%. Przepis ten, na mocy art. 86 pkt 4, wchodzi w życie z dniem 1 stycznia 2028 r.

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

Udziały te wynoszą odpowiednio:

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

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

Na mocy art. 37 ust. 1 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych, każda jednostka samorządu terytorialnego – z wyłączeniem gmin i powiatów, których liczba mieszkańców nie przekracza 50 000 (wyłączenie to sprecyzowano w art. 36 ust. 1) – która świadczy usługę lub zleca świadczenie usługi komunikacji miejskiej w rozumieniu ustawy z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym, 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.

Miasto Kalisz jest jednostką samorządu terytorialnego, której liczba mieszkańców – według danych GUS – w latach 2015-2020 wynosiła ponad 100 tys. i tym samym przekraczała przywołany limit demograficzny wynikający z art. 36 ust. 1 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych. Miasto Kalisz jest więc prawnie zobowiązane do cyklicznego sporządzania analiz kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej.

Pierwszą analizę kosztów i korzyści wykonano w grudniu 2018 r. Wynik tej analizy nie wykazał przewagi korzyści nad kosztami z tytułu wprowadzenia do eksploatacji autobusów zeroemisyjnych, Miasto Kalisz zwolnione więc zostało z obowiązku osiągnięcia wymaganego udziału autobusów zeroemisyjnych w okresie do trzech lat od daty jej sporządzenia,

tj. do końca 2021 r. Miasto Kalisz nie musiało więc zapewnić od 1 stycznia 2021 r. minimum 5% udziału autobusów zeroemisyjnych w użytkowanej w komunikacji miejskiej flocie pojazdów.

Kolejna analiza powinna zostać wykonana przed upływem 36 miesięcy od opracowania pierwszego takiego dokumentu, czyli do końca grudnia 2021 r. Przedmiotową analizę stanowi treść niniejszego opracowania.

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

2.1. Struktura analizy i dokumenty źródłowe

W ramach dokumentu przedstawiono:

- aktualną sytuację eksploatacyjną kaliskiej komunikacji miejskiej, w tym stan jej taboru;
- planowane do realizacji warianty wymiany taboru: konwencjonalny oraz dwa warianty zeroemisyjne: na autobusy elektryczne, których silniki zasilane są z baterii oraz na autobusy elektryczne, których silniki zasilane są z baterii oraz z wodorowych ogniw paliwowych;
- 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 (tekst jednolity Dz. U. z 2021 r., poz. 110.);
 - ustawę z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji (tekst jednolity Dz. U. z 2020 r. poz. 1077 ze zm.);
 - ustawę z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (tekst jednolity Dz. U. z 2020 r., poz. 1944 ze zm.);
 - rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2015/207 z dnia 20 stycznia 2015 r. ustanawiające szczegółowe zasady wykonania rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1303/2013 w odniesieniu do wzoru sprawozdania z postępów, formatu dokumentu służącego przekazywaniu informacji na temat dużych projektów, wzorów wspólnego planu działania, sprawozdań z wdrażania w ramach celu „Inwestycje na rzecz wzrostu i zatrudnienia”, deklaracji zarządczej, strategii audytu, opinii audytowej i rocznego sprawozdania z kontroli oraz metodyki przeprowadzania analizy kosztów i korzyści, a także zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1299/2013 w odniesieniu do wzoru sprawozdań z wdrażania w ramach celu „Europejska współpraca terytorialna” (Dz. Urz. UE z dn. 13.02.2015 r., poz. L 38/1, zmienione rozporządzeniem wykonawczym Komisji (UE) 2018/277 z dnia 23.02.2018 r., L 54, rozporządzeniem wykonawczym Komisji (UE) 2019/256 z dnia 13.02.2019 r., L 43 oraz rozporządzeniem wykonawczym (UE) 2021/436 z dnia 3.03.2021 r., L 85);

- opracowania dotyczące sposobu 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: 20.05.2021 r.);
 - „Analiza kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej. Vademecum Beneficjenta”, opracowanie CUPT Warszawa, 2016 r. (www.cupt.gov.pl/wdrazenie-projektow/analiza-kosztow-i-korzysci/metodyka-analzy-kosztow-i-korzysci/vademecum-beneficjenta, dostęp: 20.05.2021 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: 20.05.2021 r.);
 - „Najlepsze praktyki w analizach kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków unijnych”, opracowanie CUPT, grudzień 2014 r. (www.cupt.gov.pl/wdrazenie-projektow/analiza-kosztow-i-korzysci/metodyka-analzy-kosztow-i-korzysci/podreczniki-akk/zakladki, dostęp: 20.05.2021 r.);
 - „Wytyczne w zakresie zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód i projektów hybrydowych na lata 2014-2020” (<https://www.funduszeuropejskie.gov.pl/strony/o-funduszach/dokumenty/wytyczne-ministra-infrastruktury-i-rozwoju-w-zakresie-zagadnien-zwiazanych-z-przygotowaniem-projektow-inwestycyjnych-w-tym-projektow-generujacych-dochod-i-projektow-hybrydowych-na-lata-2014-2020-1/>, dostęp: 20.05.2021 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 20 maja 2021 r.

2.2. Definicje i określenia

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

- **autobus zeroemisyjny** – autobus w rozumieniu art. 2 pkt 41 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych

w nim ogniowach paliwowych lub wyłącznie silnik, którego cykl pracy nie prowadzi do emisji gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych, o którym mowa w ustawie z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji oraz trolejbus w rozumieniu art. 2 pkt 83 ustawy Prawo o ruchu drogowym;

- **CUPT** – Centrum Unijnych Projektów Transportowych, pl. Europejski 2, 00-844 Warszawa;
- **infrastruktura ładowania drogowego transportu publicznego** – punkty ładowania baterii lub tankowania wodoru wraz z niezbędną dla ich funkcjonowania infrastrukturą towarzyszącą, przeznaczone do ładowania lub tankowania, w szczególności autobusów zeroemisyjnych, wykorzystywanych w transporcie publicznym;
- **komunikacja miejska** – sieć wszystkich linii komunikacyjnych o charakterze użyteczności publicznej zorganizowanych przez Miasto na obszarze jego właściwości – Miasta i gmin, które z Miastem zawarły porozumienia międzygminne;
- **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 Kalisz;
- **NFOŚiGW** – Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, ul. Konstruktorska 3a, 02-673 Warszawa;
- **KLA sp. z o.o.** – Kaliskie Linie Autobusowe spółka z ograniczoną odpowiedzialnością, z siedzibą przy ul. Wrocławskiej 30-38, 62-800 Kalisz, określana w opracowaniu także jako **Spółka**;
- **organizator** – organizator publicznego transportu zbiorowego, właściwa jednostka samorządu terytorialnego albo minister właściwy do spraw transportu, zapewniający funkcjonowanie publicznego transportu zbiorowego na danym obszarze;
- **operator** – operator publicznego transportu zbiorowego, samorządowy zakład budżetowy oraz przedsiębiorca uprawniony do prowadzenia działalności gospodarczej w zakresie przewozu osób, który zawarł z organizatorem publicznego transportu zbiorowego umowę o świadczenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego na linii komunikacyjnej określonej w umowie;
- **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);

- **podmiot wewnętrzny** – odrębna prawnie jednostka, powołana do świadczenia zadań własnych jednostki samorządu lokalnego, podlegająca kontroli właściwego organu lokalnego, a w przypadku grupy organów przynajmniej jednego właściwego organu lokalnego, analogicznej do kontroli, jaką sprawują one nad własnymi służbami;
- **pojazd elektryczny** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu wyłącznie energię elektryczną akumulowaną przez podłączenie do zewnętrznego źródła zasilania, w opracowaniu nazywany także autobusem elektrycznym;
- **pojazd hybrydowy** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, o napędzie spalinowo-elektrycznym, w którym energia elektryczna jest akumulowana przez podłączenie do zewnętrznego źródła zasilania;
- **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;
- **pojazd napędzany wodorem** – pojazd samochodowy w rozumieniu art. 2 pkt 33 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w nim ogniach paliwowych, w opracowaniu odniesieniu do autobusu nazywany także autobusem elektrycznym z wodorowymi ogniwami paliwowymi lub autobusem elektrycznym zasilanym z ogniw paliwowych;
- **praktyczny przewodnik** – publikacja pt. „Zasady opracowywania wymaganej ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Praktyczny przewodnik dla samorządów”, wydana przez Izbę Gospodarczą Komunikacji Miejskiej w Warszawie, czerwiec 2018 r.;
- **punkt ładowania** – urządzenie umożliwiające ładowanie pojedynczego pojazdu elektrycznego, pojazdu hybrydowego i autobusu zeroemisyjnego oraz miejsce, w którym wymienia się lub ładuje akumulator służący do napędu tego pojazdu; punkt ładowania może być małej mocy (do 22 kW) lub dużej mocy (większej niż 22 kW);
- **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;

- **publiczny transport zbiorowy** – powszechnie dostępny regularny przewóz osób wykonywany w określonych odstępach czasu i po określonej linii komunikacyjnej, liniach komunikacyjnych lub sieci komunikacyjnej;
- **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 punkt ładowania o normalnej mocy lub punkt ładowania o dużej mocy, związane z obiektem budowlanym, lub wyposażone w oprogramowanie umożliwiające świadczenie usług ładowania, wraz ze stanowiskiem postojowym oraz instalacją prowadzącą od punktu ładowania do przyłącza elektroenergetycznego;
- **umowa powierzenia** – umowa nr UA/6/WKE/2010 o świadczenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego, zawarta w dniu 8 listopada 2010 r. pomiędzy Miastem jako organizatorem a KLA sp. z o.o. jako operatorem;
- **ustawa o elektromobilności** – ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2021 r., poz. 110);
- **ustawa o ptz** – ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (tekst jednolity Dz. U. z 2020 r. poz. 1944 ze zm.);
- **Wydział** – Referat Komunikacji Miejskiej w Wydziale Spraw Obywatelskich Urzędu Miasta Kalisza, ul. Kościuszki 1a, 62-800 Kalisz – wykonujący funkcje organizatora publicznego transportu zbiorowego na obszarze Miasta Kalisza i gmin, które podpisały z Miastem porozumienia międzygminne w sprawie wspólnej realizacji zadań w tym zakresie.

3. 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 podmiotowi, którego udział autobusów zeroemisyjnych we flocie użytkowanych pojazdów na obszarze tej jednostki wynosi co najmniej 30%. Przepis ten, na mocy art. 86 pkt 4, wchodzi w życie z dniem 1 stycznia 2028 r.

Z kolei art. 68 ust. 4 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 (więcej niż jednego operatora i nie tylko obszaru danej gminy).

Docelowy, obowiązujący od 1 stycznia 2028 r., udział taboru zeroemisyjnego we flocie pojazdów użytkowanych w komunikacji miejskiej w jednostkach przekraczających 50 000 mieszkańców, określony został w art. 36 ust. 1 i wynosi minimum 30%, przy czym nie zostało to w ustawie o elektromobilności stwierdzone wprost, tylko wynika z przywołanego wyżej obowiązku świadczenia lub zlecenia świadczenia usługi komunikacji miejskiej wyłącznie podmiotowi, którego udział autobusów zeroemisyjnych we flocie użytkowanych pojazdów na obszarze danej jednostki wynosi co najmniej 30%.

Różnica w brzmieniu art. 36 i art. 68 wskazuje na to, że udziały, które są wymagane zapisami art. 68, mogą być kumulowane u jednego operatora, nie ma zatem obowiązku zawierania z każdym operatorem wykorzystującym autobusy (lub autobusy i trolejbusy) umów nakazujących określony udział taboru zeroemisyjnego we flocie. Aby spełnić limity określone w art. 68, do dnia 31 grudnia 2027 r. wystarczy więc, gdy tylko jeden, wybrany operator, będzie posiadać i eksploatować tabor zeroemisyjny w liczbie wymaganej dla danej daty dla całej floty. W przypadku kaliskiej komunikacji miejskiej, w której jedynym operatorem jest KLA sp. z o.o., rozróżnienie podmiotowe wymogów w okresach przejściowych i docelowym, nie ma specjalnego znaczenia.

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

Miasto Kalisz przekracza wynikający z przywołanych wcześniej przepisów próg 50 000 mieszkańców. Należy jednak podkreślić, że określony w ustawie o elektromobilności próg 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 strony, jeśli liczba mieszkańców miasta-organizatora przewoźów przekracza 50 tys., to obowiązek zapewnienia określonego udziału autobusów zeroemisyjnych dotyczyć będzie zamówień usług przewoźowych w skali całego obsługiwanego obszaru, a nie tylko na potrzeby obsługi gminy, która przekroczyła próg.

Pomimo spełniania kryterium demograficznego, jednostka samorządu terytorialnego może uniknąć obowiązku uzyskania określonego udziału taboru zeroemisyjnego we flocie pojazdów własnych operatorów lub zlecenia świadczenia przewoźów w komunikacji miejskiej podmiotowi zapewniającemu ten udział we flocie wykonującej przewozy w sytuacji, gdy sporządzona przez nią analiza kosztów i korzyści wykaże brak korzyści użytkowania autobusów zeroemisyjnych (art. 37 ust. 5 ustawy o elektromobilności).

Obowiązek sporządzania co 36 miesięcy takiej analizy, wynika z zapisów art. 37 ust. 1 ustawy o elektromobilności i dotyczy tych jednostek samorządu terytorialnego, które zobowiązane są do zapewnienia określonego udziału autobusów zeroemisyjnych 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 którym mowa w ustawie z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji.

Załącznik do wskazanej ustawy zawiera wykaz gazów cieplarnianych i innych substancji wprowadzanych do powietrza, objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych. W wykazie tym na pozycji nr 1 znajduje się dwutlenek węgla (dwutlenek 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 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 trzem ministrom – właściwym do spraw energii, do spraw gospodarki 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 których 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 kwartału 2021 r. żadne z ministerstw lub jednostek organizacyjnych ministerstw, nie wydało również dokumentu o charakterze podręcznika, wytycznych lub zasad do sporządzania takiej analizy. Poradnik taki – praktyczny przewodnik dla samorządów – wydała natomiast Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej w Warszawie¹. Niniejsza analiza jest zgodna z wymogami przedstawionymi w tym przewodniku.

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

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

Zasady i metody przeprowadzania analizy kosztów i korzyści dla planowanych dużych projektów we wszystkich branżach zawiera „Przewodnik po analizie kosztów i korzyści...”, 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.

Analiza kosztów i korzyści wykonywana na potrzeby wniosków o dofinansowanie z Unii Europejskiej składa się z kilku obowiązkowych elementów, takich jak:

- identyfikacja projektu i określenie jego celu;
- analiza popytu i wariantów;
- analiza finansowa;
- analiza społeczno-ekonomiczna;

¹ „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.

- analiza wrażliwości;
- ocena ryzyka.

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

Identyfikacja wariantów polega na zdefiniowaniu co najmniej dwóch scenariuszy działań: realizacji zamierzeń inwestycyjnych zmierzających do spełnienia określonych w ustawie o elektromobilności 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, FNPV/c) oraz – w przypadku projektów unijnych – także określeniu efektywności finansowej dla wkładów krajowych i wysokości luki w finansowaniu.

Kolejnym etapem jest analiza społeczno-ekonomiczna, zwana także 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.

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

W projektach transportowych ubiegających się o dofinansowanie z Unii Europejskiej wykonuje się co do zasady analizę ilościową – jeśli wskaźniki ERR lub ENPV są wymagane, poza projektami dotyczącymi bezpieczeństwa w transporcie, gdyż uznaje się, że nie istnieje rozsądna metodyka wyrażenia bezpieczeństwa i poczucia bezpieczeństwa w kategoriach pieniężnych.

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

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

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

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

Praktyczny przewodnik wymaga ponadto określenia wysokości ewentualnej luki finansowej, wyliczonej według zasad stosowanych dla projektów unijnych. Lukę finansową wylicza się w celu określenia niezbędnego poziomu wsparcia zewnętrznymi instrumentami finansowymi,

w tym środkami pomocowymi, niezbędnego dla osiągnięcia celów wyznaczonych w ustawie o elektromobilności.

4. Charakterystyka komunikacji miejskiej w Kaliszu

Miasto Kalisz położone jest w centralnej Polsce w południowo-wschodniej części województwa wielkopolskiego. Miasto położone jest na Wysoczyźnie Kaliskiej, będącej częścią Niziny Południowowielkopolskiej, w dolinie nad rzeką Prosną, na historycznym szlaku bursztynowym. Miasto jest ośrodkiem subregionalnym, drugim co do wielkości miastem województwa.

Kalisz jest jednocześnie gminą miejską i powiatem grodzkim, stanowi także siedzibę powiatu kaliskiego.

Miasto ma układ promienisty z historycznym centrum położonym w rozwidleniu rzeki Prosny i Kanału Bernardyńskiego. Centralną część miasta zajmują historyczne obszary zurbanizowane – Śródmieście otoczone rejonami dawnych zakładów przemysłowych nad rzeką. Rejony na zachód i południe od centrum to dzielnice mieszkaniowe wielorodzinne, natomiast obszar na wschód od Kanału zajmuje głównie osiedlowa zabudowa jednorodzinna. Rejony przemysłowo-składowe zajmują głównie obszar na południe od zwartej zabudowy mieszkaniowej oraz wschodnią część miasta – m.in. znany zakład Winiary. Obszar intensywnej zabudowy wielorodzinnej i jednorodzinnej, przede wszystkim od strony południowo-zachodniej, otaczają tereny rolnicze oraz z rozproszoną zabudową mieszkaniową jednorodziną.

Centralna część Kalisza charakteryzuje się koncentracją usług publicznych. Jest to obszar o zwartej zabudowie miejskiej, w części o charakterze historycznym. W południowej części zabudowy miejskiej znajduje się dworzec kolejowy.

Kalisz położony jest na przecięciu dwóch dróg krajowych – nr 12 i 25. W mieście zaczynają także swój bieg trzy drogi wojewódzkie – nr 442, 450 i 470.

Miasto otacza obwodowo wokół najstarszej części zabudowy miejskiej ciąg ulic: od południowego wschodu i południa Trasa Bursztynowa i Górnośląska, od zachodu Podmiejska, Stanczukowskiego i Piłsudskiego – stanowiące przebieg drogi krajowej nr 25, od północy: Majkowska, 3 Maja i Warszawska, a od północnego wschodu Łódzka – będąca fragmentem drogi krajowej nr 12. Ulice tranzytowe pełnią także ważną rolę w ruchu miejskim.

Według Banku Danych Lokalnych GUS, w dniu 31 grudnia 2019 r. liczba ludności miasta wynosiła 100 246 osób, zaś według danych Miasta – liczba osób zameldowanych na pobyt stały i czasowy powyżej 3 miesięcy wg stanu na dzień 29 marca 2021 r. wyniosła 94 914 osób, co w obu przypadkach oznacza przekroczenie progu 50 000 mieszkańców, obligującego do sporządzenia analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych w komunikacji miejskiej.

W ostatniej dekadzie liczba ludności miasta systematycznie malała (o 5,04% w latach 2010-2019), 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 niewielki spadek średniej gęstości zaludnienia. Liczbę mieszkańców, powierzchnię i gęstość zaludnienia Kalisza w latach 2010-2019 – według danych banku Lokalnego GUS – zaprezentowano w tabeli 1.

Tab. 1. Liczba ludności, powierzchnia i gęstość zaludnienia Kalisza w latach 2010-2019

Wyszczególnienie	Jedn.	Rok									
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Liczba mieszkańców	[osób]	105567	105122	104676	103997	103373	102808	102249	101625	100975	100246
Powierzchnia ogółem	[ha]	6 942	6 942	6 942	6 942	6 942	6 942	6 942	6 942	6 942	6 942
Gęstość zaludnienia	[osób/km ²]	1520,7	1514,3	1507,9	1498,1	1489,1	1480,1	1472,9	1463,9	1454,6	1444,1

Źródło: Bank Danych Lokalnych GUS.

Według stanu na dzień 31 grudnia 2019 r., miasto Kalisz zajmowało 38. miejsce w kraju pod względem liczby ludności oraz dopiero 63. miejsce wśród miast pod względem zajmowanej powierzchni. Z racji zdecydowanie mniejszej powierzchni niż charakteryzująca większość miast o podobnej liczbie ludności, gęstość zaludnienia Kalisza jest dość wysoka – o około 40% większa od średniej krajowej dla miast.

Organizatorem kaliskiej komunikacji miejskiej jest Prezydent Miasta Kalisza. Zadania organizatora wypełnia wyspecjalizowana komórka organizacyjna – Referat Komunikacji Miejskiej w Wydziale Spraw Obywatelskich Urzędu Miasta Kalisza, ul. Kościuszki 1a, 62-800 Kalisz. Przedmiotem działania Wydziału jest m.in. prowadzenie spraw w zakresie transportu drogowego oraz spraw dotyczących publicznego transportu zbiorowego wraz z pełnieniem w imieniu Prezydenta funkcji organizatora publicznego transportu zbiorowego.

Do zadań Referatu Komunikacji Miejskiej należy w szczególności:

- badanie potrzeb przewozowych, z uwzględnieniem potrzeb osób niepełnosprawnych, zbieranie danych o liczbie przewożonych pasażerów, prowadzenie analiz rynkowych;
- analiza stanu komunikacji miejskiej zmierzająca do podnoszenia jakości, kontrola jakości przewozów;
- opracowywanie i aktualizacja planu transportowego;
- prowadzenie zagadnień związanych z zawarciem i realizacją umowy o świadczenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego, wydawanie operatorom zaświadczeń;
- opracowywanie rozkładów jazdy dla transportu zbiorowego organizowanego przez Miasto;

- nadzorowanie prawidłowości funkcjonowania publicznego transportu zbiorowego, kontrola operatorów i przewoźników;
- przygotowywanie projektów uchwał ustalających wysokość opłat za przewóz oraz innych opłat, a także dotyczących samorządowych ulg i zwolnień z opłat (przejazdów bezpłatnych);
- przygotowywanie projektów uchwał określających warunki i zasady pobierania opłat za korzystanie z przystanków i dworców oraz zamieszczanie informacji, pobieranie tych opłat;
- nabywanie taboru autobusowego oraz zawieranie z operatorami umów na korzystanie z niego;
- zakup i obsługa urządzeń związanych z funkcjonowaniem komunikacji miejskiej (bileto-maty, wyświetlacze);
- określanie sposobu oznakowania środków transportu wykorzystywanych w przewozach organizowanych przez Miasto;
- prowadzenie spraw związanych z utrzymaniem należytego stanu technicznego infrastruktury wykorzystywanej do świadczenia usług publicznego transportu zbiorowego, w tym infrastruktury przystankowej i dworca autobusowego;
- informowanie o publicznym transporcie zbiorowym.

Linie kaliskiej komunikacji miejskiej obsługują, poza miastem Kaliszem, na podstawie zawartych porozumień komunalnych, także sześć sąsiadujących z Miastem gmin: cztery gminy wiejskie – Godziesze Wielkie, Gołuchów, Opatówek i Ostrów Wielkopolski, miasto i gminę Nowe Skalmierzyce (gmina-miejsko wiejska) oraz miasto Ostrów Wielkopolski. W tym ostatnim przypadku Miasto Ostrów Wielkopolski zawarło porozumienie komunalne o przekazaniu Miastu realizacji części zadania publicznego przewozu osób na linii komunikacji miejskiej 19E, łączącej obydwie miasta. Miasto (Kalisz) zawarło natomiast odrębne porozumienie w sprawie przekazania miastu Ostrów Wielkopolski do realizacji części zadania publicznego dotyczącego przewozów na linii komunikacyjnej M, także łączącej obydwie miasta.

Wg stanu na dzień 20 maja 2021 r. Miasto wykorzystywało do realizacji usług przewozowych jednego operatora – KLA sp. z o.o. – będącego podmiotem wewnętrznym i realizującego przewozy na podstawie umowy nr UA/6/WKE/2010 o świadczenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego, zawartej w dniu 8 listopada 2010 r. Umowa ta obejmowała okres do dnia 8 listopada 2020 r., a po zmianie aneksem nr 30 z dnia 29 listopada 2019 r. obowiązuje na okres do dnia 8 listopada 2025 r.

Uchwałą nr LVI/757/2010 z dnia 26 października 2010 r. Rada Miejska Kalisza powierzyła Spółce realizację zadania własnego, polegającego na zapewnieniu lokalnego transportu zbiorowego mieszkańcom Miasta oraz wykonywania zadań własnych gmin ościennych w zakresie,

w którym gminy te powierzyły wykonywanie zadania Miastu w drodze porozumień komunalnych.

Zgodnie z treścią umowy spółki KLA sp. z o.o., celem działania Spółki jest zaspokajanie potrzeb społeczności lokalnej w zakresie publicznego transportu zbiorowego oraz zapewnienie uczniom niepełnosprawnym, objętym kształceniem specjalnym, bezpłatnego transportu w zakresie obowiązujących przepisów prawa. Przedmiotem działalności KLA sp. z o.o. jest w szczególności transport lądowy pasażerski, miejski i podmiejski (PKD 49.31.Z) oraz pozostały transport lądowy pasażerski, gdzie indziej niesklasyfikowany (PKD 49.39.Z).

Wg stanu na dzień 20 maja 2021 r., w ramach kaliskiej komunikacji miejskiej funkcjonowało 25 linii autobusowych, oznaczonych handlowo numerami: 1, 1A, 1B, 2, 3A, 3B, 3C, 3D, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 12K, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 19E i 22, organizowanych przez Wydział Spraw Obywatelskich Urzędu Miasta Kalisza i obsługiwanych przez KLA sp. z o.o. Wszystkie te linie miały charakter połączeń całorocznych. Dodatkowo, w okresie Wszystkich Świętych funkcjonują cztery dodatkowe linie: K, KW, T i TK, dowożące mieszkańców do kaliskich cmentarzy.

Linie kaliskiej komunikacji miejskiej można podzielić według kryterium zakresu funkcjonowania na trzy kategorie:

- szesnaście linii dziennych całotygodniowych – 1, 1A, 1B, 2, 3A, 3B, 3C, 5, 6, 10, 11, 12, 12K, 16, 19 i 19E;
- jedna linia funkcjonująca od poniedziałku do soboty – 22;
- osiem linii funkcjonujących od poniedziałku do piątku: 3D, 7, 8, 9, 13, 15, 17 i 18.

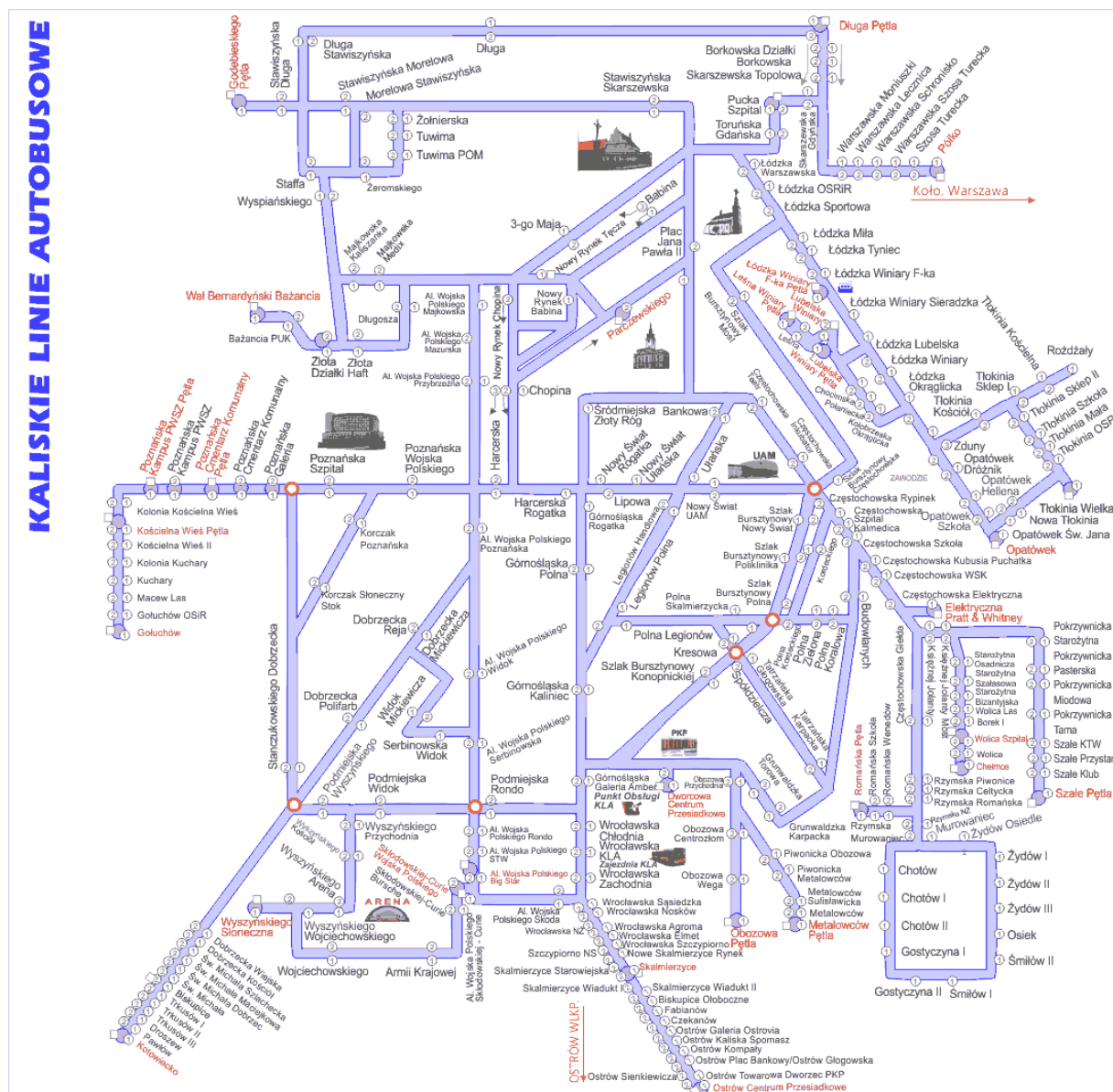
Według kryterium liczby obsługiwanych jednostek administracyjnych można natomiast wyodrębnić dwie grupy linii, które obejmują:

- piętnaście linii miejskich (1, 2, 3C, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 18, 19 i 22) – o trasach w całości zawierających się w granicach administracyjnych miasta Kalisza;
- dziesięć linii podmiejskich (1A, 1B, 3A, 3B, 3D, 6, 12K, 15, 17 i 19E) – o trasach łączących miasto Kalisz z okolicznymi miejscowościami.

Trasa linii 19E obejmowała swoim zasięgiem miasto Ostrów Wielkopolski i miejscowości położone pomiędzy Kaliszem a Ostrowem Wielkopolskim, natomiast trasy pozostałych dziewięciu linii podmiejskich – okoliczne miejscowości.

Poza liniami kaliskiej komunikacji miejskiej, miasto Kalisz obsługiwane było przez całotygodniową linię M – organizowaną przez gminę Miasto Ostrów Wielkopolski, a obsługiwaną przez Miejski Zakład Komunikacji SA w Ostrowie Wielkopolskim.

Na rysunku 1 przedstawiono schematycznie przebieg linii kaliskiej komunikacji miejskiej.



Rys. 1. Schemat linii komunikacyjnych kaliskiej komunikacji miejskiej – stan na 20 maja 2021 r.

Źródło: Kaliskie Linie Autobusowe sp. z o.o.

Obsługiwane kaliską komunikacją miejską miejscowości w gminach ościennych położone są w powiatach:

- kaliskim – gminy wiejskie: Godziesze Wielkie i Żelazków oraz gmina miejsko-wiejska Opatówek;
- ostrowskim – miasto Ostrow Wielkopolski, gmina miejsko-wiejska Nowe Skalmierzyce i gmina wiejska Ostrow Wielkopolski;
- pleszewskim – gmina wiejska Gołuchów.

Obszar działania kaliskiej komunikacji miejskiej jest więc bardzo rozległy.

Największą pracę eksploatacyjną w dniu powszednim na liniach podmiejskich wykonywano na linii 19E – 1 095 km. Kolejnymi połączeniami podmiejskimi charakteryzującymi się znaczącą dzienną pracą eksploatacyjną były linie: 1A, 12K i 6, na których zaplanowano odpowiednio: 785, 684 i 540 km. W sobotę przekraczająca próg 400 km praca eksploatacyjna realizowana była na linii podmiejskiej 1A, a w niedzielę najwięcej wozokilometrów wykonywano na linii 19E – 359.

W segmencie linii miejskich w dniu powszednim największą pracę eksploatacyjną wykonywano na linii 11 – 777 km. Dla większości linii miejskich praca eksploatacyjna w dniu powszednim wahała się od 289 do 471 km. Najmniejsza praca eksploatacyjna wykonywana była na liniach 8 i 7 – odpowiednio 68 i 73 km oraz na liniach 10 i 12 – odpowiednio 115 i 198 km.

W sobotę i w niedzielę największą pracę eksploatacyjną wykonywano na linii 11 – 510 km w obu rodzajach tych dni tygodnia. Na większości pozostałych funkcjonujących w weekendy liniach wykonywano w soboty i niedziele od 140 do 296 km dziennie, jedynie dla linii 10 było to odpowiednio po 115 km, a dla linii 1 i 19 – odpowiednio 403 i 409 km w niedzielę (na obu liniach więcej niż w sobotę).

W okresie przeciętnego miesiąca największą pracę eksploatacyjną w segmencie linii podmiejskich wykonywano na liniach: 19E, 1A, 6 i 12K – odpowiednio: 26,2, 19,1, 14,9 i 17,0 tys. km.

W segmencie linii miejskich największą pracę eksploatacyjną w przeciętnym miesiącu wykonywano na linii 11 – 20,5 tys. km. Połączeniami charakteryzującymi się pracą eksploatacyjną powyżej 10 tys. km w przeciętnym miesiącu były także linie: 1, 2, 3B, 3C, 16 i 19.

Cechą charakterystyczną kaliskiej komunikacji miejskiej jest wytrasowanie większości linii przez obszar ścisłego Śródmieścia.

Organizator przewozów, optymalizując pracę kierowców i taboru, układa zadania przewozowe z bardzo częstą zmianą dziennego przypisania pojazdów do obsługiwanych linii. Rozwiązanie takie jest efektywne w przypadku wykorzystywania taboru zasilanego olejem napędowym, czyli paliwa uzupełnianego tylko jeden raz dziennie, w zajezdni operatora. W przypadku zastosowania taboru zeroemisyjnego doładowywanego także na pętlach, układ zadań wymagałby dokonania uwzględniającej ten fakt zasadniczej przebudowy, w celu wygospodarowania czasu postoju na doładowywanie.

Część pętli autobusowych kaliskiej komunikacji miejskiej, wg stanu na dzień 20 maja 2021 r., skupiało po kilka linii:

- położona w zachodniej części miasta pętla Wyszyńskiego Słoneczna – osiemnaście linii: 1, 1A, 1B, 2, 3A, 3B, 3C, 3D, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 12K, 18 i 19;
- Długa – dwie linie: 13 i 18;

- Godebskiego – trzy linie 15, 19 i 22;
- Leśna Winiary – dwie linie: 1 i 9;
- Lubelska Winiary – trzy linie: 1, 10 i 11;
- Majkowska Medix – dwie linie: 17 i 19E;
- Romańska – dwie linie: 3C i 7;
- Wał Bernardyński Bażancia – cztery linie: 8, 15, 16 i 17 (wybrane kursy).

Poza pętlą Wyszyńskiego Słoneczna (258 odjazdów w dni powszednie, 132 w soboty i 133 w niedziele), pozostałe nie są jednak zbyt mocno wykorzystywane.

Z pozostałych pętli wspólnych dla więcej niż jednej linii, wg stanu na dzień 20 maja 2021 r., wykonywano następującą liczbę kursów:

- Długa – 35 w dni powszednie (tylko);
- Godebskiego – 43 w dni powszednie, 23 w soboty i 20 w niedziele;
- Leśna Winiary – 31 w dni powszednie, 11 w soboty i 18 w niedziele;
- Lubelska Winiary – 36 dni powszednie, 24 w soboty i także 24 w niedziele;
- Majkowska Medix – 51 w dni powszednie, 16 w soboty i 14 w niedziele;
- Romańska – 18 w dni powszednie, 8 w sobotę i 7 w niedziele;
- Wał Bernardyński Bażancia – 27 w dni powszednie, 10 w soboty i 8 w niedziele.

Wspólne pętle dla wielu linii stanowią okoliczność umożliwiającą nie tylko opisane wyżej 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 ułatwiającą ewentualną eksploatację autobusów zeroemisyjnych – elektrycznych z zasilaniem bateryjnym.

W tabeli 2 przedstawiono następujące dane charakteryzujące kaliską komunikację miejską (wykonanie w latach 2017-2020 oraz plan na 2021 r.):

- liczbę wozokilometrów – w podziale na tabor hybrydowy i pozostały;
- średnią liczbę autobusów w inwentarzu i w ruchu – z wyodrębnieniem pojazdów hybrydowych;
- szacunkową liczbę pasażerów;
- przychody z biletów.

Jak wynika z tabeli 2, w ostatnich czterech latach wielkość oferty przewozowej, wyrażona liczbą wozokilometrów i pojazdów w ruchu, ulegała tylko niewielkim wahaniom – można uznać, że była ona ustabilizowana. Wzrost liczby pojazdów w ruchu w 2020 r. wynikał z konieczności wprowadzenia do ruchu dodatkowych pojazdów w celu zabezpieczenia przewozów pasażerów w warunkach wprowadzenia drastycznych ograniczeń spowodowanych ogłoszeniem stanu pandemii.

Tab. 2. Podstawowe parametry charakteryzujące kaliską komunikację miejską w latach 2017-2021

Wyszczególnienie	Jedn.	Rok				
		2017	2018	2019	2020	2021 – plan
Liczba wozokilometrów		3 088,3	3 196,0	3 254,9	3 180,9	3 255,0
– w tym pojazdy hybrydowe	tys. km	3,8	593,3	1 064,6	1 015,4	1 065,0
– w tym pojazdy pozostałe		3 084,4	2 602,7	2 190,3	2 165,5	2 190,0
Średnia liczba pojazdów we flocie			63	63	68	63
– w tym pojazdy hybrydowe	szt.	b.d.	16	16	16	16
– w tym pojazdy pozostałe			47	47	52	47
Średnia liczba pojazdów w ruchu w komunikacji miejskiej	szt.	b.d.	54	54	57	57
Udział w pracy eksploatacyjnej:						
– autobusy hybrydowe	%	0,1	18,6	32,7	31,9	32,7
– autobusy pozostałe		99,9	81,4	67,3	68,1	67,3
Liczba pasażerów	tys. osób	7 459,2	9 118,2	7 875,8	4 198,8	3 763,5
Przychody z biletów brutto	tys. zł	8 408,2	8 378,9	7 485,0	3 847,3	b.d.

Źródło: dane Wydziału.

Względnie stała liczba wozokilometrów jest rezultatem braku istotnych zmian liczby mieszkańców Kalisza oraz wynikiem niewprowadzania w analizowanym okresie istotnych zmian w zakresie obsługi Miasta i obszarów gmin ościennych kaliską komunikacją miejską.

W 2020 r. względem 2019 r. nastąpił nagły spadek przychodów ze sprzedaży biletów, wynikający z wprowadzonych ograniczeń w mobilności mieszkańców oraz zdalnego nauczania w szkołach. Stan ten z okresowymi zmianami utrzymywał się do końca kwietnia 2021 r., w związku z powyższym należy spodziewać się niskich przychodów ze sprzedaży biletów w całym 2021 r.

Miasto zamierza w kolejnych latach prowadzić politykę kontrolowanych korekt wielkości pracy eksploatacyjnej, bez wprowadzania istotnych zmian. W najbliższej przyszłości planowane jest przebudowanie siatki połączeń – w celu dostosowania oferty przewozowej do bieżących i dających się przewidzieć w najbliższej przyszłości, potrzeb mieszkańców miasta Kalisza i okolicznych miejscowości.

W okresie analizy przyjęto utrzymanie poziomu przychodów z biletów osiągniętego w 2020 r.

5. Tabor kaliskiej komunikacji miejskiej

5.1. Aktualny stan taboru

Linie komunikacji miejskiej organizowanej przez Miasto Kalisz obsługiwane są wyłącznie autobusami – częściowo lub całkowicie niskopodłogowymi. Całą flotą pojazdów dysponuje podmiot wewnętrzny – Kaliskie Linie Autobusowe sp. z o.o. w Kaliszu, ul. Wrocławska 30-38.

Według stanu na dzień 31 marca 2021 r., park taborowy Spółki składał się z 72 szt. autobusów, w tym cztery pojazdy – dwa minibusy Volkswagen Crafter 50 oraz dwa minibusy MAN Mercus TGE, wykorzystywane były wyłącznie do świadczenia przewozów szkolnych nie-regularnych i przewozów osób niepełnosprawnych, których nie eksploatowano na liniach komunikacji miejskiej. Z kolei w stosunku do dwóch innych posiadanych autobusów marki Iveco – 50C i Daily 50C17, podjęto decyzję o ich wycofaniu z ruchu, z powodu nadmiernego zużycia.

Flota pojazdów wykorzystywanych do przewozów pasażerów w kaliskiej komunikacji miejskiej liczyła 66 autobusów. Pojazdy te były w większości całkowicie niskopodłogowe (54 szt., tj. 81,8% stanu floty), a jedynie 12 było niskowejściowych (18,2%). Wszystkie pojazdy wyposażone zostały w silniki spalinowe zasilane olejem napędowym, przy czym 16 autobusów (aż 22,2% stanu floty) posiadało napęd hybrydowy. W strukturze taboru komunikacji miejskiej dominowały autobusy standardowe (klasy maxi), które stanowiły 86% stanu taboru KLA sp. z o.o. (57 szt.). Autobusy klasy pojemnościowej midi (o długości od 8,0 do 10,5 m) stanowiły 6% (4 szt.) parku taborowego Spółki, klasy maxi (przegubowe – 18 m) – 5% (3 szt.) a mini – 3% (2 szt.). Operator zamierzał pojazdy klas mini i midi, poza dwoma autobusami marki Isuzu Novociti Life, wymienić docelowo na autobusy standardowej klasy maxi.

W tabeli 3 przedstawiono strukturę użytkowanego przez KLA sp. z o.o. taboru wykorzystywanego do realizacji przewozów w komunikacji miejskiej – wg kryterium wieku i spełniania norm czystości spalin – stan na dzień 31 marca 2021 r.

Polityka odtwarzania taboru KLA sp. z o.o. – wykorzystywanego do przewozów w komunikacji miejskiej – realizowana jest od wielu lat równolegle przez Miasto oraz przez Spółkę. Jednym z ostatnich zakupów dokonanych przez Miasto było nabycie 20 szt. autobusów klasy maxi w latach 2017-2018, w tym o napędzie hybrydowym, które Miasto przekazało do eksploatacji Spółce. Zakupy te zrealizowano w ramach dwóch projektów inwestycyjnych z wykorzystaniem środków pomocowych Unii Europejskiej.

Tab. 3. Struktura taboru użytkowanego przez KLA sp. z o.o. wg kryterium wieku i spełnianych norm czystości spalin – stan na 31 marca 2021 r.

Lp.	Typ taboru	Rodzaj paliwa	Liczba sztuk	Długość [m]	Rok produkcji	Wiek [lat]	Norma czystości spalin	Własność
1	Volvo B10BLE	ON	1	12	1996	25	EURO II	KLA
2	Volvo 7700	ON	1	12	2006	15	EURO V	KLA
3	Scania Omnilink	ON	5	12	2007	14	EURO IV	leasing
4	Scania Omnicity	ON	1	12	2008	13	EURO IV	leasing
5	Solaris Urbino 18	ON	1	18	2009	12	EURO V	KLA
6	Solaris Urbino 12	ON	5	12	2010	11	EURO V	Miasto
7	Solaris Urbino 12	ON	6	12	2011	10	EURO V	Miasto
8	Solaris Urbino 18	ON	2	18	2011	10	EURO V	Miasto
9	Iveco Kapena 65C	ON	2	7,4	2011	10	EURO V	Miasto
10	Solaris Urbino 10	ON	2	12	2013	8	EURO V	KLA
11	Solaris Urbino 12	ON	8	12	2013	8	EURO V	Miasto
12	Solaris Urbino 12	ON	10	12	2017	4	EURO VI	leasing
13	MAN A37 Lion's City (hybryda)	ON	5	12	2017	4	EURO VI	Miasto
14	Scania Citywide LF	ON	4	12	2017	4	EURO VI	Miasto
15	MAN A37 Lion's City (hybryda)	ON	11	12	2018	3	EURO VI	Miasto
16	Isuzu Novociti Life	ON	1	8	2019	2	EURO VI	leasing
17	Isuzu Novociti Life	ON	1	8	2020	1	EURO VI	leasing
18	Ogółem tabor	ON	66	7,4-18	1996-2020	1-25	EURO II-VI	-

Źródło: dane KLA sp. z o.o.

W 2017 r. w ramach projektu inwestycyjnego „Rozwój niskoemisyjnego systemu komunikacji publicznej Miasta Kalisza wraz z modernizacją oświetlenia ulicznego zwiększającą jego energooszczędność”, z dofinansowaniem z Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020, Miasto zakupiło partię 9 szt. fabrycznie nowych autobusów klasy maxi zasilanych olejem napędowym – w tym 5 szt. hybrydowych autobusów marki MAN A37 Lion's City oraz 4 szt. autobusów marki Scania Citywide LF z klasycznym silnikiem Diesla.

W 2018 r. w ramach projektu inwestycyjnego „Rozwój systemu komunikacji publicznej Aglomeracji Kalisko-Ostrowskiej wraz z modernizacją oświetlenia ulicznego – Miasto Kalisz”, z dofinansowaniem z Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020, Miasto nabyło 11 szt. hybrydowych autobusów MAN A37 Lion's City.

W 2017 r. KLA sp. z o.o. uzupełniającą pozyskało w formie leasingu 12 szt. fabrycznie nowych, niskopodłogowych autobusów klasy maxi marki Solaris Urbino 12, zaś w 2019 r. i w 2020 r. – po jednym autobusie niskowejściowym klasy mini, marki Isuzu Novociti Life.

Tabor, którym dysponuje KLA sp. z o.o., jest obecnie silnie zróżnicowany pod względem pojemności pasażerskiej. Park taborowy komunikacji miejskiej składa się z autobusów o nominalnej pojemności pasażerskiej od 38 do 174 osób, posiadających od 12 do 43 miejsc siedzących. W obecnej flocie zbyt duży wobec potrzeb jest udział autobusów niskich klas pojemnościowych. Pojazdy te będą w najbliższych latach systematycznie wymieniane na autobusy klasy maxi. Planuje się pozostawienie docelowo w klasie niższej od maxi jedynie dwóch pojazdów.

Wg stanu na dzień 31 marca 2021 r. średni wiek taboru komunikacji miejskiej KLA sp. z o.o. – w wyniku dokonanej w latach 2017-2020 wymiany pojazdów na fabrycznie nowe, był dość niski – wynosił tylko 7,3 lat. Tylko dwa pojazdy były w wieku 15 lat i starsze – dotyczyło to dwóch autobusów marki Volvo 7700 i B10BLE. Niski był także udział pojazdów w wieku ponad 10 lat, które w liczbie 14 szt., wg stanu na dzień 31 marca 2021 r., stanowiły tylko 21,2% stanu pojazdów komunikacji miejskiej Spółki.

W ostatnich latach średnia liczba pojazdów w ruchu była stała i wynosiła 58 szt.

Strukturę taboru kaliskiej komunikacji miejskiej w podziale na normy emisji spalin, wg stanu na dzień 31 marca 2021 r., przedstawiono w tabeli 4.

Tab. 4. Struktura taboru kaliskiej komunikacji miejskiej w podziale na normy emisji spalin – stan na 31 marca 2021 r.

Wyszczególnienie	Jedn.	Norma czystości spalin EURO						Ra- zem
		II	III	IV	V	VI	VI hybryda	
Liczba pojazdów	szt.	1	0	6	29	16	16	68
Struktura	%	1,4	0,0	8,3	40,3	22,2	22,2	100,0

Źródło: dane KLA sp. z o.o.

Do niniejszej analizy przyjęto stan ilościowy taboru kaliskiej komunikacji miejskiej planowany na dzień 31 grudnia 2021 r. – w liczbie 66 szt. autobusów. Przy realizacji zakupu taboru elektrycznego przyjęto zasadę zastępowania każdego pięciu pojazdów spalinowych w ruchu sześcioma autobusami zeroemisyjnymi – z uwagi na konieczność zapewnienia dodatkowych postojów na pętlach, niezbędnych w celu doładowania pojazdów.

5.2. Planowane zamierzenia inwestycyjne

NFOŚiGW realizuje program „Zielony Transport Publiczny”, którego celem ma być uniknięcie emisji zanieczyszczeń powietrza poprzez dofinansowanie przedsięwzięć polegających na obniżeniu wykorzystania paliw emisyjnych w transporcie. Nabór wniosków w ramach Fazy I prowadzony był w okresie od 4 do 18 stycznia 2021 r. i został zatrzymany przed zapowiadany wcześniej terminem 15 grudnia 2021 r. z powodu złożenia wniosków na kwoty przekraczające dostępną pulę środków. Zapowiadany jest jednak jeszcze w 2021 r. kolejny nabór do programu „Zielony Transport Publiczny”, skierowany tym razem przede wszystkim dla operatorów i organizatorów w miastach do 100 tys. mieszkańców. Program ma być także kontynuowany w latach 2022 i 2023.

Wsparcie może być udzielone na zakup/leasing nowych autobusów elektrycznych, w tym z wodorowymi ogniwami paliwowymi oraz trolejbusów z dodatkowym baterijnym napędem autonomicznym – wraz ze szkoleniem kierowców i mechaników. Wsparcie może być także udzielone na dofinansowanie modernizacji lub budowy infrastruktury zasilającej pojazdy elektryczne, sieci trakcyjnej oraz stacji tankowania wodoru, aczkolwiek z zastrzeżeniem, że będzie ona wykorzystywana wyłącznie do obsługi transportu publicznego.

Dofinansowanie w ramach Fazy I, przypadającej zgodnie z warunkami konkursu na 2021 r., może być udzielone do wysokości 80% kosztów kwalifikowanych zakupu autobusów i trolejbusów, do wysokości 90% kosztów kwalifikowanych zakupu autobusów z wodorowymi ogniwami paliwowymi, a także do 50% kosztów modernizacji/budowy sieci i infrastruktury zasilającej oraz stacji tankowania wodoru (z limitem na nią maksymalnie 3,0 mln zł dofinansowania). Wsparcie może być także udzielone w postaci uzupełniającej pożyczki do wysokości 100% kosztów kwalifikowanych.

W kolejnych okresach dofinansowanie do zakupu autobusów elektrycznych i trolejbusów będzie się systematycznie zmniejszać – do poziomu odpowiednio 70 i 60% kosztów kwalifikowanych.

Okres trwałości wyznaczono na 5 lat.

Miasto Kalisz planuje aplikowanie w najbliższym możliwym terminie naboru w ramach programu „Zielony Transport Publiczny”, w tym w sytuacji jego dedykowania miastom liczącym do 100 tys. mieszkańców (liczba osób zameldowanych w Kaliszu na koniec 2020 r. wyniosła poniżej 100 tys.).

Przewiduje się, że zakres przedsięwzięcia inwestycyjnego zależny będzie od wyniku niniejszej analizy kosztów i korzyści, oceny przyszłych możliwości finansowych Miasta oraz od re-

alizacji wspólnego z Grupą ORLEN przedsięwzięcia dotyczącego rozbudowy jednej z już istniejących na terenie miasta stacji o punkt tankowania wodoru, gdzie następnie będą tankowane autobusy komunikacji miejskiej.

Przedsięwzięcie inwestycyjne obejmuje więc wariantowo:

- przy możliwości budowy przez Grupę ORLEN stacji tankowania wodoru w Kaliszu, o wydajności pozwalającej na codzienne zatankowanie co najmniej 10 szt. autobusów z wodorowymi ogniwami paliwowymi, ilością przynajmniej 40 kg wodoru każdy:
 - zakup 10 szt. autobusów zeroemisyjnych klasy maxi z napędem elektrycznym, wyposażonych w ogniwa wodorowe paliwowe, o zasięgu ok. 350-400 km po jednokrotnym zatankowaniu H₂;
 - adaptację obiektów zajezdni do potrzeb eksploatacji autobusów z napędem elektrycznym, z ogniwami paliwowymi oraz ze zbiornikami ciśnieniowymi H₂ wraz z odpowiednimi zabezpieczeniami – w związku ze stosowaniem paliwa gazowego tworzącego mieszaniny wybuchowe;
 - wyposażenie zajezdni KLA sp. z o.o. w urządzenia i narzędzia niezbędne do codziennej eksploatacji takich autobusów;
 - przeszkolenie kierowców i pracowników zaplecza w zakresie eksploatacji autobusów elektrycznych i wodorowych ogniw paliwowych;
- przy braku możliwości budowy takiej stacji tankowania lub w przypadku decyzji o budowie stacji o istotnie mniejszej zdolności do zatankowania autobusów wodorem:
 - zakup 8 szt. autobusów zeroemisyjnych klasy maxi z napędem elektrycznym, wyposażonych w baterie trakcyjne o średniej pojemności, przystosowanych do ładowania pantografowego na pętlach oraz uzupełniająco do ładowania nocnego plug-in w zajezdni autobusowej;
 - budowę na wybranych pętlach (lub pętli) stacji ładowania autobusów elektrycznych, o mocy 300-400 kW, w systemie odwróconego pantografu, dla uzupełniającego szybkiego zasilania baterii trakcyjnych autobusów zeroemisyjnych;
 - budowę lub przebudowę układu zasilania zajezdni, w celu umożliwienia codziennego wolnego ładowania autobusów elektrycznych oraz awaryjnego szybkiego ładowania za pomocą stacji ładowania z odwróconym pantografem;
 - adaptację obiektów zajezdni do potrzeb eksploatacji autobusów elektrycznych wyposażonych w baterie trakcyjne średniej pojemności;
 - wyposażenie zajezdni KLA sp. z o.o. w urządzenia i narzędzia niezbędne do codziennej eksploatacji takich autobusów;

- przeszkolenie kierowców i pracowników zaplecza w zakresie eksploatacji autobusów elektrycznych.

W przypadku ogłoszenia przez NFOŚiGW naboru w ramach Fazy I programu „Zielony Transport Publiczny” jeszcze w 2021 r. albo ogłoszenia naboru w ramach Fazy II tego programu w I kwartale 2022 r., Miasto przewiduje, że proces wyboru dostawcy taboru oraz budowy urządzeń pozwoli na wprowadzenie do eksploatacji autobusów zeroemisyjnych – elektrycznych z wodorowymi ogniwami paliwowymi albo z możliwością szybkiego, uzupełniającego zasilania na pętlach, na przełomie lat 2023-2024. W związku z tym od początku 2025 r. wybrany rodzaj taboru z napędem elektrycznym będzie już na stałe eksploatowany na liniach kaliskiej komunikacji miejskiej.

Zakłada się, że Operator przy wsparciu finansowym Miasta będzie dokonywał kolejnych zakupów taboru oraz infrastruktury do jego tankowania lub ładowania. W przypadku zakupu urządzeń przez Miasto, nastąpi ich udostępnienie KLA sp. z o.o. w drodze odpłatnej dzierżawy, na wzór poprzednio zawieranych w tej sprawie umów, stanowiących odrębnych dokument od umowy powierzenia.

Nabywane pojazdy będą wyposażone w całkowicie niską podłogę, systemy antypoślizgowe, klimatyzację całopojazdową, przyklęk i miejsce na wózek, monitoring, system informacji pasażerskiej z zapowiedziami głosowymi oraz systemami poboru opłat i dystrybucji biletów. Autobusy będą wymalowane w jednolite barwy miejskie.

KLA sp. z o.o. planuje również, ze wsparciem Miasta, systematyczną wymianę taboru zasilanego olejem napędowym, w szczególności po 12-letnim okresie eksploatacji – w celu utrzymania ok. 7-letniego średniego wieku pojazdów.

KLA sp. z o.o. jako operator, zgodnie z umową powierzenia, zobowiązana jest do ponoszenia niezbędnych nakładów na odtworzenie pozostałego posiadanego majątku – w celu utrzymania jego stałej sprawności i technologicznej przydatności.

Miasto Kalisz i KLA sp. z o.o. rozważają również udział w przyszłych naborach konkursowych na dofinansowanie ze środków unijnych zakupu autobusów zeroemisyjnych – wraz z infrastrukturą zasilającą – w ramach nowego horyzontu finansowania 2021-2027.

Miasto Kalisz i KLA sp. z o.o., w ramach posiadanych możliwości finansowych, niezależnie od wybranego wariantu odtwarzania floty, dokonywać będą sukcesywnej odnowy posiadanego taboru zasilanego olejem napędowym – wycofując systematycznie pojazdy najbardziej wyeksploatowane.

Niezależnie od powyższego, Miasto uznało, że w przypadku wskazania przez niniejszą analizę konieczności spełnienia wymogów ustawy o elektromobilności, zakupi dla potrzeb obsługi sieci komunikacji miejskiej, wyprzedzająco odpowiednią liczbę autobusów zeroemisyjnych

wyposażonych w baterie trakcyjne z dodatkowym ładowaniem pantografowym, jeśli będzie to możliwe do realizacji w krótkim czasie wymaganym na ich uruchomienie.

6. Identyfikacja wariantów

6.1. Problematyka rodzaju taboru w opracowaniach strategicznych Kalisza

Przedmiotem niniejszej analizy jest identyfikacja kosztów i korzyści powstałych w wyniku zapewnienia przez Miasto Kalisz 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 Kalisza i szerzej – jego obszaru funkcjonalnego.

Stan taboru użytkowanego przez KLA sp. z o.o. wg stanu na dzień 31 marca 2021 r. przedstawiono w tabeli 3 w rozdziale 5.

Problematyka odnowy taboru kaliskiej komunikacji miejskiej zawarta została w różnych dokumentach strategicznych miasta i szerzej – obszaru Aglomeracji Kalisko-Ostrowskiej.

Aktualizacja „Strategii Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych dla rozwoju Aglomeracji Kalisko-Ostrowskiej”, przyjęta uchwałą nr 3/2016 Rady Aglomeracji Kalisko-Ostrowskiej z dnia 20 kwietnia 2016 r. w aktualizacji z dnia 17 września 2019 r.², w ramach wizji rozwoju wskazuje na m.in. poprawę jakości środowiska przyrodniczego dzięki inwestycjom w ekologiczny transport publiczny.

Dokument definiuje cel główny oraz sześć celów rozwojowych instrumentu ZIT AKO, a wśród nich m.in. cele:

- nr 1 – Rozwój zrównoważonego systemu transportu publicznego AKO;
- nr 5 – Wspieranie efektywności energetycznej oraz promowanie strategii niskoemisyjnych;
- nr 8 – Rozwój infrastruktury AKO.

Realizację celu nr 1 uzasadnia się tym, że rozwój systemu zrównoważonego transportu publicznego na terenie Aglomeracji przyczyni się przede wszystkim do redukcji występujących zanieczyszczeń komunikacji liniowych odpowiedzialnych za emisję tlenków azotu, tlenków węgla, węglowodorów aromatycznych, metali ciężkich itp.

Realizację celu nr 8 uzasadnia się natomiast dużymi potrzebami inwestycyjnymi, związanymi ze stanem obiektów technicznych, taboru publicznego oraz jego infrastruktury, oświetlenia ulicznego, parametrami i stanem nawierzchni dróg, a także brakiem sieci ścieżek rowerowych.

² zit.sako-info.pl/strategia-zit-ako, dostęp: 20.05.2021 r.

W Strategii wymieniono m.in. priorytety:

- nr 2 – Promocja strategii niskoemisyjnych, a w nim działanie nr 2.1 – Niskoemisyjny system transportu publicznego;
- nr 4 – Nowoczesna infrastruktura służąca rozwojowi, a w nim działanie nr 4.5 – Rozbudowa infrastruktury drogowej.

Celem priorytetu nr 2 jest poprawa stanu środowiska na obszarze Aglomeracji, wspieranie efektywności energetycznej i promowanie strategii niskoemisyjnych – poprzez wdrażanie proekologicznych przedsięwzięć oraz rozwój zrównoważonego systemu transportu publicznego na terenie Aglomeracji. W ramach priorytetu wymieniono działanie nr 2.1 – „Niskoemisyjny system transportu publicznego”, w ramach którego realizowane będą projekty związane z zakupem ekologicznych, niskoemisyjnych autobusów dla transportu publicznego wraz z inwestycjami infrastrukturalnymi, w tym dotyczącymi zasilania pojazdów oraz związane z budową, przebudową, rozbudową i modernizacją takiej infrastruktury jak: zjazdy, zatoki autobusowe, przystanki i urządzenia dla niepełnosprawnych, zintegrowane węzły przesiadkowe z infrastrukturą, drogi dostępu do węzłów, parkingi Park&Ride i Bike&Ride oraz system dróg dla rowerów, a także inteligentne systemy zarządzania i organizacji ruchu.

Zaproponowane działania dotyczące zakupu taboru zeroemisyjnego oraz budowy i zakupu infrastruktury doładowania i tankowania, wpisują się w działania proekologiczne ujęte w przywołanej Strategii i są z nimi w pełni zgodne.

Celem priorytetu nr 4 jest m.in. rozwój infrastruktury drogowej. W priorytecie tym wymieniono zadanie nr 4.5 – „Rozwój infrastruktury drogowej”, w ramach którego realizowany będzie projekt „Rozbudowa ulic w ciągu drogi wojewódzkiej nr 450 na odcinku od „Rogatki” do granicy miasta Kalisza – etap I (od Rogatki do ul. Budowlanych)”, z budową zatok autobusowych.

„Strategia Rozwoju Miasta Kalisza na lata 2014-2024”, przyjęta uchwałą Rady Miejskiej Kalisza nr XLIX/651/2014 z dnia 26 czerwca 2014 r., zdefiniowała wizję miasta jako: „Kalisz – otwarte miasto o wysokiej jakości życia jego mieszkańców i dynamicznie rozwijającej się, nowoczesnej gospodarce” W Strategii wyznaczono osiem celów strategicznych w ramach trzech sfer funkcjonowania miasta: społecznej, gospodarczej i przestrzenno-ekologicznej. Strategia jako jedną z szans wymienia położenie nacisku na ekologiczne systemy transportu, a jako zagrożenie – wysoki udział transportu indywidualnego, skutkujący rosnącą kongestią i zanieczyszczeniami komunikacyjnymi.

W ramach sfery gospodarczej dokument określa m.in. cel strategiczny nr 5 – „Kalisz – synergia aglomeracji”, w którym wymieniono sześć celów operacyjnych, a wśród nich takie jak:

- nr 5.1 – Wdrażanie Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych;
- nr 5.2 – Poprawa systemu transportowego Aglomeracji Kalisko-Ostrowskiej.

Inwestycje realizowane w ramach realizacji celu nr 5.1, ujęte w ZIT dla Aglomeracji Kalisko-Ostrowskiej, według Strategii powinny się koncentrować na pięciu problemach, a jednym z nich jest „zrównoważony rozwój poprzez wykorzystanie potencjału regionu, sprawnego transportu publicznego oraz siatki połączeń w ramach komunikacji publicznej i transportu kolejowego, integracji taryf, realizacji wspólnych przedsięwzięć w zakresie infrastruktury rowerowej”.

Cel nr 5.2 koncentruje się na realizacji wspólnych przedsięwzięć z zakresu budowy, rozbudowy i modernizacji infrastruktury drogowej, a także na wspólnym ubieganiu się o fundusze zewnętrzne na realizację przedsięwzięć.

W ramach sfery przestrzenno-ekologicznej dokument określa m.in. cel strategiczny nr 7 „Kalisz – funkcjonalne miasto”, w którym wymieniono pięć celów operacyjnych, a wśród nich takie jak:

- nr 7.1 – Poprawa dostępności zewnętrznej i jakości infrastruktury transportowej;
- nr 7.2 – Poprawa jakości i kompleksowości transportu publicznego.

Pierwszy z celów obejmuje działania zmierzające do budowy spójnego systemu transportowego, poprawę jakości istniejącej infrastruktury drogowej, wdrażanie nowoczesnych, inteligentnych systemów zarządzania ruchem oraz tworzenie warunków dla rozwoju alternatywnych, bardziej ekologicznych środków transportu (budowa dróg dla rowerów).

Drugi z celów obejmuje działania zmierzające do podnoszenia jakości i kompleksowości transportu publicznego, przejęcie części pasażerów z indywidualnych środków transportu, a co za tym idzie – eliminowanie zbędnej mobilności przyczyniającej się do kongestii. W ramach celu proponuje się inwestycje zarówno w nowy tabor komunikacji miejskiej, jak i zwiększanie pokrycia miasta oraz jego obszaru funkcjonalnego siatką połączeń dopasowanych do potrzeb pasażerów. Realizowane będą także działania dążące do poprawy infrastruktury transportowej – budowa i modernizacja wiat przystankowych, obiektów małej architektury oraz obiektów dworcowych. Wprowadzane będą ułatwienia dla pasażerów, takie jak nowe taryfy opłat, system informacji pasażerskiej, węzły integracyjne, parkingi Park&Ride i system priorytetów dla komunikacji publicznej w ramach systemu zarządzania ruchem.

„Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego Miasta Kalisza” (plan transportowy), przyjęty przez Radę Miejską Kalisza uchwałą nr XXXVII/468/2017 z dnia 27 kwietnia 2017 r., określa standard taboru wykorzystywanego do obsługi sieci komunikacyjnej jako:

- dostępność dla osób niepełnosprawnych poprzez niską podłogę lub niskie wejście, możliwość przykłąku, wyposażenie w platformę, urządzenia sygnalizacyjne i miejsce na wózek inwalidzki oraz drzwi o odpowiedniej szerokości;
- urządzenia sygnalizacyjne dla pasażerów, tablice kierunkowe z przodu, z boku i wewnątrz pojazdu – z numerem linii i kierunkiem jazdy oraz z tyłu – z numerem linii;
- głosowe zapowiedzi przystanków w pojeździe;
- dostosowanie do miejskich systemów ITS i SIP;
- kolorystyka miejska, żółto-niebieska (RAL 1021 i RAL 5002).

Plan definiuje także wysokie wymagania wobec systemu informacji dla pasażerów w mieście: dedykowane strony internetowe Miasta, MZDiK i KLA sp. z o.o. z rozkładami jazdy, obowiązującymi przepisami i taryfą opłat, funkcjonowanie punktu obsługi klienta i aplikacji mobilnej, system platformy internetowej SIP oraz informacja przystankowa i w pojazdach.

W ramach kierunków rozwoju plan transportowy wymienia dalszą modernizację taboru autobusowego i infrastruktury przystankowej oraz budowę węzłów przesiadkowych łączących różne formy transportu. Kierunkiem rozwoju według dokumentu jest także rozbudowa infrastruktury towarzyszącej, w tym m.in. elektronicznych kasowników, monitoringu w pojazdach i elektronicznych tablic do wyświetlania informacji o odjazdach oraz biletomatów na przystankach, a także rozbudowa i modernizacja systemu sygnalizacji świetlnej w celu nadawania priorytetów w ruchu dla pojazdów transportu zbiorowego. Wskazano także na tworzenie w miarę potrzeb punktów przesiadkowych oraz modernizację i budowę pętli autobusowych.

W planie transportowym przedstawiono założenia realizacji przez Miasto inwestycji do 2026 r. w ramach czterech etapów:

- etap I – zakup min. 9 szt. autobusów o długości około 12 m dla KLA sp. z o.o. (5 hybrydowych i 4 z klasycznym napędem Diesla), modernizacja infrastruktury przystankowej;
- etap II – budowa dwóch zintegrowanych węzłów przesiadkowych: w obrębie dworców kolejowego i autobusowego oraz w obrębie byłej zajezdni KLA sp. z o.o. przy ul. Majkowskiej, a także doposażenie przystanków w ułatwienia do przesiadania się;
- etap III – zakup min. 10 szt. autobusów o długości około 12 m oraz 5 szt. autobusów klasy mini, modernizacja infrastruktury przystankowej i analiza przejęcia sprzedaży biletów przez MZDiK;

- etap IV – integracja systemów biletowych w Kaliszu i w Ostrowie Wielkopolskim z uruchomieniem elektronicznej karty aglomeracyjnej.

Oprócz inwestycji wymienionych w poszczególnych etapach, plan transportowy zakłada także – w miarę występowania potrzeb – modernizację, przebudowę lub budowę nowych przystanków oraz punktów przesiadkowych i pętli.

Plan transportowy uznaje za ważną regularną wymianę taboru na nowy, bardziej ekologiczny, przy zachowaniu optymalnego średniego wieku taboru nieprzekraczającego 7 lat.

W okresie opracowywania niniejszej analizy kosztów i korzyści, równolegle przygotowywana była aktualizacja planu transportowego dla miasta Kalisza.

„Plan Gospodarki Niskoemisyjnej dla Miasta Kalisza”, przyjęty uchwałą Rady Miejskiej Kalisza nr XXXIV/450/2017 z dnia 23 lutego 2017 r., określa jako cel główny wytyczenie kierunków działań na rzecz poprawy jakości powietrza na terenie Miasta Kalisza. Dokument określa trzy cele strategiczne, w tym cel nr 1 – Zmniejszenie wielkości emisji na terenie miasta oraz redukcja zanieczyszczeń do powietrza i tym samym poprawa jakości powietrza.

Wśród celów szczegółowych wymieniono dwa związane z ograniczeniem emisji liniowej z transportu:

- nr 1.2 – Rozwój komunikacji publicznej oraz wdrożenie energooszczędnych i niskoemisyjnych rozwiązań w transporcie publicznym i tym samym poprawa jakości powietrza, prowadzące do redukcji emisji zanieczyszczeń do powietrza, w tym gazów cieplarnianych oraz innych zanieczyszczeń m.in. pyłów PM10, PM 2,5 oraz B(a)P;
- nr 1.5 – Usprawnienie systemu transportowego poprzez budowę i modernizację sieci dróg lokalnych, budowę ścieżek rowerowych, parkingów i ciągów pieszych.

W obszarze transportu Plan ogranicza się do propozycji stworzenia warunków do rozwoju transportu publicznego (dodatkowe przystanki i infrastruktura, zintegrowany system taryfowy), a poza tym do tworzenia stref ruchu pieszego, rozbudowy parkingów poza centrum, tworzenia ścieżek rowerowych oraz promowania wśród mieszkańców zdrowego sposobu przemieszczania się – ograniczenia z korzystania z samochodów, ekodrivingu i carpoolingu, a także wykorzystania pojazdów elektrycznych.

W harmonogramie działań naprawczych w zakresie ograniczenia emisjogenności transportu w okresie krótkoterminowym (lata 2015-2020) wymieniono:

- budowę zintegrowanych centrów/węzłów przesiadkowych wraz z dodatkową infrastrukturą – przy dworcu PKP oraz przy ul. Majkowskiej;
- zakup 16 szt. autobusów hybrydowych oraz zakup min. 14 szt. autobusów z silnikami Diesla spełniającymi normę EURO VI;

- rozbudowę, modernizację infrastruktury dla transportu autobusowego, w tym wydzielenie zatok, budowę systemu informacji pasażerskiej, zakup i montaż biletomatów stacjonarnych oraz rozbudowę systemu ITS;
- rozbudowę systemu ścieżek i dróg rowerowych z dodatkową infrastrukturą.

W harmonogramie działań naprawczych w zakresie ograniczenia emisji CO₂ transportu w okresie średnioterminowym (lata 2015-2025) wymieniono:

- budowę wielopoziomowych parkingów w pobliżu centrum miasta;
- budowę, przebudowę i rozbudowę dróg i ulic;
- II etap budowy Zintegrowanego Systemu Zarządzania Ruchem Drogowym w Kaliszu;
- rozbudowę systemu ścieżek pieszo-rowerowych w celu powiązania z gminami ościennymi;
- wymianę pojazdów na nowsze, spełniające normę EURO VI w PUK SA.

„Plan Gospodarki Niskoemisyjnej dla Miasta Kalisza” zawiera jako odrębny rozdział „Uzupełnienie Planu Gospodarki Niskoemisyjnej dla Miasta Kalisza o elementy planu zrównoważonej mobilności miejskiej”.

Przywołane uzupełnienie jako słabe strony zrównoważonej mobilności miejskiej Kalisza wskazuje m.in.:

- silne uzależnienie podróży od samochodu osobowego;
- brak realnej priorytetyzacji transportu miejskiego (w zakresie taboru i infrastruktury);
- niską atrakcyjność publicznego transportu zbiorowego wynikającą z wyeksploatowanego taboru;
- brak spójnego systemu infrastruktury rowerowej.

Jako szanse dokument wymienia m.in. integrację publicznego transportu zbiorowego na poziomie AKO, wzrost znaczenia transportu publicznego poprzez działania organizacyjne i inwestycyjne oraz przekształcenie przestrzeni w obrębie dworców autobusowego i kolejowego.

Opracowanie określa wizję zrównoważonej mobilności, w której wymienia się obsługę miasta niskoemisyjnym i nowoczesnym transportem publicznym.

Uzupełnienie określa trzy cele strategiczne zrównoważonej mobilności, w których wymieniono dwa lub trzy cele szczegółowe:

- nr 1 – Transport drogowy bezpieczny dla mieszkańców, w tym cele szczegółowe:
 - nr 1.1 – Poprawa bezpieczeństwa uczestników ruchu drogowego;
 - nr 1.2 – Zmniejszenie uciążliwości transportu drogowego;
- nr 2 – Zintegrowany i niskoemisyjny transport publiczny, w tym cele szczegółowe:
 - nr 2.1 – Multimodalne centra przesiadkowe;
 - nr 2.2 – Wzrost atrakcyjności i dostępności niskoemisyjnego transportu zbiorowego;

- nr 2.3 – Nowoczesne rozwiązania dla rozwoju mobilności;
- nr 3 – Kalisz miastem pieszych i rowerzystów, w tym cele szczegółowe:
 - nr 3.1 – Zintegrowany rozwój komunikacji rowerowej;
 - nr 3.2 – Planowanie zrównoważonej przestrzeni;
 - nr 3.3 – Zarządzanie mobilnością i wdrażanie nowych wzorców użytkowania – poprzez edukację i zwiększenie świadomości w zakresie zrównoważonej mobilności miejskiej.

W planie działań Uzupełnienia wymieniono – w ramach celów szczegółowych – zadania ujęte w części podstawowej Planu, w tym:

- rozbudowę systemu ITS (cel nr 1.1);
- budowę II etapu Zintegrowanego Systemu Zarządzania Ruchem Drogowym (cel nr 1.2);
- budowę zintegrowanych centrów/węzłów przesiadkowych z dodatkową infrastrukturą przy dworcu PKP oraz przy ul. Majkowskiej (cel nr 1.3);
- zakup min. 16 szt. autobusów hybrydowych, min. 14 szt. klasycznych autobusów Diesla spełniających normę EURO VI, wymianę pojazdów na nowsze spełniające normę EURO VI (cel nr 2.1);
- wydzielenie zatok autobusowych i zakup biletomatów stacjonarnych (cel nr 2.2);
- budowę systemu informacji pasażerskiej z montażem min. 13 szt. tablic elektronicznych (cel nr 2.3);
- rozbudowę systemu ścieżek i dróg rowerowych z dodatkową infrastrukturą (cel nr 3.1);
- budowę wielopoziomowych parkingów w pobliżu centrum (cel nr 3.2).

„Program ochrony środowiska dla Kalisza – miasta na prawach powiatu na lata 2015-2018 z uwzględnieniem perspektywy do roku 2022”, przyjęty uchwałą nr XII/115/2015 z dnia 25 czerwca 2015 r., w obszarze ochrony powietrza wymienia w zakresie obniżenia emisji komunikacyjnej takie działania jak:

- P 2.2 – Budowa zintegrowanego systemu zarządzania ruchem drogowym;
- P 2.5 – Rozwój i modernizacja systemu transportu publicznego;
- P 2.6 – Rozwój systemu ścieżek rowerowych i infrastruktury rowerowej.

„Program ochrony powietrza dla strefy miasto Kalisz”, przyjęty uchwałą Sejmiku Województwa Wielkopolskiego nr XXI/392/20 z dnia 13 lipca 2020 r., wśród planowanych do podjęcia działań w zakresie transportu wymienia jedynie działanie nr 3 – Obniżenie emisji komunikacyjnej poprzez regularne utrzymywanie czystości ulic oraz zakaz używania spalinowych i elektrycznych dmuchaw do liści.

Z kolei w kierunkach działań w zakresie ograniczania emisji liniowej (komunikacyjnej) wymieniono:

- kontynuację modernizacji lub wymiany taboru komunikacji miejskiej, ze szczególnym uwzględnieniem korelacji ekonomiczno-ekologicznej, tzn. współmierności zaangażowanych środków finansowych do spodziewanych efektów ekologicznych;
- dążenie do wprowadzenia nowych niskoemisyjnych paliw i technologii, szczególnie w systemie transportu publicznego i służb miejskich;
- wspieranie działań na rzecz rozwoju elektromobilności m.in. poprzez dążenie do budowy stacji do ładowania pojazdów elektrycznych i stacji tankowania gazu CNG;
- wspieranie rozwoju systemów elektrycznych (zeroemisyjnych) lub niskoemisyjnych pojazdów współdzielonych;
- rozwój i zwiększanie efektywności systemu transportu publicznego;
- politykę cenową opłat za przejazdy i zsynchronizowanie rozkładów jazdy transportu zbiorowego zachęcające do korzystania z systemu transportu zbiorowego;
- rozwój systemu tras rowerowych i infrastruktury rowerowej;
- rozwój i modernizację systemu płatnego parkowania w centrach miast;
- priorytety dla ruchu pieszego, ruchu rowerowego i transportu zbiorowego w centrach miast;
- tworzenie buspasów oraz wydzielanie przejazdów dla autobusów;
- budowę systemu parkingów Park&Ride oraz parkingów buforowych wraz z systemem informacji o zajętości miejsc postojowych;
- podejmowanie działań mających na celu stosowanie zachęt do wymiany pojazdów na bardziej przyjazne środowisku (np. uprzywilejowane miejsca parkingowe);
- kanalizowanie ruchu tranzytowego z ominięciem centralnych części miast i stref zamieszkania;
- szkolenia dla prowadzących pojazdy w zakresie takiego użytkowania pojazdów i sposobu jazdy, aby ograniczać emisję zanieczyszczeń.

„Plan adaptacji do zmian klimatu Miasta Kalisza do roku 2030”, przyjęty uchwałą nr XV/236/2019 Rady Miasta Kalisza z dnia 24 października 2019 r., określa jako cel nadrzędny adaptacji „Ograniczenie negatywnych zmian klimatu poprzez podnoszenie potencjału adaptacyjnego miasta Kalisza w celu zapewnienia rozwoju zrównoważonego miasta i polepszenia jakości życia mieszkańców”.

Plan wyznacza sześć celów strategicznych, w tym cel nr 1 – Uwzględnienie działań adaptacyjnych do zmian klimatu w polityce rozwojowej miasta oraz cel nr 4 – Adaptacja zagrożeń termicznych (upały, chłody, oblodzenia) – tworzenie warunków sprzyjających zdrowiu mieszkańców.

W ramach celu nr 1 jako jedno z działań adaptacyjnych wymieniono działanie nr 2.3 – Modernizacja i rozwój infrastruktury transportowej (w tym rozwój transportu publicznego, ograniczenie zapotrzebowania na transport prywatny w mieście i rozwój systemu ścieżek rowerowych wraz z właściwą infrastrukturą ciągów pieszych oraz budowę parkingów).

Działanie to obejmuje m.in.:

- zmianę organizacji ruchu – poprzez uprzywilejowanie komunikacji publicznej;
- zapewnienie „zielonej fali” dla środków komunikacji zbiorowej;
- budowę nowych sygnalizacji świetlnych, w tym słuz autobusowych;
- ustalenie tzw. węzłów przesiadkowych na obrzeżach miasta (np. z systemami Park&Ride, Bike&Ride) i zespołów przesiadkowych, umożliwiających rozwój podróży intermodalnych;
- wprowadzenie ograniczeń w ruchu samochodów prywatnych w centrum miasta na rzecz komunikacji publicznej (z ulgami biletowymi) lub pojazdów bezemisyjnych.

Jako istotny element tego działania wymieniono także promowanie elektromobilności oraz budowę stacji ładowania pojazdów elektrycznych.

W dokumencie planuje się także zakup niskoemisyjnego taboru autobusowego, integrację taryf opłat i rozkładów jazdy różnych przewoźników oraz budowę zintegrowanych węzłów/przystanków przesiadkowych.

Wprowadzenie przywilejów i udogodnień do rozwoju komunikacji miejskiej oraz ruchu pieszego i rowerowego, umożliwi uniknięcie problemów wiążących się ze stałym wzrostem liczby samochodów, kongestią i większą emisją zanieczyszczeń ze źródeł komunikacyjnych.

W ramach celu nr 4 jako jedno z działań adaptacyjnych wymieniono działanie nr 4.1 – Podnoszenie standardu termicznego usług transportu publicznego, w tym np. odpowiednio zadane „zielone przystanki”.

Opisane działanie obejmuje m.in.:

- zakup nowoczesnych autobusów klimatyzowanych;
- budowę odpowiednio zadanych „zielonych” przystanków;
- wzrost częstotliwości i regularności ruchu autobusów komunikacji miejskiej.

Celem powyższego działania jest poprawa funkcjonowania komunikacji miejskiej w kierunku poprawienia komfortu podróżowania, w szczególności w sytuacji fal upałów. Działanie przyczynić ma się także do zwiększenia zainteresowania mieszkańców Kalisza i osób przyjezdnych korzystaniem z komunikacji zbiorowej.

6.2. Wybór rodzaju napędu

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

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

- zwiększenie bezpieczeństwa ekonomicznego przedsiębiorstwa – poprzez mniejszą podatność na wahania cen paliw i energii;
- zwiększenie bezpieczeństwa dostaw paliw i energii oraz ich stabilności cenowej;
- wydłużenie okresu eksploatacji pojazdów 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 elektrycznych i zmniejszoną emisją zanieczyszczeń przez pojazdy hybrydowe;
- realizacja wytycznych zawartych w „Krajowych Ramach Polityki Rozwoju Infrastruktury Paliw Alternatywnych”.

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

Z kolei nakłady finansowe na uruchomienie przewozów autobusami elektrycznymi z wodorowymi ogniwami paliwowymi związane są z bardzo wysokim kosztem zakupu pojazdów stosujących tą nowatorską technologię oraz z brakiem dostępu do stacji tankowania wodoru w Polsce. Koszt uruchomienia dedykowanej stacji tankowania wodoru jest bowiem wciąż kilku- lub nawet kilkunastokrotnie wyższy od kosztu wybudowania stacji szybkiego ładowania autobusów elektrycznych.

Wprowadzony ustawą o elektromobilności obowiązek systematycznego zwiększania udziału autobusów zeroemisyjnych w strukturze taboru wykorzystywanego w komunikacji miejskiej, stwarza konieczność zmiany dotychczasowej praktyki nabywania nowych pojazdów zasilanych olejem napędowym na – w coraz większym zakresie – pojazdy zeroemisyjne. Zapisy tej ustawy wymagają, aby w miastach przekraczających 50 000 mieszkańców, począwszy

od 1 stycznia 2028 r., flota pojazdów składała się przynajmniej w 30% z autobusów zeroemisyjnych. W skali kraju aktualnie udział takich autobusów w strukturze taboru operatorów komunikacji miejskiej jest nadal niewielki, tymczasem narzucone tempo wzrostu tego udziału, wynikające z przepisów ustawy o elektromobilności, należy uznać za wysokie.

Zastosowanie CNG do zasilania autobusów determinowane jest głównie kosztem jego zakupu. Cena gazu w dużej mierze jest zależna od polityki skarbowej państwa. Rozwój stacji z możliwością tankowania CNG i popularyzacji gazu ziemnego jako paliwa został zahamowany okresowym wprowadzeniem w 2013 r. akcyzy na to paliwo (w wysokości 0,34 zł/m³), zniesionej dopiero w II kwartale 2020 r. Nie bez znaczenia jest też fakt, że cena gazu ustalana jest przez jego dystrybutora – monopolistę – PGNiG SA.

Przy eksploatacji taboru zasilanego CNG istotne jest także to, że właścicielem infrastruktury do tankowania autobusów gazowych nie jest operator przewozów, lecz Grupa PGNiG. W miastach eksploatujących takie pojazdy, pewne problemy z codzienną eksploatacją autobusów CNG wynikają z częstych awarii stacji tankowania, w szczególności braku dostatecznej liczby zapasowych sprężarek.

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

Istotną kwestią, przy podejmowaniu decyzji o eksploatacji taboru zasilanego CNG, jest dostępność stacji tankowania CNG. W Kaliszu funkcjonuje już taka stacja, eksploatowana przez firmę PHUP Gniezno sp. z o.o. (typu Aspor SCA 50-4), aczkolwiek jest to stacja o małej wydajności – 130 m³/h, czynna obecnie (stan na dzień 20 maja 2021 r.) jedynie od poniedziałku do piątku w godzinach 9-15. Najbliższa stacja dużej wydajności znajduje się w Poznaniu, przy ul. Głogowskiej 429, w dość znacznej odległości od Kalisza (130-150 km – w zależności od trasy przejazdu). Brak stacji tankowania CNG o dużej wydajności, przy bardzo wysokich kosztach jej budowy, w zasadzie wyklucza możliwość szybkiego zastosowania takiego napędu w kaliskich autobusach miejskich. Z wprowadzeniem do eksploatacji taboru zasilanego CNG wiąże się ponadto dodatkowy koszt dostosowania obiektów zajezdni do eliminacji zagrożeń związanych z tworzeniem przez gaz ziemny mieszanin wybuchowych. Warto także podkreślić, że ustawa o elektromobilności nie uznaje autobusów zasilanych CNG za zeroemisyjne, zatem zastosowanie tego paliwa nie powoduje spełnienia wymogów określonego udziału taboru zeroemisyjnego we flocie obsługujących pojazdów, zawartych w przepisach tej ustawy.

Zainteresowanie pojazdami zasilanymi CNG zapewne wzrośnie po wprowadzeniu planowanych zmian do ustawy o elektromobilności, w wyniku implementacji w polskim systemie prawnym dyrektywy (UE) 2019/1161.

Napędy elektryczne stosowane są do napędzania pojazdów od początku historii rozwoju motoryzacji. Podstawowym problemem – bardzo ograniczającym ich upowszechnienie – był brak zasobników energii o dużej pojemności. Pojazdy elektryczne stosowane były w przewozach kolejowych, a w przewozach drogowych, w tym w komunikacji miejskiej – tylko tam, gdzie możliwe było ich stałe zasilanie z sieci trakcyjnej (metro, tramwaje, trolejbusy). Małe pojazdy elektryczne do przewozu osób stosowane były głównie jako wózki golfowe i wózki transportowe w przemyśle.

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

Od lat stosowanym napędem elektrycznym wykorzystywanym w pojazdach innych niż szynowe, jest napęd zasilany z sieci napowietrznej – system zwany trolejbusowym. Zgodnie z definicją zawartą w ustawie Prawo o ruchu drogowym, trolejbusem jest autobus przystosowany do zasilania energią elektryczną z sieci trakcyjnej. Trolejbus jest, zgodnie z ustawą o elektromobilności, pojazdem zeroemisyjnym.

Obecnie w Polsce są trzy sieci komunikacyjne wykorzystujące w transporcie miejskim trolejbusy – Gdynia (z Sopotem), Lublin i Tychy. Głównym ograniczeniem rozwoju trolejbusów w komunikacji miejskiej jest wysoki koszt budowy sieci zasilającej wzdłuż trasy linii. Sieć napowietrzna rozwieszona jest nad torem jazdy trolejbusu na odciegach zawieszanych na słupach – albo specjalnie dedykowanych, albo też jednocześnie oświetleniowych. Rozstaw takich słupów jest przeciętnie o 50% mniejszy niż słupów tylko oświetleniowych, a ciężka sieć wymaga masywnej ich budowy. W miejscach skrzyżowań i rozjazdów podwieszone są dodatkowo zwrotnice, krzyżówki, zjazdówki, prowadnice lub impulsatory. Powoduje to powstanie nad ulicą płataniny przewodów i odciegów, co negatywnie wpływa na estetykę miasta i nie wszędzie jest akceptowane.

Pobór energii z sieci trolejbusowej lub ze stacji je zasilających, może natomiast stanowić dobre źródło do zasilania ładowarek dla pojazdów czerpiących energię podczas ruchu wyłącznie z baterii. Doświadczenia związane z napędzaniem drogowych pojazdów transportu miejskiego energią elektryczną (trolejbusów) przekładają się na wzmożone zainteresowanie autobusami elektrycznymi. Obecnie wprowadzane są one do eksploatacji w każdym z miast w Polsce posiadających sieć komunikacji trolejbusowej, tj. w Gdyni, Lublinie i Tychach. Na obecnym

etapie rozwoju technologii autobusów elektrycznych należy zatem uznać, że trolejbusy są pojazdami komplementarnymi wobec autobusów elektrycznych, a ich eksploatacja stanowi okoliczność sprzyjającą zakupowi autobusów elektrycznych.

Istotną wadą wprowadzenia trolejbusów do eksploatacji jest długotrwałość procesu budowy sieci trakcyjnej i jej zasilania. Budowa taka wymaga znaczącej ingerencji w infrastrukturę okołodrogową, dlatego czas uzyskania niezbędnych zgód i uzgodnień jest znacznie dłuższy niż czas wymagany na budowę punktowych stacji zasilania dla autobusów elektrycznych pantografowych.

W Lublinie obecnie wykorzystywane są w codziennej pracy eksploatacyjnej na części odcinków tras dwa rodzaje trolejbusów z dodatkowym napędem: hybrydowe – z agregatem spalinowym albo wyposażone w dodatkowe zasobniki energii – baterie litowo-jonowe lub litowo-polimerowe. W pierwszym typie pojazdów, agregat poprzez generator zasila elektryczne silniki trakcyjne, w drugim – baterie służą jako zasobniki energii na okres pracy bez zasilania sieciowego i ponownie są ładowane podczas jazdy trolejbusu pod siecią. Trolejbusy te przejeżdżają pewien odcinek trasy bez zasilania sieciowego, włączając się jednak do sieci na większości trasy linii.

Trolejbusy z agregatem spalinowym trudno uznać za bezemisyjne, choć do tej pory są uznawane w ustawie o elektromobilności za pojazd zeroemisyjny. Ma to ulec zmianie dopiero po przyjęciu przygotowywanej nowelizacji ustawy o elektromobilności.

Podobnie w Gdyni, od wielu lat dodatkowy napęd baterijny wykorzystywany jest do krótkich przejazdów trolejbusów podczas remontów dróg i awaryjnych objazdów. Od 2015 r. trolejbusy wyposażone w baterie litowo-jonowe wykorzystywane są do liniowej eksploatacji na krótkich odcinkach niewyposażonych w sieć trakcyjną. Obecnie w Gdyni eksploatowane są także pojazdy z podwójną homologacją, tzw. supertrolejbusy, marki Solaris Trollino 12 Electric, posiadające homologację zarówno autobusu elektrycznego, jak i trolejbusu. Pojazdy te kierowane są do obsługi trasy mniej niż w połowie długości z siecią trakcyjną. Supertrolejbusy ładowane są podczas przejazdu pod siecią, a pozostałe odcinki trasy pokonują jako autobusy elektryczne – korzystając ze zmagazynowanej energii. Mogą być także ewentualnie doładowywane poprzez złącze plug-in, np. na pętli lub zajezdni.

W świetle obowiązujących przepisów za zeroemisyjny uważa się trolejbus lub baterijny autobus elektryczny z ogrzewaniem zasilanym olejem napędowym lub paliwem gazowym, pomimo iż pojazd taki emituje jednak pewne zanieczyszczenia.

W opracowanej w 2018 r. „Analizie kosztów i korzyści wykorzystania pojazdów zeroemisyjnych w komunikacji miejskiej na terenie Kalisza i gmin, z którymi miasto Kalisz podpisało

porozumienia dot. realizacji zadania publicznego polegającego na świadczeniu usług transportu zbiorowego” przeprowadzono analizę wariantu inwestycyjnego, polegającego na uruchomieniu trolejbusów. Rozważono budowę sieci trakcji trolejbusowej z zasilaniem o łącznej długości ponad 50 km, adaptację zajezdni oraz zakup 19 trolejbusów. Łączne koszty takiej inwestycji oszacowano na ponad 166 mln zł (poziom cen 2018 r.).

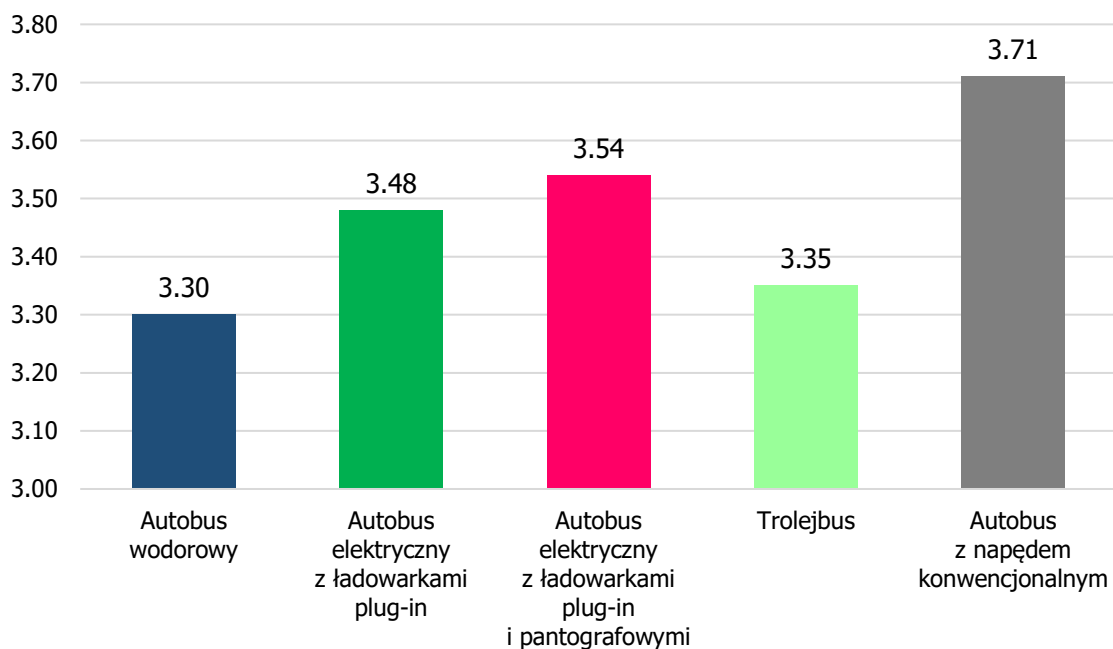
W dokumencie przeprowadzono analizę wielokryterialną, z oceną aspektów technicznych, społecznych, dostępności technologicznej, środowiskowych i ekonomiczno-finansowych. W tabeli 5 przytoczono wyniki oceny wariantów w przeprowadzonej analizie wielokryterialnej.

Tab. 5. Wyniki analizy wielokryterialnej różnych pojazdów zeroemisyjnych przeprowadzonej w ramach analizy kosztów i korzyści w 2018 r.

Aspekt szczegółowy	Wynik oceny pojazdu				
	z napędem ON	elektrycznego z ładowaniem			trolejbus
		plug-in	pantograf i plug-in	ogniwo paliwowe	
Łatwość wprowadzenia	5,0	4,0	3,0	3,0	2,0
Zasięg	5,0	1,0	2,0	5,0	3,0
Elastyczność zarządzania taborzem	5,0	2,0	4,0	5,0	1,0
Pojemność pasażerska	5,0	2,0	3,0	5,0	4,0
Wpływ na wzrost zainteresowania	2,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Dostępność technologiczna	5,0	3,0	3,0	1,0	4,0
Emisja zanieczyszczeń	1,0	4,0	4,0	5,0	4,0
Emisja hałasu	1,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Koszt wprowadzenia	5,0	4,0	3,0	1,0	2,0

Źródło: „Analiza kosztów i korzyści wykorzystania pojazdów zeroemisyjnych w komunikacji miejskiej na terenie Kalisza i gmin, z którymi miasto Kalisz podpisało porozumienia dot. realizacji zadania publicznego polegającego na świadczeniu usług transportu zbiorowego”, TRAKO Wrocław, 2018 r., s. 51-52.

Na rysunku 2 przedstawiono graficznie wyniki analizy wielokryterialnej opracowane dla potrzeb analizy kosztów i korzyści w 2018 r. Kolorem beżowym zaznaczono warianty poddane dalszej analizie.



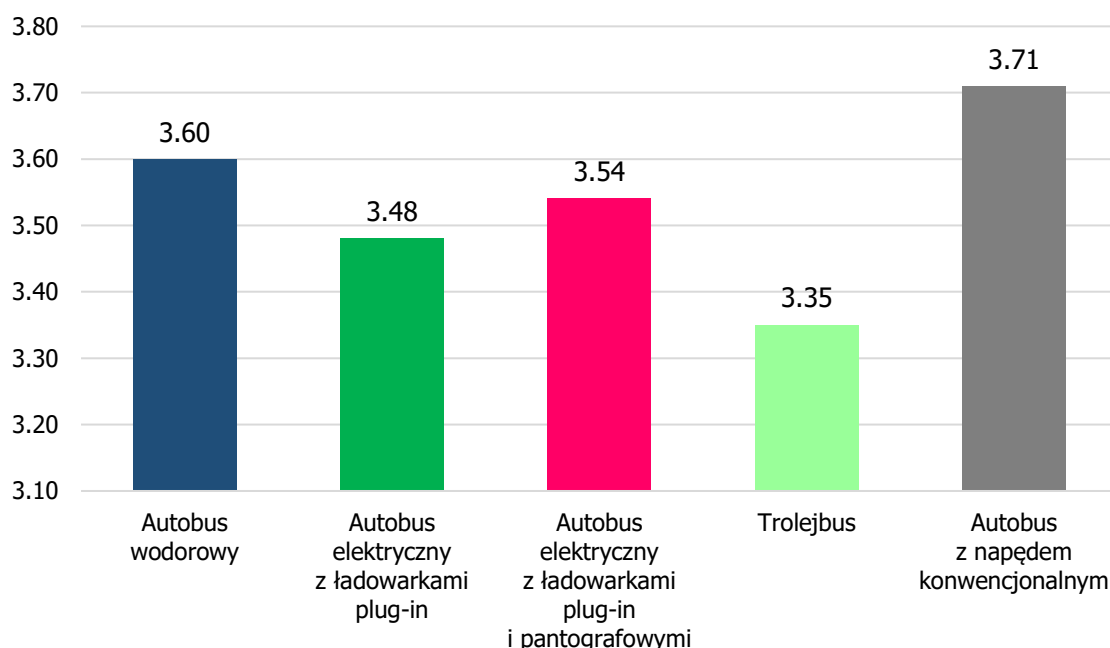
Rys. 2. Ocena wielokryterialna różnych wariantów inwestycyjnych taboru zeroemisyjnego przeprowadzona w ramach analizy kosztów i korzyści w 2018 r.

Źródło: „Analiza kosztów i korzyści wykorzystania pojazdów zeroemisyjnych w komunikacji miejskiej na terenie Kalisza i gmin, z którymi miasto Kalisz podpisało porozumienia dot. realizacji zadania publicznego polegającego na świadczeniu usług transportu zbiorowego”, TRAKO Wrocław, 2018 r., s. 53.

W porównaniu do oceny sprzed trzech lat istotnej zmianie uległa dostępność technologiczna autobusów z wodorowymi ogniwami paliwowymi. Pojazdy takie są już eksploatowane od kilku lat i oferowane na rynku przez różnych znaczących producentów autobusów. Uruchomiony krajowy program budowy stacji tankowania wodoru, wynikający z zobowiązań dla dystrybutorów – będących rezultatem zapisów ustawy o elektromobilności – zmniejsza istotnie ryzyko technologiczne związane z zastosowaniem tego rodzaju napędu autobusu. Ocena aspektu dostępności technologicznej dla pojazdów elektrycznych z wodorowymi ogniwami paliwowymi powinna być więc wyższa niż dokonana w 2018 r.

Na rysunku 3 przedstawiono skorygowaną (zaktualizowaną) ocenę wielokryterialną poszczególnych wariantów inwestycyjnych taboru zeroemisyjnego.

W skorygowanej ocenie najwyższą punktację zachował nadal autobus konwencjonalny, Kolejne pozycje zajęły: autobus elektryczny z wodorowymi ogniwami paliwowymi oraz autobus elektryczny z zasilaniem za pomocą pantografu oraz uzupełniająco plug-in.



Rys. 3. Skorygowana ocena wielokryterialna różnych wariantów inwestycyjnych taboru zeroemisyjnego

Źródło: opracowanie własne.

W studiach wykonalności projektów inwestycyjnych: „Rozwój niskoemisyjnego systemu komunikacji publicznej Miasta Kalisza wraz z modernizacją oświetlenia ulicznego zwiększającą jego energooszczędność” oraz „Rozwój systemu komunikacji publicznej Aglomeracji Kalisko-Ostrowskiej wraz z modernizacją oświetlenia ulicznego – Miasto Kalisz” przeanalizowano różne warianty technologiczne związane z zakupem taboru.

Pod uwagę brano zakup autobusów:

- gazowych;
- elektrycznych;
- hybrydowych;
- z silnikiem Diesla;
- o różnych napędach.

W obu przywołanych dokumentach, ze względu jednak na wysokie nakłady związane z budową i przebudową infrastruktury w celu przystosowania jej do obsługi, naprawy i tankowania autobusów gazowych, wyeliminowano jednak możliwość zakupu tego typu autobusów.

Z uwagi na wysokie koszty zakupu autobusów elektrycznych, dwukrotnie wyższe od kosztów zakupu autobusów z silnikiem Diesla, a także zasięg nieprzekraczający na jednym ładowaniu 130 km, zrezygnowano również z zakupu tego rodzaju taboru.

Biorąc pod uwagę także zakładaną w projektach budowę węzłów przesiadkowych obsługujących linie miejskie uznano, że optymalnym rozwiązaniem będzie zakup autobusów niskopodłogowych, przystosowanych do przewozu osób niepełnosprawnych:

- w pierwszym projekcie – 4 szt. z silnikiem Diesla oraz 5 szt. hybrydowych;
- w drugim projekcie – 11 szt. hybrydowych.

Klasyczne pojazdy hybrydowe charakteryzują się mniejszym zużyciem paliwa, zwłaszcza przy ich wykorzystywaniu do obsługi linii miejskich o krótkich odcinkach międzyprzystankowych, w centrach miast oraz na obszarach intensywnie zurbanizowanych. Na długich trasach, z dużymi odległościami pomiędzy przystankami, uzyskiwane oszczędności są niewielkie albo nie występują w ogóle. Autobusy hybrydowe nie są jednak autobusami zeroemisyjnymi.

W celu spełnienia wymogów ustawy o elektromobilności, Miasto Kalisz może więc rozważyć zastosowanie jedynie dwóch typów napędów autobusów, które stanowią odpowiednio elektryczne silniki napędowe zasilane bateryjnie – z okresowym doładowywaniem baterii oraz elektryczne silniki napędowe zasilane z lokalnego źródła – wodorowego ogniwa paliwowego.

6.3. Rozwiązania sposobów ładowania autobusów zeroemisyjnych

Rozpoczęcie eksploatacji w komunikacji miejskiej elektrycznych autobusów zeroemisyjnych wprowadza w miastach nowy rodzaj napędu, nieemitującego z zastosowanych silników, w miejscu ich użytkowania, gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń powietrza. Koszty codziennej eksploatacji taboru autobusowego z silnikami elektrycznymi są jak dotychczas istotnie niższe niż autobusów zasilanych olejem napędowym, co przekłada się na zmniejszenie kosztów bieżącego funkcjonowania komunikacji miejskiej. Nowy rodzaj napędu wymaga jednak dostosowania obiektów zajezdni operatorów i przeszkolenia załogi w zakresie eksploatacji oraz obsługi autobusów zeroemisyjnych – wymagającej zupełnie innych czynności, niż obsługa autobusów z napędem konwencjonalnym. Autobusy zeroemisyjne wymagają posiadania przez pracowników zaplecza technicznego oraz zespoły naprawczo-remontowe dodatkowych umiejętności i uprawnień, związanych z obsługą pojazdów z silnikami elektrycznymi. Zakres i koszty dostosowania obiektów zajezdni oraz przeszkolenia załogi, należy uznać za znaczące.

Pojazdy z napędem elektrycznym wydają się być najlepszym rozwiązaniem dla dużych miast – z uwagi na niemal zerową emisję zanieczyszczeń, mniejszą emisję hałasu oraz korzystniejsze parametry pracy silnika elektrycznego, pretendujące go do wykonywania trudnej pracy eksploatacyjnej autobusu w mieście.

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

Rozwój pojazdów elektrycznych poruszających się samodzielnie był i jest ograniczony dostępnymi zasobnikami energii. Początkowo zasobniki takie stanowiły akumulatory kwasowo-ołowiowe, potem niklowo-kadmowe (NiCd), a obecnie: niklowo-metalowo-wodorkowe (NiMH) oraz litowo-jonowe (Li-Ion), litowo-polimerowe (Li-Poly), litowo-manganowe (Li-MN₂O₄) i litowo-żelazowo-fosforanowe (Li-FePO₄). Systematycznie wprowadzane są na rynek także inne typy baterii, np. baterie litowo-niklowo-kobaltowo-aluminiowe czy litowo-niklowo-kobaltowo-manganowe. W niektórych zastosowaniach preferowane są baterie pozwalające na rozładowywanie i ładowanie wysokim prądem (3C i 4C), takie też stosowane są w autobusach elektrycznych i hybrydowych. Przyszłością rozwoju baterii będą rozwiązania ze stałym elektrolitem, o większym bezpieczeństwie użytkowania oraz pozwalające na zwiększenie zasięgu pojazdu.

Sporadycznie stosowane były i są w autobusach elektrycznych także superkondensatory – pozwalające na bardzo szybkie oddawanie energii, czyli na generowanie dużej mocy zasilania, ale o niskiej gęstości energii. Superkondensatory, z powodu niższej wagi niż akumulatory, stosowane są natomiast do magazynowania energii w autobusach hybrydowych.

Wszystkie zasobniki energii elektrycznej charakteryzuje ograniczona pojemność z jednostki ich objętości lub masy (gęstość energii), ograniczony prąd rozładowania i ładowania oraz ograniczona liczba cykli. Gęstość energii w jednostce masy akumulatorów niklowo-kadmowych jest wyższa niż kwasowo-ołowiowych. Gęstość energii akumulatorów litowo-jonowych jest natomiast około 3-krotnie wyższa niż akumulatorów niklowo-kadmowych. Żaden z akumulatorów nie jest także odporny na jego całkowite rozładowanie, które może nawet doprowadzić do jego zniszczenia, a zwykle powoduje istotne zmniejszenie pojemności. Podobnie, przeładowanie akumulatora może spowodować jego zniszczenie – jeśli nieprawidłowo działa regulator napięcia albo gdy akumulator jest zbyt głęboko rozładowany.

Producenci akumulatorów zalecają dopuszczalny stopień rozładowania (do 20-30% pojemności) oraz obszar codziennej pracy akumulatora (np. rozładowania do 50%) – w celu zwiększenia jego żywotności. W miarę zwiększania się liczby cykli zmniejsza się także efektywność akumulatora – mierzona dostępną pojemnością i oddawanym prądem.

Rozwój pojazdów elektrycznych nastąpił wraz z rozwojem akumulatorów litowych, o znacznie niższej wadze. Akumulatory te są łączone w duże pakiety (o pojemności zazwyczaj 20-100 kWh), odpowiednio zabezpieczone – z wewnętrznym chłodzeniem i ogrzewaniem oraz z odizolowaniem od wpływów warunków atmosferycznych. Akumulatory litowe wymagają stabilnych warunków pracy, a przy ładowaniu nagrzewają się, co może spowodować ich zapalenie się (przypadek samolotu Dreamliner), a w akumulatorach litowo-jonowych nawet wybuch, wymagają więc odpowiednich zabezpieczeń.

Żywotność baterii litowych określana jest, przy właściwych warunkach eksploatacji, na co najwyżej 10 lat, dlatego we wcześniejszym okresie (np. po 8 latach lub po określonym przebiegu), cała bateria akumulatorów powinna być wymieniona, co jest związane zawsze z wysokim kosztem dla użytkownika. W zależności od zastosowanego typu akumulatorów, różne są także dopuszczalne parametry ich doładowywania.

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. Podstawową metodą dostarczania energii jest złącze kablowe plug-in, które ma jednak zwykle moc przekazywaną ograniczoną do 120 kW oraz dla autobusów miejskich – pantografy zwykłe i odwrócone – pozwalające na szybkie ładowanie wysokim prądem na stanowisku postojowym na trasie pojazdu. Innymi sposobami ładowania pojazdów są automatyczne stacje ładowania indukcyjnego – poprzez pętle zamontowane w nawierzchni jezdni, na przystanku lub na placu postojowym. Pętle indukcyjne muszą mieć system bezpiecznej automatyki – załączający dostawę prądu wyłącznie podczas postoju pojazdu nad pętlą i odłączający je wraz rozpoczęciem jazdy autobusu.

W każdym przypadku użytkowania większej liczby autobusów elektrycznych konieczne jest jednoczesne 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.

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 odbywałoby się w tym przypadku w 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 ładowania nocnego jednego autobusu elektrycznego poprzez złącze plug-in wynosi od 3 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.

Pojazdy takie wymagają ponadto zastosowania baterii o dużej pojemności i dużej wadze, które nie tylko zmniejszają dopuszczalną liczbę przewożonych pasażerów (np. autobus BYD K9

o długości 12 m posiada baterie o pojemności 324 kWh), ale i wpływają na znaczny spadek efektywności ekonomicznej ruchu pojazdu (znaczna część zasobów energii przeznaczana jest na przewóz ciężkich baterii). Konieczność montażu w autobusach elektrycznych baterii o znacznej pojemności i wadze – przy ograniczonym dopuszczalnym nacisku na oś pojazdu (do 11,5 ton na oś napędową i do 10 ton na pojedynczą oś nienapędową) oraz ograniczeniach dopuszczalnej masy całkowitej (dla autobusu o dwóch osiach – do 19,5 ton) – powoduje, że pojemność pasażerska musi zostać zmniejszona w porównaniu do analogicznego autobusu ze standardowym napędem Diesla.

Pojazdy z bateriami o większej pojemności są jednocześnie znacznie droższe, a dodatkowo koszt ich użytkowania podnosi konieczność wymiany kosztownych baterii po kilku latach eksploatacji.

Standardowo oferowane autobusy elektryczne o stosunkowo dużej pojemności pasażerskiej zapewniają zasięg na poziomie do 200 km przy zastosowaniu ogrzewania paliwowego (olej opałowy, olej napędowy lub gaz ziemny) albo tylko do 150 – przy zastosowaniu ogrzewania elektrycznego. Z powyższych przyczyn strategia ładowania nocnego w zajezdni powinna mieć zastosowanie przede wszystkim w przypadku używania ogrzewania paliwowego, a także przy przeznaczaniu autobusów elektrycznych do obsługi krótkich (szczytowych) zadań przewozowych. Z uwagi na bardzo wysokie koszty zakupu autobusów elektrycznych, pojazdy takie nie powinny być jednak alokowane do obsługi takich zadań w pierwszej kolejności – takie działanie jest nieefektywne ekonomicznie. Podkreślić jednak należy, że systematycznie rośnie także dostępność autobusów z bateriami większej pojemności, umożliwiającymi pokonywanie pomiędzy ładowaniami nawet do 300 km – wykorzystującymi baterie nowej generacji i urządzenia o większej efektywności.

Celem organizatorów i operatorów jest zwykle optymalizacja masy baterii, umożliwiająca zmniejszenie zużycia energii, a także likwidacja koniecznych do zrealizowania przejazdów technicznych do i z bazy autobusowej, w celu podłączenia do źródła zasilania i związanych z dłuższym ładowaniem wyłączeń autobusów z ruchu. 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 ok. 20 minut.

Aktualnie produkowane autobusy elektryczne pozwalają – przy doładowywaniu na pętlach – na swobodną obsługę całodziennych, dwuzmianowych zadań przewozowych, o przebiegu nawet rzędu 350 km, także w warunkach dużej kongestii i na trasach bardzo obciążonych. Zmniejszenie wagi baterii, a w jej rezultacie – zwiększenie pojemności pasażerskiej pojazdu i zmniejszenie kosztu przewozu pojedynczego pasażera – może być wówczas znaczące.

Ogranicza jednak wykorzystanie pojazdu z bateryjnym napędem elektrycznym do dedykowanych tras – obejmujących pętle, na których zainstalowano ładowarki.

Na pętlach stosuje się zwykle ładowarki szybkie, o dużej mocy (nawet do 500 kW) z systemem pantografowym. W Chinach oraz w wybranych krajach Europy Zachodniej stosowane są także systemy ładowania indukcyjnego na przystankach, lecz z uwagi na bardzo wysoką cenę takiej instalacji, stosowane są one jedynie na wybranych, dedykowanych trasach w dużych miastach i aglomeracjach. Taki sposób ładowania wymaga wydłużenia czasu postoju na przystanku, a ponadto wymaga zapewnienia wolnego miejsca na danym przystanku w określonym czasie, przeznaczonego na ładowanie. Ładowaniu indukcyjnemu na przystankach nie sprzyja także polski klimat, w którym normalnym zjawiskiem atmosferycznym są opady śniegu.

Najczęściej stosowane jest ładowanie pantografowe, które odbywa się w czasie od kilku do kilkunastu minut – wielokrotnie w czasie użytkowania autobusu w ciągu dnia. Instalacja ładowarki pantografowej wiąże się ze znacznymi kosztami jej budowy, w tym zasilania energetycznego o dużej mocy. Niezależnie od powyższego, w celu pełnego naładowania baterii oraz ich ustabilizowania, pojazd musi być też ostatecznie codziennie doładowywany podczas postoju w zajezdni.

W przypadku korzystania z instalacji zasilania z sieci tramwajowej, punkt ładowania autobusu elektrycznego także występuje jako stacjonarny – z koniecznym postojem pojazdu – z uwagi na stosowaną w tramwajach sieć powrotną wykorzystującą szyny, których nie może wykorzystywać podczas ruchu pojazd z kołami pneumatycznymi.

Odmierna, korzystna sytuacja występuje w przypadku napowietrznych sieci trolejbusowych. Sieci te są zasilane dwuprzewodowo prądem stałym o standardowym napięciu 600 V, co umożliwia podłączenie do niej każdego pojazdu drogowego wyposażonego w odpowiednie urządzenia odbiorcze (pantograf, przetwornice, elementy sterowania). Przykładem jest linia BRT w Marrakeszu. Pojazdy tam stosowane mogą być uznawane za autobusy o małej pojemności baterii (z ładowaniem w ruchu – In Motion Charging) albo też za trolejbusy o dużej pojemności baterii. W każdym przypadku będą one jednak, zgodnie z ustawą o elektromobilności, autobusami zeroemisyjnymi.

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, pojazdach z rekuperacją energii, czy też z systemem start-stop.

Autobusy wyposażone w ogniwa paliwowe zasilane H_2 mają zbiorniki sprężonego wodoru zainstalowane na dachu, o pojemności wystarczającej na przejazd nawet do 350-400 km.

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

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

Istotnym utrudnieniem jest nadal brak w Polsce dostępnych stacji tankowania wodoru. Plany budowy ogólnodostępnych stacji tankowania wodoru posiadają zarówno Grupa ORLEN, jak i LOTOS. Budowę stacji tankowania wodoru w Koninie i w Warszawie zapowiada także inwestor prywatny (plan zakłada uruchomienie pierwszej z nich jesienią 2021 r.)

Brak jest także wciąż w Polsce pewnego dostawcy wodoru o wysokiej czystości w niskiej cenie i w wystarczającej ilości. Produkcję wodoru o wysokiej czystości zamierzają realizować metodą reformingu parowego obydwie polskie koncerny paliwowe oraz Grupa PGNiG, a metodą elektrolizy ZE PAK SA (Zespół Elektrowni Pątnów Adamów Konin), a w przyszłości – inne koncerny energetyczne.

Oferowane na rynku są także lokalne stacje tankowania z wykorzystaniem elektrolizerów, do instalacji na przykład na terenie zajezdni autobusowej.

Ze względu na opisane wyżej uwarunkowania, umożliwiające zakup autobusów z wodorowymi ogniwami paliwowymi w najbliższych latach, w niniejszej analizie ujęto także wariant zastosowania takich autobusów jako zeroemisyjnych.

6.4. Proponowane warianty

W opracowanej w 2018 r. „Analizie kosztów i korzyści wykorzystania pojazdów zeroemisyjnych w komunikacji miejskiej na terenie Kalisza i gmin, z którymi miasto Kalisz podpisało porozumienia dot. realizacji zadania publicznego polegającego na świadczeniu usług transportu zbiorowego” przeanalizowano tylko jeden wariant inwestycyjny – w ramach którego przewidziano wprowadzenie do floty użytkowanych w kaliskiej komunikacji miejskiej autobusów o napędzie elektrycznym, doładowywanych na pętlach poprzez ładowarki pantografowe.

Wariant ten porównano z wariantem bazowym, w którym założono wymianę taboru na pojazdy z dwoma rodzajami napędów – klasycznymi silnikami Diesla oraz napędami hybrydowymi.

W rezultacie przeprowadzonej w poprzednich podrozdziałach wstępnej analizy, zidentyfikowano trzy warianty możliwych zmian wyposażenia taborowego kaliskiej komunikacji miejskiej:

- wariant 1 „konwencjonalny”, w którym założono realizację polityki sukcesywnej wymiany taboru na nowe autobusy – klasyczne z silnikami Diesla, przede wszystkim klasy maxi, oraz hybrydowe;
- wariant 2 „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, przede wszystkim klasy maxi oraz hybrydowe;
- wariant 3 „wodorowy” – w którym założono:
 - w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności:
 - ✓ w pierwszym okresie – wprowadzenie bateryjnych autobusów elektrycznych z ładowaniem pantografowym na pętlach oraz uzupełniającym plug-in w zajezdni;
 - ✓ w drugim okresie – wprowadzenie autobusów elektrycznych z wodorowymi ogniwami paliwowymi;
 - ✓ w trzecim okresie – wprowadzenie 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, przede wszystkim klasy maxi oraz hybrydowe.

We wszystkich wariantach analizy w całym jej okresie przyjęto aktualnie zlecany przez Miasto zakres pracy eksploatacyjnej, wyrażonej liczbą wozokilometrów, na poziomie wielkości pracy eksploatacyjnej planowanej do wykonania w 2021 r.

We wszystkich wariantach założono – zgodnie z wnioskami z doświadczeń eksploatacyjnych w okresie ostatnich dwóch lat przekazanymi przez KLA sp. z o.o. i potwierdzonymi przez Miasto – nabywanie w procesie wymiany taboru nowych pojazdów jako klasy maxi, z wyjątkiem wymiany obecnie eksploatowanych minibusów marki Isuzu, dla których przewidziano ich przyszłe zastąpienie pojazdami analogicznej klasy.

W przypadku taboru hybrydowego założono wymianę pojazdów obecnie eksploatowanych na fabrycznie nowe takiej samej klasy i podobnego typu.

W przygotowaniu harmonogramu wymiany taboru uwzględniono wstępne plany wymiany taboru przygotowane przez KLA sp. z o.o.

Jako podstawowe założenie przyjęto, że autobusy z silnikami zasilanymi olejem napędowym, będą sukcesywnie wymieniane na fabrycznie nowe po upływie 12-13-letniego okresu eksploatacji. Wyjątkiem zaproponowanym przez KLA sp. z o.o. są pojazdy marki Iveco, których wymianę na nowe autobusy klasy maxi przyjęto do końca 2021 r., a także wyeksploatowane pojazdy marki Volvo, których sukcesywną wymianę przewidziano w latach 2021-2022. W przypadku pojazdów hybrydowych założono, że będą one wymieniane po upływie 14-letniego okresu eksploatacji.

W stosunku do autobusów elektrycznych, bateryjnych oraz z wodorowymi ogniwami paliwowymi, przyjęto, że ich wymiana nie nastąpi wcześniej niż po 15-letnim okresie eksploatacji. Założono przy tym także, że przeciętnie każde pięć obecnie eksploatowanych autobusów z silnikiem Diesla zastąpionych zostanie sześcioma autobusami elektrycznymi bateryjnymi. Przy wymianie autobusów spalinowych na elektryczne z wodorowymi ogniwami paliwowymi, z uwagi na ich możliwość całodziennego pracy bez dodatkowego tankowania, przyjęto brak wzrostu stanu floty.

Uwzględniając obecnie przyjętą zasadę odpłatnego wypożyczania operatorowi zakupionych przez Miasto pojazdów hybrydowych, a także umiarkowaną zdolność finansową KLA sp. z o.o. uznano, że w okresie analizy zakupy nowego taboru realizować będzie Miasto, udostępniając tabor odpłatnie operatorowi. Jest to jednak wyłącznie założenie do celów analizy porównawczej wariantów, niezamykające możliwości nabywania taboru przez Spółkę.

W wariantcie 2 „elektrycznym” nakłady na utworzenie niezbędnej infrastruktury zasilającej podzielono na dwie grupy. W pierwszej grupie znalazły się wydatki związane z budową nowej stacji zasilania w zajezdni z rozdzielnią oraz z jej zasilaniem z zewnętrznej sieci energetycznej, które należałoby ponieść przed dostawą pierwszej partii autobusów zeroemisyjnych. Do drugiej grupy zaliczone zostały natomiast wydatki związane z instalacją stacji zasilania wolnego – w liczbie odpowiadającej nowo nabywanym baterijnym autobusom zeroemisyjnym oraz stacji zasilania szybkiego – po jednej dla każdej dostarczonej kolejnej partii pięciu tych pojazdów.

Poza opisanymi wyżej dwoma wariantami inwestycyjnymi, utworzono scenariusz bazowy, o charakterze wyłącznie porównawczym, w którym założono wykonywanie przewozów w kaliskiej komunikacji miejskiej autobusami zasilanymi olejem napędowym, z wymianą pojazdów po 15-letnim okresie eksploatacji. Pozostałe podstawowe założenia dotyczące wymiany taboru przyjęto w scenariuszu bazowym jak dla pozostałych wariantów.

Planowany w okresie analizy zakres pracy eksploatacyjnej kaliskiej komunikacji miejskiej przyjęto w wysokości zaplanowanej dla 2021 r. – w liczbie 3 255 tys. km rocznie. Pracę eks-

platacyjną pojazdów hybrydowych przyjęto w latach analizy na poziomie rzeczywistego wykonania w latach 2019-2020, tj. 1 040 tys. km rocznie (65 tys. km rocznie na jeden pojazd hybrydowy). Pracę eksploatacyjną dla autobusów elektrycznych przyjęto w wysokości 55 tys. km rocznie na jeden pojazd. Pozostałą do wykonania planowaną pracę eksploatacyjną – przeznaczoną dla autobusów spalinowych – wyliczono wynikowo.

W tabeli 6 przedstawiono planowane zmiany struktury taboru w wariantcie 1 „konwencjonalnym”, w tabeli 7 – w wariantcie 2 „elektrycznym”, natomiast w tabeli 8 – w wariantcie 3 „wodorowym”. W tabelach 6, 7 i 8 przeanalizowano zmiany struktury taboru komunikacji miejskiej – bez uwzględniania pojazdów przeznaczonych do realizacji innych przewozów.

W każdym wariantcie założono, że nabywane pojazdy będą fabrycznie nowe, niskopodłogowe w kolorystyce miejskiej, a ich wyposażenie będzie obejmować co najmniej klimatyzację całopojazdową, przyłęk i miejsce na wózek, zapowiedzi głosowe przystanków, Wi-Fi, ładowarki usb oraz systemy: pobierania opłat i dystrybucji biletów, monitoringu, elektronicznej informacji pasażerskiej.

Przychody z biletów przyjęto na podstawie osiągniętego poziomu w 2020 r. – w wysokości 3,85 mln zł rocznie.

Liczbę pasażerów we wszystkich wariantach oszacowano w opracowywanym projekcie aktualizacji planu transportowego, na podstawie danych KLA sp. z o.o. z lat 2017-2020 oraz prognozy na 2021 r., z uwzględnieniem skutków ograniczeń wprowadzonych w związku z ogłoszeniem stanu epidemii. Na liczbę pasażerów duży wpływ mają nadal funkcjonujące ograniczenia w korzystaniu ze środków transportu publicznego w miastach oraz zmiana zachowań komunikacyjnych mieszkańców – spowodowane stanem epidemii COVID-19.

W Kaliszu tabor komunikacji miejskiej jest w większości stosunkowo nowy, z licznymi udogodnieniami dla pasażerów. Należy więc przypuszczać, że zamiana autobusów z silnikami Diesla na pojazdy elektryczne, nie będzie w najbliższych latach skutkowała efektem w postaci zwiększonego zainteresowania mieszkańców podróżami komunikacją miejską – z tytułu znaczącego unowocześnienia eksploatowanego taboru. Okres kilku lat po uchyleniu stanu pandemii będzie okresem stopniowego powrotu mieszkańców do korzystania z pojazdów transportu publicznego.

W analizie uwzględniono gęstość zaludnienia obszaru obsługiwanego kaliską komunikacją miejską. Średnia gęstość zaludnienia miasta Kalisza – wg stanu na koniec 2019 r. – wynosiła 1 444 osób/km². Średnia gęstość zaludnienia na koniec 2019 r. wynosiła według GUS w Polsce 123 osoby/km², a w miastach – 1 042 osób/km². Średnia gęstość zaludnienia w województwie wielkopolskim wynosiła 117 osób/km².

Tab. 6. Harmonogram wymiany taboru kaliskiej komunikacji miejskiej w latach 2021-2036 w wariantcie 1 „konwencjonalnym”

Lp.	Typ taboru – napęd	Rozpatrywany rok															
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1	Autobusy ON																
1a	Zakup/wycofanie	4/4	7/7	5/5	8/8	10/10	-/-	-/-	-/-	-/-	7/7	9/9	-/-	4/4	7/7	5/5	-/-
1b	Stan na koniec roku	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
2	Autobusy hybrydowe																
2a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-	-/-	-/-	5/5	11/11	-/-	-/-	-/-	-/-
2b	Stan na koniec roku	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
3	Autobusy elektryczne																
3a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
3b	Stan na koniec roku	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Ogółem stan taboru na koniec roku																
5	Razem emisyjne	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66
6	Zeroemisyjne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6a	Udział we flocie [%]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Średni wiek floty [lat]	7,3	7,4	6,9	6,9	6,3	5,5	6,5	7,5	8,5	8,2	7,8	7,4	6,1	6,4	6,1	6,2

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

Tab. 7. Harmonogram wymiany taboru kaliskiej komunikacji miejskiej w latach 2021-2036 w wariantcie 2 „elektrycznym”

Lp.	Typ taboru – napęd	Rozpatrywany rok															
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1	Autobusy ON																
1a	Zakup/wycofanie	4/4	-/7	5/5	2/8	10/10	-/-	5/5	-/-	9/9	-/-	2/2	-/-	1/1	8/8	-/-	-/-
1b	Stan na koniec roku	50	43	43	43	37	37	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
2	Autobusy hybrydowe																
2a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	5/5	11/11	-/-	-/-	-/-	-/-
2b	Stan na koniec roku	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
3	Autobusy elektryczne																
3a	Zakup/wycofanie	-/-	8/-	-/-	7/-	-/-	-/-	6/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
3b	Stan na koniec roku	0	8	8	15	15	15	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
4	Ogółem stan taboru na koniec roku																
5	Razem emisyjne	66	59	59	59	53	53	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
6	Zeroemisyjne	0	8	8	15	15	15	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
6a	Udział we flocie[%]	0,0	11,9	11,9	22,1	22,1	22,1	30,4	30,4	30,4	30,4	30,4	30,4	30,4	30,4	30,4	30,4
7	Średni wiek floty [lat]	7,3	7,4	6,8	6,8	6,2	5,4	6,6	7,6	7,0	8,0	7,7	6,4	7,3	6,9	7,9	8,8

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

Tab. 8. Harmonogram wymiany taboru kaliskiej komunikacji miejskiej w latach 2021-2036 w wariancie 3 „wodorowym”

Lp.	Typ taboru – napęd	Rozpatrywany rok															
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1	Autobusy ON																
1a	Zakup/wycofanie	4/4	-/7	5/5	2/12	6/6	-/-	-/2	-/-	12/12	-/-	2/2	-/-	4/4	-/-	5/5	-/-
1b	Stan na koniec roku	50	43	43	43	33	33	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
2	Autobusy hybrydowe																
2a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	5/5	11/11	-/-	-/-	-/-	-/-
2b	Stan na koniec roku	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
3	Autobusy elektryczne																
3a	Zakup/wycofanie	-/-	8/-	-/-	-/-	-/-	-/-	3/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
3b	Stan na koniec roku	0	8	8	8	8	8	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
4	Autobusy elektryczne z wodorowymi ogniwami paliwowymi																
4a	Zakup/wycofanie	-/-	-/-	-/-	10/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
4b	Stan na koniec roku	0	0	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
5	Ogółem stan taboru na koniec roku																
6	Razem emisyjne	66	59	59	59	49	49	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
7	Zeroemisyjne	0	8	8	15	15	15	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
7a	Udział we flocie[%]	0,0	11,9	11,9	26,9	26,9	26,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9	30,9
8	Średni wiek floty [lat]	7,3	7,4	6,8	6,8	5,6	5,5	6,5	7,1	8,1	7,0	7,80	7,6	6,4	6,7	7,6	7,7

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

W tabeli 9 przedstawiono wskaźniki krotności – o ile razy większa jest gęstość zaludnienia w obszarze obsługiwanym liniami miejskimi kaliskiej komunikacji miejskiej (obszar miasta) w stosunku do średniej dla całego obsługiwanego obszaru, miast w Polsce i terenu całej Polski oraz wskaźniki wzrostu – o ile procent jest wyższa gęstość zaludnienia w obszarze obsługiwanym liniami miejskimi w porównaniu do średniej gęstości zaludnienia w polskich miastach. Wskaźniki te uwzględniono w wycenie wpływu emisji substancji szkodliwych innych niż gazy cieplarniane na zdrowie i życie mieszkańców w analizie kosztów i korzyści w dalszej części opracowania.

Tab. 9. Ekspozycja mieszkańców Kalisza na niskie emisje na tle wartości charakteryzujących kraj i miasta w kraju – stan na 31 grudnia 2019 r.

Parametry charakteryzujące Kalisz			Wskaźniki		
liczba mieszkańców [tys.]	powierzchnia [km ²]	gęstość zaludnienia [osób/km ²]	krotności w stosunku do		wzrostu wobec miast w Polsce [%]
			miast w Polsce	Polski	
100,25	69,42	1 444	1,39	11,8	39

Źródło: dane Banku Danych Lokalnych GUS.

Dane zaprezentowane w tabeli 9 wskazują, że gęstość zaludnienia Kalisza jest znacznie wyższa niż przeciętna dla kraju (ponad 11-krotnie) i miast w kraju (o 39%), a więc liczba mieszkańców narażonych na tzw. niską emisję, w tym pochodzącą z zanieczyszczeń ze środków transportu, jest także w Kaliszu proporcjonalnie większa.

Emisja zanieczyszczeń w obszarach o tak dużej gęstości zaludnienia wpływa więc w większym stopniu na stan zdrowia mieszkańców, niż przeciętna emisja zanieczyszczeń z oddalonych od ośrodków miejskich dużych elektrowni, nawet jeśli ich paliwem jest węgiel brunatny lub kamienny.

6.5. Wybór linii do obsługi taborem zeroemisyjnym

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

Przedstawiciele miast i operatorów zainteresowanych elektromobilnością w transporcie miejskim zobligowano do zdefiniowania przesłanek, dla których reprezentowane przez nich

samorządy decydują się wprowadzać do eksploatacji w transporcie miejskim autobusy elektryczne (warsztaty odbywały się w czasie, kiedy nie obowiązywała jeszcze ustawa o elektromobilności, której zapisy obligują samorządy do określonych działań).

Uzyskane odpowiedzi wskazały na cztery grupy przesłanek:

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

Niemal we wszystkich miastach reprezentowanych w warsztatach zaplanowano wykorzystanie autobusów elektrycznych do uruchomienia nowych połączeń. Miałyby one obejmować ścisłe centra miast i osiedla mieszkaniowe o gęstej zabudowie mieszkaniowej, co byłoby istotą kampanii promujących nowe linie. Pomimo to zakładano, że autobusy elektryczne obsługiwać będą przede wszystkim już istniejącą sieć linii. Zastrzegano przy tym, że kształt tej sieci może, a nawet i powinien ewoluować, np. pod wpływem wyników badań marketingowych, które powinny stanowić jedną z determinant podejmowania decyzji o alokacji pojazdów elektrycznych na poszczególnych zadaniach przewozowych.

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

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

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

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

zaś nowe środki transportu w większym stopniu zachęcają mieszkańców do korzystania z oferty komunikacji miejskiej.

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

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

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

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

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

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

- obsługuje ona obszary miejskie o intensywnej zabudowie wielorodzinnej – ze względu na brak emisji hałasu, szczególnie dotkliwego wśród wysokich i gęsto rozlokowanych budynków;

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

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

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

W opracowanej w 2018 r. „Analizie kosztów i korzyści wykorzystania pojazdów zeroemisyjnych w komunikacji miejskiej na terenie Kalisza i gmin, z którymi miasto Kalisz podpisało porozumienia dot. realizacji zadania publicznego polegającego na świadczeniu usług transportu zbiorowego” do obsługi taboru zeroemisyjnym wskazano określone linie.

Przy wyborze kierowano się następującymi podstawowymi założeniami:

- w godzinach szczytów łączna liczba brygad była zbliżona do wymaganej liczby autobusów zeroemisyjnych we flocie operatora;
- przedmiotem elektryfikacji objęto wyłącznie linie, na których wszystkie brygady byłyby obsługiwane bateryjnymi autobusami elektrycznymi;
- preferowane do elektryfikacji były linie z niższymi prędkościami komunikacyjnymi oraz z trasami prowadzącymi przez zabytkowe centrum miasta i największe osiedla mieszkaniowe, charakteryzujące się wysoką gęstością zaludnienia;
- lokalizację infrastruktury szybkiego ładowania wyznaczono z pominięciem krańców położonych na terenach prywatnych;
- elektryfikacja mogła objąć wyłącznie linie, na trasach których nie znajdują się bariery infrastrukturalne ograniczające dopuszczalną wysokość pojazdów do poziomu min. 3,3 m.

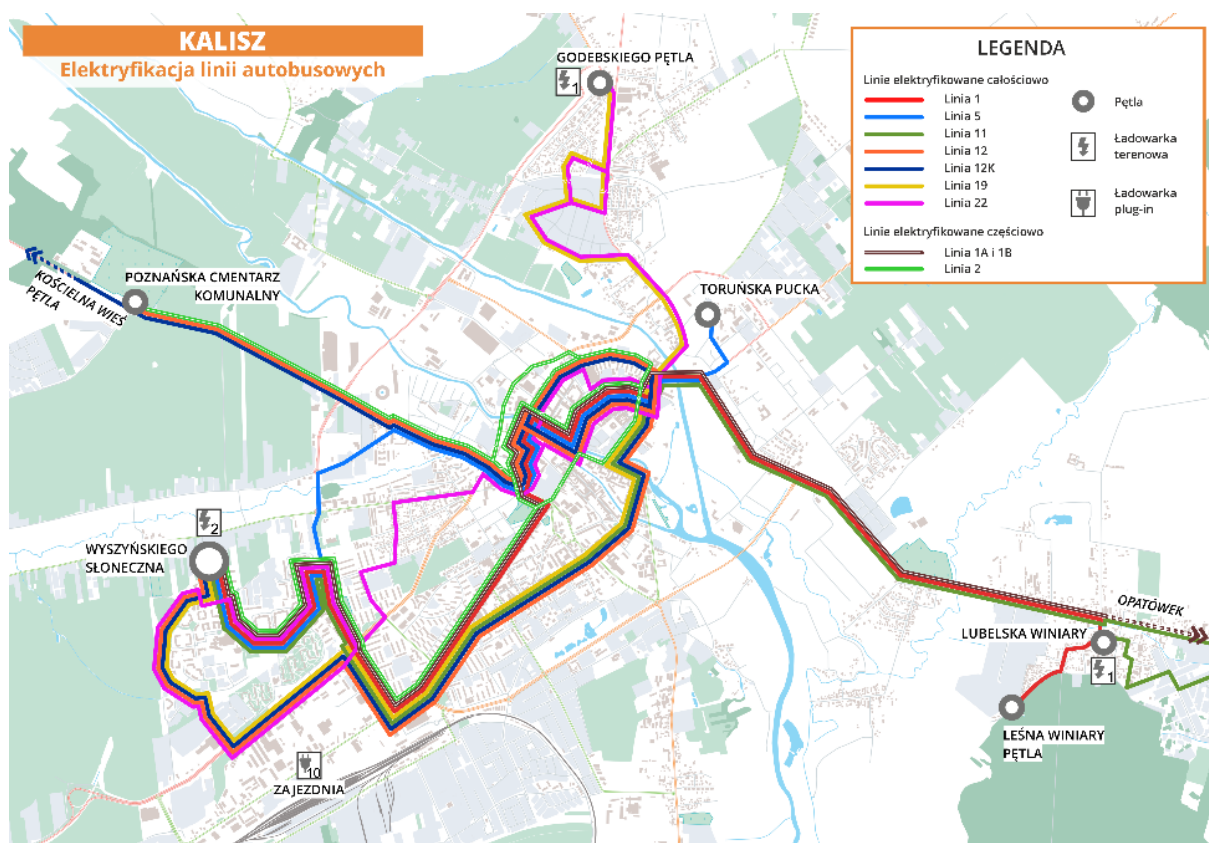
W wyniku przeprowadzonej analizy zaproponowano następujące linie do obsługi taboru zeroemisyjnym:

- do całkowitej elektryfikacji – 1, 5, 11, 12, 12K, 19 i 22;
- do częściowej elektryfikacji – 1A, 1B i 2;
- do elektryfikacji uzupełniającej – 3A, 3B, 8, 18 i 19E, na które autobusy zeroemisyjne kierowane byłyby w porach o zmniejszonym zapotrzebowaniu na przejazdy na liniach całkowicie i częściowo zelektryfikowanych, w celu lepszego wykorzystania taboru zeroemisyjnego.

Do zapewnienia ciągłości świadczenia usług przewozowych na elektryfikowanych liniach przewidziano w dokumencie 4 stacje szybkiego ładowania z wykorzystaniem pantografów, zlokalizowane na pętlach:

- przy ul. Wyszyńskiego – dwa stanowiska do jednoczesnego ładowania;
- przy ul. Lubelskiej – jedno stanowisko;
- przy ul. Godebskiego – jedno stanowisko.

Na rysunku 4 przedstawiono przebieg linii komunikacyjnych proponowanych do obsługi taboru zeroemisyjnym oraz lokalizację stanowisk do szybkiego ładowania pantografowego w Kaliszu, zaproponowane w analizie kosztów i korzyści z 2018 r.



Rys. 4. Przebieg linii komunikacyjnych i lokalizacja stanowisk do ładowania autobusów elektrycznych zaproponowane w analizie kosztów i korzyści z 2018 r.

Źródło: Analiza kosztów i korzyści wykorzystania pojazdów zeroemisyjnych w komunikacji miejskiej na terenie Kalisza i gmin, z którymi miasto Kalisz podpisało porozumienia dot. realizacji zadania publicznego polegającego na świadczeniu usług transportu zbiorowego”, rys. 4.3.

W bieżącej analizie kosztów i korzyści w wariantcie 2 „elektrycznym” docelowa liczba bateryjnych autobusów elektrycznych to 21 pojazdów, co przy 15% rezerwie odpowiada 18 autobusom w ruchu. W wariantcie 3 „wodorowym” docelowa liczba bateryjnych autobusów elektrycznych to 11 pojazdów, co odpowiada 9 autobusom w ruchu.

Autobusy elektryczne z wodorowymi ogniwami paliwowymi tankowane są przed rozpoczęciem dnia pracy, a ich pojemność zbiorników na wodór wystarcza standardowo na przejazd ok. 350 km trasy – co odpowiada możliwościom wykonywania przewozów pasażerów na podstawie pełnego tankowania przez autobus z klasycznym silnikiem Diesla na olej napędowy. Wykorzystywanie autobusów z wodorowymi ogniwami paliwowymi nie będzie się więc zasadniczo różniło od wykorzystania obecnych autobusów spalinowych. Przydział brygad (zadań) wykonywanych przez autobusy elektryczne z wodorowymi ogniwami paliwowymi do poszczególnych linii będzie mógł być dokonywany z dość dużą dowolnością i swobodą zmian. Nie

proponuje się więc wskazywania konkretnych linii (lub zadań przewozowych) przeznaczonych do obsługi wyłącznie taborem zeroemisyjnym z wodorowymi ogniwami paliwowymi.

W rozkładach jazdy wszystkich linii autobusowych obsługiwanych przez KLA sp. z o.o. występuje zasada rytmiczności odjazdów. W niektórych przypadkach jest ona zakłócona dostosowaniem niektórych, wybranych kursów do określonych potrzeb (szkół lub zakładów pracy), niemniej jednak zasada rytmicznych odjazdów jest bardzo widoczna. Jest to rozwiązanie bardzo korzystne dla pasażerów, gdyż rytmiczne rozkłady jazdy powodują łatwiejszą koordynację pomiędzy różnymi liniami autobusowymi na wspólnych odcinkach tras, a to daje poczucie znacznie wyższej częstotliwości kursowania niż w przypadku zupełnie indywidualnych rozkładów jazdy, konstruowanych odrębnie dla poszczególnych linii.

Aby jednak z jednej strony zapewnić pasażerom rytmiczne odjazdy, a z drugiej – optymalizować długość postoju na pętlach, w Kaliszu w bardzo szerokim zakresie stosuje się zmiany w przypisaniu pojazdów do linii. Najczęściej zmiany te odbywają się na pętli Wyszyńskiego Słoneczna, gdyż jest to przystanek początkowo-końcowy aż dla osiemnastu linii autobusowych: 1, 1A, 1B, 2, 3A, 3B, 3C, 3D, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 12K, 18 i 19. Zmiany w przypisaniu pojazdów do linii w skali dnia są realizowane bardzo często – mają miejsce nawet po każdym kółku na dowolnej linii.

Jedynie dla tras siedmiu linii autobusowych: 6, 13, 15, 16, 17, 19E i 22 przystanek Wyszyńskiego Słoneczna nie jest przystankiem początkowo-końcowym. Poza linią 22, trasy wymienionych linii nie prowadzą przez przystanek Wyszyńskiego Słoneczna.

Zmiany w przypisaniu taboru do linii na linii 6 w ciągu dnia są wyraźnie mniejsze niż na innych liniach. W jej rozkładzie jazdy zaplanowano jednak przejazdy techniczne pomiędzy pętlami Pólko i Pucka Szpital (przejście na linię 5 – długość przejazdu technicznego około 3,5 km) oraz jeden przejazd techniczny pomiędzy pętlą Elektryczna Pratt Whitney a pętlą Wyszyńskiego Słoneczna (około 6,2 km). W soboty i niedziele zadania na linii 6 są samodzielne i nie łączą się z kursami na innych liniach.

Trasa linii 13 kończy się na pętli Skłodowskiej-Curie Wojska Polskiego – położonej w pobliżu pętli integracyjnej Wyszyńskiego Słoneczna – i w ramach optymalizacji wykorzystania taboru oraz kierowców, w rozkładzie jazdy tej linii zaplanowano przejazdy techniczne do pętli Wyszyńskiego Słoneczna. Jest też jeden przypadek zmiany linii w obrębie pętli Długa (przejście na linię 15) oraz przejazd z pętli Długa do pętli Poznańska Kampus Pętla (na linię 2, przejazd techniczny o długości ok. 7 km).

Linia 15 funkcjonuje wyłącznie w dni powszednie w godzinach szczytów przewozowych. Najczęściej całe zadanie obsługiwane jest bez zmiany w przypisaniu taboru do linii, ale wystę-

pują też przejazdy techniczne na odcinkach: Wał Bernardyński Bażancia – Długa pętla (o długości ok. 5 km) oraz Skłodowskiej-Curie Wojska Polskiego – Wał Bernardyński Bażancia (5,7 km). Ponadto występują pojedyncze przypadki zmian w przypisaniu linii na pętli Długa – przejścia z linii 15 na linię 18 oraz z linii 13 na linię 15.

Trasa linii 16 rozpoczyna się na pętli Obozowa pętla i większość kursów wykonywanych jest bez zmian w przypisaniu autobusów do linii. W ramach optymalizacji odbywają się także przejazdy techniczne do przystanku Wyszyńskiego Słoneczna. Pojedyncze przejazdy techniczne zaplanowano również pomiędzy pętlami Majkowska Medix i Wał Bernardyński Bażancia (2,5 km), Wał Bernardyński Bażancia i Wyszyńskiego Słoneczna (6,3 km) oraz Godebskiego pętla i Wał Bernardyński Bażancia (5,3 km). Żadnych zmian w przypisaniu pojazdów na tej linii nie przewidziano w soboty i niedziele.

Na linii 17 wykonywane są tylko pojedyncze kursy w dni powszednie, a zmiany w przypisaniu pojazdów do linii odbywają się na pętli Majkowska Medix (przejścia na/z linii 19E). Przejazdy techniczne wykonywane są natomiast z pętli Godebskiego do pętli Majkowska Medix (z linii 19 i na linię 22 – długość ok. 2,7 km), do pętli Wał Bernardyński Bażancia (na linię 16, przejazd o długości ok. 2,5 km), a także z linii 9 z pętli Leśna Winiary do pętli Majkowska Medix (ok. 5,7 km).

Na linii 19E przystankiem początkowym jest Majkowska Medix. Część zadań przewożonych na tej linii została zaplanowana bez jakichkolwiek zmian w przypisaniu pojazdów do linii, ale na większości zadań takie zmiany występują i wówczas autobusy przejeżdżają pomiędzy pętlami Majkowska Medix i Wyszyńskiego Słoneczna (jest to przejazd techniczny o długości 4,4 km). Są też przypadki zamiany w przypisaniu do linii na pętli Majkowska Medix – dotyczy to linii 17.

Trasa linii 22 prowadzi wprowadzić przez przystanek na pętli Wyszyńskiego Słoneczna, ale jest ona okrężna i przystanek ten jest jedynie pośrednim. Część kursów linii 22 zostało skróconych do tego przystanku, ale podstawowy wariant prowadzi okrężnie z pętli Godebskiego i najczęściej w przypadku zmian w przypisaniu do linii konieczny jest przejazd techniczny na trasie Godebskiego – Wyszyńskiego Słoneczna (lub z powrotem), o długości około 7,3 km. Zaplanowano także przejazdy techniczne w relacji: Godebskiego – Pucka Szpital (długość ok. 2,3 km), Godebskiego – Wał Bernardyński Bażancia (5,3 km), Majkowska Medix – Godebskiego (przebieg trasy ok. 2,9 km) oraz Leśna Winiary pętla – Godebskiego (przejazd techniczny o długości 6,3 km). Są też sytuacje zmiany w przypisaniu pojazdów do linii na pętli Godebskiego (przejścia na linię 19).

W skali całej sieci komunikacyjnej najczęściej zmiany w przypisaniu do linii odbywają się na przystanku początkowo-końcowym Wyszyńskiego Słoneczna. Sporadycznie takie zmiany

występują również na innych pętlach – m.in. Godebskiego, Majkowska Medix i Długa. W celu optymalizacji postojów oraz czasu pracy w ramach poszczególnych zadań przewozowych realizowane są też przejazdy techniczne pomiędzy różnymi pętlami autobusowymi.

Wszystkie te działania sprowadzają się do tego, aby zadania dla kierowców były optymalne pod kątem długości przerw dla kierowców. W ten sposób KLA sp. z o.o. zaplanowała 52 zadania dla kierowców w dni powszednie nauki szkolnej (nie licząc jednego zadania nocnego), z czego część dwuzmianowych. Wyłącznie w szczytach przewozowych, z przerywanym czasem pracy kierowców, zaplanowano 12 zadań.

W soboty zaplanowano 23 zadania przewozowe, a w niedzielę – 22 zadania (bez wliczania w każdym z tych rodzajów dni zadania na linii nocnej).

Przy 25 liniach komunikacyjnych, z których na części kursy odbywają się nawet co 30 minut, bez optymalizacji zadań przewozowych w postaci częstych zmian w przypisaniu pojazdów do linii, liczba zadań musiałaby ulec zwiększeniu.

Obecna, wysoko wyspecjalizowana organizacja przewozów prowadzona w kaliskiej komunikacji miejskiej, jest rezultatem współpracy z brytyjskim udziałowcem Spółki z lat 90. – firmy Southern Vectis – w wyniku której zrestrukturyzowano w 1994 r. sieć linii autobusowych, wprowadzając wspólne, powtarzalne w godzinie takty częstotliwości i koordynację rozkładów jazdy różnych linii obsługujących wspólnie te same kierunki przemieszczeń lub (i) określone ciągi komunikacyjne. W całej sieci linii przyjęto jednolite zasady: linie miejskie oznaczane były wyłącznie liczbami, a linie podmiejskie – cyfrą i literą. Ponadto, większość połączeń zaprojektowano tak, aby tworzyły grupy linii o podobnej trasie, różniące się tylko odcinkami krańcowymi lub pozamiejskimi oraz jednokierunkowych, o przeciwbieżnej trasie.

Zastosowany system oznaczeń linii – poprzez swoją logikę i konsekwencję – miał intuicyjnie pomagać pasażerom w identyfikacji usług przewozowych. W kolejnych latach wprowadzone zostały ograniczenia w podaży, przejawiające się m.in. w zlikwidowaniu części połączeń wskutek malejącego popytu lub zmniejszenia częstotliwości kursów. Pomimo tego, system podaży usług kaliskiej komunikacji miejskiej nadal wyróżnia się w skali kraju pewnymi rozwiązaniami z zakresu zaawansowanej techniki planowania oferty przewozowej, zapewniającymi optymalizację wykorzystania taboru i kierowców, przy jednoczesnych przyjaznych dla pasażerów rytmicznych taktach częstotliwości kursowania autobusów. Rozwiązania te powodują jednak w zasadzie ciągłą rotację taboru pomiędzy różnymi liniami i skutecznie utrudniają wyodrębnienie części z nich do całościowej elektryfikacji bez zasadniczej przebudowy całego rozkładu jazdy i wynikających z niego różnych powiązań.

Przy poszukiwaniu możliwości wprowadzenia do eksploatacji taboru elektrycznego, wręcz samo nasuwa się rozwiązanie polegające na instalacji stacji szybkiego ładowania autobusów

na pętli Wyszyńskiego Słoneczna, która stanowi przystanek początkowo-końcowy aż dla 18 linii autobusowych. Na innych pętlach autobusowych liczba kursów autobusów, a tym samym potencjalnych przerw umożliwiających ładowanie autobusów, jest zdecydowanie mniejsza, co zmniejsza celowość zapewniania możliwości ładowania w tych miejscach.

W analizie kosztów i korzyści z 2018 r. założono budowę punktów ładowania autobusów elektrycznych na trzech pętlach: Wyszyńskiego Słoneczna, Godebskiego i Leśna Winiary.

W ramach opracowywania niniejszej analizy uwzględniono dokument przygotowany w lutym 2021 r. przez KLA sp. z o.o., w którym przedstawiono odrębną koncepcję wykorzystywania autobusów elektrycznych, z ich ładowaniem wyłącznie na terenie zajezdni operatora. Z uwagi na coraz większą dostępność na rynku autobusów z pojemniejszymi bateriami, umożliwiającymi tym samym wykonanie na jednym ładowaniu większej liczby wozokilometrów, a także – w nieodległej perspektywie – autobusów wodorowych, których paliwo uzupełniane jest tylko na stacjach tankowania, Spółka zasugerowała rezygnację z budowy ładowarek na pętlach na rzecz ładowania pojazdów wyłącznie na terenie zajezdni bądź tankowanie wodoru tylko jednorazowo w ciągu dnia. Opisana strategia pojemności zasobników energii i systemu ładowania ma zapewnić możliwość obsługi całego zadania przewozowego odpowiednio na jednym doładowaniu lub tankowaniu.

Proponowane przez KLA sp. z o.o. rozwiązanie umożliwiłoby kontynuację obecnej organizacji przewozów – bardzo częstych zmian w przypisaniu pojazdów do linii, optymalizujących czas pracy w ramach poszczególnych zadań przewozowych oraz długość przerw międzykursowych.

Koncepcja opracowana przez KLA sp. z o.o. posiada określone zalety eksploatacyjne. Zgodnie z zestawieniem przedstawionym przez Spółkę, w ramach najdłuższego zadania przewozowego wykonuje się w ciągu dnia powszedniego 332,8 wozokilometrów. W sobotę jedno zadanie jest jeszcze dłuższe – 369,1 wozokilometrów, natomiast w niedzielę na najdłuższym zadaniu wykonuje się 368,1 km. Dłuższe zadania w weekendy wynikają z krótszych czasów jazdy i czasów postojów wyrównawczych w te rodzaje dni tygodnia, co z kolei jest pochodną lepszych warunków ruchu i zmniejszonej wymiany pasażerów w obywa dni weekendowe.

Z kolei przyjęcie rozwiązania zaproponowanego w analizie kosztów i korzyści z 2018 r. skutkowałoby koniecznością zwiększenia długości postojów z dwóch powodów: po pierwsze konieczne byłoby zaplanowanie przerw na ładowanie, a po drugie, przy wyznaczeniu wyłącznie określonych linii do obsługi taborem elektrycznym mogłoby się okazać, że aby zachować sztywne takty częstotliwości, trzeba zapewniać znacznie dłuższe przerwy międzykursowe. Szacowany wzrost liczby zadań przewozowych w dniu powszednim wyniósłby 5-6, czyli aż 10%

w stosunku do obecnych 52 zadań w dniu powszednim nauki szkolnej (bez zadania na linii nocnej).

W koncepcji elektryfikacji pojazdów obsługujących linie kaliskiej komunikacji miejskiej w niniejszej analizie przyjęto – zgodnie z wytycznymi Miasta – rozwiązanie stanowiące syntezę propozycji z poprzedniej analizy kosztów i korzyści oraz propozycji KLA sp. z o.o., poddanych pewnym modyfikacjom. Założono bowiem, że autobusy zeroemisyjne, które miałyby obsługiwać zadania przewozowe liczące przynajmniej 200 wozokilometrów w skali dnia, muszą posiadać wodorowe ogniwa paliwowe albo też być doładowywane podczas pracy na linii. Zachowano przy tym możliwość częstych zmian w przypisaniu pojazdów do linii w skali dnia, ograniczając ją jednak tylko do poszczególnych segmentów linii, wyodrębnionych w zależności od napędu obsługujących je pojazdów.

W sytuacji skupienia tras aż osiemnastu linii na jednej pętli, zasadne wydaje się zainstalowanie ładowarek pantografowych właśnie na tej pętli, tj. Wyszyńskiego Słoneczna, przy jednoczesnej rezygnacji z budowy takich urządzeń na pozostałych pętlach wskazanych w analizie kosztów i korzyści w 2018 r. Ładowarka o mocy około 400 kW przy skoordynowanych rozkładach jazdy, jest w stanie zapewniać naprzemienne ładowanie około 5-6 autobusów w ruchu. Zainstalowanie na pętli Wyszyńskiego Słoneczna ładowarki pantografowej dwustanowiskowej umożliwi ładowanie 10-12 autobusów elektrycznych. W takich uwarunkowaniach pojazdy o relatywnie niskiej pojemności baterii – 160-200 kWh w przypadku pojazdów klasy maxi – są w stanie obsługiwać całodienne zadania przewozowe, nawet liczące ponad 300 wozokilometrów. Zakup takich pojazdów jest jednak zdecydowanie tańszy niż autobusów z bateriami o maksymalnej dostępnej na rynku pojemności, niższe są też późniejsze koszty wymiany baterii i zużycie energii, wynikające z mniejszej masy własnej pojazdu.

W grupie linii zaproponowanych do elektryfikacji w analizie kosztów i korzyści z 2018 r., tylko dwie nie korzystają z pętli Wyszyńskiego Słoneczna: 19E (zaproponowana do elektryfikacji wyłącznie uzupełniającej) i 22 (zaproponowana do elektryfikacji całościowej). Dla wszystkich pozostałych wskazanych linii nocne ładowanie w zajezdni oraz doładowywanie pantografowe na pętli Wyszyńskiego Słoneczna, byłoby w zupełności wystarczające w celu obsługi całego zadania przewozowego.

Przy założeniu dalszego stosowania zasady bardzo częstych zmian w przypisaniu pojazdów do linii w skali dnia – zapewniającej wymierne korzyści eksploatacyjne – konieczne byłoby takie przeprojektowanie rozkładu jazdy, aby każdy autobus co maksymalnie dwa lub trzy pełne kółka (w zależności od długości trasy linii) znalazł się na pętli z ładowarką. Najdłuższą trasę ma para kursów na linii 19E, których łączna długość wynosi około 60 km. Kolejną długą trasą jest okrężny kurs linii 3D, którego długość wynosi ponad 37 km. Przeciętna długość kółka (lub

pojedynczego kursu okrężnego) na większości linii nie przekracza jednak 30 km, a więc długość trzech kółek mieściłaby się w granicach 90 km. Przynajmniej jedno z trzech kolejnych kółek musiałoby więc zostać zaplanowane na linii, na której krańcu znajduje się ładowarka pantografowa, a drugie mogłoby być już planowane na dowolnej linii z pętlą bez ładowarki.

W takim przypadku eksploatację autobusów elektrycznych można byłoby zaplanować praktycznie na każdym zadaniu, które przynajmniej co 2-3 kółka pojawia się na pętli Wyszyńskiego Słoneczna. Jak wskazano przy opisie linii niekorzystających z tej pętli, przy obecnym układzie zadań można byłoby nawet skierować autobusy elektryczne na te linie, gdyż większość z nich i tak co jakiś czas pojawia się na pętli Wyszyńskiego Słoneczna.

Gdyby zdecydować się na preferowanie linii wskazanych w analizie kosztów i korzyści z 2018 r., to spośród nich tylko autobusy linii 22 nie korzystają w każdym kursie z pętli Wyszyńskiego Słoneczna. Obecne rozplanowanie zadań przewozowych przewiduje maksymalnie 5 kółek realizowanych po kolei na linii 22 tym samym pojazdem, co przy długości okrężnego kursu liczącej niecałe 20 km oznacza, że nawet bez zmian w rozkładzie jazdy możliwe byłoby ich wykonanie pomiędzy ładowaniami (przed wykonaniem tych pięciu kółek autobus byłby doładowany, a po nich, czyli po przejechaniu około 100 km zjechałby do zajezdni na doładowanie).

Przy tak wielu liniach kończących bieg na pętli Wyszyńskiego Słoneczna, możliwe byłoby takie zaprojektowanie rozkładu jazdy, aby z jednej strony zachować elastyczność w przypisaniu pojazdów do linii, a z drugiej strony – skoncentrować eksploatację pojazdów elektrycznych na wybranych liniach (tożsamy ze wskazanymi w analizie w 2018 r.). Powinny być to linie, które w jak najmniejszym stopniu obejmują trasami obszar podmiejski – dominujące w obsłudze komunikacyjnej obszaru miasta.

Przy założeniu zakupu 22 autobusów elektrycznych (odpowiednio: 8, 7 i 7 szt. w kolejnych etapach) można wskazać poszczególne zadania dla takich pojazdów, które mogłyby się ładować na pętli Wyszyńskiego Słoneczna i jednocześnie być eksploatowane głównie na wybranych, najważniejszych w obsłudze obszaru miasta liniach.

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.

W kontekście powyższych rozważań, niezależnie od sugerowanej elektryfikacji poszczególnych zadań przewozowych, połączonych wspólnym obiegiem taboru na różnych liniach, proponuje się, aby przydział linii do obsługi taboru zeroemisyjnym przedstawiał się następująco:

- w wariantie 2 „elektrycznym”:
 - w pierwszej kolejności – linie: 1, 11 (o podobnej trasie), 5, 12 i 19, z takim ułożeniem zadań przewozowych, aby pojazdy elektryczne obsługujące ww. linie zmieniały przypisanie do linii w obrębie wskazanego segmentu pięciu linii; łącznie 8 zadań przewozowych, z dwustanowiskową ładowarką pantografową na pętli Wyszyńskiego Słoneczna;
 - w drugiej i trzeciej kolejności – kolejne 7 i 7 zadań przewozowych na tych samych liniach, uzupełnianych kursami na linii podmiejskiej 12K i na wskazanych w poprzedniej analizie do częściowej elektryfikacji liniach: 1A, 1B, 2, 3A, 3B, 8 i 18, z instalacją kolejnej ładowarki dwustanowiskowej na pętli Wyszyńskiego Słoneczna;
- w wariantie 3 „wodorowym” – te same linie, co w wariantie elektrycznym, jednak bez konieczności instalacji stacji szybkiego ładowania na pętli, uzupełnione w trzeciej kolejności liniami 19E i 22.

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

Właśnie takie rozwiązanie – baterie o pojemności około 320 kWh w pojeździe 12-metrowym – zastosowano w testowym autobusie jednej z marek. Pomimo tego, zastosowanie ogrzewania elektrycznego, nie zapewniało w polskich warunkach klimatycznych pewności pokonania przez autobus 250 km bez konieczności doładowania (doświadczenia z testów w różnych miastach). Dopiero zasobniki energii o pojemności użytecznej 374 kWh, zainstalowane w testowym autobusie Yutong E12LF z 2020 r., umożliwiły bez doładowywania obsługę całodziennego zadania liczącego niemal 300 km. Większe pojemności baterii stosuje się przeważnie tylko w autobusach przegubowych, np. Irizar ie bus 18 m obsługujący linię w Luksemburgu wyposażono w baterie o pojemności 525 kWh.

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

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

Zużycie energii przez pojazd elektryczny waha się w dość szerokich granicach, wynikających z warunków jazdy oraz z wyposażenia pojazdu. Przeciętne zużycie energii przez obecnie eksploatowane autobusy elektryczne w komunikacji miejskiej waha się od 0,9 do 1,4 kWh/km (dla autobusów przegubowych). Można przyjąć, że przy eksploatacji taboru 12-metrowego i przy standardowym dla kaliskiej komunikacji miejskiej wyposażeniu autobusu, bez ogrzewania elektrycznego, przy obsłudze obszarów o gęstej sieci ulic i w relatywnie trudnych warunkach ruchowych, zużycie energii wyniesie ok. 1,15 kWh/km.

Bardzo istotnym czynnikiem wpływającym na zużycie energii w eksploatowanych autobusach, jest ich system ogrzewania wnętrza w okresie zimowym. Ustawa o elektromobilności za autobus zeroemisyjny uznaje autobus, którego silnik nie emituje gazów cieplarnianych i innych substancji szkodliwych (art. 2 pkt 1), nie odnosząc się do innych systemów pokładowych. Autobusem zeroemisyjnym będzie więc także autobus z ogrzewaniem wnętrza z zastosowaniem oleju opałowego. Nagrzewnice olejowe zużywają nawet kilka dm³ oleju na godzinę pracy, są więc dodatkowym źródłem emisji gazów cieplarnianych i emisji innych zanieczyszczeń do atmosfery. Autobus z takim systemem ogrzewania nie jest więc de facto w zimie zupełnie zeroemisyjny.

W niektórych autobusach i w trolejbusach stosuje się system elektrycznego ogrzewania wnętrza. Ten model ogrzewania wpływa jednak bardzo wyraźnie na wzrost zużycia energii

w zimie, szczególnie w autobusach z układem drzwi 2+2+2, nieposiadających możliwości indywidualnego ich otwierania przez pasażerów, wskutek szybkiego wychładzania wnętrza podczas postoju na przystankach.

Na podstawie wieloletnich doświadczeń z eksploatacji trolejbusów w Gdyni i w Lublinie, określone zużycie energii na ogrzewanie wnętrza pojazdu w mroźnej zimie, można szacować nawet do 0,9 kWh w przeliczeniu na każdy 1 km pokonywanej trasy. W kaliskich warunkach ruchowych i klimatycznych należy przyjąć maksymalne zużycie energii przez autobus elektryczny klasy maxi z ogrzewaniem elektrycznym na poziomie $1,15 + 0,75 = 1,9$ kWh w przeliczeniu na każdy 1 km trasy.

W tabeli 10 przedstawiono szacunkowe wyliczenia niezbędnej pojemności baterii dla autobusów kursujących na poszczególnych liniach przeznaczonych do obsługi taborem zeroemisyjnym w ramach ich ewentualnej całkowitej elektryfikacji. Przyjęto, że bateria autobusu nie może się rozładować poniżej poziomu 20% jej pojemności nominalnej, uwzględniając także spadek pojemności baterii związany z jej wiekiem – na poziomie 1,5% rocznie. Aby zapewnić racjonalny czas szybkiego ładowania autobusów elektrycznych na przystankach krańcowych, przyjęto ponadto, że moc ładowarki zainstalowanej na pętli powinna wynosić 400 kW (przy sprawności wynoszącej 90%).

Tab. 10. Szacunek wymaganej pojemności baterii autobusów elektrycznych w celu obsługi linii wybranych do całkowitej elektryfikacji

Linia	Przeciętna długość dwóch kółek (par kursów)*	Zużycie energii		Czas ładowania		Pojemność baterii	
		lato	zima	lato	zima	obliczona lato/zima	proponowana
	[km]	[kWh]	[kWh]	[min]	[min]	[kWh]	[kWh]
1	43,2	49,7	82,1	8,3	13,7	71	116
5	25,4	29,2	48,2	4,9	8,0	42	68
11	49,2	56,6	93,5	9,4	15,6	80	132
12	47,2	54,3	89,8	9,1	15,0	77	127
12K	57,1	65,7	108,5	10,9	18,1	93	153
19	40,9	47,0	77,6	7,8	12,9	67	110
22	38,4	44,2	73,0	7,4	12,2	63	103
22**	67,4	77,5	128,1	12,9	21,4	110	181

* – w wariancie podstawowym, ** – z dojazdem i powrotem do/z pętli Wysztyńskiego Słoneczna.

Źródło: opracowanie własne.

Zestawienie zawarte w tabeli 10 ma jednak charakter przede wszystkim poglądowy, gdyż przy proponowanym zachowaniu obecnych częstych zmian w przypisaniu pojazdów do linii, kolejne kursy realizowane byłyby na różnych parach linii zestawionych spośród wymienionych w tabeli.

Obsługę dwóch par kursów na ww. liniach w lecie umożliwiłyby autobusy z bateriami o mniejszej pojemności – 90 kWh. Pojemność ta może być jednak niewystarczająca w okresie wzmożonego zapotrzebowania w pojeździe na energię, generowanego przez urządzenia klimatyzacyjno-wentylacyjne. Zalecane jest więc wprowadzanie autobusów elektrycznych o ujednoliconej pojemności baterii, np. 120 lub korzystniej 160 kWh – w celu umożliwienia swobodnego dysponowania pojazdami na poszczególnych liniach i pewności ich eksploatacji w każdych warunkach pogodowych oraz ruchowych (pojemność baterii 160 kWh dla autobusu standardowego przyjęto szacując nakłady inwestycyjne i odtworzeniowe). Większa pojemność baterii pozwala na układanie zadań z wykorzystaniem autobusów elektrycznych w wybranych kursach na odcinkach nawet niezakończonych stacją szybkiego ładowania. Zwiększa się więc też elastyczność w planowaniu zadań i czasu pracy taboru oraz kierowców.

Zastosowanie większej pojemności baterii autobusu, np. 160 kWh, powinno być wystarczające także w okresie zimowym, przy zastosowaniu ogrzewania elektrycznego. Wówczas jednak czas doładowania wyczerpanych baterii o dużej pojemności wydłuża się nawet do 20 minut, co utrudnia planowanie pracy pojazdów i kierowców, a także generuje nie tylko wyższe koszty wynagrodzeń, ale i wymaga zwiększenia liczby taboru w ruchu. Baterie o dużej pojemności, wykorzystywane w maksymalnie dużym stopniu pomiędzy ładowaniami, per saldo zmniejszają więc efektywność wykorzystania taboru, a więc i funkcjonowania komunikacji miejskiej.

Pojemność baterii 120 kWh byłaby teoretycznie wystarczająca także w zimie, przy założeniu instalacji w pojazdach ogrzewania spalinowego (gazowego lub na olej napędowy), co jednak – ze względu na negatywny odbiór społeczny – nie jest rekomendowane. Co więcej, zastosowanie zbyt małej pojemności baterii może powodować w okresie wzmożonego zapotrzebowania na energię konieczność doładowywania pojazdu po każdym kółku, co skutecznie uniemożliwia przydział autobusu do różnych linii w ramach zadań, także wpływając na zwiększenie zapotrzebowania na pracę kierowców oraz konieczność utrzymywania większej liczby pojazdów w ruchu.

Optymalnym rozwiązaniem jest więc zastosowanie w baterijnych autobusach elektrycznych baterii o nieco wyższej niż minimalna pojemności, czyli w przedmiotowym przypadku – przynajmniej rzędu 160 kWh.

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

Linie przeznaczone do obsługi taboru zeroemisyjnym mogą też być w określonych porach dnia obsługiwane pojazdami z tradycyjnym napędem Diesla. Podobnie, autobusy zeroemisyjne mogą być wykorzystywane na innych liniach, których trasy kończą się na pętlach ze stacją szybkiego ładowania.

W wariantcie 3 autobusy elektryczne z wodorowymi ogniwami paliwowymi mogłyby być wykorzystywane w taki sposób jak obecnie autobusy Diesla – z dynamicznymi zmianami obsługiwanych linii w ramach wykonywanych zadań, bez potrzeby przebudowy łączów pomiędzy liniami. Ich codzienne użytkowanie nie różniłoby się więc od eksploatacji klasycznych autobusów z napędem Diesla. Zatankowane na początku dnia pojazdy nie musiałyby w ciągu wykonywania dziennych zadań korzystać z dodatkowych instalacji tankujących i doładowujących częściej niż dziś autobusy zasilane olejem napędowym.

Miasto Kalisz może docelowo wybrać także zupełnie inne linie do obsługi taboru zeroemisyjnym, jeśli zostanie to odpowiednio uzasadnione.

6.6. Planowane nakłady inwestycyjne

Przewidywane (przyszłe) koszty zakupu jednostek taborowych przyjęto na podstawie wyników rozstrzygniętych postępowań przetargowych w latach 2019-2021, w wysokości odpowiednio za jeden nowy autobus (netto):

- 0,59 mln zł z silnikiem na olej napędowy – klasy mini;
- 0,98 mln zł z silnikiem na olej napędowy – klasy maxi;
- 1,27 mln zł z silnikiem na olej napędowy – klasy mega;
- 1,18 mln zł hybrydowy – klasy maxi;
- 2,37 mln zł z silnikiem elektrycznym, zasilany pantografem i plug-in – klasy maxi;
- 4,55 mln zł za nowy z silnikiem elektrycznym, zasilany za pomocą ogniw paliwowych – klasy maxi (1,0 mln euro, przy kursie 4,55 zł).

W przypadku decyzji o zakupie i wprowadzeniu do eksploatacji autobusów elektrycznych przewiduje się realizację inwestycji wspomagających:

- budowy na wybranych pętlach stacji szybkiego ładowania z zasilaniem, o mocy pozwalającej na doładowanie autobusu elektrycznego w czasie nie większym niż kilkanaście minut;
- budowy w bazie KLA sp. z o.o. stacji wolnego ładowania, o mocy pozwalającej na naładowanie autobusu w czasie nie dłuższym niż 4-6 godzin;
- rozbudowy stacji transformatorowych, rozdzielni i sieci zasilających w zajezdni KLA sp. z o.o.

Moc ładowarek na pętlach zależy od zużycia energii na trasie, jaka ma być przez autobus elektryczny obsługiwana oraz od rodzaju i pojemności baterii zastosowanych w autobusach, a także dopuszczalnego prądu i mocy ładowania. Ładowanie za pomocą pantografu w obecnie produkowanych autobusach pozwala na ładowanie mocą najczęściej od 200 do 400 kW, a niekiedy nawet do 500 kW. Złącze kablowe plug-in ma jednak zwykle moc przekazywaną ograniczoną do 120 kW. Od dopuszczalnej mocy ładowarki zależy czas postoju autobusu na pętli. Dłuższy czas postoju zmniejsza efektywność wykorzystania taboru, co wpływa na wyższe koszty funkcjonowania komunikacji miejskiej, a także na konieczność posiadania większej rezerwy taboru. Obecnie wraz z rozwojem techniki zalecanym rozwiązaniem jest montaż ładowarek na pętlach pozwalających na ładowanie autobusów elektrycznych z mocą do 400 kW.

Parametry ładowania w zajezdni powinny zapewnić pełne naładowanie rozładowanych baterii autobusu w czasie nie dłuższym niż czas nocnego jego postoju, zatem standardowy czas ładowania nie powinien być dłuższy niż 6 godzin. Na rynku występują ładowarki o małej (40-60 kW) oraz średniej mocy (do 120 kW) – te ostatnie najczęściej pozwalają na jednoczesne ładowanie jednego albo dwóch autobusów. Podstawową metodą dostarczania energii jest złącze kablowe plug-in, które ma jednak zwykle ograniczoną przekazywaną moc. W niektórych układach sieci i budowanych instalacjach proponuje się budowę w zajezdni ładowarek pantografowych o dużej mocy (np. 200-300 kW), pozwalających na szybkie doładowanie wysokim prądem autobusu zjeżdżającego do zajezdni na przerwę w wykonywaniu zadań. Jest to także rozwiązanie korzystne w przypadku konieczności krótkiego postoju autobusu dla szybkiego usunięcia awarii. Po naprawie tak doładowany pojazd może wyruszyć na trasę bez konieczności dłuższego wyłączenia z ruchu z powodu nienaładowanych baterii.

Zalecane są ładowarki o większej mocy, rzędu 80-120 kW, pozwalające na ładowanie dwóch autobusów jednocześnie. Możliwość ładowania po kolei dwóch pojazdów w czasie przerwy nocnej pozwala na obniżenie kosztów inwestycji w instalacje sieci i rozdzielni oraz wysokości opłat operatora za moc zamówioną, wymaga jednak zapewnienia odpowiedniej obsługi na zmianie nocnej. Co najmniej jedno urządzenie powinno mieć charakter mobilny, umożliwiając przemieszczanie go po terenie zajezdni. Ułatwi to ładowanie pojazdów w sytuacjach awaryjnych.

Opisane rozwiązanie wymaga także posiadania placu umożliwiającego parkowanie obok stanowiska podłączeniowego dwóch autobusów. Przystawianie pojazdów w okresie postoju nocnego wymagałoby dodatkowej pracy kierowcy w porze nocnej i obarczone jest większym ryzykiem kolizji, w związku z czym zdecydowanie nie jest rekomendowane. KLA sp. z o.o. posiada place postojowe dla autobusów o odpowiedniej wielkości na instalację ładowarek w obydwu systemach.

Elementem inwestycji związanej z systemem ładowania nocnego autobusów, jest konieczność dostosowania instalacji doprowadzających energię elektryczną do zajezdni oraz do ładowarek. W obydwu wariantach inwestycyjnych przyjmuje się rozpoczęcie eksploatacji taboru zeroemisyjnego baterijnymi autobusami elektrycznymi, z zapewnieniem ładowarek o mocy 60 kW na jeden autobus, co wymaga mocy przyłączeniowej rzędu 500 kW. Niezbędna byłaby szybka rozbudowa rozdzielni z wymianą stacji transformatorowej w celu umożliwienia dostarczenia takiej mocy do instalacji ładowania.

Przy docelowym użytkowaniu w wariantcie 2 „elektrycznym” łącznie 21 szt. autobusów elektrycznych, wymagana moc dostarczona przez rozdzielnię to już ok. 1,3 MW. W wariantcie 3 „wodorowym” wymagana moc byłaby niższa, wyniosłaby ok. 0,7 MW. Do dostarczenia takich mocy powinna być rozbudowana instalacja zasilająca zajezdnię. W obydwu wariantach rozbudowa byłaby konieczna już w pierwszym etapie – przed wprowadzeniem do ruchu pierwszych pojazdów elektrycznych. Koszt takiej inwestycji dla potrzeb zasilania autobusów elektrycznych może sięgać kwoty 1,5 mln zł.

Ryczałtowy koszt instalacji do wolnego ładowania (ładowarki z przyłączami do rozdzielni i adaptacją placu manewrowego) na terenie zajezdni operatora przyjęto w analizie na uśrednionym poziomie 100 tys. zł na autobus.

Osiągane w przetargach w latach 2019-2020 ceny za jedną szybką ładowarkę wynosiły średnio ok. 330 tys. zł. Uwzględniając dodatkowe nakłady na przebudowę nawierzchni stanowiska dojazdowego ryczałtowy koszt instalacji do szybkiego ładowania (na pętli), założono w wysokości 500 tys. zł na jedno stanowisko ładowania.

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

W wariantcie 1 „elektrycznym” przyjęto poniesienie następujących nakładów infrastrukturalnych (netto):

- 1,50 mln zł – na budowę nowego przyłącza energetycznego, stacji transformatorowej i rozdzielni na terenie zajezdni KLA sp. z o.o.;
- 0,10 mln zł – za ładowarki zajezdniowe wolnego ładowania, po jednej na każdy zakupiony autobus elektryczny, w tym koszty ich zasilania;
- 0,50 mln zł – za szybkie ładowarki na pętlach;
- 0,07 mln zł za wymianę baterii o pojemności rzędu 160 kWh po 8 latach eksploatacji baterijnego autobusu elektrycznego.

W przypadku instalacji ładowarki na pętli zwykle konieczne jest także kompleksowe dostosowanie układu dróg i placów – wraz z umożliwieniem omijania się pojazdów podczas ładowania, co również generuje dodatkowe koszty inwestycyjne. Nakładów tych nie uwzględniono, gdyż zwykle ich poniesienie jest zależne od polityki Miasta dotyczącej rozwoju infrastruktury przystankowej, ciągów pieszo-rowerowych, parkingów rowerowych, a nawet układu drogowego, co nie wynika jedynie z potrzeb dla taboru elektrycznego.

W wariantie 2 „wodorowym” konieczne są do poniesienia nakłady na zakup autobusów elektrycznych wyposażonych w wodorowe ogniwa paliwowe oraz nakłady na adaptację obiektów zajezdni – w celu umożliwienia obsługi pojazdów wodorowych, w szczególności odpowiednie zabezpieczenia w związku ze stosowaniem paliwa o wysokiej lotności, tworzącego z powietrzem w szerokim zakresie mieszaniny wybuchowe. Cenę autobusu elektrycznego klasy maxi wyposażonego w ogniwo paliwowe przyjęto jako 1,0 mln euro netto, przy średnim kursie euro 4,55 zł.

Nakłady na adaptację pomieszczeń zajezdni i wyposażenie w odpowiednie urządzenia diagnostyczne przyjęto w szacunkowej wysokości 1 500 tys. zł. Przyjęto, że w autobusie zostanie zamontowane ogniwo paliwowe, które po okresie 8-letniej eksploatacji poddane będzie renowacji lub wymianie, na co przyjęto jednorazowy wydatek w kwocie 200 tys. zł na autobus. Nie przyjmowano także dodatkowych nakładów na badania zbiorników kriogenicznych na wodór w okresie eksploatacji autobusu z ogniwem paliwowym.

Nakłady niezbędne do poniesienia na zakup taboru i instalacje zasilające przedstawiono w tabeli 11. Nakłady na infrastrukturę uwzględniają także konieczność wymiany baterii w pojazdach elektrycznych (żywołność tych baterii przewidziano na 8 lat).

Tab. 11. Planowane nakłady inwestycyjne i odtworzeniowe dla poszczególnych wariantów inwestycji taborowych w latach 2021-2036 [mln zł]

Lp.	Wariant napędu autobusów	Rozpatrywany rok															
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1	Wariant 1 „konwencjonalny”																
1.1	Autobusy z napędem Diesla	4,21	6,86	4,90	8,42	9,80	0,00	0,00	0,00	0,00	6,86	8,04	0,00	4,21	6,86	4,90	0,00
1.2	Autobusy hybrydowe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,90	12,98	0,00	0,00	0,00	0,00
1.3	Ogółem	4,21	6,56	4,90	8,42	9,80	0,00	0,00	0,00	0,00	6,86	13,94	12,98	4,21	6,86	4,90	0,00
1.4	Razem wydatki	83,94															
2	Wariant 2 „elektryczny”																
2.1	Autobusy z napędem Diesla	4,21	0,00	4,90	2,54	9,80	0,00	0,00	0,00	8,82	0,00	1,18	0,00	1,27	7,84	0,00	0,00
2.2	Autobusy hybrydowe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,90	12,98	0,00	0,00	0,00	0,00
2.3	Autobusy elektryczne	0,00	18,96	0,00	16,59	0,00	0,00	14,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.4	Infrastruktura ładowania, wymiana baterii	0,00	3,30	0,00	1,70	0,00	0,00	1,60	0,00	0,00	0,56	0,00	0,49	0,00	0,00	0,42	0,00
2.5	Ogółem	4,21	22,26	4,90	20,83	9,80	0,00	15,82	0,00	8,82	0,56	7,08	13,47	1,27	0,00	0,42	0,00
2.6	Razem wydatki	113,07															

Lp.	Wariant napędu autobusów	Rozpatrywany rok															
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
3	Wariant 3 „wodorowy”																
3.1	Autobusy z napędem Diesla	4,21	0,00	4,90	2,54	5,88	0,00	0,00	0,00	11,76	0,00	1,18	0,00	4,21	0,00	4,90	0,00
3.2	Autobusy hybrydowe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,90	12,98	0,00	0,00	0,00	0,00
3.3	Autobusy elektryczne	0,00	18,96	0,00	0,00	0,00	0,00	7,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3.4	Autobusy wodorowe	0,00	0,00	0,00	45,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3.5	Infrastruktura ładowania, wymiana baterii	0,00	3,30	0,00	1,50	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,56	0,00	2,00	0,00	0,00	0,21	0,00
3.6	Ogółem	4,21	22,26	4,90	48,54	5,88	0,00	7,91	0,00	11,76	0,56	7,08	12,98	4,21	0,00	5,11	0,00
3.7	Razem wydatki	134,19															

Źródło: opracowanie własne.

7. Analiza kosztów i korzyści

7.1. Przyjęte założenia analizy kosztów i korzyści

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

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

W obliczeniach wykorzystano:

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

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

Koszty utrzymania taboru zostały w analizie finansowej zaprognozowane na podstawie wykonania przedstawionego przez KLA sp. z o.o. w celu opracowania audytu rekompensaty działalności powierzonej za 2020 r.

Roczne koszty eksploatacji ponoszone aktualnie przez KLA sp. z o.o. przedstawiono w tabeli 12. Na podstawie powyższych danych obliczono następnie wskaźniki jednostkowe kosztów (zł/km).

Z uwagi na brak eksploatowanych autobusów elektrycznych, KLA sp. z o.o. ponosi aktualnie koszty energii elektrycznej wynikające wyłącznie z jej zużycia na potrzeby eksploatacji zajezdni. Wprowadzenie do użytkowania pojazdów elektrycznych spowoduje wzrost zużycia energii. Pomimo tego, można ograniczyć koszty jednostkowe z tym związane, gdyż ładowanie autobusów elektrycznych odbywać się będzie przede wszystkim w porze nocnej, w której koszty energii elektrycznej są niższe. Wzrost kosztów jednostkowych energii może natomiast wystąpić w wyniku znacznego poboru mocy zamówionej energii w okresie szczytowym przez stację szybkiego ładowania.

Do obliczeń przyjęto koszt jednostkowy kilowatogodziny – na podstawie danych KLA sp. z o.o. – w wysokości 0,74 zł netto, poniesiony w 2020 r.

**Tab. 12. Prognozowane roczne koszty eksploatacji w komunikacji miejskiej
KLA sp. z o.o. w 2021 r. [tys. zł]**

Kategoria kosztu	Wartość
Amortyzacja	2 003,0
Zużycie paliwa	3 739,8
Ogumienie	78,6
Części zamienne	559,1
Naprawy i remonty, usługi obce	625,5
Wynagrodzenia	8 062,7
Narzuty na wynagrodzenia	2 493,7
Podatki i opłaty	78,5
Koszty dzierżawy autobusów od Miasta	615,0
Pozostałe koszty	81,2
Koszty wydziałowe	2 855,5
Razem koszty eksploatacji	21 193,5
Koszty ogólnozakładowe	3 924,5
Razem koszty przewozów w komunikacji miejskiej	25 118,0

Źródło: dane z rekompensaty za 2020 r. przeprowadzonego audytu przez Grupa Gumułka – Corporate Finance sp. z o.o.

W tabeli 13 przedstawiono podstawowe wskaźniki eksploatacyjne przyjęte do obliczeń dla autobusów z napędem Diesla, elektrycznych bateryjnych oraz elektrycznych z wodorowymi ogniwami paliwowymi.

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

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

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

Tab. 13. Wskaźniki kosztów eksploatacyjnych przyjęte do analizy

Kategoria	Jednostka	Podstawa	Wartość
Średnioroczne spalanie autobusu z silnikiem na olej napędowy o długości: – do 10 m – pow. 10 do 12,5 m – 12 m hybrydowego – pow. 12 m	dm ³ /100 km	dane KLA sp. z o.o.	27,5 39,6 32,0 51,7
Średnie spalanie autobusu wodorowego	kg/dm ³	dane producentów	8,0
Średnia cena oleju napędowego	zł/dm ³	dane KLA sp. z o.o.	3,55
Cena energii elektrycznej	zł/kWh	dane KLA sp. z o.o.	0,74
Cena wodoru: – aktualna – przewidywane od 2025 r.	zł/kg	cena w Niemczech szacunek ORLEN	41,0 30,0
Koszty eksploatacji autobusów – zużycie materiałów	zł/km	dane KLA sp. z o.o.	0,22
Koszty eksploatacji autobusów – naprawy i usługi obce	zł/km	dane KLA sp. z o.o.	0,31
Współczynnik kosztów eksploatacji autobusów elektrycznych do autobusów z silnikiem Diesla (materiały i usługi)	-	dane producentów	0,70
Współczynnik kosztów eksploatacji autobusów na ON – EURO 6 do autobusów na ON – EURO 2-5 (materiały i usługi)	-	szacunek własny	0,85
Średnie zużycie energii przez autobus elektryczny o długości 12 m	kWh/km	dane operatorów	1,15
Przyjęte okresy użytkowania zakupionych pojazdów: – autobusy ON (nowe) – autobusy elektryczne	lat	przewidywany okres użytkowania	12 15

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych KLA sp. z o.o. i producentów autobusów.

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

Analiza została przygotowana według niżej przedstawionego schematu postępowania:

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

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

Analiza korzyści użytkowników koncentruje się na efektach inwestycji z perspektywy dobrobytu społecznego, dlatego wyłączono z niej przychody KLA sp. z o.o. i Miasta Kalisza, w szczególności wyeliminowano ich wzajemne rozliczenia, w tym w zakresie przekazywanej rekompensaty i opłat za dzierżawy autobusów. Uwzględniono natomiast korzyści w postaci oszczędności w kosztach eksploatacyjnych, które wystąpią w wyniku realizacji wybranego wariantu – zostały one przeniesione z analizy finansowej do analizy społeczno-ekonomicznej.

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

Identyfikacji oraz zmonetyzowaniu poddano efekty zewnętrzne – zgodnie z katalogiem efektów zawartym w Załączniku III do Rozporządzenia wykonawczego Komisji UE nr 207/2015 z dnia 20 stycznia 2015 r. w wersji aktualnej na dzień 30 kwietnia 2021 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 1.1 opracowania. W analizie pominięto korzyści wynikające ze zwiększenia liczby pasażerów – z uwagi na przyjęte założenie jednakowego wzrostu liczby pasażerów dla każdego z wariantów.

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

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

w takim przypadku należy uniknąć podwójnego naliczenia kosztów ekologicznych w analizie ekonomicznej).

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

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

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

Zastosowane w analizie finansowej kategorie kosztowe nie zawierają podatku VAT ani innych ukrytych opłat pośrednich, 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 metodologii. Zgodnie z rekomendacjami CUPT, wykorzystano scenariusz średni z tego opracowania, w którym koszt klimatyczny emisji 1 tony CO₂ oszacowano na 25 euro. Indeksacja tego kosztu polega na dodaniu do wartości dla roku poprzedniego, wzrostu rocznego w wysokości 1 euro na 1 tonę CO₂ (w cenach z 2006 r.). W celu przeliczenia na złote, w każdym roku analizy

wykorzystano średni kurs roczny EUR/PLN, podawany przez Europejski Bank Centralny (EBC). Indeksacja kosztów zmian klimatycznych jest niezależna od dynamiki PKB *per capita*.

Do obliczeń przyjęto wartości jednostkowe uzyskane zgodnie z Kalkulatorem emisji zanieczyszczeń i kosztów klimatu dla środków transportu publicznego CUPT, dostępnym w serwisie internetowym tej instytucji (www.cupt.gov.pl/raporty/41-wdrazanie-projektow/analiza-kosztow-i-korzysci/narzedzia/692-kalkulator-emisji-zanieczyszczen-i-kosztow-klimatu-dla-srodkow-transportu-publicznego, dostęp: 20.05.2021 r.).

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

Tab. 14. Emisja GHG przy produkcji energii elektrycznej w Polsce [gCO₂/KWh] – dane dla krajowego miksu energetycznego

Wyszczególnienie	Analizowany rok			
	2021	2025	2030	2035
Emisja CO ₂	792	760	660	480

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Przyszły miks 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 wariantu elektrycznego, z autobusami elektrycznymi zasilanymi z baterii, uwzględniono koszty emisji powstającej przy wytwarzaniu energii elektrycznej w Polsce, pomimo że emisję lokalną można uznać za zerową. Wielkość emisji zanieczyszczeń w przeliczeniu na 1 wozokilometr przedstawiono w tabeli 15.

Tab. 15. Emisja zanieczyszczeń przy produkcji energii elektrycznej w Polsce [g/KWh] – dane dla krajowego miksu energetycznego

Substancja zanieczyszczająca atmosferę	Analizowany rok			
	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, zasilanymi olejem napędowym i spełniającymi normy EURO VI, przyjęto wskaźniki maksymalnej emisyjności dla tego typu silników.

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

Wyceny wpływu lokalnej emisji substancji szkodliwych dokonano z zastosowaniem współczynnika zwiększającego – będącego iloczynem procentowego wzrostu przeciętnej gęstości zaludnienia na obszarze Kalisza w stosunku do przeciętnej gęstości zaludnienia w miastach w Polsce, przedstawionego w tabeli 10 w rozdziale 6.5 – oraz udziału emisji zanieczyszczeń z ciężkich pojazdów drogowych i autobusów w ogólnej emisji zanieczyszczeń transportu drogowego w Polsce³.

Emisja hałasu

Dla nowych autobusów z silnikiem Diesla, spełniających normę EURO VI, założono 5% redukcję hałasu. Obecnie stosowane silniki elektryczne, w porównaniu do silników spalinywych, niemal nie emitują słyszalnego hałasu, natomiast pozostaje emisja hałasu wynikająca

³ <http://www.kobize.pl/pl/fileCategory/id/16/krajowa-inwentaryzacja-emisji>, dostęp: 20.05.2021 r.

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.

7.2. Wyniki analizy kosztów i korzyści

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

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

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

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

Tab. 16. Wskaźniki efektywności finansowej porównywanych wariantów

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant		
		konwencjonalny	elektryczny	wodorowy
Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (FNPV/c)	tys. zł	893,51	-25 253,0	-64 241,85
Finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji (FRR/c)	%	579,67	niepoliczalna	niepoliczalna

Źródło: opracowanie własne.

Żaden z wariantów z taboru zeroemisyjnym nie wykazał dodatnich wartości wskaźników FNPV/c i FRR/c – ich realizacja wymaga więc udzielenia zewnętrznego wsparcia finansowego. Różnice pomiędzy efektami finansowymi wariantów elektrycznym i wodorowym a konwencjonalnym są bardzo duże.

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

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

Zdecydowanie korzystniejszą wartość ENPV osiągnięto dla wariantu konwencjonalnego, w porównaniu do wariantów elektrycznego i wodorowego – z zakupem taboru zeroemisyjnego.

Z uwagi na znaczące różnice w wartości nakładów inwestycyjnych ocenianych wariantów, ENPV nie jest najważniejszą determinantą, a na pewno nie jedyną, która powinna być uwzględniona w ocenie. Należy odnieść się do efektywności ekonomicznej wariantów. Wskaźnikami, które informują o efektywności ekonomicznej, są EIRR oraz BCR. Z uwagi na charakterystykę przepływów ekonomicznych, EIRR jest niepoliczalna. Wskaźnik BCR wykazuje nieco wyższą wartość dla wariantu elektrycznego wobec wariantu konwencjonalnego i jednocześnie wartość znacznie wyższą dla wariantu elektrycznego wobec wariantu wodorowego.

Tab. 17. Emisja zanieczyszczeń i jej koszt w poszczególnych wariantach w latach 2021-2035

Lp.	Czas badania	Jed- nostka	Wielkość i koszt emisji			
			CO ₂	NO _x	NMVOC	PM
Scenariusz bazowy						
1.1	Średniorocznie	tona	3 150,9	6,6	2,2	0,13
1.2		tys. zł	712,4	611,0	24,9	202,7
1.3	Cały okres analizy	tona	50 414,2	106,4	34,9	2,1
1.4		tys. zł	11 398,1	9 775,6	397,7	3 242,7

Lp.	Czas badania	Jed- nostka	Wielkość i koszt emisji			
			CO ₂	NO _x	NMVOC	PM
Wariant 1 „konwencjonalny”						
2.1	Średniorocznie	tona	3 154,9	5,8	2,0	0,12
2.2		tys. zł	713,2	537,6	22,4	190,9
2.3	Cały okres analizy	tona	50 447,9	92,9	31,4	2,0
2.4		tys. zł	11 411,9	8 600,8	359,1	3 053,8
Wariant 2 „elektryczny”						
3.1	Średniorocznie	tona	2 535,7	5,3	1,6	0,1
3.2		tys. zł	568,3	485,2	17,4	177,9
3.3	Cały okres analizy	tona	40 571,0	84,5	25,0	1,8
3.4		tys. zł	9 093,6	7 763,9	279,0	2 845,9
Wariant 3 „wodorowy”						
4.1	Średniorocznie	tona	2 189,0	4,8	1,3	0,1
4.2		tys. zł	488,6	435,6	14,8	157,5
4.3	Cały okres analizy	tona	35 023,9	76,2	21,4	1,6
4.4		tys. zł	7 818,0	6 969,3	237,1	2 520,2
Różnica wysokości emisji i jej kosztów – wariant 2 „elektryczny” versus wariant 1 „konwencjonalny”						
5.1	Średniorocznie	tona	-619,2	-0,5	-0,4	0,0
5.2		tys. zł	-144,9	-52,3	-5,0	-13,0
5.3	Cały okres analizy	tona	-9 906,9	-8,4	-6,4	-0,1
5.4		tys. zł	-2 318,3	-836,9	-80,1	-207,9
Ograniczenie emisji w wariantie 2 w porównaniu do wariantu 1 [%]						
6.1	Średniorocznie	tona	-19,6	-9,0	-20,5	-6,1
6.2		tys. zł	-20,3	-9,7	-22,3	-6,8
6.3	Cały okres analizy	tona	-19,6	-9,0	-20,5	-6,1
6.4		tys. zł	-20,3	-9,7	-22,3	-6,8
Różnica wysokości emisji i jej kosztów – wariant 3 „wodorowy” versus wariant 1 „konwencjonalny”						
7.1	Średniorocznie	tona	-965,9	-1,0	-0,6	0,0
7.2		tys. zł	-224,6	-102,0	-7,6	-33,3
7.3	Cały okres analizy	tona	-15 454,1	-16,7	-9,9	-0,3
7.4		tys. zł	-3 593,8	-1 631,5	-121,9	-533,5

Lp.	Czas badania	Jed-nostka	Wielkość i koszt emisji			
			CO ₂	NO _x	NMVOC	PM
Ograniczenie emisji w wariancie 3 w porównaniu do wariantu 1 [%]						
8.1	Średniorocznie	tona	-30,6	-18,0	-31,7	-16,5
8.2		tys. zł	-31,5	-19,0	-34,0	-17,5
8.3	Cały okres analizy	tona	-30,6	-18,0	-31,7	-16,5
8.4		tys. zł	-31,5	-19,0	-34,0	-17,5

Źródło: opracowanie własne.

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

Tab. 18. Podsumowanie wyników finansowo-ekonomicznych poszczególnych wariantów w stosunku do scenariusza bazowego w latach 2021-2035

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant		
		konwencjonalny	elektryczny	wodorowy
Koszty inwestycyjne	tys. zł	11 760,0	43 630,0	62 450,0
Infrastruktura i pozostałe koszty	tys. zł	0,0	6 600,0	5 600,0
Autobusy z wyposażeniem	tys. zł	11 760,0	37 030,0	57 850,0
Zmiany kosztów eksploatacyjnych	tys. zł/rok	-58,5	-190,9	264,2
Zdyskontowane efekty zewnętrzne	tys. zł	1 334,9	6 970,4	8 829,7
Emisja lokalna zanieczyszczeń – wartość zdyskontowana	tys. zł	1 329,9	2 355,7	3 206,3
Emisja CO ₂ – wartość zdyskontowana	tys. zł	-10,8	1 546,3	2 433,3
Redukcja hałasu	tys. zł	15,8	3,068,4	3 190,1
Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)	tys. zł	-6 704,8	-25 253,0	-44 445,1
Ekonomiczna stopa zwrotu (EIRR)	%	nie istnieje	nie istnieje	nie istnieje
Wskaźnik przychód/koszty (BCR)	-	0,23	0,26	0,09

Źródło: opracowanie własne.

Ocena wyników ekonomicznych analizowanych wariantów i same wyniki wskazują, iż podstawowym czynnikiem wpływającym na wartości wskaźników są nakłady inwestycyjne,

tj. cena autobusu w danym wariantcie. Czynnikiem krytycznym dla wyników analizy jest zatem cena autobusu elektrycznego wraz z infrastrukturą ładującą oraz cena autobusu wodorowego. W przypadku wariantu wodorowego drugim krytycznym czynnikiem jest cena wodoru.

Uzyskane w analizie wyniki oznaczają – przy przyjętych założeniach i uwzględnianiu jako miernika ENPV – brak osiągniętych korzyści z tytułu zastosowania w kaliskiej komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych – zarówno w wariantcie inwestycyjnym elektrycznym, jak i w wariantcie wodorowym.

Przy zastosowaniu jako miernika BCR występuje korzyść z zastosowania wariantu elektrycznego.

7.3. Trwałość finansowa

KLA sp. z o.o. jako operator – podmiot wewnętrzny, posiada umowę wieloletnią z organizatorem – gminą Miasto Kalisz, zawartą w dniu 8 listopada 2010 r. i przedłużoną aneksem nr 30 z dnia 29 listopada 2019 r., obowiązującą do dnia 8 listopada 2025 r. W ramach tej umowy operator otrzymuje rekompensatę wyliczaną na zasadach określonych w Rozporządzeniu 1370/2007.

Organizatorem kaliskiej komunikacji miejskiej jest Prezydent Miasta Kalisza.

W tabeli 19 przedstawiono wykonanie budżetu Miasta Kalisza w latach 2018-2020 oraz plan na 2021 r. – według stanu na dzień 20 maja 2021 r.

Miasto Kalisz w latach 2018-2021 osiągało stale dodatni wynik budżetu operacyjnego, choć w 2020 r., stanowiącym okres największych ograniczeń spowodowanych pandemią, był on niewielki. Budżet Kalisza był w stanie pokryć rosące wydatki bieżące, w tym związane z rekompensatą dla KLA sp. z o.o. Zaplanowane w 2021 r. wydatki w ramach lokalnego transportu zbiorowego na usługi związane z wykonywaniem przewozów publicznego transportu zbiorowego przez KLA sp. z o.o. nie odbiegają istotnie od poziomu w latach poprzednich.

Sytuacja finansowa Miasta charakteryzuje się od trzech lat występowaniem deficytu budżetowego, szczególnie wysokiego w latach 2018-2019. Deficyt ten związany był z ponoszeniem znaczących wydatków inwestycyjnych, w szczególności ze wsparciem środkami pomocowymi z Unii Europejskiej. Stwarza to 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 występuje w Kaliszu, choć wysokość tej nadwyżki w 2020 r. była niewielka.

Tab. 19. Budżet Miasta Kalisza w latach 2018-2020 i plan na 2021 r. [mln zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach			Plan na 2021 r.
		2018	2019	2020	
1	Dochody	611,34	660,89	739,27	718,10
1a	– dochody bieżące	571,58	663,13	674,62	670,53
1aa	– w tym dotacje z gmin	0,29	0,32	0,34	0,34
1b	– dochody majątkowe	39,77	27,76	64,65	47,57
2	Wydatki	651,49	681,85	742,68	733,31
2a	– wydatki bieżące	516,44	584,22	657,83	628,32
2aa	– w tym lokalny transport zbiorowy	14,76	20,50	22,76	19,34
2b	– wydatki majątkowe	135,05	97,38	84,85	104,99
2bb	– w tym lokalny transport zbiorowy	27,48	14,39	0,84	0,18
3	Deficyt/nadwyżka	-40,15	-20,96	-3,41	-15,21
4	Deficyt/nadwyżka operacyjna	55,14	78,91	16,79	42,21
5	Finansowanie	69,39	51,76	37,24	15,21
5a	– w tym przychody	80,14	76,95	49,05	28,49
5b	– w tym rozchody	10,75	25,19	11,81	13,28

Źródło: www.bip.kalisz.pl, dostęp: 20.05.2021 r.

Realizowane i planowane wydatki na lokalny transport zbiorowy determinowane są także prowadzonymi i przewidywanymi inwestycjami taborowymi. W 2020 r. znaczące wydatki na inwestycje w transporcie zbiorowym nie zostały zaplanowane.

Wielkość realizowanych średniorocznie wydatków majątkowych Miasta wskazuje na ograniczoną zdolność do zrealizowania programu odnowy taboru – zarówno w wariancie konwencjonalnym, jak i (szczególnie) w wariancie elektrycznym i wodorowym. W tych ostatnich zwiększone wydatki 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. W wariancie konwencjonalnym pełną odnowę taboru bez wsparcia środkami pomocowymi także należy uznać za dość problematyczną.

Jedynym operatorem wykonującym przewozy w kaliskiej komunikacji miejskiej jest KLA sp. z o.o. – świadcząca przewozy na podstawie umowy nr UA/6/WKE/2010. Zgodnie z tą

umową elementem wynagrodzenia operatora są wpływy z biletów. Uzupełnieniem wynagrodzenia jest rekompensata wyliczana zgodnie z postanowieniami Rozporządzenia 1370/2007. Wysokość rekompensaty ustalana jest w okresach rocznych.

KLA sp. z o.o. poza działalnością przewozową w komunikacji miejskiej wykonywała także przewozy osób niepełnosprawnych na zlecenie Miasta, prowadziła sprzedaż paliw i towarów na stacji paliw oraz świadczyła usługi warsztatowe, w tym usługi utrzymania taboru PKS w Kaliszu sp. z o.o.

W tabeli 20 przedstawiono rachunek zysków i strat KLA sp. z o.o. – wykonanie w latach 2018-2020. W tabelach 21 i 22 przedstawiono bilans, a w tabeli 23 – przepływy pieniężne KLA sp. z o.o. – wykonanie w latach 2018-2020.

Tab. 20. Rachunek zysków i strat KLA sp. z o.o.
– wykonanie w latach 2018-2020 [tys. zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach		
		2018	2019	2020
1	Przychody ze sprzedaży	18 549,4	16 810,9	10 232,1
1a	– w tym przychody ze sprzedaży produktów	9 301,4	8 775,6	5 417,1
1b	– w tym przychody ze sprzedaży towarów i mat.	9 315,1	8 071,0	4 831,3
2	Koszty działalności operacyjnej	34 593,9	35 352,7	32 184,9
5	Zysk ze sprzedaży	-1 604,4	-18 541,9	-21 952,7
6	Pozostałe przychody operacyjne	17 086,2	19 658,1	20 832,4
6a	– w tym dotacje	14 700,0	18 090,0	20 214,8
7	Pozostałe koszty operacyjne	544,2	738,7	1 662,4
8	Zysk z działalności operacyjnej	497,5	377,5	-2 782,8
9	Saldo przychodów i kosztów finansowych	-552,9	-502,9	-488,7
10	Zysk brutto	-55,4	-125,4	-3 271,5
11	Podatek dochodowy i inne obciążenia	0,0	0,0	0,0
12	Zysk netto	-55,4	-125,4	-3 271,5

Źródło: dane: ekrs.ms.gov.pl, dostęp: 20.05.2021 r.

Miasto zobowiązane jest do przeprowadzania corocznego audytu wykonywanego przez niezależnego audytora – **w celu sprawdzenia**, czy wielkość przekazanej rekompensaty jest właściwa. Miasto zobowiązane jest przekazać niedopłatę rekompensaty, a KLA sp. z o.o. zwrócić jej nadpłatę.

Tab. 21. Bilans KLA sp. z o.o. – aktywa, wykonanie w latach 2018-2020 [tys. zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach		
		2018	2019	2020
A	Aktywa trwałe	27 123,0	25 547,8	27 577,1
I	Wartości niematerialne i prawne	28,9	24,9	7,8
II	Rzeczowe aktywa trwałe	27 123,0	25 522,9	27 569,3
1	Środki trwałe	27 054,0	25 242,9	27 569,3
2	Środki trwałe w budowie	40,1	28,0	0,0
3	Zaliczki na środki trwałe w budowie	0,0	0,0	0,0
III	Należności długoterminowe	0,0	0,0	0,0
IV	Długoterminowe aktywa finansowe	0,0	0,0	0,0
V	Długoterminowe rozliczenia międzyokresowe	0,0	0,0	0,0
B	Aktywa obrotowe	3 161,7	3 350,8	2 385,7
I	Zapasy	627,1	466,8	504,8
II	Należności krótkoterminowe	2 260,2	2 653,2	1 704,6
III	Inwestycje krótkoterminowe	180,5	122,1	37,1
IV	Krótkoterminowe rozliczenia międzyokresowe	93,9	108,6	139,3
-	Aktywa razem	30 284,7	28 898,6	29 962,9

Źródło: dane: ekrs.ms.gov.pl, dostęp: 20.05.2021 r.

Tab. 22. Bilans KLA sp. z o.o. – pasywa – wykonanie w latach 2018-2020 [tys. zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach		
		2018	2019	2020
A	Kapitał własny	13 146,3	13 820,9	11 858,4
I	Kapitał podstawowy	10 575,0	11 175,00	11 948,0
II	Kapitał zapasowy	410,2	410,2	410,2
III	Kapitał z aktualizacji wyceny	0,0	0,0	0,0
IV	Pozostałe kapitały rezerwowe	6 157,9	6 357,9	6 893,9
V	Zysk z lat ubiegłych	-3 941,4	-3 996,8	-4 122,2
VI	Zysk/strata netto	-55,4	-125,4	-3 271,5
B	Zobowiązania i rezerwy na zobowiązania	17 138,4	15 077,7	18 104,4
I	Rezerwy na zobowiązania	1 403,4	1 676,6	1 620,8
II	Zobowiązania długoterminowe	9 814,8	8 172,5	9 558,9
III	Zobowiązania krótkoterminowe	5 920,2	5 228,6	6 924,7
IV	Rozliczenia międzyokresowe	0,0	0,0	0,0
-	Pasywa razem	30 284,7	28 898,6	29 962,9

Źródło: dane: ekrs.ms.gov.pl, dostęp: 20.05.2021 r.

Tab. 23. Rachunek przepływów pieniężnych KLA sp. z o.o.

– wykonanie w latach 2018-2020 [tys. zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wykonanie w latach		
		2018	2019	2020
A	Przepływy środków pieniężnych z działalności operacyjnej			
I	Zysk netto	-55,4	-125,4	-3 271,5
II	Korekty razem	743,9	1 846,5	3 790,2
<i>IIa</i>	<i>– w tym amortyzacja</i>	<i>1 940,6</i>	<i>1 900,5</i>	<i>2 653,6</i>
III	Przepływy pieniężne z działalności operacyjnej	688,5	1 721,1	518,8
B	Przepływy środków pieniężnych z działalności inwestycyjnej			
I	Wpływy	2 513,5	0,0	61,2
<i>Ia</i>	<i>– w tym zbycie środków trwałych</i>	<i>2 313,5</i>	<i>0,0</i>	<i>42,6</i>
II	Wydatki	3 280,4	469,5	675,6
<i>IIa</i>	<i>– w tym nabycie środków trwałych</i>	<i>3 280,4</i>	<i>469,5</i>	<i>675,6</i>
III	Przepływy pieniężne netto z działalności inwestycyjnej	-766,9	-469,5	-614,4
C	Przepływy środków pieniężnych z działalności finansowej			
I	Wpływy	804,0	800,0	2 966,0
<i>Ia</i>	<i>– w tym z wydania udziałów</i>	<i>804,0</i>	<i>800,0</i>	<i>764,0</i>
II	Wydatki	2 122,6	2 110,0	2 955,4
III	Przepływy pieniężne netto z działalności finansowej	-1 318,6	-1 310,0	10,6
D	Przepływy pieniężne netto	-1 396,9	-58,4	-85,0
E	Środki pieniężne na początek okresu	1 577,5	180,5	122,1
F	Środki pieniężne na koniec okresu	180,5	122,1	37,1

Źródło: dane: ekrs.ms.gov.pl, dostęp: 20.05.2021 r.

W analizowanym okresie Miasto jedynie częściowo uzupełniało niedopłaty rekompensaty. W latach 2018-2019 niezrealizowana niedopłata wyliczonej w ramach audytów rekompensaty wynosiła 1,1-1,3 mln zł. Za 2020 r. określona w wyniku audytu niedopłata rekompensaty sięgnęła kwoty 2,1 mln zł. Z uwagi na zaliczanie przez Spółkę dopłat rekompensaty do pozostałych przychodów operacyjnych, pełne wniesienie dopłat przez Miasto znacząco poprawiłoby wyniki finansowe KLA sp. z o.o.

W tabeli 24 przedstawiono podstawowe wskaźniki charakteryzujące sytuację finansową KLA sp. z o.o. Zaksięgowane jako pozostałe przychody operacyjne dotacje zrównano dla potrzeb wyliczenia wskaźników z przychodami ze sprzedaży.

Tab. 24. Wskaźniki finansowe KLA sp. z o.o. w latach 2018-2020 [tys. zł]

Lp.	Wyszczególnienie	Wskaźniki w latach		
		2018	2019	2020
1	Wskaźnik płynności bieżącej	0,53	0,62	0,32
2	Wskaźnik płynności szybkiej	0,41	0,53	0,25
3	Wskaźnik ogólnego zadłużenia	0,57	0,52	0,60
4	EBITDA [tys. zł]	2 438,1	2 278,0	-129,2
5	ROE [%]	-0,42	-0,91	-27,59
6	ROA [%]	-0,20	-0,49	-11,86
7	Cykl regulowania należności [dni]	24,8	27,8	20,4
8	Cykl regulowania zobowiązań [dni]	65,0	54,7	83,1
9	Cykl rotacji zapasów [dni]	6,6	4,8	5,7
10	Rotacja aktywów	1,10	1,21	1,02
11	Rotacja środków trwałych	1,23	1,37	1,10

Źródło: opracowanie własne.

Sytuację finansową KLA sp. z o.o. w latach 2018-2019 należy uznać za stabilną, ale niezbyt korzystną dla realizacji procesu odnowy taboru. W celu zrealizowania inwestycji Spółka wspomaga się zewnętrznym finansowaniem w znacznej skali, w szczególności poprzez leasing środków transportu oraz zaciąganie zobowiązań kredytowych. Znaczące pogorszenie sytuacji finansowej nastąpiło w 2020 r., spowodowane wprowadzeniem ograniczeń w okresie epidemii COVID-19, w wyniku czego przychody ze sprzedaży spadły o ok. 40%, przy znacznie niższym ograniczeniu kosztów działalności. W 2020 r. Spółka poniosła wysoką stratę, która w przypadku nawet pełnego pokrycia niedopłaty rekompensaty przez Miasto zostanie jedynie zmniejszona, a nie wyrównana. Sytuację tę należy jednak traktować jako przejściową, a stan finansowy Spółki ulegnie systematycznej poprawie po uchyleniu obostrzeń wynikających ze stanu epidemii.

Wartość amortyzacji w KLA sp. z o.o. jest znacząca. Po ustabilizowaniu sytuacji epidemiologicznej i zniesieniu ograniczeń, realizacja inwestycji przewidzianych w każdym z wariantów jest możliwa w części z wykorzystaniem środków własnych KLA sp. z o.o. Wykonanie całego programu inwestycyjnego przedstawionego w analizie wymagałoby pozyskania przez KLA sp. z o.o. dodatkowego wsparcia ze strony Miasta lub zewnętrznego finansowania albo też pozyskania środków pomocowych.

Zrealizowanie inwestycji przewidzianych w wariantcie elektrycznym, a szczególnie w wodorowym przez KLA sp. z o.o., nawet z aplikowaniem o dodatkowe środki pomocowe, wymaga zaangażowania się finansowego Miasta, np. poprzez zapewnienie środków finansowych

na wkład własny w projekcie. Należy rozważyć, czy nie byłoby bardziej zasadne dokonanie zakupu taboru zeroemisyjnego z infrastrukturą zasilającą przez Miasto, z wykorzystaniem programów pomocowych krajowych i europejskich, a następnie udostępnienie ich operatorowi.

Zgodnie z przedstawionym przez niezależnego audytora raportem za 2020 r., koszty działalności przewozowej KLA sp. z o.o. w komunikacji miejskiej wyniosły 25 480 tys. zł, co przy zakontraktowanej wielkości pracy eksploatacyjnej w wysokości 3 181 tys. wozokilometrów, odpowiada stawce 8,01 zł za wozokilometr.

Dla przedsiębiorstwa komunikacji miejskiej tej wielkości co KLA sp. z o.o. stawkę tę należy uznać za relatywnie wysoką. Wynika ona jednak z wysokiej amortyzacji spowodowanej poniesionymi w ostatnich latach znaczącymi nakładami inwestycyjnymi oraz z ponoszenia kosztów dzierżawy taboru od Miasta i wysokich kosztów finansowania leasingiem taboru własnego.

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

Zewnętrzne finansowanie pozyskane przez KLA sp. z o.o. zwiększa wysokość należnej rekompensaty, co oznacza w rezultacie konieczność pokrycia kosztów takiego finansowania przez Miasto. W przypadku korzystania przez KLA sp. z o.o. ze środków pomocowych dedykowanych wymianie taboru – krajowych lub ze środków Unii Europejskiej – KLA sp. z o.o. musi zostać także wyposażone w niezbędne środki finansowe na pokrycie udziału własnego Spółki.

7.4. Analiza wrażliwości i ryzyka

Dla przyjętych założeń wykazano brak korzyści z wykorzystywania autobusów zeroemisyjnych w kaliskiej komunikacji miejskiej. Zastosowanie autobusów elektrycznych z napędem bateryjnym pozwala wprowadzić na zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych, lecz brak korzyści społeczno-ekonomicznych zdeterminowała wysoka cena zakupu autobusów wraz z infrastrukturą zasilającą. Zastosowanie autobusów wodorowych nie zmniejsza ponoszonych kosztów eksploatacyjnych, a na wynik wpływają ponadto wyjątkowo wysokie nakłady do poniesienia (bez uwzględnienia inwestycji w stację tankowania wodoru).

Strukturę użytkowanego taboru determinować będą w najbliższych latach decyzje, pozytywne lub negatywne, o dofinansowaniu ze środków pomocowych zakupu autobusów zeroemisyjnych wraz z infrastrukturą zasilającą w ramach konkursów z programu „Zielony Transport Publiczny” oraz programów pomocowych Unii Europejskiej. W ramach tych programów flota autobusów zeroemisyjnych w kaliskiej komunikacji miejskiej może osiągnąć poziom ponad 20 pojazdów. W przypadku braku uczestnictwa lub braku pozyskania dofinansowania dla takich projektów, spełnienie warunku 10% udziału taboru zeroemisyjnego we flocie pojazdów,

którymi świadczone są usługi komunikacji miejskiej w Kaliszu, wymaganego na 1 stycznia 2023 r., będzie bardzo trudne.

Zakup autobusów zeroemisyjnych wiąże się z poniesieniem ponad 2,5-krotnie wyższych jednostkowych nakładów inwestycyjnych dla autobusów elektrycznych bateryjnych oraz niemal 4,5-krotnych dla autobusów elektrycznych z wodorowymi ogniwami paliwowymi, niż przy zakupie analogicznego taboru z napędem Diesla. Nie istnieje jeszcze rynek używanych autobusów zeroemisyjnych – nie można więc nabyć tańszego pojazdu używanego.

Niezwykłe wysokie wydatki na zakup taboru zeroemisyjnego ponoszone w całości ze środków własnych jednostki samorządu terytorialnego, wymagałyby rezygnacji przez Miasto z wielu innych przedsięwzięć inwestycyjnych. Uznaje się więc, że decyzja o wdrożeniu wariantu 2 „elektrycznego” i 3 „wodorowego” z zakupem pojazdów zeroemisyjnych, może być podjęta tylko w przypadku uzyskania dodatkowego dofinansowania zwiększonych wydatków z krajowych lub europejskich środków pomocowych.

Za największe ryzyko dalszej realizacji obydwu wariantów należy uznać brak możliwości finansowych zrealizowania przez Miasto i/lub KLA sp. z o.o. pełnego programu odnowy taboru, czyli brak możliwości poniesienia przez Miasto dostatecznych wydatków budżetowych związanych z wymianą taboru komunikacji miejskiej, np. wskutek braku lub zbyt małego dofinansowania ze środków pomocowych.

Z punktu widzenia jednostki samorządu terytorialnego, efektywność zastosowania autobusów zeroemisyjnych znacznie by wzrosła, gdyby ceny takich pojazdów były znacznie niższe. W tabeli 25 przedstawiono zmiany efektywności finansowej i ekonomicznej przyjętych do analizy wariantów – przy zmniejszeniu kosztu nabywanego autobusu zeroemisyjnego odpowiednio o 10 i 25%. Ponadto przedstawiono zmiany efektywności finansowej i ekonomicznej w przypadku zmniejszenia kosztu nabycia taboru zeroemisyjnego oraz zakupu i budowy infrastruktury zasilającej, w wysokości dotacji przewidzianej w Fazie III krajowego programu „Zielony Transport Publiczny”, tj. 60 % dla autobusu elektrycznego z napędem zasilanym bateriami i 90% dla autobusu elektrycznego z napędem zasilanym z wykorzystaniem wodorowego ogniwa paliwowego oraz 50% dla infrastruktury zasilającej (ładowarki zajezdniowe i na pętlach).

Tab. 25. Zmiany efektywności finansowej wariantów elektrycznego i wodorowego w wyniku zmniejszenia kosztu jednostkowego nabywanego taboru

Lp.	Wyszczególnienie	Jed- nostka	Zmniejszenie ceny autobusu zeroemisyjnego		
			o 10%	o 25%	jak w Fazie III
Wariant 2 – elektryczny					
1	Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (FNPV/c)	tys. zł	-35 629,5	-28 996,9	-13 520,7
2	Finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji (FRR/c)	%	-15,33	-13,75	-8,22
3	Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)	tys. zł	-21 459,7	-15 769,8	-2 493,4
4	Różnica ENPV wobec wariantu 1 – konwencjonalnego	tys. zł	-14 755,0	-9 065,0	4 211,4
5	Wskaźnik przychód/koszty (BCR)	-	0,29	0,36	0,78
Wariant 3 – wodorowy					
1	Finansowa bieżąca wartość netto inwestycji (FNPV/c)	tys. zł	-57 811,9	-48 167,0	-12 662,1
2	Finansowa wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji (FRR/c)	%	nie istnieje	nie istnieje	nie istnieje
3	Ekonomiczna bieżąca wartość netto (ENPV)	tys. zł	-38 922,8	-30 639,3	-189,9
4	Różnica ENPV wobec wariantu 1 – konwencjonalnego	tys. zł	-32 218,0	-23 934,5	6 514,9
5	Wskaźnik przychód/koszty (BCR)	-	0,10	0,12	0,96

Źródło: opracowanie własne.

Jak wynika z tabeli 25, nawet spadek ceny autobusów elektrycznych o 25%, nie wykazuje jeszcze osiągnięcia korzyści wynikających ze zmniejszenia emisji zanieczyszczeń w wariantach elektrycznym i wodorowym, w porównaniu do wariantu konwencjonalnego, wartość ENPV jest niższa dla wariantów z zakupem taboru zeroemisyjnego.

Zupełnie odwrotna sytuacja występuje przy uwzględnieniu obniżenia ceny taboru zeroemisyjnego i kosztu infrastruktury zasilającej o wysokość potencjalnej dotacji z programu „Zielony Transport Publiczny”. Nawet przy najmniej korzystnych warunkach finansowania autobusów elektrycznych, jakie wynikają z warunków Fazy III programu, w obydwu wariantach wartość ENPV jest wyższa niż dla wariantu konwencjonalnego, a dla wariantu wodorowego przyjmuje nawet wartości bliskie zeru.

Z kolei wskaźnik BCR jest wyższy dla wariantu elektrycznego niż dla wariantu konwencjonalnego dla każdego poziomu spadku cen autobusów zeroemisyjnych. Dla wariantu wodorowego wskaźnik BCR osiąga wartość wyższą od wariantu konwencjonalnego dopiero przy obniżeniu cen o wysokość potencjalnej dotacji z krajowych środków pomocowych w ramach programu „Zielony Transport Publiczny”.

Wartość progowa ceny standardowego autobusu zeroemisyjnego klasy maxi, o długości około 12 m, przy której ekonomiczna bieżąca wartość netto ENPV byłaby wyższa niż dla wariantu z taboru konwencjonalnym, to dla Kalisza w wariantie 2 „elektrycznym” kwota 1 211,1 tys. zł (o co najmniej 48,89% niższa od przyjętej do analizy).

W wariantie 3 „wodorowym” wartość progowa standardowego autobusu zeroemisyjnego z ogniwem paliwowym, przy uwzględnieniu powyższej obniżki o 48,89% ceny bateryjnych autobusów elektrycznych, wyniosła 1 010,4 tys. zł (czyli o 77,79% mniej od kwoty przyjętej do analizy).

Dopiero przy takich cenach pojazdów zeroemisyjnych wystąpiłaby ekonomiczna opłacalność zakupu taboru zeroemisyjnego, czyli wystąpiłby obowiązek zakupu taboru zeroemisyjnego, przy uwzględnieniu parametru ENPV.

Przy uwzględnieniu obniżki ceny taboru zeroemisyjnego o dotację przewidzianą w programie „Zielony Transport Publiczny” (lub innych o równoważnym poziomie wsparcia) osiągnięto by korzyść z tytułu zastosowania w kaliskiej komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych – zarówno w wariantie inwestycyjnym „elektrycznym”, jak i w wariantie „wodorowym”. Wystąpiłby więc obowiązek wykorzystywania taboru zeroemisyjnego we flocie pojazdów wykorzystywanych do świadczenia przewozów w komunikacji miejskiej – w udziale procentowym we flocie określonym w ustawie o elektromobilności.

Identyfikację podstawowych czynników ryzyka, które mogą mieć wpływ na realizację wariantów, przedstawiono w tabeli 26. Dla każdego z ryzyk zidentyfikowanych jako aktywne przedstawiono jego prawdopodobieństwo i dotkliwość – zgodnie z dokumentem pn. „Przewodnik po analizie kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych. Narzędzie analizy ekonomicznej polityki spójności 2014-2020, Komisja Europejska 2014.” Prawdopodobieństwo ryzyka sklasyfikowano w skali od A – bardzo nieprawdopodobne do E – bardzo prawdopodobne. Siłę oddziaływania (dotkliwość ryzyka) sklasyfikowano natomiast 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.

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

Bardzo wysokim ryzykiem jest ograniczona możliwość sfinansowania zakupów taboru przez KLA sp. z o.o. W rezultacie ograniczeń wprowadzonych w okresie pandemii Spółka charakteryzuje się obecnie ponoszeniem wysokich strat, niskim poziomem płynności i rosnącym zadłużeniem, pomimo wysokiej amortyzacji. W obecnym stanie finansowo-ekonomicznym KLA sp. z o.o. w żadnym z wariantów nie posiada zdolności do nabycia większej liczby pojazdów.

Bardzo wysokim ryzykiem jest brak lub zbyt niskie zaangażowanie finansowe Miasta Kalisz w zakup taboru zeroemisyjnego. Autobusy elektryczne w zasadzie nie występują na rynku wtórnym, a autobusy elektryczne z wodorowymi ogniwami paliwowymi stanowią jeszcze nowość na rynku. Konieczne jest więc dokonanie zakupu takich pojazdów jako fabrycznie nowych, co wiąże się z wysokimi nakładami finansowymi. Bez zaangażowania finansowego Miasta, odnowę taboru w wariantach 2 i 3 można uznać za niemal nierealną. Utrzymujący się od kilku lat deficyt budżetu Miasta oraz rosnące zadłużenie mocno ogranicza też możliwość realizacji przez Miasto znaczących inwestycji, w tym w odnowę taboru komunikacji miejskiej.

Z bardzo wysokim ryzykiem nadmiernych kosztów eksploatacji wiąże się inwestycja w tabor elektryczny z wodorowymi ogniwami paliwowymi. Dostępność paliwa wodorowego dla KLA sp. z o.o. wiąże się z budową stacji tankowania wodoru w Kaliszu przez Grupę ORLEN. Ponadto, obecna cena wodoru dostępnego w Niemczech stawia pod znakiem zapytania zasadność zakupu takiego taboru. Zachowanie się cen paliwa wodorowego po rozbudowie instalacji krajowych jest obecnie dużą niewiadomą, spadek cen może nie osiągnąć poziomu zapewniającego efektywność codziennej eksploatacji tego typu taboru zeroemisyjnego.

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

Tab. 26. Wynikowa ocena ryzyka w okresie analizy

Rodzaj ryzyka	Prawdo- podo- bieństwo	Siła oddziały- wania	Poziom ryzyka	Strategia przeciwdziałania
Wariant 1 „konwencjonalny”				
Długotrwałe utrzymywanie się niskiego popytu na przewozy komunikacji miejskiej	D	III	wysoki	różnorodne działania Miasta promujące korzystanie z komunikacji miejskiej
Brak środków własnych KLA sp. z o.o. na odnowę taboru	D	IV	bardzo wysoki	coroczne przekazywanie przez Miasto rekompensaty w pełnej wysokości określonej audytem, pokrycie niedopłat z lat ubiegłych
Brak możliwości lub niedostateczne sfinansowanie zakupów taboru przez Miasto	B	IV	umiarkowany	planowanie długookresowe inwestycji
Opóźnienia w dostawach taboru	A	III	niski	wyprzedzające ogłaszanie przetargów
Wyższe lub zbyt wysokie ceny taboru hybrydowego	B	III	umiarkowany	zmiany kompletacji, częściowy zakup standardowych autobusów na olej napędowy
Wyższe ceny oleju napędowego	B	III	umiarkowany	dywersyfikacja napędów autobusów
Wyższe ceny energii elektrycznej	C	I	niski	-
Wariant 2 „elektryczny”				
Długotrwałe utrzymywanie się niskiego popytu na przewozy komunikacji miejskiej	D	III	wysoki	różnorodne działania Miasta promujące korzystanie z komunikacji miejskiej
Brak środków własnych KLA sp. z o.o. na odnowę taboru	E	V	bardzo wysoki	zakup pojazdów elektrycznych i budowa infrastruktury przez Miasto, przekazywanie rekompensaty w pełnej wysokości
Brak możliwości lub niedostateczne sfinansowanie zakupów taboru przez Miasto	D	V	bardzo wysoki	udział Miasta w projektach i konkursach pozwalających na dofinansowanie zakupów
Opóźnienie dostaw taboru	C	IV	wysoki	przetargi z wyprzedzeniem
Wyższe ceny taboru	C	II	umiarkowany	przetargi z wyprzedzeniem, ograniczenie kompletacji, opóźnienie wymiany taboru
Wyższe koszty infrastruktury	C	III	umiarkowany	przetargi z wyprzedzeniem
Opóźnienie w realizacji infrastruktury	C	IV	wysoki	przetargi z wyprzedzeniem
Wyższe ceny oleju napędowego	B	III	umiarkowany	dywersyfikacja napędów autobusów

Rodzaj ryzyka	Prawdopodobieństwo	Siła oddziaływania	Poziom ryzyka	Strategia przeciwdziałania
Wyższe ceny energii elektrycznej	C	III	umiarkowany	głównie nocne ładowanie, dodatkowe baterie
Wzrost cen baterii	C	II	umiarkowany	wydłużona eksploatacja
Wariant 3 „wodorowy”				
Długotrwałe utrzymywanie się niskiego popytu na przewozy komunikacji miejskiej	D	III	wysoki	różnorodne działania Miasta promujące korzystanie z komunikacji miejskiej
Brak środków własnych KLA sp. z o.o. na odnowę taboru	C	IV	wysoki	zakup pojazdów elektrycznych i wodorowych przez Miasto, przekazywanie rekompensaty w pełnej wysokości
Brak możliwości lub niedostateczne sfinansowanie zakupów taboru przez Miasto	D	V	bardzo wysoki	udział Miasta w projektach i konkursach pozwalających na dofinansowanie zakupów
Brak lub opóźnienie w budowie stacji tankowania wodoru przez ORLEN	E	V	bardzo wysokie	uprzedzające zawarcie umowy z dostawcą wodoru, lobbing na poziomie krajowym
Opóźnienie dostaw taboru	C	IV	wysoki	wyprzedzające ogłaszanie przetargów
Wyższe ceny taboru	C	II	umiarkowany	ograniczenie kompletacji, opóźnienie wymiany taboru
Wyższe koszty infrastruktury i dostosowania obiektów	C	III	umiarkowany	przetargi z wyprzedzeniem, ograniczenie wymogów
Opóźnienie w realizacji infrastruktury	C	IV	wysoki	przetargi z wyprzedzeniem
Wyższe ceny oleju napędowego	B	III	umiarkowany	dywersyfikacja napędów autobusów
Wyższe ceny energii elektrycznej	C	III	umiarkowany	głównie nocne ładowanie, dodatkowe baterie
Wyższe ceny wodoru	D	IV	bardzo wysoki	zawierania umów wieloletnich, budowa własnych instalacji hydrolizy, ograniczanie pracy eksploatacyjnej taboru wodorowego
Wzrost cen baterii	C	II	umiarkowany	wydłużona eksploatacja

Źródło: opracowanie własne.

Umiarkowane ryzyko związane jest ze stabilnością cen pojazdów zeroemisyjnych, gdyż pomimo że obecne ich ceny należy uznać za dość wysokie, to obowiązek ich wprowadzenia

do eksploatacji w znacznej liczbie w dość krótkim okresie (kilku lat), może wpłynąć na ograniczoną ich dostępność. To z kolei wywoła wzrost cen, związany z koniecznością realizacji zwiększonych zamówień – przekraczających normalne zdolności produkcyjne dostawców taboru i komponentów. Umiarkowane ryzyko związane jest także ze stabilnością cen pojazdów hybrydowych.

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

7.5. Określenie luki w finansowaniu

Określenia niezbędnej wartości dofinansowania dla danego wariantu wymiany taboru dokonano metodą luki w finansowaniu, zgodnie z metodologią przedstawioną w „Wytocznych w zakresie zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód i projektów hybrydowych na lata 2014-2020”, opracowanych i zatwierdzonych w dniu 10 stycznia 2019 r. przez Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju. Wysokość wyliczonej luki w finansowaniu przedstawiono w tabeli 27.

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

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

gdzie:

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

DNR – oznacza sumę zdyskontowanych dochodów powiększonych o wartość rezydualną.

Wyniki obliczeń wskazują, że udział własny w wyższej wysokości występuje dla wariantu elektrycznego, natomiast w niższej dla wariantu wodorowego, różnice nie są jednak duże. W przypadku decyzji o realizacji wariantu 2 „elektrycznego” wysokość wkładu własnego byłaby wyższa jedynie o ok. 13% (1,8 mln zł). W przypadku decyzji o realizacji wariantu 3 „wodorowego” wysokość wkładu własnego byłaby niższa, ale jedynie o ok. 3% (0,4 mln zł).

Tab. 27. Wysokość luki w finansowaniu dla poszczególnych wariantów w okresie analizy – lata 2021-2035

Wyszczególnienie	Jednostka	Wariant		
		konwencjonalny	elektryczny	wodorowy
Suma zdyskontowanych nakładów inwestycyjnych DIC	tys. zł	63 446,7	73 081,3	68 735,1
Razem zdyskontowane dochody i wartość rezydualna (DNR)	tys. zł	-706,5	-1 358,0	-3 474,3
Wskaźnik luki w finansowaniu (R)	%	98,89	98,14	100,00
Całkowite nakłady inwestycyjne	tys. zł	83 940,0	91 473,5	86 586,5
Koszty kwalifikowane skorygowane	tys. zł	82 005,4	89 773,7	86 586,5
Wysokość maksymalnej dotacji przy stopie współfinansowania 85%	tys. zł	70 554,6	76 307,7	73 598,5
Udział własny (dla 85%)	tys. zł	13 385,4	15 165,8	12 988,0

Źródło: opracowanie własne.

8. Podsumowanie

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

Według stanu na dzień 31 marca 2021 r., sieć połączeń kaliskiej komunikacji miejskiej tworzyło 25 dziennych linii autobusowych, w tym 16 całotygodniowych. Wśród linii komunikacji miejskiej 15 obsługiwało miasto Kalisz, natomiast trasa pozostałych 10 linii prowadziła przez miasto Kalisz oraz gminy ościenne, które Miastu powierzyły organizację komunikacji miejskiej na swoim obszarze.

Organizatorem autobusowej komunikacji miejskiej w Kaliszu jest Prezydent Miasta Kalisza, którego zadania wykonuje Urząd Miasta Kalisza. Jedynym operatorem kaliskiej komunikacji miejskiej – w segmencie połączeń organizowanych przez miasto Kalisz – a jednocześnie podmiotem wewnętrznym, są Kaliskie Linie Autobusowe sp. z o.o. w Kaliszu, wykonujące w ramach komunikacji miejskiej ok. 3,2 mln wozokilometrów rocznie i posiadające flotę przeciętnie 66 pojazdów komunikacji miejskiej, w tym średnio 58 w ruchu.

Organizatorem linii M jest Gmina Miasto Ostrów Wielkopolski, a obsługuje ją Miejski Zakład Komunikacji SA w Ostrowie Wielkopolskim.

Autobusy eksploatowane przez KLA sp. z o.o., według stanu na dzień 31 marca 2021 r., posiadały jedynie silniki na olej napędowy. Średni wiek taboru wynosił 7,3 lat, jednak ponad jedna piąta wszystkich autobusów miała 10 lub więcej lat.

W 2017 r. w ramach projektu inwestycyjnego „Rozwój niskoemisyjnego systemu komunikacji publicznej Miasta Kalisza wraz z modernizacją oświetlenia ulicznego zwiększającą jego energooszczędność” Miasto zakupiło 9 fabrycznie nowych autobusów z napędami spełniającymi normę emisji spalin EURO VI, w tym 5 z napędem hybrydowym. W 2018 r. w ramach projektu „Rozwój systemu komunikacji publicznej Aglomeracji Kalisko-Ostrowskiej wraz z modernizacją oświetlenia ulicznego – Miasto Kalisz”, Miasto nabyło 11 szt. autobusów hybrydowych, z napędem spełniającym wymogi normy EURO VI.

Uzupełniając KLA sp. z o.o. dokonywała zakupu fabrycznie nowych pojazdów z wykorzystaniem formy leasingu.

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 kaliskiej komunikacji miejskiej, organizowanej przez Prezydenta Miasta Kalisza:

- wariant 1 „konwencjonalny” – w którym założono realizację polityki sukcesywnej wymiany taboru na nowe autobusy klasyczne z napędem Diesla oraz hybrydowe;
- wariant 2 „elektryczny” – w którym założono sukcesywne wprowadzanie taboru z bateryjnym zasilaniem elektrycznym, w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności – wraz z budową instalacji zasilających;
- wariant 3 „wodorowy” – w którym założono sukcesywne wprowadzanie taboru zeroemisyjnego, w celu spełnienia wymogów określonych ustawą o elektromobilności – w pierwszym okresie elektrycznych z zasilaniem bateryjnym, a w kolejnym etapie elektrycznych z wodorowymi ogniwami paliwowymi oraz uzupełniającą elektrycznych z zasilaniem bateryjnym.

W koncepcji elektryfikacji pojazdów obsługujących linie kaliskiej komunikacji miejskiej w niniejszej analizie przyjęto – zgodnie z wytycznymi Miasta – rozwiązanie stanowiące syntezę propozycji z poprzedniej analizy kosztów i korzyści oraz propozycji KLA sp. z o.o., poddanych pewnym modyfikacjom. Założono bowiem, że autobusy, które miałyby obsługiwać zadania przewozowe liczące przynajmniej 200 wozokilometrów w skali dnia, muszą posiadać wodorowe ogniwa paliwowe albo też być doładowywane podczas pracy na linii. Zachowano przy tym możliwość częstych zmian w przypisaniu pojazdów do linii w skali dnia, ograniczając ją jednak tylko do poszczególnych segmentów linii, wyodrębnionych w zależności od napędu obsługujących je pojazdów.

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.

Niezależnie od sugerowanej elektryfikacji poszczególnych zadań przewozowych, połączonych wspólnym obiegiem taboru na różnych liniach, proponuje się, aby przydział linii do obsługi taboru zeroemisyjnym przedstawiał się następująco:

- w wariant 2 „elektrycznym”:
 - w pierwszej kolejności – linie: 1, 11 (o podobnej trasie), 5, 12 i 19, z takim ułożeniem zadań przewozowych, aby pojazdy elektryczne obsługujące ww. linie zmieniały przypisanie do linii w obrębie wskazanego segmentu pięciu linii; łącznie 8 zadań przewozowych, z dwustanowiskową ładowarką pantografową na pętli Wyszyńskiego Słoneczna;

- w drugiej i trzeciej kolejności – kolejne 7 i 7 zadań przewozowych na tych samych liniach, uzupełnianych kursami na linii podmiejskiej 12K i na wskazanych w poprzedniej analizie do częściowej elektryfikacji liniach: 1A, 1B, 2, 3A, 3B, 8 i 18, z instalacją kolejnej ładowarki dwustanowiskowej na pętli Wyszyńskiego Słoneczna;
- w wariantcie 3 „wodorowym” – te same linie, co w wariantcie elektrycznym, jednak bez konieczności instalacji stacji szybkiego ładowania na pętli, uzupełnione w trzeciej kolejności liniami 19E i 22.

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

Obliczone w analizie wskaźniki finansowe FNPV/c oraz FRR/c, są ujemne dla obydwu wariantów. Ujemne wartości osiągnęły także wskaźniki ENPV. W porównaniu do scenariusza bazowego najkorzystniej wypadł wariant konwencjonalny. **Przy przyjętych założeniach, analiza wykazała brak korzyści ze stosowania taboru zeroemisyjnego, a zatem i brak obowiązku jego stosowania.**

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

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

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

Z punktu widzenia jednostki samorządu terytorialnego, efektywność zastosowania autobusów zeroemisyjnych znacznie by wzrosła, gdyby ceny takich pojazdów były niższe.

W wyniku symulacji zmiany efektywności finansowej i ekonomicznej przyjętych do analizy wariantów stwierdzono, że w przypadku Kalisza dla wariantu 2 „elektrycznego”, wartość progowa ceny standardowego autobusu klasy maxi z napędem elektrycznym zasilanym z baterii, przy której ekonomiczna bieżąca wartość netto ENPV byłaby wyższa w porównaniu do wariantu z taboru konwencjonalnym, to kwota 1 211 tys. zł (o 48,9% niższa od przyjętej do analizy).

W wariantcie 3 „wodorowym”, przyjmując wyżej określoną wartość progową dla autobusów z zasilaniem baterijnym, wartość progowa standardowego autobusu elektrycznego z ogniwem paliwowym wyniosła 1 010 tys. zł, (czyli o 77,8% mniej od kwot przyjętych do analizy).

Dopiero przy takich cenach pojazdów zeroemisyjnych wystąpiłaby ekonomiczna opłacalność zakupu taboru zeroemisyjnego, czyli wystąpiłby obowiązek zakupu taboru zeroemisyjnego, przy uwzględnieniu korzyści wynikających ze zmniejszenia emisji zanieczyszczeń. Korzyści z zakupu autobusów z napędem elektrycznym dla jednostki samorządu terytorialnego znacznie wzrosną przy zmniejszeniu wkładu własnego w nabywanym taborze – jako efektu wykorzystania zewnętrznych źródeł finansowania inwestycji (np. otrzymania bezzwrotnej dotacji ze środków krajowych).

W przeprowadzonej analizie wykazano, że w przypadku skorzystania z obniżki ceny taboru zeroemisyjnego dla jednostki samorządu terytorialnego o dotację przewidzianą w programie „Zielony Transport Publiczny” osiągnięto by korzyść z tytułu zastosowania w kaliskiej komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych – zarówno w wariantcie inwestycyjnym elektrycznym, jak i w wariantcie wodorowym.

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

Przy przyjętych założeniach, analiza wykazała, że w przypadku skorzystania ze środków pomocowych zapewniających dofinansowanie do ceny zakupu taboru zeroemisyjnego w wysokości przewidzianej w programie „Zielony Transport Publiczny” wystąpiłyby korzyści ze stosowania taboru zeroemisyjnego, a zatem i obowiązek ich stosowania. Obowiązek ten uwarunkowany jest jednak pozyskaniem zewnętrznego finansowania obniżającego cenę taboru elektrycznego zasilanego z baterii o minimum 49%, taboru elektrycznego zasilanego z ogniw paliwowych – minimum o 78%, a infrastruktury zasilającej – minimum o 50%.

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 2021 r. poz. 247 ze zm.). 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 kaliskiej komunikacji miejskiej. Analiza kosztów i korzyści nie podlega więc obowiązkowi przeprowadzenia strategicznej oceny oddziaływania na środowisko.

9. Informacja

o udziale społeczeństwa w postępowaniu (projekt)

Konsultacje społeczne projektu dokumentu pn. „Analiza kosztów i korzyści wykorzystania pojazdów zeroemisyjnych w komunikacji miejskiej na terenie miasta Kalisza i gmin, z którymi Miasto Kalisz podpisało porozumienia dot. realizacji zadania publicznego polegającego na świadczeniu usług transportu zbiorowego” przeprowadzono na podstawie Obwieszczenia Prezydenta Miasta Kalisza, wydanego na podstawie art. 39 ust. 1 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 (t.j. Dz. U. z 2021 r., poz. 247) w związku z art. 37 ust. 3 ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. z 2021 r., poz. 110).

Celem konsultacji było zebranie opinii, propozycji i uwag mieszkańców miasta Kalisza i okolicznych gmin na temat zapisów ww. analizy.

Konsultacje społeczne przeprowadzono w terminie od 21 maja 2021 r. do 11 czerwca 2021 r., w formie zbierania formularzy konsultacyjnych.

Z treścią dokumentu zapoznać można się było:

- 1) na stronie internetowej www.kalisz.pl;
- 2) w holu przy portierni w budynku Ratusza, przy ul. Główny Rynek 20 – w godzinach pracy Urzędu;
- 3) w punkcie informacyjnym Biura Obsługi Interesanta, przy ul. Tadeusza Kościuszki 1a w Kaliszu w godzinach pracy Urzędu.

Opinie do projektu dokumentu można było składać na „formularzu konsultacyjnym”:

- 1) drogą elektroniczną (skan) – przesyłając je na adres e-mailowy: wso@um.kalisz.pl i wpisując w tytule wiadomości „Konsultacje społeczne AKK”;
- 2) faksem na nr +48 62 5049788;
- 3) drogą korespondencyjną na adres: Wydział Spraw Obywatelskich, Urząd Miasta Kalisz, ul. Kościuszki 1a, 62-800 Kalisz z dopiskiem „Konsultacje społeczne AKK” – w terminie do dnia 11 czerwca 2021 r. (liczy się data wpływu)

lub ustnie do protokołu w Referacie Komunikacji Miejskiej Wydziału Spraw Obywatelskich Urząd Miasta Kalisza, ul. Dworcowa 1, 62-800 Kalisz, pok. 20 – w godzinach pracy Referatu tj. od poniedziałku do piątku w godzinach 7:30-15:30.

Raport z konsultacji społecznych stanowi Załącznik nr 2 do analizy kosztów i korzyści. Uwagi uznane za zasadne przyjęto odpowiednio korygując projekt analizy skierowany do konsultacji.

Załącznik nr 1

Model finansowy

Załącznik stanowi rozbudowany plik obliczeniowy w arkuszu kalkulacyjnym.

Załącznik nr 2

Raport z konsultacji społecznych

W trakcie konsultacji społecznych wpłynęły dwa wnioski, zawierające trzy uwagi. Pierwszy z wniosków został złożony przez Gminę Miasto Ostrów Wielkopolski i zawierał uwagę porządkującą dokument, która została uwzględniona.

Drugi wniosek, zawierający dwie uwagi, złożył Naczelnik Wydziału Rozwoju Miasta Urzędu Miasta Kalisza.

Uwagą pierwszą było stwierdzenie, że w związku z tym, że analiza kosztów i korzyści jest dokumentem dla Miasta, nie powinna jednoznacznie rozstrzygać, kto ostatecznie będzie wnioskować o zakup autobusów ze środków zewnętrznych. Uwaga ta jest zgodna z treścią dokumentu, w którym stwierdzono, że – uwzględniając obecnie przyjętą zasadę odpłatnego wypożyczania operatorowi zakupionych przez Miasto pojazdów hybrydowych, a także umiarkowaną zdolność finansową KLA sp. z o.o. do samodzielnego realizowania inwestycji – przyjęto, iż w okresie analizy zakupy nowego taboru realizować będzie Miasto, udostępniając tabor odpłatnie operatorowi – zastrzegając jednocześnie, że jest to jednak wyłącznie założenie do celów analizy porównawczej wariantów, niezamykające możliwości nabywania taboru przez Spółkę.

Uwagę drugą stanowiło pytanie, czy w związku z zapowiadanymi zmianami w ustawie o elektromobilności, w wyniku implementacji w polskim systemie prawnym Dyrektywy (UE) 2019/1161, nie należałoby w analizie rozważyć także wariantu inwestycyjnego z autobusami zasilanymi CNG.

W obecnym stanie prawnym autobus z napędem CNG nie jest zeroemisyjny, o czym jest mowa w analizie, zatem zakup autobusów CNG można analizować tylko jako alternatywę dla nabywania autobusów zasilanych olejem napędowym, jako uzupełnienia zakupu autobusów zeroemisyjnych ponad wymogi wynikające z ustawy o elektromobilności. W Kaliszu nie ma aktualnie stacji tankowania CNG (najbliższe są w Śremie i w Toruniu), co na razie wyklucza realizację postulowanego wariantu. Jeżeli stacja CNG powstanie, to w kolejnej analizie – sporządzanej po 3 latach od obecnej – taki wariant jak najbardziej można będzie uwzględnić.