

**Analiza kosztów i korzyści związanych
z wykorzystaniem autobusów
zeroemisyjnych przy świadczeniu usług
komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin**

Wykonawca



LPW Sp. z o.o.

ul. Żeliwna 38

40-599 Katowice

SPIS TREŚCI

WYKAZ KLUCZOWYCH POJĘĆ I SKRÓTÓW	4
1. Podstawy przeprowadzonej analizy.....	5
1.1. Uwarunkowania prawne	5
1.2. Cel opracowania	6
2. Identyfikacja stanu aktualnego	10
2.1. Charakterystyka obszaru analizy	10
2.2. Analiza otoczenia społeczno-gospodarczego względem komunikacji miejskiej w Koninie.....	15
2.3. System transportowy na obszarze analizy	19
2.4. Charakterystyka floty autobusowej.....	25
2.5. Sieć komunikacyjna Miejskiego Zakładu Komunikacyjnego w Koninie Sp. z o.o.	28
3. Metodyka analizy	34
3.1. Dane.....	34
3.2. Zastosowane metody	34
3.3. Koncepcja obsługi sieci komunikacji miejskiej autobusami zeroemisyjnymi	35
3.4. Analiza finansowa	41
3.5. Analiza społeczno-ekonomiczna	44
3.6. Analiza wrażliwości	48
3.7. Analiza ryzyka.....	48
4. Analiza dostępności finansowania inwestycji ze źródeł zewnętrznych	50
5. Plan wymiany i rozwoju taboru.....	51
5.1. Transport zeroemisyjny w dokumentach strategicznych.....	51
5.2. Wyniki wcześniejszych analiz zasadności wdrażania taboru zeroemisyjnego w systemie komunikacji miejskiej Konina wykonanych w latach 2018 i 2021.....	60
5.3. Wybór rodzaju napędu.....	62
5.4. Rozwiązania sposobów zasilania autobusów zeroemisyjnych	67
5.5. Warianty wymiany i rozwoju taboru	72
5.6. Wybór linii do obsługi taboru zeroemisyjnym	76
6. Analiza finansowo-ekonomiczna.....	83
6.1. Analiza sytuacji finansowej miasta i wpływu programu wymiany pojazdów na jej stabilność.....	83
6.2. Analiza sytuacji finansowej operatora	84

6.3. Model nabywania pojazdów	85
6.4. Działania inwestycyjne zrealizowane w latach 2020-2023	87
6.5. Założenia analizy finansowej	88
6.6. Nakłady inwestycyjne	92
6.7. Nakłady odtworzeniowe.....	93
6.8. Koszty operacyjne i wartość rezydualna.....	95
6.9. Efektywność finansowa	97
6.10. Analiza wskaźnika luki w finansowaniu	97
7. Oszacowanie efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla środowiska i zdrowia ludzi.....	99
7.1. Emisja CO ₂	99
7.2. Emisja NMHC/NMVOC.....	100
7.3. Emisja Nox.....	101
7.4. Emisja PM	102
7.5. Emisja SO ₂	104
8. Analiza społeczno-ekonomiczna	106
8.1. Wycena kosztów zmian klimatu (kosztów CO ₂)	106
8.2. Wycena kosztów emisji zanieczyszczeń w niższych warstwach atmosfery.....	107
8.3. Wycena kosztów hałasu	112
8.4. Kalkulacja wskaźnika ENPV	113
8.5. Podsumowanie	114
9. Analiza wrażliwości i ryzyka	116
9.1. Określenie i badanie zmiennych krytycznych	116
9.2. Określenie i analiza wartości progowych.....	117
9.3. Analiza scenariuszowa dla ENPV i FNPV	118
9.4. Identyfikacja ryzyka	118
9.5. Analiza jakościowa ryzyka	120
9.6. Matryca poziomu ryzyka	121
10. Konsultacje społeczne	133
11. Rekomendacje	135
Spis tabel.....	139

WYKAZ KLUCZOWYCH POJĘĆ I SKRÓTÓW

AKK	Analiza kosztów i korzyści związanej 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.
MZK Konin	Miejski Zakład Komunikacji w Koninie Sp. z o.o. zwany dalej MZK Konin lub Operatorem.
Organizator	Właściwa jednostka samorządu terytorialnego zapewniająca funkcjonowanie publicznego transportu zbiorowego na danym obszarze.
Operator	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.
PTZ	Publiczny transport zbiorowy.

1. Podstawy przeprowadzonej analizy

1.1. UWARUNKOWANIA PRAWNE

Podstawą prawną opracowania jest umowa zawarta pomiędzy Miastem Konin z siedzibą w Koninie, a Wykonawcą tj. spółką LPW Sp. z o.o. z Katowic.

Opracowany dokument Analizy kosztów i korzyści (AKK) uwzględnia:

- obowiązujące przepisy prawa, tj. w szczególności:
 - ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2023 r., poz. 875);
 - ustawy z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji (Dz. U. z 2022 r. poz. 673, z późn. zm.);
 - ustawy z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (Dz. U. z 2023 r., poz. 2778 z późn. zm.);
 - ustawy z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym (Dz. U. z 2024 r. poz. 609 z późn. zm.);
 - rozporządzenia wykonawczego 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, zmienionym Rozporządzeniem Wykonawczym Komisji (UE) 219/256 z dnia 13 lutego 2019 r. zmieniającym rozporządzenie wykonawcze (UE) 2015/207 w odniesieniu do zmian wzorów służących do przekazywania informacji na temat dużych projektów wspólnego planu działania, do sprawozdań z wdrażania w ramach celów „Inwestycje na rzecz wzrostu i zatrudnienia” oraz „Europejska współpraca terytorialna”, a także wzorów sprawozdania z postępów i rocznych sprawozdań z kontroli oraz poprawiające to rozporządzenie w odniesieniu do danych do celów przeglądu skuteczności działania i ram wykonania.

- rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1299/2013 z dnia 17 grudnia 2013 r. w sprawie przepisów szczegółowych dotyczących wsparcia z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach celu „Europejska współpraca terytorialna” (Dz. Urz. UE L 347 z 20.12.2013, str. 259);
- 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 2023 r. poz. 1094).
- opracowania analityczne dotyczące metody przeprowadzania analizy kosztów i korzyści, tj. m.in:
 - „Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach”; Nowa edycja, opracowanie JASPERS, 2023 r.;
 - „Przewodnik po analizie kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych. Narzędzie analizy ekonomicznej polityki spójności 2014-2020”, opracowanie Komisja Europejska, grudzień 2014 r. (<https://www.mos.gov.pl>);
 - „Najlepsze praktyki w analizach kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków unijnych”, opracowanie CUPT grudzień 2014 r.

1.2. CEL OPRACOWANIA

Celem opracowania jest aktualizacja sporządzonej w roku 2021 analizy kosztów i korzyści związanej z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK) dla Miasta Konin, zorientowanej na działalność MZK Konin.

Niniejszy dokument powstał w związku z realizacją przez Miasto Konin założeń ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz.U z 2023 r. poz. 375 ze zm.), która zobowiązuje jednostki samorządu terytorialnego do sporządzania, co 36 miesięcy, analizy kosztów i korzyści związanej z wykorzystaniem, przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej, autobusów zeroemisyjnych. Wyniki analizy będą również istotne dla ewentualnego, późniejszego wnioskowania o zewnętrzne dofinansowanie inwestycji dotyczących modernizacji, konwersji floty dla potrzeb komunikacji

miejskiej, m.in. w celu zapewnienia realizacji działań rekomendowanych w niniejszym dokumencie.

Podstawą do opracowania analizy są dane dotyczące stanu obecnego komunikacji miejskiej, w tym dane kosztowe oraz proponowane warianty modernizacji floty. W przypadku niniejszej analizy, jest to identyfikacja wariantów wymiany taboru wykorzystywanego w komunikacji miejskiej dla Miasta Konin.

Identyfikacja wariantów polega na zdefiniowaniu co najmniej dwóch scenariuszy działań: realizacji zamierzeń inwestycyjnych zmierzających do spełnienia wymogów określonego w ustawie z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2023 r., poz. 875) udziału autobusów zeroemisyjnych we flocie pojazdów komunikacji miejskiej oraz rezygnacji ze spełnienia tych wymogów.

Brak realizacji 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.

Cele analizy osiągnąć są poprzez realizację poszczególnych elementów analizy kosztów i korzyści, wśród których wskazać należy:

- **wykonanie analizy finansowo-ekonomicznej**, która obejmuje sprawdzenie efektywności finansowej wariantów, wykonywane w postaci bilansu kosztów i korzyści w wersji wartościowej tzn. w ujęciu zmonetaryzowanych efektów społeczno-ekonomicznych w rachunku przepływów;
- **oszacowanie efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla środowiska i zdrowia ludzi** wyrażonych za pomocą kosztów zmonetaryzowanych;
- **wykonanie analizy społeczno-ekonomicznej** identyfikującej efekty inwestycji dla lokalnej społeczności, wyrażając je w postaci zmonetaryzowanej, ujętej w rachunku przepływów pieniężnych;
- **przeprowadzenie analizy wykonalności technicznej** obejmującej przegląd rozwiązań technicznych dostępnych aktualnie na rynku autobusów komunikacji miejskiej i infrastruktury zasilania, z uwzględnieniem cen

i pozwalającej wskazać najkorzystniejszy kierunek modernizacji floty, ze względu na uwarunkowania techniczne związane z realizacją i planowaniem przewozów;

- **weryfikacja aktualności rezultatów dotychczasowych analiz kosztów i korzyści oraz zrealizowanych działań** w zakresie wdrażania autobusów zeroemisyjnych w komunikacji miejskiej w Mieście Konin oceniająca zasadność kontynuowania lub zmiany dotychczasowego kierunku modernizacji floty autobusów komunikacji miejskiej;
- **przedstawienie koncepcji obsługi sieci komunikacji miejskiej autobusami zeroemisyjnymi** pozwalające wskazać linie o korzystnych uwarunkowaniach dla obsługi taboru zeroemisyjnym na podstawie zaleceń ogólnych oraz lokalnej specyfiki sieci komunikacji miejskiej tj. z uwzględnieniem kryteriów ważnych dla pasażerów i Operatora.

Cel analizy kosztów i korzyści zostanie osiągnięty poprzez realizację celów szczegółowych, w tym:

- wytypowanie oraz kwantyfikację kosztów finansowych i społeczno-ekonomicznych taboru istniejącego oraz będącego przedmiotem Inwestycji;
- wskazanie i wycenę korzyści finansowych i społeczno-ekonomicznych płynących z zastosowania taboru o napędzie zeroemisyjnym.

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 zawiera „Przewodnik po analizie kosztów i korzyści...”, wymieniony w punkcie 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 p. 1.1. opracowania.

Problematyka konwersji floty w kierunku zwiększania udziału pojazdów zeroemisyjnych we flocie komunikacji miejskiej jest zagadnieniem złożonym, uwzględnia postulaty wielu interesariuszy, a podejmowane decyzje wymagają spełnienia m.in. ograniczeń prawnych, finansowych, ekonomicznych, społeczno-

gospodarczych, technicznych i organizacyjnych. Zatem analiza kosztów i korzyści jest właściwym narzędziem do oceny tego wielowymiarowego zagadnienia. Zagadnienie konwersji floty stanowi element obszernej problematyki planowania publicznego transportu zbiorowego^{1,2}. Planowanie to uwzględnia równocześnie postulaty pasażerów i Operatora. Postulaty pasażerów mają charakter bardziej ogólny, uniwersalny, niezależny od obszaru analizy i dotyczą dostępności transportowej obszaru, obsługi generatorów ruchu i potrzeb przewozowych użytkowników. Natomiast postulaty Operatora wprost wynikają z lokalnych uwarunkowań obszaru, na którym funkcjonuje publiczny transport zbiorowy a oferta przewozowa jest kompromisem między korzyściami a kosztami realizacji poszczególnych połączeń według dobranego rozkładu jazdy.

¹ Wyszomirski, O. (2007). Transport miejski. Ekonomika i organizacja, Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego. Gdańsk.

² Ceder, A. (2016). Public transit planning and operation: Modeling, practice and behavior. CRC press. Boca Raton

2. Identyfikacja stanu aktualnego

2.1. CHARAKTERYSTYKA OBSZARU ANALIZY

Przedmiotem opracowania jest aktualizacja sporządzonej w roku 2021 analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK) dla Miasta Konin, zorientowanej na działalność MZK Konin. Dlatego analizie poddano Miasto Konin oraz gminy ościenne, na obszarze których usługi komunikacji miejskiej w drodze porozumień świadczy MZK Konin. Są to gminy: Golina, Kazimierz Biskupi, Kramsk, Krzymów i Stare Miasto.

Obszar Funkcjonalny Aglomeracja Konińska (OFAK) współtworzą samorządy: Miasta Konin, powiatu konińskiego (ziemskiego) oraz 14 gmin wchodzących w skład tego powiatu. Inicjatywa współpracy na rzecz problemów przekraczających granice poszczególnych gmin zaowocowała podpisaniem w 2012 r. listu intencyjnego i podjęciem działań mających na celu sporządzenie wspólnych dokumentów rozwojowych.

Konin jest miastem na prawach powiatu zlokalizowanym w środkowej Polsce, na obszarze strategicznym Polska Zachodnia, w województwie wielkopolskim. Miasto zlokalizowane jest nad Wartą w Dolinie Konińskiej, jest siedzibą powiatu konińskiego i głównym ośrodkiem Konińskiego Zagłębia Węgla Brunatnego. Lokalizację miasta na tle kraju i powiatu przedstawiono odpowiednio na poniższych rysunkach.

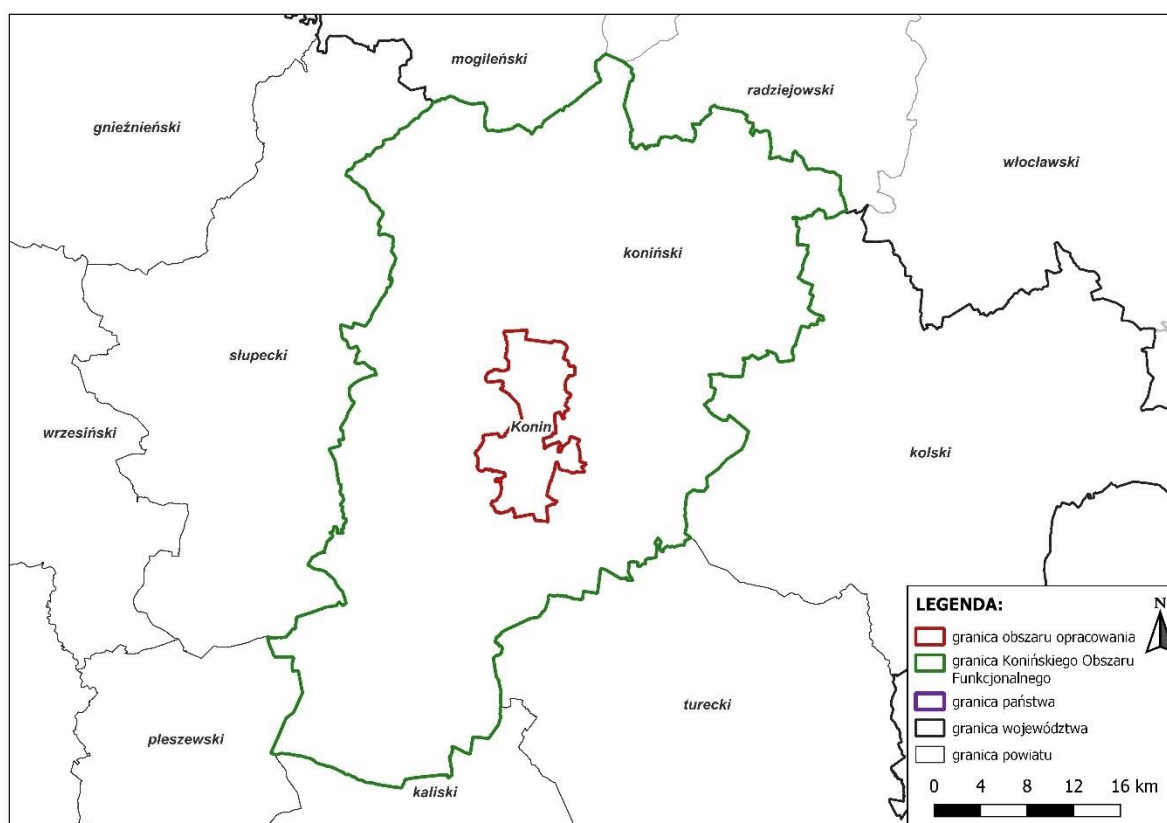
Analiza kosztów i korzyści
związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin



Rysunek 2.1 Lokalizacja Miasta Konin na tle kraju

Źródło: opracowanie własne

Analiza kosztów i korzyści
związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin



Rysunek 2.2 Lokalizacja Miasta Konin na tle Konińskiego Obszaru Funkcjonalnego

Źródło: opracowanie własne

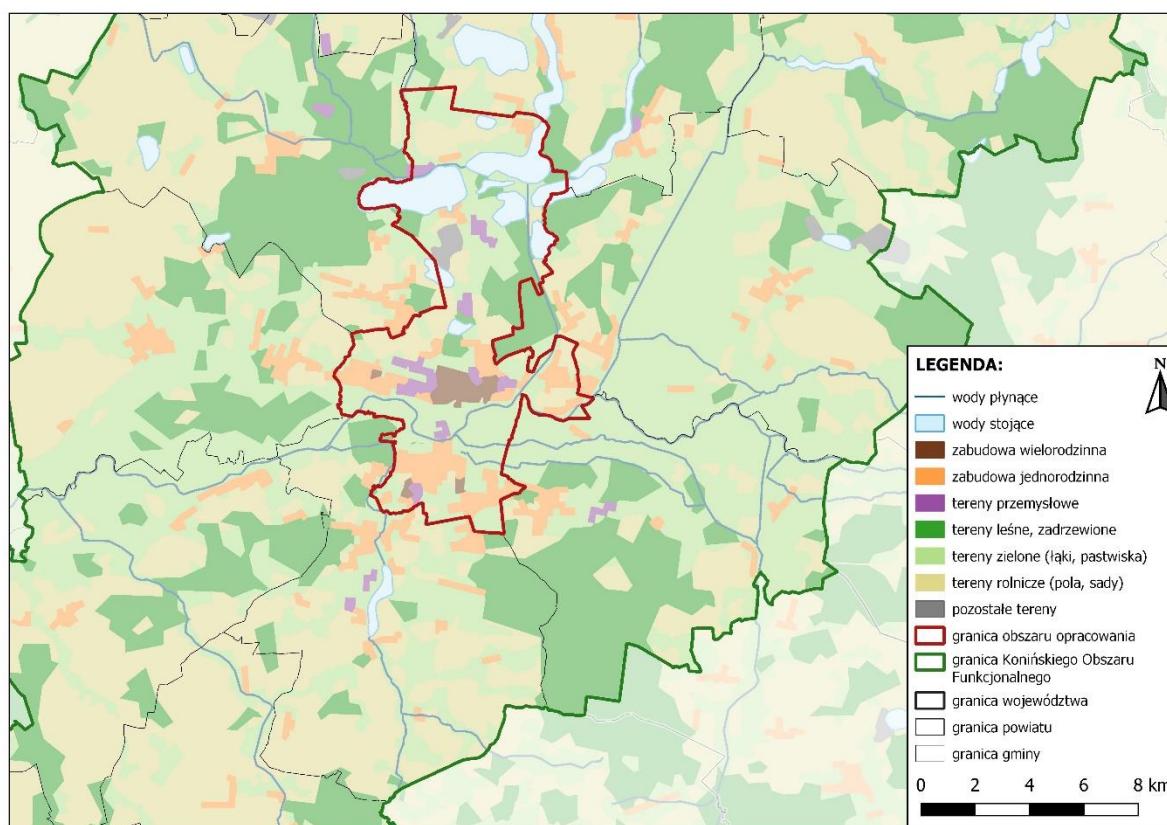
Konin jest lokalnym ośrodkiem zlokalizowanym we wschodniej części województwa wielkopolskiego, na granicy Pojezierzy: Wielkopolskiego i Kujawskiego oraz Niziny Południowowielkopolskiej. Jest ważnym ośrodkiem w regionie, którego otoczenie, gminy aglomeracji i obszaru funkcjonalnego mają charakter rolniczy, wiejski, słabo rozwinięty. Konin jest głównym ośrodkiem regionu i pełni centralną rolę, przyciągając mieszkańców sąsiednich gmin i oddziałujący na sąsiednie gminy, stanowiący ośrodek ciężenia i rozwoju pobudzający relacje gospodarcze w regionie, w pobliżu którego brak jest podobnych ośrodków. Konin zlokalizowany jest około 92 km na wschód od Poznania i 54 km na północ od Kalisza.

W ogólnopolskim zestawieniu 65 samorządów miast na prawach powiatu Konin zajął 51. miejsce. Ranking przygotował dziennik „Rzeczpospolita” w roku 2023. W podziale administracyjnym Konina wyróżniono 19 obrębów, wewnątrz których wydzielono zależnie od lokalizacji: osiedla, osady, miejscowości.

Analiza kosztów i korzyści

związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

Z historycznego punktu widzenia, znajdującego również uzasadnienie w zagospodarowaniu przestrzennym, ukształtowaniu terenu i występowaniu naturalnych barier w swobodnym rozwoju przestrzennym Konina wyróżnia się część lewobrzeżna tzw. Stary Konin, w obrębie którego znajdował się cały obszar administracyjny miasta aż do czasów powojennych oraz część prawobrzeżna, która rozwinęła się od podstaw na terenach dotychczas zielonych, niezagospodarowanego, rolniczego otoczenia Konina w ostatnich osiemdziesięciu latach. Kluczową, ze względu na przedmiot opracowania, cechą Miasta Konin jest duże rozproszenie przestrzenne obszarów zabudowanych. Przemieszczenia pomiędzy wybranymi obszarami miasta wymagają pokonywania sporego dystansu. Dotyczy to zwłaszcza przemieszczeń pomiędzy obszarami zurbanizowanymi przeciwnymi względem centrum tzn. zlokalizowanymi w pobliżu granic administracyjnych miasta, Zagospodarowanie przestrzenne Miasta Konin zostało przedstawione na poniższym rysunku.



Rysunek 2.3 Zagospodarowanie przestrzenne na obszarze obsługiwanym przez MZK Konin.

Źródło: opracowanie własne

Na powyższej mapie zagospodarowanie przestrzenne Miasta Konin zostało scharakteryzowane na podstawie klasyfikacji obszarów do wyróżnionych w niniejszym opracowaniu ośmiu typów terenu:

1. zabudowy wielorodzinnej;
2. zabudowy jednorodzinnej;
3. terenów przemysłowych;
4. terenów leśnych i zadrzewionych;
5. terenów zielonych (łąki i pastwiska);
6. terenów rolniczych (pola i sady);
7. wody stojące;
8. terenów pozostałych (innych, nieuwjętych w powyższych typach).

W południowej części Miasta Konin dominuje zabudowa jednorodzinna, zwarta. Jedynie Osiedle Sikorskiego powstało w XXI w. i jest nadal sukcesywnie rozbudowywane. Jest to najdalej na południe wysunięte osiedle zabudowy wysokiej. Pomiedzy poszczególnymi osiedlami występują również obszary niezabudowane.

Centralna część Konina obejmuje zwartą zabudowę wielorodzinną i jednorodzinną. Na tle zagospodarowania przestrzennego Miasta Konin jedną z istotnych cech ze względu na przedmiot opracowania jest występowanie pasa osiedli w środkowej części miasta. Pas ten ma przebieg równoleżnikowy i rozciąga się pomiędzy zachodnią i wschodnią granicą administracyjną Miasta Konin. Pas ten charakteryzuje się zróżnicowanym zagospodarowaniem przestrzennym. Osiedla zlokalizowane we wschodniej i zachodniej części Miasta Konin (w pasie centralnym) charakteryzuje przeważnie zwarta zabudowa jednorodzinna. Ponadto na wschodnich rubieżach Miasta Konin występuje także zabudowa wiejska, rozproszona, obejmująca oddalone od siebie domy jednorodzinne i odrębne osady. Natomiast w północnej części miasta przeważają tereny leśne, zielone i rolnicze, osiedla domów jednorodzinnych oraz w mniejszym stopniu zabudowa wielorodzinna. Obszary przemysłowe są rozproszone na obszarze Miasta Konin.

Wśród charakterystycznych, specyficznych cech Miasta Konin, istotnych dla niniejszego opracowania należy wskazać:

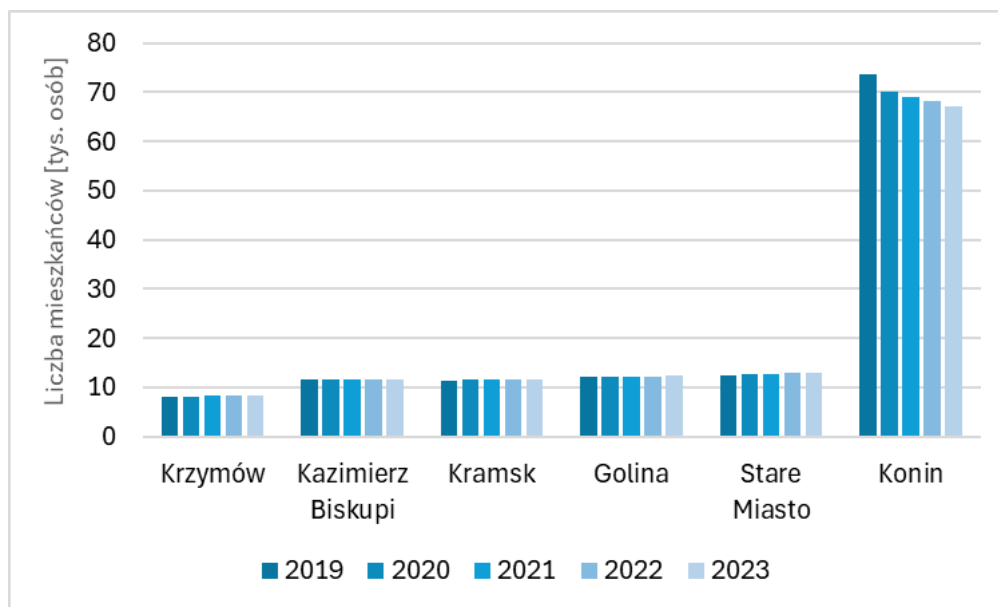
- rozproszenie obszarów zabudowanych na obszarze Miasta Konin;
- znaczne odległości pomiędzy osiedlami w różnych częściach miasta;

- występowanie w strukturze przestrzennej miasta obszarów zabudowanych nie tylko w centrum miasta, ale również w pobliżu granic administracyjnych;
- wyraźne zróżnicowanie zagospodarowania przestrzennego, sąsiedztwo zabudowy niskiej i wysokiej, występowanie odosobnionych, odrębnych osiedli;
- rozproszenie obszarów przemysłowych.

Wyróżnione cechy stanowią o specyfice miasta, determinują uwarunkowania lokalne i tym samym wpływają na planowanie komunikacji miejskiej, w tym proces modernizacji floty w kierunku zwiększania udziału taboru zeroemisyjnego oraz wdrażania zrównoważonej mobilności na badanym obszarze.

2.2. ANALIZA OTOCZENIA SPOŁECZNO-GOSPODARCZEGO WZGLĘDEM KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ W KONINIE

Analiza liczby ludności Konina i sąsiednich gmin obsługiwanych przez MZK Konin potwierdziła występowanie tych samych tendencji jak dla całego kraju. Postępuje proces starzenia się społeczeństwa oraz pogłębia się zjawisko suburbanizacji, które wpływają na spadek liczby mieszkańców Miasta Konin przy wzroście liczby ludności gmin ościennych. Na poniższym rysunku przedstawiono zmiany liczby ludności gmin obsługiwanych przez MZK Konin w latach 2019-2023.



Rysunek 2.4 Liczba ludności gmin obsługiwanych przez MZK Konin w latach 2019-2023.

Źródło: opracowanie własne na podstawie BDL GUS (stan na dzień 31.12.2023 r.)

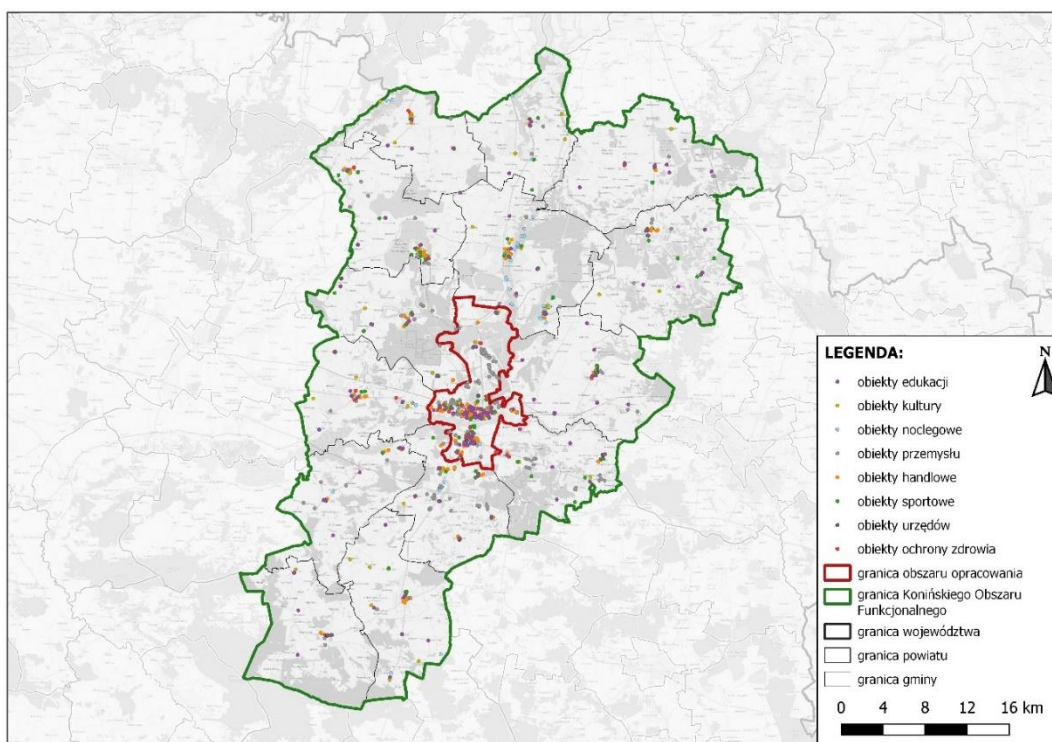
Miasto Konin pełni kluczową rolę w regionie jako ośrodek ciężenia przyciągający mieszkańców sąsiednich gmin w celach zarobkowych. Charakteryzuje się znacznie większą liczbą mieszkańców i gęstością zaludnienia niż okoliczne gminy. Miasto Konin liczyło na dzień 31.12.2023 r. niewiele ponad 67 tys. mieszkańców. Pozostałe rozpatrywane gminy cechuje podobna liczba mieszkańców około 10 tys. osób. Następuje spadek liczby mieszkańców Miasta Konin. Natomiast w przypadku pozostałych gmin zmiany liczby ludności są znacznie mniej wyraźne. Następuje niewielki wzrost liczby ludności.

Generatory ruchu są to wszelkie obiekty, budynki, miejsca, obszary związane z realizowanymi przez mieszkańców rozpatrywanych gmin, obsługiwanych przez MZK Konin, aktywnościami społeczno-gospodarczymi. Rozproszenie, nierównomierność przestrzenna źródeł i celów podróży, miejsc aktywności sprawia, że generowane jest zapotrzebowanie na realizację podróży, przejazdów pomiędzy miejscami zamieszkania i miejscami realizacji aktywności pozatransportowych.

Jak wskazano w podrozdziale nr 1.2. generatory ruchu stanowią jeden z kluczowych aspektów rozpatrywanych dla potrzeb identyfikacji linii komunikacyjnych, które w pierwszej kolejności powinny być obsługiwane przez tabor zeroemisyjny. Im więcej jest generatorów ruchu w pobliżu przystanków PTZ, tym dla większej ilości osób transport publiczny stanowi realną, atrakcyjną alternatywę względem realizacji podróży samochodem.

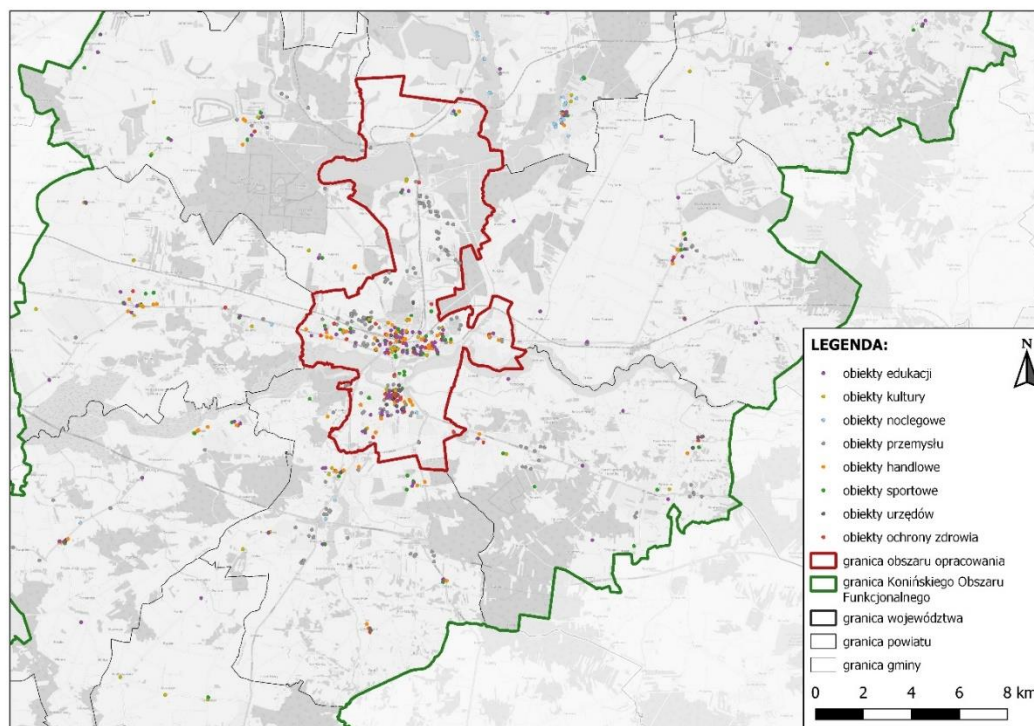
Wśród rozpatrywanych w niniejszym opracowaniu generatorów ruchu wyróżniono takie obiekty jak urzędy, szkoły, szpitale, obiekty użyteczności publicznej, obiekty kultury, obiekty sportowe, pozwalające również na obsługę imprez masowych. Są to zatem wszystkie obiekty, do których z dowolnych, różnych powodów chcą dotrzeć mieszkańcy Miasta Konin, otaczających, rozpatrywanych gmin i osoby odwiedzające badany obszar. Rozmieszczenie przestrzenne generatorów ruchu na analizowanym obszarze przedstawiono na poniższych rysunkach.

Analiza kosztów i korzyści
związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin



Rysunek 2.5 Generatory ruchu na obszarze powiatu Konińskiego.

Źródło: opracowanie własne



Rysunek 2.6 Generatory ruchu na obszarze Miasta Konin i otaczających gmin.

Źródło: opracowanie własne

W wyniku przeprowadzonej analizy potwierdzono występowanie nierównomierności w przestrzennym rozmieszczeniu generatorów ruchu. W skali poszczególnych gmin dominacja obiektów występuje w centrach. Jednak w ujęciu globalnym dla całego obszaru, rozpatrywanego w niniejszym opracowaniu, zdecydowana dominacja w liczbie i koncentracji generatorów ruchu występuje w Mieście Konin. Widoczna jest zgodność koncentracji generatorów ruchu z siecią osadniczą i strukturą zagospodarowania przestrzennego. Najwięcej generatorów ruchu występuje w pasie wschód zachód, w środkowej części Miasta Konin, w pobliżu obiektów mieszkalnych oraz w centralnej lokalizacji w południowej części miasta. Mnogość kolorów widocznych na mapie i duże zróżnicowanie na niewielkiej powierzchni wskazują na występowanie zwartej zabudowy o mieszanych funkcjach, dużej liczby generatorów ruchu różnych typów.

Wśród generatorów ruchu występujących na obszarze Miasta Konin a niezwiązanych z budownictwem mieszkaniowym i aktywnościami zawodowymi warto wskazać m.in. na:

- obiekty związane z edukacją: miejskie przedszkola, żłobki, szkoły podstawowe i średnie, uczelnie;
- obiekty związane z kulturą: miejskie biblioteki wraz z filiami, kina, oraz inne obiekty kulturalne; domy kultury, Dom Zemełki, Muzeum Okręgowe w Koninie;
- miejsca kultu religijnego: kościoły (rzymskokatolickie, protestancki i innych wyznań) oraz cmentarze;
- obiekty sportowe obejmujące m.in.: stadiony, hale sportowe, baseny, boiska, korty tenisowe;
- miejsca i obiekty historyczne stanowiące atrakcję turystyczną obejmują m.in. Zamek w Gosławicach, Konińską Starówkę, błonia, Bulwar Nadwarciański.

Należy podkreślić, że na całym obszarze miasta znajduje się wiele zabytków, obiektów atrakcyjnych turystycznie, istnieje też wiele obszarów zielonych przez co istnieje zasadność rozwoju przemysłu czasu wolnego. Może to sprawić, że jeszcze wzrośnie rola terenów rekreacyjnych jako generatorów ruchu.

Poza ogólną charakterystyką typów obiektów warto wskazać na kilka wybranych lokalizacji. Na obszarze Konina zlokalizowany jest Zespół Elektrowni Pątnów-Adamów-Konin, który dostarcza ok. 8,5% wytwarzanej w Polsce energii elektrycznej. 3 spośród 4 elektrowni należących do Zespołu położone są na obszarze Miasta Konin, tj. Elektrownia Konin, Elektrownia Pątnów I i Elektrownia Pątnów II. W mieście znajduje się również zakład produkcyjny wyrobów walcowanych Gränges Konin S.A. Zatem zlokalizowane w granicach administracyjnych miasta są duże zakłady pracy wpływające na rozwój społeczno-ekonomiczny obszaru.

2.3. SYSTEM TRANSPORTOWY NA OBSZARZE ANALIZY

Miasto Konin zlokalizowane jest w atrakcyjnym obszarze, posiada dostęp do sieci różnych podsystemów transportowych a dostępna w regionie sieć transportowa i liczba połączeń zapewnia spójność rozważanego obszaru w skali lokalnej, regionalnej i krajowej. Potwierdza to ważną rolę Miasta Konin w systemie transportowym kraju jako węzła w sieci transportowej, gdzie krzyżują się różne korytarze transportowe. W pobliżu gminy wytyczonych jest kilka ważnych ciągów komunikacyjnych.

Transport drogowy. Konin jest węzłem drogowym. Tuż przy południowej granicy Konina przebiega Autostrada A2 Świecko – Groszki (powiat miński), zapewniając połączenie miasta z Poznaniem, Łodzią i Warszawą, będąca częścią trasy europejskiej E30. Połączenie z autostradą zapewniają dwa węzły: Modła (z drogą krajową nr 25) oraz Konin Wschód (z drogą krajową nr 72). Miasto przecina droga krajowa nr 92 łącząca Rzepin z Łowiczem i droga krajowa nr 25 z Bobolic do Oleśnicy. Zatem kluczowe ciągi komunikacyjne, drogi wysokich klas technicznych stanowiące szkielet sieci drogowej na rozważanym obszarze to:

- Autostrada A2 Świecko – Groszki (powiat miński), która jest częścią trasy europejskiej E30 (Cork – Omsk)
- Droga krajowa nr 25: Bobolice – Bydgoszcz – Inowrocław – Konin – Kalisz – Ostrów Wielkopolski – Oleśnica
- Droga krajowa nr 72: Konin – Turek – Łódź – Rawa Mazowiecka
- Droga krajowa nr 92: Rzepin – Poznań – Września – Konin – Koło – Kutno – Łowicz (alternatywna dla autostrady A2)

- Droga wojewódzka nr 264: Konin – Kleczew (ul. Kleczewska przez wiadukt Pokoju nad linią kolejową nr 3; zbudowanym w 1985 i zmodernizowanym w l. 2012–2013 do ronda Konin (drogi krajowe nr 25 i 92))
- Droga wojewódzka nr 266: Konin – Sompolno – Piotrków Kujawski – Radziejów – Aleksandrów Kujawski – Ciechocinek.

Miasto ma zapewnione bezpośrednie połączenia drogowe z miastami w regionie i aglomeracjami na poziomie krajowym. Drogi łączące Konin mają przede wszystkim przebieg południkowy i równoleżnikowy, w mniejszym stopniu zapewnione są połączenia w pozostałych kierunkach, związane z dostępnością w skali regionalnej, wpływając na przemieszczanie się pomiędzy ośrodkami na styku trzech województw: wielkopolskiego, łódzkiego i kujawsko-pomorskiego.

Transport autobusowy. Regularne przewozy pasażerskie międzywojewódzkie i międzynarodowe dostępne dla mieszkańców Miasta Konin i sąsiednich, rozpatrywanych gmin zapewniają prywatni przewoźnicy. Regularne przewozy wojewódzkie zapewnia dodatkowo Przedsiębiorstwo Komunikacji Samochodowej w Koninie S. A., które powstało w wyniku komercjalizacji Przedsiębiorstwa Państwowej Komunikacji Samochodowej w Koninie i rozpoczęło działalność 1 grudnia 2005 roku. PKS w Koninie S.A. zapewnia przewozy autobusowe na terenie powiatów konińskiego, kołskiego i słupeckiego. Podstawowym przedmiotem działalności Spółki są regularne przewozy pasażerskie klasyfikowane (wg PKD) jako pozostały transport lądowy pasażerski, gdzie indziej niesklasyfikowany (PKD 49.39.Z). PKS w Koninie S.A. realizuje również dodatkową działalność dotyczącą obszarów transportu drogowego.

Aktualnie 9 przewoźników korzysta z przystanków komunikacyjnych na terenie miasta³ i są to:

- EUROMATPOL Sp. z o.o.;
- MALTRANS Malwina Gawrońska-Jaszcza;
- „WIKTORIA” – Paweł Waleriańczyk;
- FLIXBUS Polska Sp. z o.o.;
- Przedsiębiorstwo Usługowo Transportowe Sapikowski Wojciech;

³ Konin. Raport o stanie miasta 2023.

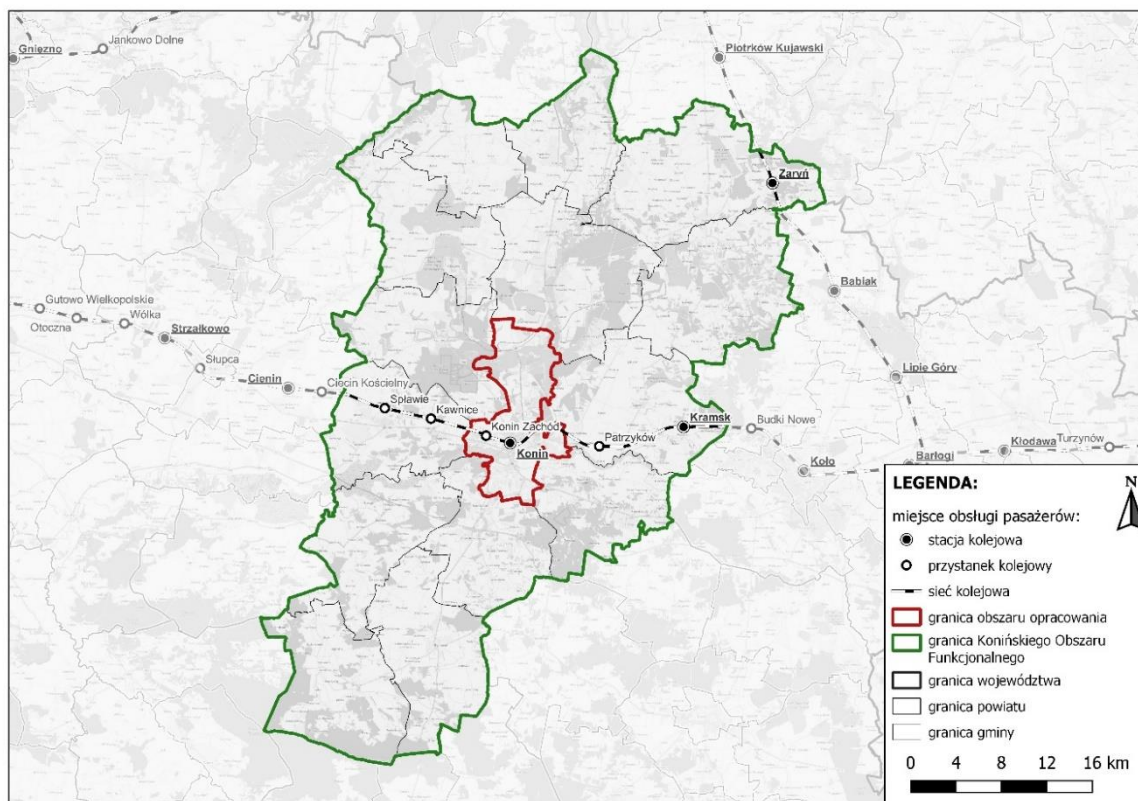
- Zakład Usług Transportowo-Handlowych Teresa Marcyniuk;
- Ali-Woj.Trans Sp. z o.o. Sp.k.;
- PAI Trans Sp. z o.o.;
- Przewozy Autokarowe Maciej Wojtczak.

Regularne przewozy pasażerskie międzynarodowe, międzywojewódzkie i wojewódzkie w tym realizowane przez PKS w Koninie oraz przewoźników prywatnych, a także transport kolejowy oddziałują na organizację i funkcjonowanie komunikacji miejskiej na analizowanym obszarze, realizowanej przez MZK Konin. W badanych gminach wdrażane, monitorowane i dostosowywane do potrzeb pasażerów są wybrane rozwiązania z zakresu integracji podsystemów publicznego transportu zbiorowego. Wskazać tutaj należy m.in. dostosowywanie rozkładu jazdy w komunikacji miejskiej do procesu zmiany środka transportu, tzn. do potrzeb pasażerów związanych z przesiadaniem się. Działania zorientowane są na zapewnienie atrakcyjnych warunków przesiadania, m.in. w zakresie zapewnienia niezbędnego, oczekiwanego czasu przesiadania między planowanymi momentami przyjazdów i odjazdów środków transportu realizujących w ramach publicznego transportu zbiorowego przewozy o odmiennym charakterze, zasięgu przestrzennym połączeń jak i różnych podsystemów transportu.

Transport kolejowy. Przez obszar miasta wytyczona została magistralna linia kolejowa nr 3 o przebiegu równoleżnikowym o całkowitej długości 475 km. Jest to 2-torowa zelektryfikowana linia kolejowa Frankfurt nad Odrą–Poznań–Kutno–Warszawa Zachodnia, będąca częścią międzynarodowej trasy E20 Berlin – Moskwa. Na obszarze miasta występowała jeszcze linia kolejowa o przebiegu południkowym, zapewniająca połączenie północnych dzielnic miasta oraz sąsiednich gmin z ogólnodostępną, krajową siecią kolejową. Dodatkowo na obszarze miasta występuje towarowa linia kolejowa obsługująca przewozy związane z funkcjonowaniem odkrywkowych kopalni węgla brunatnego w regionie. Równoczesne wykorzystanie tych linii do obsługi ruchu pasażerskiego może zwiększyć dostępność transportową obszaru. Zwłaszcza w dojazdach do pracy, poprawiłoby to spójność wewnętrzną obszaru miasta. Brak jest natomiast linii kolejowej znaczenia państwowego w przebiegu północ-południe. Powoduje to istotne ograniczenie dostępności obszaru miasta transportem kolejowym i ograniczenie połączenia miasta z miejscowościami, aglomeracjami

Analiza kosztów i korzyści
związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

w północnej i południowej części kraju, wymagając podróży z przesiadką. Poza połączeniami z miastami na trasie linii kolejowej nr 3 Konin posiada obecnie bezpośrednie połączenia kolejowe ze Świnoujściem i Suwałkami. Sieć kolejowa na obszarze Miasta Konin została przedstawiona na poniższym rysunku.



Rysunek 2.7 Układ tras kolejowych na obszarze powiatu konińskiego.

Źródło: opracowanie własne

Na terenie miasta zlokalizowane są dwa punkty eksploatacyjne w ruchu pasażerskim: stacja Konin i przystanek kolejowy Konin Zachód. Wybrane parametry charakteryzujące obsługę kolejowego ruchu pasażerskiego na wskazanych punktach sieci kolejowej przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 2.1 Zestawienie wybranych charakterystyk opisujących wymianę pasażerską w transporcie kolejowym na obszarze Konina

Parametr	Konin	Konin Zachód
Wymiana pasażerska [os./doba]	2700	50-99
Średnia dobowo liczba zatrzymań [szt.]	66	35
Średnia liczba pasażerów na jedno zatrzymanie [szt.]	40	Od 0 do 2

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Urzędu Transportu Kolejowego o wymianie pasażerskiej na stacjach w roku 2023.

Konin pod względem dobowej wymiany pasażerskiej w transporcie kolejowym znalazł się na 146 miejscu wśród stacji na obszarze całego kraju oraz 11. miejscu wśród punktów eksploatacyjnych w ruchu pasażerskim na obszarze województwa wielkopolskiego⁴.

Konin znajduje się na obszarze, na którym pasażerskie przewozy kolejowe realizują przewoźnicy PKP Intercity i Koleje Wielkopolskie.

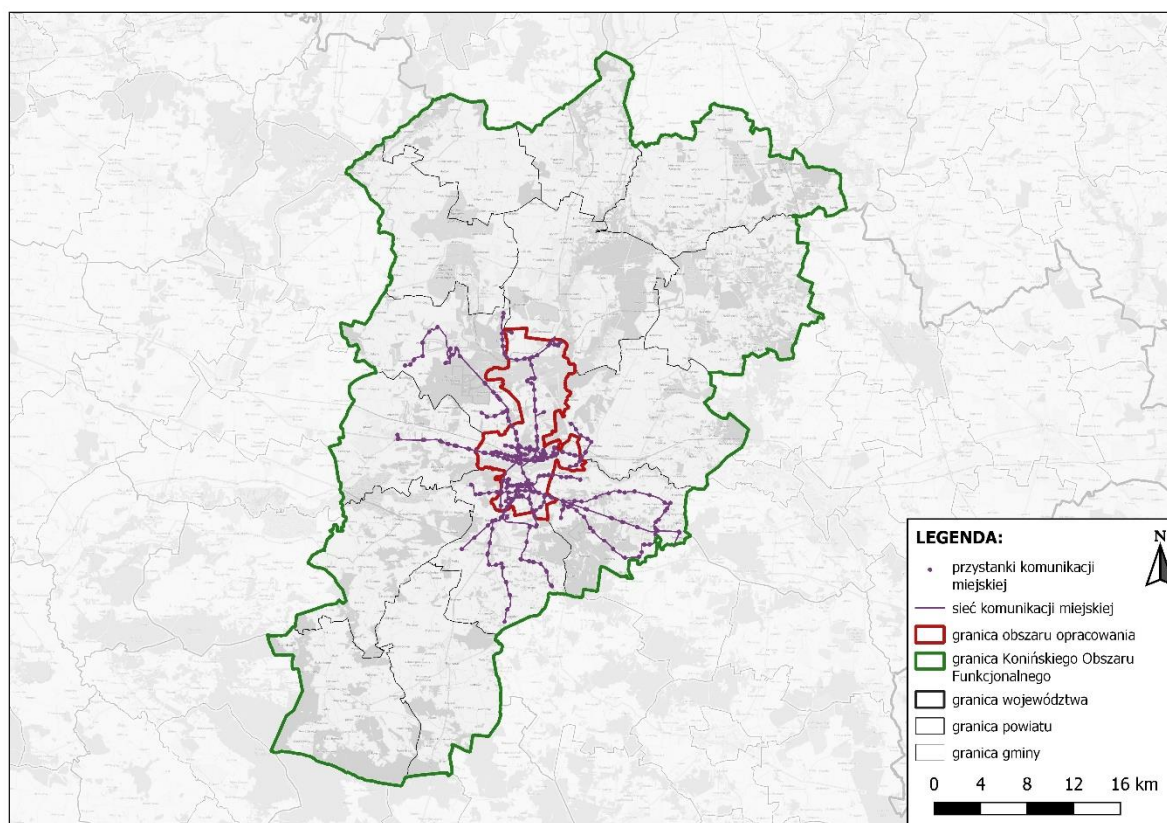
Komunikacja miejska. Organizatorem publicznego transportu zbiorowego na analizowanym obszarze jest Miasto Konin. Zadania w zakresie planowania gminnych przewozów pasażerskich o charakterze użyteczności publicznej (spełniających równocześnie definicję komunikacji miejskiej) realizowane są w ramach zadań Wydziału Gospodarki Komunalnej Urzędu Miejskiego w Koninie. Wskazana komórka organizacyjna odpowiada m.in. za prowadzenie i realizację polityki w zakresie transportu zbiorowego⁵.

Jedynym Operatorem publicznego transportu zbiorowego w zakresie realizacji gminnych przewozów pasażerskich (o roli i charakterze komunikacji miejskiej) na rozważanym obszarze jest Miejski Zakład Komunikacji w Koninie Sp. z o.o. – spółka, której jedynym udziałowcem jest Miasto Konin⁶ świadcząca usługi w zakresie pasażerskiego transportu zbiorowego. Przedsiębiorstwo powstało w 1977 roku kiedy to powołano Zakład Komunikacji Autobusowej będący częścią Oddziału Dróg i Mostów Wojewódzkiego Przedsiębiorstwa Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej w Koninie. MZK Konin działało od lutego 1991 roku jako zakład budżetowy na obszarze Miasta Konin oraz gmin ościennych. Od 28 czerwca 2018 MZK Konin został przekształcony w spółkę z ograniczoną odpowiedzialnością. Spółka w wyniku zawartych porozumień międzygminnych realizuje przewozy w ramach komunikacji miejskiej nie tylko w granicach administracyjnych Miasta Konin ale również w wybranych sąsiednich gminach: Golina, Kazimierz Biskupi, Kramsk, Krzymów i Stare Miasto. Sieć autobusowej komunikacji miejskiej na obszarze powiatu konińskiego przedstawiono na poniższym rysunku.

⁴ Portal statystyczny Urzędu Transportu Kolejowego. Wymiana pasażerska na stacjach w roku 2023.

⁵ <https://www.konin.pl/index.php/kontakt.html> (dostęp w dniu 11.07.2024 r.)

⁶ Biuletyn informacji publicznej Urzędu Miejskiego w Koninie (dostęp w dniu 29.07.2024 r.)



Rysunek 2.8 Sieci połączeń obsługiwanych przez MZK Konin.

Źródło: opracowanie własne

Całość oferty przewozowej, w tym kształt sieci komunikacji miejskiej, obsługiwanej przez MZK Konin jest dostosowany do potrzeb przewozowych pasażerów. Na badanym obszarze prowadzone są okresowo badania zmieniających się potrzeb przewozowych mieszkańców i wprowadzane są sukcesywne zmiany mające na celu dostosowywanie oferty przewozowej do zmieniającego się otoczenia społeczno-gospodarczego, którego potrzeby w zakresie transportu obsługuje komunikacja miejska.

Trasy linii komunikacyjnych w pewnym stopniu koncentrują się w obszarach centralnych Miasta Konin, w miejscach koncentracji generatorów ruchu. Kształt i przebieg tras komunikacji miejskiej na badanym obszarze dostosowane są do relacji podróży pasażerów, zapewniając połączenia miejsc zamieszkania z miejscami aktywności zawodowej i pozazawodowej. Komunikacja miejska odpowiada na występującą w obszarze suburbanizację, zapewniając połączenia obszaru miasta i sąsiednich gmin dostosowane do zidentyfikowanych lokalnych potrzeb. Rola i zadania poszczególnych linii komunikacyjnych są zróżnicowane i ściśle określone. Występują na badanym obszarze zarówno linie wahadłowe jak

i określone, zapewniające połączenia śródmieść z przedmieściami jak i połączenia międzygminne, w tym łącząc, w zależności od linii, obszary centralne lub peryferyjne. Linie komunikacyjne na poszczególnych odcinkach tras posiadają fragmenty wspólne jak i wydzielone. Dzięki temu na głównych ciągach komunikacyjnych zapewniona jest wysoka częstotliwość kursowania pojazdów. Zapewnionych jest również wiele połączeń północnych rubieży miasta i obszarów przemysłowych ze śródmieściem Miasta Konin. Częstotliwość kursowania pojazdów dostosowana jest do okresowych wahań popytu (szczyty komunikacyjne, imprezy masowe, wydarzenia kulturalne, okresy roku i skutkujące sezonowymi zmianami zachowań komunikacyjnych). Podejmowane są działania na rzecz koordynacji rozkładów jazdy w węzłach przesiadkowych pomiędzy poszczególnymi liniami komunikacji miejskiej jak i połączeniami zapewnianymi przez innych przewoźników na szczeblu lokalnym i regionalnym. W relacjach podróży pomiędzy dużymi osiedlami a centrami miejscowości zapewniane są w miarę możliwości i zgłaszanego zapotrzebowania połączenia bezpośrednie.

Transport rowerowy. Na obszarze Miasta Konin funkcjonuje system Konińskiego Roweru Miejskiego, pełniący funkcję użyteczności publicznej w zakresie pasażerskiego transportu rowerowego. System ten pozwala każdemu na skorzystanie z roweru przez całą dobę w okresie od marca do listopada. W ramach systemu funkcjonuje 100 rowerów (w tym 5 rowerów wyposażonych w foteliki dziecięce) i 12 stacji rowerowych rozlokowanych w różnych częściach miasta.⁷

Na analizowanym obszarze sukcesywnie kształtowane są nowe elementy infrastruktury transportu rowerowego wraz z niezbędnym wyposażeniem. Podejmowane są również działania integrujące różne podsystemy transportu i formy przemieszczania, zachęcające do realizacji podróży ze zmianą środka transportu.

2.4. CHARAKTERYSTYKA FLOTY AUTOBUSOWEJ

Charakterystykę floty autobusów MZK Konin w podziale na rodzaj napędu i klasę przedstawiono w poniższej tabeli.

⁷ Konin. Raport o stanie miasta 2023.

Tabela 2.2 Zestawienie wybranych charakterystyk taboru eksploatowanego przez MZK Konin

Rodzaj napędu	Klasa pojazdu	Liczba pojazdów [szt.]	Średni wiek pojazdów [lata]	Średnia liczba miejsc siedzących [szt.]	Średnia liczba miejsc stojących [szt.]	Średnie zapotrzebowanie na środek pędny na 100 km trasy		Średnia praca przewozowa pojazdów w roku 2023 [km]
						Wartość	Jednostka miary	
Elektryczny	MAXI	7	4	27	49	118,14	kWh/100 km	71 284
	MIDI	1	5	24	42	61,00	kWh/100 km	61 299
ON	MEGA	8	12	44	110	48,25	l/100 km	50 168
	MAXI	37	12	31	61	37,67	l/100 km	64 653
	MIDI	4	13	22	53	31,15	l/100 km	77 566
Wodorowy	MAXI	1	2	30	51	7,96	Kg/100 km	65 419

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MZK Konin

Charakteryzując flotę MZK Konin zidentyfikowano następujące cechy taboru:

- flota autobusów posiadana przez MZK Konin jest zróżnicowana. Flota liczy 58 pojazdów, w tym 1 (2%) autobus o napędzie wodorowym 8 (14%) autobusów elektrycznych i 6 (10%) autobusów z napędem hybrydowym;
- 45 pojazdów (78%) należy do kategorii MAXI;
- wszystkie pojazdy są obecnie wyposażone w urządzenia umożliwiające bezgotówkowy zakup biletów a w 28 pojazdach (48%) pojazdów możliwy jest także gotówkowy zakup biletów;
- wszystkie pojazdy wyposażone są w system monitoringu wizyjnego;
- wszystkie pojazdy wyposażone są w klimatyzację kabiny kierowcy. W 46 pojazdach (79%) klimatyzowana jest przestrzeń pasażerska.

Zamierzenia inwestycyjne przedsiębiorstwa

Miejski Zakład Komunikacji w Koninie Sp. z o.o. jako pierwszy Operator w kraju wydzierżawił i regularnie eksploatuje autobus wodorowy. Zdobyte doświadczenie i wnioski z eksploatacji na obsługiwanym obszarze, tj. z uwzględnieniem specyfiki powiatu konińskiego i uwarunkowań lokalnych stanowią solidną podstawę do podejmowania decyzji dopasowanych do potrzeb MZK Konin w zakresie przyszłych działań dotyczących zwiększania udziału pojazdów zeroemisyjnych we flocie. Korzystne wyniki eksploatacji autobusu wodorowego sprawiły, że to właśnie **tabor wodorowy będzie kupowany w celu zastąpienia**

najstarszego, najbardziej wyeksploatowanego taboru spalinowego. Przyjęty kierunek konwersji floty pozwoli spełnić przez MZK Konin wymagania ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2023 r., poz. 875). Konieczne jest jedynie przyjęcie harmonogramu zakupów, aby zapewnić wymagany udział pojazdów zeroemisyjnych wynoszący 20% od roku 2025 i 30% od roku 2030.

W zakresie dążenia do realizacji zamierzeń inwestycyjnych MZK Konin w naborze realizowanym w ramach programu priorytetowego nr 6.2 „Zeroemisyjny transport Zielony transport publiczny ” z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej złożył wniosek o dofinansowanie zakupu 11 autobusów w tym 10 autobusów wodorowych, (6 autobusów 18 metrowych typu MEGA i 4 autobusy 12 metrowe typu MAXI) i 1 autobus elektryczny MIDI. Projekt został zarekomendowany do dofinansowania.

W celu realizacji zamierzeń inwestycyjnych na najbliższe lata Miejski Zakład Komunikacji w Koninie Sp. z o.o. wraz z Miastem Koninem przystąpił do naboru ogłoszonego w ramach działania FEWP.10.05 Sprawnie funkcjonujący i zdekarbonizowany transport publiczny z Funduszy Europejskich dla Wielkopolski 2021-2027. Zgłoszono do konkursu projekt pn. „Niskoemisyjny transport publiczny w subregionie konińskim”. Realizacja inwestycji planowana jest na lata 2024-2027. Projekt obejmuje zakup 10 szt. w pełni wyposażonych autobusów wodorowych: 8 szt. typu MAXI o dł. 12 metrów oraz 2 szt. typu MEGA, o dł. 18 metrów wraz infrastrukturą towarzyszącą planowaną do wybudowania na terenie zajezdni. Planowane inwestycje infrastrukturalne obejmują budowę stacji tankowania wodoru oraz budynku zajezdni wraz z zagospodarowaniem otoczenia projektowanego budynku.

Planowany projekt inwestycyjny obejmuje budowę dwu/trzykondygnacyjnego budynku. Będzie to obiekt w pełni wyposażony m.in. w instalację wodno-kanalizacyjną, elektryczną, teletechniczną, wentylacyjną oraz samowystarczalny m.in. dzięki instalacji paneli fotowoltaicznych usytuowanych na dachu.

W konstrukcji budynku zostanie wydzielona część warsztatowa, myjnia, magazyn, dyspozytornia, część socjalna i biurowa. Zapewniona zostanie także powierzchnia serwisowa do stacjonowania pojazdów napędzanych paliwami alternatywnymi. Do ogrzewania całego budynku zastosowana zostanie pompa ciepła i/lub kocioł wodorowy.

Działania związane z zagospodarowaniem przestrzeni na terenie zajezdni wokół projektowanego budynku obejmują:

- utwardzenie powierzchni;
- ogrodzenie terenu;
- zapewnienie infrastruktury dojazdowej, oświetlenia, przestrzeni postojowej dla autobusów i pojazdów osobowych;
- wykonanie monitoringu wizyjnego;
- zagospodarowanie nieużytków w przestrzeń zieloną.

Na terenie zajezdni zostanie zlokalizowana infrastruktura do:

- produkcji;
- tankowania;
- przechowywania wodoru.

Wodór produkowany będzie przez elektrolizę wody, poprzez dostarczanie energii elektrycznej, w tym produkowanej w panelach fotowoltaicznych umieszczonych na dachu stacji. Stacja tankowania wodoru zostanie wyposażona w dystrybutory oraz dedykowane zbiorniki do magazynowania wodoru wyprodukowanego na miejscu jak i dostarczanego z zewnątrz.

2.5. SIEĆ KOMUNIKACYJNA MIEJSKIEGO ZAKŁADU KOMUNIKACYJNEGO W KONINIE SP. Z O.O.

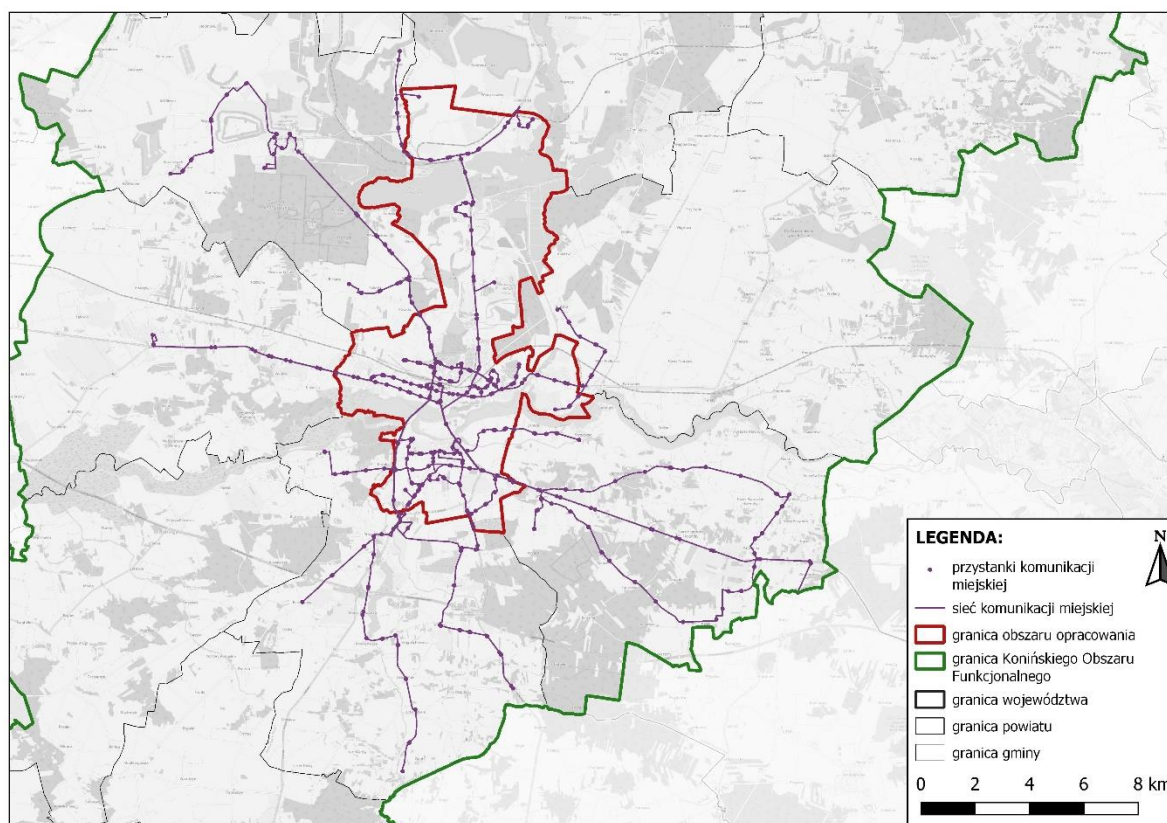
Miejski Zakład Komunikacyjny w Koninie Sp. z o.o. realizuje przewozy w ramach komunikacji miejskiej na obszarze Miasta Konin oraz pięciu sąsiednich gmin: Golina, Kazimierz Biskupi, Kramsk, Krzymów i Stare Miasto. MZK Konin zapewnia na obszarze Miasta Konin obsługę ponad 130 przystanków. Aktualnie w dni robocze uruchamianych jest dziennie 366 kursów realizowanych w ramach 21 autobusowych linii komunikacyjnych funkcjonujących na wskazanym obszarze. Średnia długość trasy wynosi 23 km. Średni czas trwania kursu wynosi 52 min. Średnia prędkość komunikacyjna przejazdu trasy przez autobusy podczas realizacji zadań przewozowych wynosi 18,8 km/h. Średnia liczba kursów

poszczególnych linii komunikacyjnych w autobusowej komunikacji miejskiej realizowanych w ciągu godziny wynosi około 0,74⁸.

Układ tras linii komunikacji miejskiej zapewnia spójność i integrację obsługiwanego obszaru Miasta Konin i przyległych gmin objętych porozumieniami. Poszczególne linie zorientowane są na zapewnienie oferty przewozowej na pożądanym, oczekiwanym poziomie w sposób substytucyjny. Od kilku lat w komunikacji miejskiej w Mieście Konin funkcjonuje wyraźny podział linii komunikacyjnych ze względu na rolę i zadania przypisane do poszczególnych linii. Układ tras linii komunikacyjnych jest aktualnie ukształtowany w taki sposób, aby koncentrować się na obsłudze relacji podróży i zapewniać dużą dostępność transportową analizowanego obszaru. W przyjętym układzie tras linii komunikacyjnych występują wspólne odcinki tras. Skutkuje to większą częstotliwością kursowania pojazdów komunikacji miejskiej na głównych ciągach komunikacyjnych i w rezultacie pozwala skrócić czas oczekiwania a przez to również czas podróży komunikacją miejską w wybranych relacjach podróży. Zapewniona oferta przewozowa w przedstawionym kształcie i działania podejmowane dotychczas przez Organizatora PTZ stanowią jeden z czynników wzrostu rocznej liczby pasażerów. Liczba pasażerów obsługiwanych w ciągu 2023 roku wyniosła 9 577 tys. osób. Sieć komunikacji miejskiej obsługiwanej przez MZK Konin przedstawiono na poniższym rysunku.

⁸ Opracowano na podstawie wybranych danych o funkcjonowaniu komunikacji miejskiej w Mieście Konin przekazanych przez Operatora PTZ.

Analiza kosztów i korzyści
związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin



Rysunek 2.9 Sieć komunikacji miejskiej obsługiwana przez MZK Konin.

Źródło: opracowanie własne

W poniższej tabeli przedstawiono trasy linii komunikacji miejskiej obsługiwanych przez MZK Konin.

Tabela 2.3 Wykaz linii autobusowych obsługiwanych przez MZK Konin wraz z punktami krańcowymi tras (stan na 01.08.2024 r.)

Nr linii	Punkty krańcowe tras	Typ linii
50	Rondo Kamińskiego – (Okólna) – Rondo Kamińskiego	Okrężna
51	Rumin - Rudzica	Wahadłowa
52	Poznańska – (Okólna) – Poznańska	Okrężna
53	Kozarzewek - Żychlin	Wahadłowa
54	Nowe Brzeźno – Zakładowa	Wahadłowa
55	Janów - Piłsudskiego	Wahadłowa
56	Topazowa – Łęczyn	Wahadłowa
57	Szczepidło – Zakładowa	Wahadłowa
58	Brzeźno – Cmentarz komunalny	Wahadłowa
59	Cmentarz komunalny - Zakładowa	Wahadłowa
60	Cmentarz komunalny – Nowe Żdżary	Wahadłowa
61	Golina – Stare Miasto	Wahadłowa

Analiza kosztów i korzyści
związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

Nr linii	Punkty krańcowe tras	Typ linii
62	Barczygłów – (Okólna) - Barczygłów	Okrężna
64	Poznańska - Grójec	Wahadłowa
65	Janów - Poznańska	Wahadłowa
67	Dworzec PKP - Licheń	Wahadłowa
68	Rumin działki – Cmentarz komunalny	Wahadłowa
69	Niklas - Piłsudskiego	Wahadłowa
71	Dworzec PKP – (Paprotnia) – Dworzec PKP	Okrężna
73	Genowefa II – Dworzec PKP	Wahadłowa
100	Nadrzeczna – (Okólna) - Nadrzeczna	Okrężna

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MZK Konin

Charakterystyka węzłów przesiadkowych

Definicja, rola i klasyfikacja węzłów przesiadkowych jest zróżnicowana. Poszczególni autorzy w nieco odmienny sposób opisują to zagadnienie. W obszarze tematycznym transportu zbiorowego pojęcie węzła przesiadkowego rozumiane jest niejednoznacznie. Ustawa o publicznym transporcie zbiorowym (Dz. U. 2023 r. poz. 2778) definiuje zintegrowany węzeł przesiadkowy jako „miejsce umożliwiające dogodną zmianę środka transportu wyposażone w niezbędną dla obsługi podróżnych infrastrukturę, w szczególności: miejsca postojowe, przystanki komunikacyjne, punkty sprzedaży biletów, systemy informacyjne umożliwiające zapoznanie się zwłaszcza z rozkładem jazdy, linią komunikacyjną lub siecią komunikacyjną”. Przystanki pełniące rolę węzłów przesiadkowych zwiększają liczbę obsługiwanych relacji i pozwalają skrócić czas podróży ułatwiając zmianę środka transportu a w rezultacie podróżowanie po obszarze obsługiwanym przez komunikację miejską.

W centralnym punkcie sieci osadniczej i transportowej Miasta Konin zlokalizowany jest węzeł przesiadkowy **Dworzec PKP** obejmujący stację kolejową Konin oraz przyległy dworzec autobusowy, system drogowego publicznego transportu zbiorowego obejmuje przystanek komunikacji miejskiej obsługiwany przez MZK Konin i terminal obsługiwany przez publiczny transport zbiorowy inny niż komunikacja miejska, tj. pasażerskie przewozy wojewódzkie, międzywojewódzkie i międzynarodowe. Istniejący obecnie dworzec autobusowy w najbliższych latach zostanie gruntownie zmodernizowany. Przyszły węzeł przesiadkowy kształtowany i wyposażony będzie w sposób zapewniający wygodne i komfortowe korzystanie przez ogół użytkowników niezależnie od stopnia sprawności. Zadaszone perony przystankowe będą podwyższone do

poziomu podłogi w autobusie. Dostępne dla pasażerów udogodnienia będą obejmowały wiaty, ławki, dynamiczną informację pasażerską i punkt obsługi pasażera.

Dworce kolejowy oraz autobusowy są ważnym elementem systemu transportu zbiorowego w Mieście Konin, stanowiąc miejsce koncentracji autobusowych i kolejowych połączeń w publicznym transporcie zbiorowym Miasta Konin z regionem. Rozważany węzeł przesiadkowy umożliwia dojazd do większego ośrodka miejskiego z obszarów wiejskich i mniejszych miejscowości zapewniając integrację komunikacji miejskiej obsługującej połączenia na obszarze Miasta Konin i pięciu przyległych gmin z transportem kolejowym i drogowymi, wojewódzkimi, międzywojewódzkimi i międzynarodowymi przewozami pasażerskimi obsługującymi relacje podróży w kierunku najbliższych metropolii oraz do innych, dalszych celów podróży. Aktualnie węzeł przesiadkowy obsługiwany jest przez 16 linii komunikacji miejskiej zapewniających połączenie dworca kolejowego z różnymi częściami obsługiwanego obszaru. Stacja kolejowa Konin obsługiwana jest dziennie przez około kilkadziesiąt połączeń kolejowych obsługujących relacje podróży w skali regionalnej, wojewódzkiej, krajowej i międzynarodowej i zapewniających dostępność transportową rozważanego obszaru.

Jako istotne punkty komunikacyjne miasta, które mogą być rozpatrywane jako węzły przesiadkowe na obszarze Miasta Konin poza Dworcem PKP wskazuje się przystanki:

- **Grunwaldzka**, zlokalizowany w obrębie Starówki na południe od Warty stanowiąc jeden z punktów koncentracji tras linii komunikacyjnych zapewniających połączenie południowej części Miasta Konin z obrębem centralnym i północnym. Rozważany przystanek w dni powszednie obsługiwany jest przez 13 linii komunikacji miejskiej;
- **Trasa warszawska**, zlokalizowany w obrębie starówki, na jednym z głównych ciągów komunikacyjnych miasta zapewniających połączenie północnych, centralnych i południowych obrębów miasta. Wskazany przystanek obsługiwany jest przez 13 linii komunikacyjnych.
- **ul. Przemysłowa (przy dawnym Hortexie)**, zlokalizowany na jednym z głównych ciągów komunikacyjnych miasta zapewniających połączenie

Analiza kosztów i korzyści

związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

północnych, centralnych i południowych obrębów miasta. Wskazany przystanek obsługiwany jest przez 7 linii komunikacyjnych.

3. METODYKA ANALIZY

3.1. DANE

Dane wejściowe do analizy stanowiły między innymi dane od MZK Konin oraz dane własne Spółki LPW w tym dotyczące m.in.:

- bieżących kosztów funkcjonowania transportu publicznego opartego na konwencjonalnych paliwach;
- kosztów funkcjonowania transportu zeroemisyjnego, w tym bieżącego serwisu i utrzymania autobusów zeroemisyjnych;
- informacji dot. odtworzenia, np. baterii (np. pojemność, cena jednostkowa, czas życia; pozostałe odtworzenie);
- charakterystyki obecnej sieci komunikacji miejskiej (wykaz linii komunikacyjnych, rozkłady jazdy, liczba wykonywanych wozokilometrów na poszczególnych liniach, długość linii autobusowych, czas przejazdu danej trasy, średnia prędkość na poszczególnych liniach, liczba przystanków na trasie, odległość od przystanków na trasie, liczba zatrzymań na trasie);
- szczegółowego wykazu taboru: rok produkcji, rodzaj napędu, norma emisji spalin, liczba miejsc, długość autobusu, dodatkowe wyposażenie, zużycie paliwa [l/100km, kg/100km, kWh/100km];
- zasad organizacji rynku przewozów (obowiązujące porozumienia międzygminne) oraz zasady rozliczania się z gminami, umowa zawarta z Operatorem), informacji o realizowanych i planowanych inwestycjach zakupów taborowych oraz modernizacji infrastruktury technicznej zbiorowej komunikacji publicznej;
- struktury popytu (przychody całkowite z biletów z podziałem wg rodzajów biletów, cennik biletowy, istniejące rozwiązanie integracji biletów).

3.2. ZASTOSOWANE METODY

W ramach analizy kosztów i korzyści projekt inwestycji w tabor zeroemisyjny zostanie zweryfikowany pod względem:

- finansowym (analiza finansowa);
- ekonomiczno-społecznym (analiza ekonomiczno-społeczna);

- wrażliwości i ryzyka otrzymanych parametrów oceny.

3.3. KONCEPCJA OBSŁUGI SIECI KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ AUTOBUSAMI ZEROEMISYJNYMI

Problematyka obsługi linii komunikacyjnych taborem zeroemisyjnym jest zagadnieniem złożonym i wielowymiarowym. Jak wskazano w podrozdziale nr 1.2 decyzje o wyborze linii, które charakteryzują korzystne uwarunkowania do obsługi pojazdami zeroemisyjnymi podejmowane są z uwzględnieniem perspektywy pasażera jak i Operatora. W ujęciu ogólnym możliwe jest podjęcie zróżnicowanych, alternatywnych wyborów w zależności od wybranego w rozważanych przypadkach zbioru kryteriów szczegółowych i wzajemnej istotności wag przyjmowanych dla poszczególnych kryteriów. Wszystko to wpływa na podejmowanie ostatecznej decyzji.

Kryteria istotne z perspektywy pasażera mają charakter bardziej ogólny, związany z:

- dostępnością transportową obszaru;
- wpływem taboru i stosowanego napędu na warunki podróżowania;
- udziałem populacji pasażerów, który skorzysta na wymianie taboru przydzielonego do realizacji obsługi zadań linii komunikacyjnej;
- udziałem mieszkańców obszaru, dla których wymiana taboru przydzielonego do obsługi linii wpłynie na poprawę jakości życia i funkcjonowania na obszarze obsługiwanych przez rozważaną linię komunikacyjną.

Są to zatem kryteria w mniejszym stopniu związane z lokalnymi uwarunkowaniami, a postulaty i oczekiwania pasażerów są podobne w różnych miastach w skali Polski jak i Europy. W związku z powyższym w dalszej części podrozdziału pokrótce scharakteryzowano wybrane kryteria ważne dla pasażerów w kontekście wyboru linii komunikacji miejskiej do obsługi taborem zeroemisyjnym.

Wybór linii komunikacyjnych, na które jako pierwsze powinny być dysponowane pojazdy zeroemisyjne dokonywany jest na podstawie analizy aspektów:

- społecznych;

- środowiskowych;
- ekonomicznych;
- organizacyjnych.

Wynika to przede wszystkim z cech zeroemisyjnego taboru i uwarunkowań technicznych danego rodzaju napędu. Wskazać tutaj należy brak lokalnej emisji hałasu, zanieczyszczeń, większy komfort podróży pojazdami danego typu dla pasażerów. Wymiana taboru zwiększa prestiż miasta, podkreślając dbałość władz o środowisko i podnosi atrakcyjność obszaru miejskiego. Wymiana taboru poprawia również warunki życia, funkcjonowania, zwłaszcza na obszarach śródmiejskich, na obszarach, w pobliżu ciągów komunikacyjnych, na których dotychczasowe pojazdy zostały zastąpione taborem zeroemisyjnym.

Aspekty społeczne dotyczą wzrostu atrakcyjności obszaru miasta dla mieszkańców a systemu transportu zbiorowego dla pasażerów. Dotyczy to wszystkich osób, które bezpośrednio lub pośrednio doświadczają korzyści z wdrożenia zeroemisyjnego taboru. Dlatego im na obszarze większej gęstości zaludnienia, koncentracji ludności wytyczone są linie obsługiwane przez zeroemisyjny tabor, w tym większym zakresie społeczeństwo odczuwa korzyści wynikające z konwersji części floty. Spowoduje to wzrost zainteresowania komunikacją miejską, zwiększenie jej atrakcyjności wśród mieszkańców i turystów dzięki poprawie jakości a tym samym podniesie rangę i pozycję miasta wpływając na rozwój społeczno-gospodarczy.

Aspekty ekonomiczne determinują wybór do obsługi taborem zeroemisyjnym takich linii, które zmaksymalizują korzyści z wdrożenia taboru zeroemisyjnego na danej linii w odniesieniu do kosztów zakupu i eksploatacji danego taboru. Konieczny jest wybór linii obsługujących relacje podróży charakteryzowanych przez znaczne potoki pasażerów. Ponadto linie w wybranych relacjach podróży powinny posiadać dodatkowy potencjał, aby zwiększenie jakości komunikacji miejskiej na danej linii pociągnęło za sobą dalszy, istotny wzrost użytkowników systemu PTZ. Jednocześnie przydzielanie taboru zeroemisyjnego do linii komunikacyjnych powinno obejmować przede wszystkim linie o dużej liczbie kursów w dobie, linie o największej pracy eksploatacyjnej w dobie, aby zmaksymalizować czas eksploatacji nowego taboru. Pozwoli to zwiększyć korzyści z funkcjonowania danego taboru w odniesieniu do kosztów wdrożenia zeroemisyjnego taboru. Im dłuższy czas funkcjonowania linii komunikacyjnej

w dobie, tym większa liczba obsłużonych pasażerów i mniejszy czas przestojów bez świadczenia usług przewozowych i zapewniania korzyści społecznych.

Aspekt środowiskowy wynika bezpośrednio z zerowej emisji zanieczyszczeń na cele trakcyjne. Pozwala to zmniejszyć obciążenie środowiska, poprawić jakość powietrza w środowisku miejskim i oddziaływanie na faunę i florę. Korzyści ze zmniejszenia emisji z systemu transportu zbiorowego wynikają również dla społeczeństwa. Tabor zeroemisyjny powinien obsługiwać śródmieścia, obszary rdzeniowe, centralne miast ze względu na występowanie obecnie wzmożonego ruchu wynikającego z koncentracji źródeł i celów podróży w centrum a z drugiej strony z postępującej suburbanizacji zwiększającej uzależnienie od samochodów osobowych. Oddziaływanie władz poprzez partycypowanie w kosztach zakupu, zmniejszając obciążenie samorządów i Operatorów w zakupie zeroemisyjnych autobusów dzięki dotacjom zwiększy popularność we wdrażaniu pojazdów danego typu. Dany tabor powinien również zapewniać obsługę dużych osiedli o wysokiej, zwartej wielorodzinnej zabudowie oraz węzły przesiadkowe zwiększając prestiż miasta i łącząc zalety podróży różnymi środkami przemieszczania, dzięki zwiększeniu atrakcyjności podróży transportem zbiorowym.

Punktem wyjścia dla wyznaczenia linii komunikacyjnych przeznaczonych do obsługi przez pojazdy zeroemisyjne są rekomendacje w zakresie wyboru linii komunikacyjnych w zależności od charakteru tras⁹. 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 i zanieczyszczeń, szczególnie dotkliwych wśród wysokich i gęsto rozlokowanych budynków oraz zapewnienie tym samym wysokiej jakości i atrakcyjności komunikacji miejskiej w obszarach śródmiejskich – poprzez zmniejszenie obciążenia środowiska miejskiego i jakości życia przez zwiększenie udziału komunikacji miejskiej w realizacji podróży;
- występuje duża intensywność dobowego i rocznego wykorzystania taboru – środki transportu o wysokich kosztach stałych powinny być eksploatowane w sposób maksymalnie intensywny;

⁹ Rekomendacje zgodne z Przewodnikiem dla Jednostek Samorządu Terytorialnego, Przedsiębiorstw Użyteczności Publicznej i Prywatnych Przewoźników „Elektromobilność w transporcie publicznym. Praktyczne aspekty wdrażania”, Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych, Warszawa 2018

- ma miejsce wysoka dostępność przestrzenna przystanków – cechy techniczno-eksploatacyjne autobusów zeroemisyjnych predestynują je do obsługi linii o dużej gęstości przystanków;
- trasa ma 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;
- linia komunikacyjna jest podatna na kongestię drogową – trasa linii charakteryzuje się dużą liczbą zatrzymań autobusów pomiędzy przystankami i niewielką prędkością jazdy pomiędzy tymi zatrzymaniami;
- niska prędkość techniczna i komunikacyjna 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) – wykorzystanie przerw międzykursowych do ładowania oraz wykorzystanie przewagi silnika elektrycznego w obsłudze ruchu w trybie start-stop;
- przebieg trasy obejmuje planowane przyszłe strefy ekologiczne dla pojazdów mechanicznych (w szczególności okolice obiektów zabytkowych).

Aby linia autobusowa spełniała powyższe przesłanki przyjmuje się zwykle, iż:

- linia powinna obsługiwać najbardziej zaludniony obszar miasta, aby obsłużono maksymalnie duże potoki pasażerskie;
- linia powinna łączyć centrum miasta z dużymi osiedlami mieszkalnymi, aby zapewniać ofertę przewozową na najbardziej obleganych liniach;
- linia powinna przebiegać wyłącznie przez tereny gęstej zabudowy mieszkaniowej – aby zapewnić dostęp do maksymalnie dużej liczby potencjalnych pasażerów, zapewniając wysoki komfort i atrakcyjność podróży dzięki zeroemisyjności (drgań i hałasu);

- linia powinna charakteryzować się stosunkowo dużą częstotliwością kursowania – aby skierować do potencjalnego użytkownika, możliwie korzystną ofertę komunikacyjną;
- linia powinna przebiegać wzdłuż najbardziej zatłoczonych tras – aby jak najistotniej przeciwdziałać zjawisku kongestii w ruchu drogowym.

W planowaniu przydziału taboru zeroemisyjnego do obsługi linii komunikacyjnych równie istotne jest uwzględnianie perspektywy Operatora. Nie każda linia komunikacyjna posiada korzystne uwarunkowania do obsługi taboru zeroemisyjnym. W wielu wypadkach koszt obsługi taboru zeroemisyjnym będzie przekraczał możliwości finansowe Operatora i Organizatora a korzyści społeczne będą niewspółmiernie małe. Czasem może nie być w ogóle zapewnionych technicznych możliwości obsługi linii komunikacyjnych taboru zeroemisyjnym, dla pożądanego rozkładu jazdy. Dotyczy to zwłaszcza taboru elektrycznego ze względu na istotnie ograniczony zasięg i długi czas ładowania.

W zakresie aspektów organizacyjnych wdrażania taboru zeroemisyjnego należy rozważyć techniczne ograniczenia związane z eksploatacją taboru zeroemisyjnego. Dotyczy to przede wszystkim autobusów elektrycznych.

W zakresie autobusów elektrycznych należy uwzględnić niezbędny czas postoju w celu umożliwienia doładowania akumulatorów. Długość trasy i pokonywane różnice wysokości muszą zapewnić wykonalność kursu. W przypadku taboru elektrycznego szczególnie ważne jest zatem elektryfikowanie w pierwszej kolejności linii śródmiejskich, obsługujących znaczne potoki pasażerów na niewielkich dystansach, tak aby zmaksymalizować korzyści społeczne i udział mieszkańców mogących korzystać w codziennych podróżach z transportu zeroemisyjnego i obsługiwać linie komunikacyjne o krótkich trasach.

W planowaniu uwzględnia się ograniczoną pojemność baterii, długi czas ładowania, zapobiegać całkowitemu rozładowaniu baterii i blokowaniu ładowania przez zbyt wiele pojazdów oczekujących na ładowanie w tym samym czasie względem dostępnej liczby ładowarek.

Dłuższe linie komunikacyjne, wytyczone m.in. po terenach słabiej zaludnionych i o dłuższych trasach powinny być w zakresie taboru zeroemisyjnego obsługiwane przez tabor wodorowy.

W niniejszym opracowaniu w zakresie wyboru linii komunikacyjnych do obsługi przez tabor zeroemisyjny uwzględniono lokalne uwarunkowania w systemie transportowym Konina, zwłaszcza sieci komunikacji miejskiej. Zastosowano kryteria i zalecenia w zakresie doboru linii komunikacyjnych do obsługi tabor zeroemisyjnym stosowane przez MZK Konin.

Kluczową cechą sieci komunikacji miejskiej obsługiwanej przez MZK Konin jest występowanie długich tras linii komunikacyjnych. Wynika to z potrzeby zapewnienia oferty atrakcyjnej dla mieszkańców, spójności obszaru miasta, w którym obszary zabudowane są rozproszone na znacznej powierzchni w granicach administracyjnych oraz funkcjonowania połączeń liniami komunikacji miejskiej Miasta Konin z otaczającymi gminami. Długie trasy oraz lokalne uwarunkowania analizowanego obszaru sprawiają, że tabor elektryczny realnie, w niekorzystnych warunkach otoczenia (m.in. atmosferycznych) jest w stanie pokonać na jednym ładowaniu co najwyżej 80-150 km. Jest to za mało, aby realizować, założoną dla linii komunikacyjnych, dzienną pracę przewozową w systemie PTZ obsługiwanym przez MZK Konin. Oparcie systemu taboru elektrycznego w MZK Konin wyłącznie na ładowaniu nocnym w zajezdni i braku planów instalacji stacji ładowania na pętlach w dokumentach strategicznych dla analizowanego obszaru wiązało się z przyjęciem strategii zwiększania udziału taboru zeroemisyjnego w drodze nabywania pojazdów wodorowych. Zasięg autobusów elektrycznych jest niewystarczający do swobodnego przydziału taboru elektrycznego do obsługi linii komunikacyjnych, bowiem wymaga zjazdu autobusów na ładowanie także w ciągu dnia. Dlatego MZK Konin dla zapewnienia niezawodności realizacji przewozów i wykonalności zadań przewozowych przyjmuje, że w przypadku wymiany taboru spalinowego na elektryczny w zamian za jeden autobus z napędem spalinowym będą nabywane dwa nowe autobusy elektryczne. Ograniczenia zasięgu nie są istotną barierą w przypadku taboru wodorowego, ponieważ w uwarunkowaniach lokalnych, na trasach obsługiwanych przez MZK Konin zasięg autobusów wodorowych wynosi od 300 do 500 km. Wskazany dystans, pokonywany na jednym tankowaniu, jest wystarczający do realizacji dziennej pracy przewozowej na liniach komunikacyjnych obsługiwanych przez MZK Konin.

Analiza zasadności wdrażania nowego, zeroemisyjnego taboru na poszczególne linie komunikacji miejskiej w Mieście Konin jest przeprowadzana na podstawie parametrów eksploatacyjnych, charakteryzujących realizację zadań przewozowych, a także zapotrzebowania na realizację przewozów zgłaszane

z otoczenia społeczno-gospodarczego. W analizie uwzględnia się potoki pasażerów, potencjał obszaru i generatory ruchu. Celem działań jest:

- maksymalizacja korzyści społeczno-gospodarczych;
- zwiększenie efektywności pozytywnych skutków wdrożenia taboru zeroemisyjnego;
- maksymalizacja korzyści dla mieszkańców, użytkowników i miasta;
- minimalizacja kosztów realizacji przewozów;
- zapewnienie niezawodności wykonania pracy przewozowej.

3.4. ANALIZA FINANSOWA

Celem analizy finansowej jest dokonanie oceny ekonomicznej efektywności inwestycji. Zostanie wykonany rachunek opłacalności inwestycji. W analizie uwzględnione zostaną planowane wpływy i wydatki wynikające bezpośrednio z realizacji inwestycji. W związku z powyższym, zgodnie z wytycznymi przedmiotowymi nie zostanie uwzględniony wpływ inwestycji na wynik finansowy przedsiębiorstwa inwestującego i pozostałe uwarunkowania jego działalności. Dzięki inwestycjom i wydatkom z nią związanych (nakłady inwestycyjne, koszty eksploatacji i odtworzenia) osiągnięte zostaną wpływy, do których będą odnosiły się obliczenia.

Do oceny opłacalności inwestycji zastosowano:

- metodę wartości bieżącej netto (NPV) oraz
- metodę wewnętrznej stopy zwrotu (IRR).

Podstawą analizy wartości bieżącej netto (zaktualizowanej wartości netto) NPV (ang. net present value) są zdyskontowane przepływy gotówkowe netto (ang. Net cash flow) w latach prognozy. Miernik NPV bazuje na różnicach między przewidywanymi pieniężnymi: wpływami i wydatkami poniesionymi w rezultacie realizacji przedmiotowej inwestycji. W tym zakresie uwzględniono również nakłady inwestycyjne. Różnica przepływów pieniężnych dodatnich i ujemnych stanowi podstawę obliczenia w kolejnych okresach strumieni pieniężnych netto. Zysk netto, amortyzacja i nakłady na kapitał obrotowy należą do dodatnich przepływów. Natomiast nakłady inwestycyjne finansowane własnym kapitałem, nakłady na kapitał obrotowy finansowane kapitałami własnymi podczas realizacji

inwestycji oraz koszty z eksploatacji inwestycji i inne o podobnym charakterze zaliczone zostały do ujemnych przepływów pieniężnych.

Po przyjęciu przedstawionych założeń miernik NPV przedstawia się za pomocą następującego wzoru:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{FCF_t}{(1+r)^t} - I_0$$

gdzie:

NPV – wartość bieżąca netto

FCF_t – przepływy gotówkowe w okresie t

r – stopa dyskonta

I_0 – nakłady początkowe

t – kolejne okresy eksploatacji inwestycji (najczęściej lata)

Składniki NPV – FCF (free cash flow)

$$FCF = EBIT \cdot (1 - T) + A - CAPEX - \Delta NWC$$

gdzie:

FCF – wolne przepływy pieniężne;

$EBIT$ – zysk operacyjny;

T – stopa opodatkowania;

A – amortyzacja;

$CAPEX$ – nakłady odtworzeniowe

ΔNWC – wydatki na sfinansowanie wzrostu zapotrzebowania na kapitał obrotowy netto (KON);

Jako kryterium opłacalności inwestycji NPV może z punktu widzenia wartości firmy przybierać następujące wartości:

$NPV < 0$ – inwestycja jest nieopłacalna

$NPV = 0$ – inwestycja znajduje się na granicy opłacalności

$NPV > 0$ – inwestycja jest opłacalna, tym bardziej im większa jest wartość współczynnika.

W przypadku gdy inwestycja jest opłacalna stopa rentowności inwestycji jest wyższa od stopy granicznej charakteryzowanej przez stopę dyskontową przyjętą do rachunku. Każda Inwestycja, dla której wartość bieżąca netto jest dodatnia, może być zrealizowana, ponieważ zapewni wyższe korzyści finansowe dla przedsiębiorstwa niż wymagane przez inwestora, a tym samym podniesie wartość firmy. Podczas gdy wartość ujemna wyznaczonego wskaźnika świadczy o niższej od granicznej stopie rentowności przedsięwzięcia. Dane przedsięwzięcie będzie nieopłacalne z punktu widzenia wartości firmy.

Wartość bieżąca netto NPV zależy zarówno od wartości i rozłożenia w czasie przepływów pieniężnych netto jak i od przyjętej do obliczeń stopy dyskontowej. Obniżenie zdyskontowanej wartości przepływów pieniężnych netto w kolejnych latach okresu obliczeniowego jest rezultatem podniesienia poziomu stopy dyskontowej.

Drugą z zastosowanych metod jest wewnętrzna stopa zwrotu opisująca rzeczywistą efektywność przedsięwzięcia inwestycyjnego na podstawie szacowania rentowności dla danego przedsięwzięcia. Analiza IRR polega na wskazaniu takiej wartości wskaźnika stopy dyskontowej, dla której zaktualizowana wartość wydatków pieniężnych równa się wartości zaktualizowanej wpływów pieniężnych. Jeśli wewnętrzna stopa zwrotu jest nie mniejsza niż przyjęta do obliczania NPV projektu inwestycyjnego stopa dyskontowa to przedmiotowy projekt będzie opłacalny. Za najlepszy z kilku projektów alternatywnych w przypadku wyboru za najlepszy uważa się ten, dla którego IRR ma wartość najwyższą.

Poziom wewnętrznej stopy zwrotu badanej inwestycji wykorzystuje formułę liniowej interpolacji w postaci:

$$\sum_{t=0}^n \frac{FCF_t}{(1+r)^t} - I_0 = 0$$

gdzie:

NPV – wartość bieżąca netto

FCF_t – przepływy gotówkowe w okresie t

r – stopa dyskonta

I_0 – nakłady początkowe

t – kolejne okresy eksploatacji inwestycji (najczęściej lata)

Cały okres funkcjonowania inwestycji obejmuje okres jej realizacji oraz pełny przewidywany okres eksploatacji inwestycji. Jest to jednocześnie czas ekonomicznej użyteczności taboru w całości uwzględniany w analizie finansowej.

3.5. ANALIZA SPOŁECZNO-EKONOMICZNA

Punktem wyjścia w oszacowaniu efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla środowiska i zdrowia ludzi były współczynniki emisji poszczególnych substancji przez rozważane kategorie autobusów. Współczynniki emisji szkodliwych substancji przypisano na podstawie Rozporządzeń określających wartości emisji poszczególnych substancji w zależności od normy EURO, którą dany tabor spełnia. W kolejnym kroku poszczególne współczynniki emisji przemnożono przez prognozowaną pracę przewozową danego typu taboru.

Wśród cech i założeń zastosowanego podejścia wskazać należy, że

- analiza została wykonana metodą przepływów pieniężnych (tzn. z wyłączeniem takich kategorii księgowych, jak amortyzacja, rezerwy na zobowiązania i rezerwy na nieprzewidziane wydatki);
- analizę przeprowadzono w cenach netto;
- analizę przeprowadzono w cenach stałych;
- zastosowano społeczną stopę dyskontową na poziomie 3,5% (stopa zalecana w Niebieskiej Księdze);
- jako rok bazowy analizy przyjęto rok 2024;
- analizę dokonano metodą przyrostową;
- dokonano korekty przepływów finansowych;
- jednostkowe koszty ekonomiczne pochodzą z zaktualizowanych tablic kosztów jednostkowych (załącznik do Vademecum Beneficjenta CUPT, data aktualizacji maj 2023 r.).

Na etapie przekształcenia cen rynkowych na ceny ukryte, dla nakładów inwestycyjnych i odtworzeniowych w zakresie infrastruktury zastosowano przelicznik $CF=0,83$, natomiast dla nakładów w zakresie taboru zastosowano przelicznik $0,87$. Dla kosztów eksploatacyjnych zastosowano przelicznik $CF=0,78$.

Oszacowano również efekty środowiskowe związane z emisją szkodliwych substancji dla środowiska i zdrowia ludzi.

Wśród przepływów ekonomicznych określono następujące pozycje:

- koszty czasu;
- koszty eksploatacji pojazdów;
- koszty zanieczyszczenia powietrza;
- koszty zmian klimatycznych;
- koszty hałasu;
- ekonomiczna wartość rezydualna.

Koszty eksploatacji pojazdów

Koszty eksploatacji pojazdów są to koszty związane z użytkowaniem pojazdu, do których zalicza się koszty paliwa oraz inne koszty związane z utrzymaniem taboru (koszty oleju, opon, utrzymania pojazdu) oraz koszty amortyzacji.

Koszty zanieczyszczeń powietrza

Koszty zanieczyszczeń powietrza związane są z oddziaływaniem transportu na środowisko naturalne. Koszty te związane są głównie z ujemnym wpływem na zdrowie ludzkie, stratami materialnymi oraz szkodami środowiskowymi.

Koszty zanieczyszczeń oszacowano zgodnie z zaleceniami Niebieskiej Księgi według następującego wzoru:

$$K_z = \sum_{j=1}^2 k_{s,j}(V_{pdr\ t,j}, T, S) \cdot W_j^{km}$$

gdzie:

K_z – roczne koszty zanieczyszczeń powietrza przez pojazdy samochodowe, w PLN

j – kategoria pojazdów

$k_{s,j}(V_{pdr\ t,j}, T, S)$ - jednostkowe koszty zanieczyszczeń powietrza pojazdów kategorii „j” w funkcji prędkości podróży „Vpdr”, ukształtowania terenu „T” i stanu technicznego nawierzchni „S”, w PLN/poj-km

W_j^{km} - praca przewozowa dla pojazdów kategorii „j” w zależności od długości odcinka drogi oraz przedziału prędkości odpowiadającemu V_{pdr} , w pojazdokilometrach/rok.

Koszty zmian klimatu

Ocena kosztów zmian klimatu pozwala na ocenę oddziaływań gazów cieplarnianych na zmiany klimatyczne, generowanych przez pojazdy. Koszty zmian klimatu (emisji gazów cieplarnianych) wyrażone są w ekwiwalencie CO₂. Całkowite koszty zmian klimatu obliczono według następującego wzoru:

$$K_{ZK} = \sum_{j=1}^2 k_{zk,j}(V_{pdr\ t,j}, T, S) \cdot W_j^{km}$$

gdzie:

K_{ZK} – roczne koszty zmian klimatycznych, w PLN

j – kategoria pojazdów

$k_{zk,j}(V_{pdr\ t,j}, T, S)$ - jednostkowe koszty zmian klimatycznych pojazdów kategorii „j” w funkcji prędkości podróży „ $V_{pdr\ t,j}$ ”, ukształtowania terenu „ T ” i stanu technicznego nawierzchni „ S ”, w PLN/poj-km

W_j^{km} - praca przewozowa dla pojazdów kategorii „j” w zależności od długości odcinka drogi oraz przedziału prędkości V_{pdr} , j, w pojazdokilometrach/rok.

Koszty hałasu

Koszty hałasu oszacowano za pomocą metody pierwszej, opartej na krańcowych kosztach oddziaływania hałasu, zaproponowanej w Niebieskiej Księdze. Koszty hałasu obliczono poprzez przemnożenie pracy przewozowej danego typu pojazdów przez jednostkowe koszty hałasu. Obliczeń dokonano zgodnie z następującym wzorem:

$$K_H = \sum_{j=1}^2 k_{h,j}(Z) \cdot W_j^{km}$$

gdzie:

K_H – roczne koszty hałasu, w PLN

j – kategoria pojazdów

$k_{h,j}(Z)$ - jednostkowe koszty hałasu pojazdów kategorii „j” miejscowych Z, (miejski/zamiejski), w PLN/poj-km

W_j^{km} - praca przewozowa dla pojazdów kategorii „j” w zależności od długości odcinka drogi, w pojazdokilometrach/rok.

Rezultatami analizy ekonomiczno-społecznej są miary:

- ENPV – (economic net present value) ekonomiczna wartość bieżąca netto

$$ENPV = \sum_{t=0}^n \frac{S_t}{(t+r)^t} - I_0$$

gdzie:

S_t – salda strumieni ekonomicznych kosztów i korzyści generowanych przez projekt w poszczególnych latach przyjętego okresu odniesienia analizy,

I_0 – nakłady początkowe,

r – stopa dyskonta,

t – okres analizy.

- ERR – (economic rate of return) ekonomiczna stopa zwrotu

$$\sum_{t=0}^n \frac{S_t}{(t+r)^t} - I_0 = 0$$

gdzie:

S_t – salda strumieni ekonomicznych kosztów i korzyści generowanych przez projekt w poszczególnych latach przyjętego okresu odniesienia analizy,

I_0 – nakłady początkowe,

r – stopa dyskonta,

t – okres analizy.

Miary ENPV oraz ERR stanowią łącznie o efektywności inwestycji w projekt w sensie finansowym i środowiskowym.

W przypadku wyboru spośród kilku alternatywnych projektów za najlepszy uważa się ten, dla którego ERR ma najwyższą wartość.

3.6. ANALIZA WRAŻLIWOŚCI

Analiza wrażliwości polegać będzie na badaniu wpływu przyszłych zmian w kształtowaniu się podstawowych zmiennych inwestycji na poziom jej opłacalności, tj. mierniki ENPV i ERR. Technika ta służy do określenia zmienności wyników oceny opłacalności na wahania wartości różnych zmiennych. Analiza polega na określeniu wpływu zmiany pojedynczych zmiennych krytycznych o określoną procentowo wartość, na poziom ekonomicznych wskaźników efektywności projektu. Modyfikacji poddaje się tylko jedną zmienną, podczas gdy inne parametry powinny pozostać niezmienione.

W opracowaniu bada się wpływ zmian wartości takich zmiennych jak: wysokość wydatków pieniężnych o charakterze bieżącym (eksploatacyjnym) a także wysokość nakładów inwestycyjnych oraz stopy dyskontowej, na zmiany w wysokości miar ENPV i ERR.

W ramach AKK zostanie dokonana symulacja parametrów analizy wrażliwości związanych bezpośrednio z projektem (zmienne kluczowe), w tym:

- nakładów inwestycyjnych;
- kosztów operacyjnych;
- pracy przewozowej oraz wynikających z niej wartości jednostkowych monetizowanych efektów.

Rezultaty analizy wrażliwości obejmują:

- wyłonienie kluczowych zmiennych AKK jako krytycznych dla analizy. Za zmienną krytyczną uważa się tę zmienną kluczową, której zmiana o ± 1 pp. wywołuje zmianę NPV o co najmniej 1pp.
- określenie wartości progowe (switching values) kluczowych założeń, w tym przede wszystkim zmiennych krytycznych. Zmienna przyjmuje wartość progową, kiedy jej zmiana powoduje osiągnięcie $NPV=0$.

3.7. ANALIZA RYZYKA

Analizy ryzyka polegać będzie na opisanu rodzajów ryzyka związanych z realizacją projektu i jego późniejszym funkcjonowaniem w podziale na grupy ryzyka oraz ocenie prawdopodobieństwa wystąpienia poszczególnych rodzajów ryzyka i ich wpływu na projekt. Jakościowa analiza ryzyka przeprowadzana jest

Analiza kosztów i korzyści

związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

w kilku etapach. Etap I polega na identyfikacji ryzyka, na jakie można napotkać podczas realizacji projektu. Kolejny etap polega na zestawieniu prawdopodobieństwa ryzyka oraz skali oddziaływania danego ryzyka na projekt. W ostatnim etapie, na podstawie matrycy ryzyka przyporządkowana jest klasyfikacja poziomu ryzyka dla każdego ryzyka ze zidentyfikowanego zbioru.

4. Analiza dostępności finansowania inwestycji ze źródeł zewnętrznych

Kluczowym dostępnym dzisiaj dla Konina programem wspierającym finansowanie inwestycji konwersji floty na tabor zeroemisyjny wraz z niezbędną infrastrukturą towarzyszącą są Fundusze Europejskie dla Wielkopolski na lata 2021-2027 (FEWP). Jednym z głównych priorytetów programu jest „**Priorytet FEWP.03 Fundusze europejskie dla zrównoważonej mobilności miejskiej w Wielkopolsce**”. W ramach priorytetu wspierane będą m.in. zakupy zeroemisyjnych aktywów mobilnych wykorzystywanych w publicznym transporcie zbiorowym napędzanych np. wodorem.

Możliwości pozyskania dofinansowania stwarza również dedykowany m.in. dla regionu Konińskiego „**Priorytet FEWP.10 Sprawiedliwa transformacja Wielkopolski Wschodniej**” zorientowany na wsparcie w obszarze rozwoju infrastruktury transportowej, w tym infrastruktury kolejowej, ekologicznych środków transportu napędzanych np. wodorem oraz infrastruktury paliw alternatywnych.

Konkursy w ramach innych znaczących programów realizowanych w skali całego kraju zgodnych z tematem opracowania tj.:

- Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat, Środowisko 2021-2027, priorytet: FENX.03 Transport Miejski, działanie FENX 03.01 Transport miejski,
- Krajowy Planu Odbudowy i Zwiększania Odporności, Komponent E: Zielona, inteligentna mobilność,
- Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, Program „Zielony Transport Publiczny”,

Harmonogram organizacji konkursów aktualizowany jest średnio raz na kwartał.

5. Plan wymiany i rozwoju taboru

5.1. TRANSPORT ZEROEMISYJNY W DOKUMENTACH STRATEGICZNYCH

Obserwowane współcześnie trendy, zmiany w rozwoju społeczno-gospodarczym, tendencje do powszechnej urbanizacji i wzrost liczby mieszkańców obszarów funkcjonalnych ośrodków miejskich pociągają ze sobą istotne problemy, w tym problemy komunikacyjne. W warunkach polskich zmiany w strukturze społecznej, wiekowej, zmiany w strukturze gospodarki i poziomie dochodów mieszkańców powodują zmiany w stylu życia i zachowaniach transportowych. Niekorzystne zjawiska potęgowane są dotychczasowym, nieskoordynowanym rozwojem zagospodarowania przestrzennego przy ograniczonym zaangażowaniu miast we właściwe kształtowanie przestrzeni miejskiej, atrakcyjnej dla mieszkańców i braku promowania rozwoju miast w kierunkach, które zapobiegłyby dalszemu narastaniu problemów w funkcjonowaniu mieszkańców.

Wszystko to spowodowało występowanie postępującej suburbanizacji i narastanie problemów komunikacyjnych. Wzrost liczby samochodów i liczby podróży realizowanych prywatnymi samochodami spowodował wzrost kongestii, pogorszenie warunków ruchu a w konsekwencji jakości życia i środowiska.

Emisja, w tym z transportu, przyczynia się do postępujących, niekorzystnych zmian klimatu. Konieczne jest zatem podejmowanie działań mających na celu odwrócenie niekorzystnych tendencji. Można to osiągnąć dzięki wdrożeniu koncepcji zrównoważonej mobilności, w ramach której następuje przejście z orientacji na transport na rzecz skoncentrowania wysiłków na zaspokajaniu potrzeb mobilności mieszkańców. Jest to osiągane poprzez zintegrowany, skoordynowany rozwój zagospodarowania przestrzennego i wszystkich podsystemów transportu. Zapewnienie wszystkim mieszkańcom, użytkownikom systemu transportowego równych szans, swobodnego wyboru najkorzystniejszej formy transportu i zmniejszenie uzależnienia od samochodu osobowego wymaga, aby podstawowym środkiem transportu była komunikacja miejska.

W tym celu konieczne jest zwiększanie atrakcyjności transportu zbiorowego poprzez podnoszenie jakości, poprawę oferty, zapewniając sprawne i bezpieczne przemieszczanie się po ośrodkach miejskich i ich obszarach funkcjonalnych, zmniejszając obciążenie środowiska. Wprost wpisuje się w to postulat konwersji floty, wymiany starego, wyeksploatowanego taboru pojazdami nowoczesnymi, zeroemisyjnymi, niskopodłogowymi. Pozwoli to zmniejszyć emisję

zanieczyszczeń, wpłynie na zmiany w podziale modalnym i zwiększyć liczbę podróży transportem zbiorowym, zwiększy dostępność taboru, komunikacji miejskiej dla ogółu społeczeństwa oraz dzięki wyposażeniu, konstrukcji i zasadom eksploatacji zapewni łagodzenie zmian klimatu oraz zwiększy adaptację PTZ i obszarów miejskich do zmian klimatu.

Konieczna jest analiza dokumentów strategicznych różnego szczebla, aby określić wizję i kierunki rozwoju, zasad i działań niezbędnych do wdrażania przez MZK Konin w zakresie strategii wymiany taboru wytyczonej przez władze samorządowe. Kierunki działań i rozwoju komunikacji miejskiej wyznaczone przez Miasto Konin jako Organizatora publicznego transportu zbiorowego pozostają zgodne z dokumentami strategicznymi wyższego szczebla. Zakres zgodności i kierunki działań wynikają z przynależności miasta do poszczególnych obszarów funkcjonalnych i jednostek administracyjnych. Koncepcja zrównoważonej mobilności może być wdrażana na wiele zróżnicowanych, alternatywnych sposobów, wynikających z lokalnych uwarunkowań, potrzeb i kierunków działań przyjętych przez władze różnego szczebla. Mogą być również przyjęte odmienne priorytety w zakresie wdrażania innowacji, rozwoju poszczególnych podsystemów transportu. Konieczne jest zapewnienie zgodności strategii Miasta Konin jako Organizatora PTZ i realizowanej przez MZK Konin z kierunkami rozwoju określonymi w różnych dokumentach strategicznych. Jednocześnie wiele inwestycji przekracza możliwości finansowe Operatorów a dofinansowania realizowane na różnym szczeblu jednostek administracyjnych dostępne będą jedynie na realizację działań zgodnych z kierunkami inwestycji przyjętymi w dokumentach strategicznych.

Kierunki rozwoju komunikacji miejskiej jako elementu systemu transportowego miasta w sposób ogólny są definiowane w dokumentach strategicznych różnego szczebla. Poszczególne dokumenty strategiczne zdefiniowane są na różnym poziomie ogólności i odnoszą się do wielu kwestii przedmiotowych na obszarze zróżnicowanym ze względu na zasięg przestrzenny. Dokumenty strategiczne uogólniają problemy występujące na obszarach objętych przedmiotem opracowania, wskazując ujednolicone zalecenia, kierunki działań i konieczne do realizacji zadania w zdefiniowanym horyzoncie czasowym. W związku z powyższym dokumenty strategiczne różnego szczebla na różnym poziomie ogólności wpływają na rozwój Miasta Konina i jego obszaru funkcjonalnego. Przeanalizowane dokumenty wraz ze wskazaniem zawartych tam celów

potwierdzających zgodność przedmiotu opracowania z dokumentami wyższego rzędu obejmują:

- **Biała Księga „Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu”¹⁰** - wzrost sektora transportu i wspieranie mobilności przy jednoczesnym osiągnięciu celu obniżenia emisji o 60%; ekologiczny transport miejskiego i dojazdu do pracy; rozwój i wprowadzenia nowych paliw i systemów napędowych zgodnych z zasadą zrównoważonego rozwoju;
- **Europejska strategia na rzecz mobilności niskoemisyjnej¹¹** - zwiększenie wykorzystania niskoemisyjnych alternatywnych źródeł energii na potrzeby transportu obejmujące: skuteczne ramy w zakresie niskoemisyjnych źródeł energii, tworzenie infrastruktury na potrzeby paliw alternatywnych, interoperacyjność i normalizacja na potrzeby elektromobilności; wspieranie efektywności i innowacyjności pojazdów oraz popyt na takie produkty obejmujące: poprawę w zakresie badań pojazdów w celu odzyskania zaufania konsumentów, strategia na okres po 2020 r. w odniesieniu do samochodów osobowych i dostawczych oraz samochodów ciężarowych, autobusów i autokarów.
- **Europa w ruchu. Program działań na rzecz sprawiedliwego społecznie przejścia do czystej, konkurencyjnej i opartej na sieci mobilności dla wszystkich¹²** - podejmowanie działań pozwalających na przejście do czystej, konkurencyjnej i opartej na sieci mobilności
- **Wspólne dążenie do osiągnięcia konkurencyjnej i zasobooszczędnej mobilności w miastach¹³** - zintensyfikowanie wsparcia dla miast europejskich w zakresie podejmowania wyzwań związanych z mobilnością w miastach – wsparcie zrównoważonej mobilności ale bez wskazania na zeroemisyjność komunikacji miejskiej
- **Rozporządzenie ustanawiające instrument „Łącząc Europę”¹⁴** - Głównymi celami dokumentu są: budowa, rozwój, modernizacja i

¹⁰ <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0144:FIN:pl:PDF> (dostęp 1.08.2024 r.)

¹¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52016DC0501&from=PT> (dostęp 1.08.2024 r.)

¹² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A52017DC0283> (dostęp 1.08.2024 r.)

¹³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=celex%3A52013DC0913> (dostęp 1.08.2024 r.)

¹⁴ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A32021R1153> (dostęp 1.08.2024 r.)

ukończenie transeuropejskich sieci w sektorach transportu, energii i technologii cyfrowych z uwzględnieniem długoterminowych zobowiązań do obniżenia emisyjności

- **Strategia na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności – europejski transport na drodze ku przyszłości¹⁵** - Inicjatywa przewodnia 1 – Upowszechnienie pojazdów bezemisyjnych, paliw odnawialnych i niskoemisyjnych oraz związanej z nimi infrastruktury;
- **Utrzymać Europę w ruchu. Zrównoważona mobilność dla naszego kontynentu¹⁶** - wspieranie badań, demonstrację i wprowadzanie na rynek nowych technologii takich jak optymalizacja silników, inteligentne systemy zarządzania energią pojazdów lub alternatywne paliwa oraz prowadzenie działań związanych z uświadamianiem użytkowników na temat bardziej inteligentnych i czystszych pojazdów;
- **Strategia Europa 2020¹⁷** - należy osiągnąć cele „20/20/20” w zakresie klimatu i energii; Strategia ma na celu wsparcie budowy gospodarki opartej na wiedzy, gospodarowaniu zasobami oraz promowaniu technologii przyjaznych dla środowiska;
- **Europejski Zielony Ład¹⁸** - przekształcenie UE w sprawiedliwe i prosperujące społeczeństwo żyjące w nowoczesnej, zasobooszczędnej i konkurencyjnej gospodarce, która w 2050 r. osiągnie zerowy poziom emisji gazów cieplarnianych netto i w ramach której wzrost gospodarczy będzie oddzielony od wykorzystania zasobów naturalnych;
- **Zielona Księga. W kierunku nowej kultury mobilności w mieście¹⁹** - rozwój systemu transportowego, który przyczyni się do rozwoju społeczno - gospodarczego, przy równoczesnym ograniczeniu negatywnego oddziaływania transportu na środowisko;

¹⁵ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/ALL/?uri=CELEX%3A52020DC0789> (dostęp 1.08.2024 r.)

¹⁶ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=celex%3A52006DC0314> (dostęp 1.08.2024 r.)

¹⁷ <https://eur-lex.europa.eu/PL/legal-content/summary/europe-2020-the-european-union-strategy-for-growth-and-employment.html> (dostęp 1.08.2024 r.)

¹⁸ https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0016.02/DOC_1&format=PDF (dostęp 1.08.2024 r.)

¹⁹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/ALL/?uri=CELEX%3A52007DC0551> (dostęp 1.08.2024 r.)

- **Plan Działania na rzecz Mobilności w Miastach²⁰** - transport sprzyjający zdrowemu środowisku miejskiemu; poprawa dostępności transportu dla osób z ograniczeniami ruchowymi; dostęp do zielonych stref;
- **Zrównoważona przyszłość transportu: w kierunku zintegrowanego, zaawansowanego technologicznie i przyjaznego użytkownikowi systemu²¹** – bardziej zrównoważony i ekologiczny system transportowy; planowanie z myślą o transporcie: poprawa dostępności;
- **Strategia Zrównoważonego Rozwoju Transportu do roku 2030²²** - Obszar interwencji 5 ograniczanie negatywnego wpływu transportu na środowisko; Obszar interwencji 6 poprawa efektywności wykorzystanie publicznych środków na przedsięwzięcia transportowe.;
- **Krajowa Strategia Rozwoju Regionalnego 2030²³** – brak bezpośredniego zdefiniowania celów wskazujących na konieczność wdrażania taboru zeroemisyjnego w komunikacji miejskiej, przy wspieraniu działań na rzecz zrównoważonej mobilności;
- **Krajowa Polityka Miejska 2030²⁴** - Wyzwanie IV: Niwelowanie negatywnych skutków zmian klimatu w miastach; Wyzwanie V: Poprawa jakości środowiska przyrodniczego w miastach;
- **Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do 2020 r. z perspektywą do 2030 r.²⁵** - poprawa stanu taboru pasażerskiego transportu drogowego i kolejowego wykorzystywanego do usług przewozowych użyteczności publicznej (do 2020 r.);
- **Umowa Partnerstwa na lata 2021-2027²⁶** - Cel 2: Bardziej przyjazna dla środowiska niskoemisyjna Europa, Cel 6: Umożliwienie regionom i obywatelom łagodzenia społecznych, gospodarczych i środowiskowych skutków transformacji w kierunku gospodarki neutralnej dla klimatu;

²⁰ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A52009DC0490> (dostęp 1.08.2024 r.)

²¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/pl/TXT/?uri=CELEX%3A52009DC0279> (dostęp 1.08.2024 r.)

²² <https://www.gov.pl/web/infrastruktura/projekt-strategii-zrownowazonego-rozwoju-transportu-do-2030-roku2> (dostęp 1.08.2024 r.)

²³ <https://www.gov.pl/web/ia/krajowa-strategia-rozwoju-regionalnego-2030-ksrr> (dostęp 1.08.2024 r.)

²⁴ <https://www.gov.pl/web/fundusze-regiony/polityka-miejska> (dostęp 1.08.2024 r.)

²⁵ <https://www.gov.pl/web/fundusze-regiony/informacje-o-strategii-na-rzecz-odpowiedzialnego-rozwoju> (dostęp 1.08.2024 r.)

²⁶ https://www.funduszeuropejskie.gov.pl/media/109763/Umowa_Partnerstwa_na_lata_2021_2027.pdf (dostęp 1.08.2024 r.)

- **Narodowy program bezpieczeństwa ruchu drogowego 2021-2030²⁷** – brak bezpośredniego związku z problematyką transportu zeroemisyjnego;
- **Długookresowa Strategia Rozwoju Kraju. Polska 2030. Trzecia Fala Nowoczesności²⁸** - podjęcie działań na rzecz upłynnienia ruchu transportu miejskiego, zapewnienie dogodnych przesiadek, lepszą koordynację środków transport zbiorowego, podniesienie jakości oferty transportu publicznego.
- **Program Ochrony Środowiska Dla Województwa Wielkopolskiego do roku 2030²⁹** - budowa i rozbudowa infrastruktury oraz taboru transportu publicznego;
- **Plan Zrównoważonego Rozwoju Publicznego Transportu Zbiorowego dla Województwa Wielkopolskiego³⁰** - zapewnienie efektywności rozwiązań w zakresie kształtowania oferty przewozowej i infrastruktury transportowej; poprawę standardów podróży, postrzeganych zarówno poprzez pryzmat czasu podróży pomiędzy poszczególnymi powiatami, jak i warunków podróżowania;
- **Plan Zagospodarowania Przestrzennego Województwa Wielkopolskiego. Wielkopolska 2020+³¹** - Cel Planu odnosi się do zasad zrównoważonego rozwoju poprzez ochronę walorów przyrodniczych oraz kształtowanie i racjonalne gospodarowanie zasobami środowiska przyrodniczego. Zrównoważony rozwój obejmuje również mobilność w działaniach zmierzających do zwiększenia dostępności i poprawy jakości transportu;
- **Strategia rozwoju województwa wielkopolskiego do 2030 roku³²** - Rozwój transportu drogowego i ekomobilności;
- **Strategia rozwoju ponadlokalnego Aglomeracji Konińskiej 2030³³** - Kierunki działań w wymiarze środowiskowym – cel: Przystosowanie do zmian klimatu dzięki wzmocnieniu walorów przyrodniczych

²⁷ <https://www.krbdr.gov.pl/wp-content/uploads/2021/12/Narodowy-Program-Bezpieczenstwa-Ruchu-Drogowego-2021-2030.pdf> (dostęp 1.08.2024 r.)

²⁸ https://kigeit.org.pl/FTP/PRCIP/Literatura/002_Strategia_DSRK_PL2030_RM.pdf (dostęp 1.08.2024 r.)

²⁹ https://bip.umww.pl/292---555---k_91---k_93---programu-ochrony-srodowiska-dla-wojewodztwa-wielkopolskiego (dostęp 1.08.2024 r.)

³⁰ https://bip.umww.pl/292---555---k_91---k_92---plan-zrownowazonego-rozwoju-publicznego-transportu-zbiorowego (dostęp 1.08.2024 r.)

³¹ https://bip.umww.pl/292---k_96---plan-zagospodarowania-przestrzennego-wojewodztwa-wielkopolskiego (dostęp 1.08.2024 r.)

³² https://bip.umww.pl/292---k_91---k_207---strategia-rozwoju-wojewodztwa-wielkopolskiego-do-2030 (dostęp 1.08.2024 r.)

³³ <https://aglomeracijakoninska.org/strategia/> (dostęp 1.08.2024 r.)

i krajobrazowych Aglomeracji Konińskiej obejmują m.in. Upowszechnienie nisko- i zeroemisyjnych środków transportu, wymiana taboru komunikacji publicznej w tym: Zakup autobusów wodorowych i elektrycznych wraz z infrastrukturą towarzyszącą; Interwencje na rzecz zwiększenia zrównoważonej mobilności mieszkańców oraz funkcjonalności i efektywności transportu miejskiego poprzez kompleksowe wsparcie systemów publicznego transportu zbiorowego w ramach miejskich obszarów funkcjonalnych; Inwestycje w rozwój infrastruktury ładowania/tankowania pojazdów bezemisyjnych;

- **Studium rozwoju transportu zrównoważonego obszaru funkcjonalnego aglomeracji konińskiej³⁴** - W ramach priorytetu strategicznego Dostosowanie transportu publicznego do potrzeb niepełnosprawnych oraz osób starszych i zachęcenie osób niekorzystających z transportu publicznego do korzystania z niego. wyróżniono cel strategiczny Poprawa warunków dla rozwoju transportu drogowego w tym szczególnie publicznego w układzie wewnątrz regionalnym i wzmocnienie powiązań komunikacyjnych obszarów O niższym potencjale rozwojowym z obszarami wzrostu i przesiadkowymi węzłami komunikacyjnymi. W ramach celu określono działanie strategiczne Zakup i modernizacja taboru transportowego pod kątem wymogów spełniających standardy ochrony środowiska W zakresie niskiej emisji oraz ergonomii w odniesieniu do ułatwień niepełnosprawnych i starszych wiekiem pasażerów.
- **Konin. Koncepcja rozwoju miejskiego obszaru funkcjonalnego ośrodka subregionalnego³⁵** - Cel silny gospodarczo obszar innowacyjnych technologii poprzez m.in. działania w kierunku reorientacja tradycyjnego przemysłu dzięki wspieraniu rozwoju i zastosowania technologii wykorzystujących wodór poprzez opracowanie strategii rozwoju technologii wodorowych w Konińskim Obszarze Funkcjonalnym i ich wdrażania w energetyce i transporcie drogowym, kolejowym i wodnym;
- **Strategia rozwoju miasta. Plan 2020-2030. Konin. Zielone miasto energii.³⁶** - Zwiększony zostanie komfort poruszania się po mieście i okolicach dla mieszkańców i osób odwiedzających miasto poprzez

³⁴ <https://powiat.konin.pl/studium-rozwoju-transportu-zrownowazonego> (dostęp 1.08.2024 r.)

³⁵ https://wbpp.poznan.pl/download//180/kof_koninski-obszar-funkcjonalny_tekst.pdf (dostęp 1.08.2024 r.)

³⁶ <https://www.konin.pl/index.php/konin-zielone-miasto-energii.html> (dostęp 1.08.2024 r.)

tworzenie zintegrowanego systemu poruszania się po mieście, nakierowanego na podniesienie jakości życia w mieście oraz obniżenie wpływu transportu na środowisko poprzez niskoemisyjny transport miejski, autobusy o napędzie elektrycznym, hybrydowym oraz wodorowym, ładowarki do autobusów elektrycznych z podłączeniem sieci energetycznej zasilającej stacje ładowania.

- **Plan zrównoważonej mobilności miejskiej dla miasta Konina³⁷** - Ograniczenie emisji zanieczyszczeń z transportu oraz podwyższenie efektywności energetycznej. Zwiększanie udziału transportu zbiorowego w podróżach mieszkańców. Poprawa dostępności systemu transportowego dla każdej grupy użytkowników, w tym dla osób o ograniczonej mobilności; Ochrona środowiska naturalnego oraz łagodzenie uciążliwości implikowanych przez ruch samochodowy;
- **Plan smart city - Konin³⁸** - Zadanie 10. Rozwój elektromobilności oraz zero- i niskoemisyjnego transportu;
- **Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego Konina na lata 2021-2030³⁹** - w przewozach o charakterze użyteczności publicznej stosowanie pojazdów z silnikami niskoemisyjnymi lub zeroemisyjnymi, spełniającymi zastrzeżone określone w umowach o świadczenie usług użyteczności publicznej normy emisji spalin. Organizator będzie podejmował działania w celu zakupu niskoemisyjnego lub zeroemisyjnego taboru autobusowego, przystosowanego do przewozu osób niepełnosprawnych i osób o ograniczonych zdolnościach ruchowych, w postaci pozyskania środków zewnętrznych.
- **Aktualizacja planu gospodarki niskoemisyjnej dla Miasta Konina na lata 2021-2024⁴⁰** - Poddziałanie 2.3. Wymiana taboru autobusowego - przewiduje zakup autobusów niskoemisyjnych, w tym elektrycznych i hybrydowych plan inwestycyjny do roku 2024 został wykonany;

³⁷ <https://www.konin.pl/index.php/plan-zrownowazonej-mobilnosci-miejskiej-dla-miasta-konina.html> (dostęp 1.08.2024 r.)

³⁸ <https://www.konin.pl/index.php/plan-smart-city-konin.html> (dostęp 1.08.2024 r.)

³⁹ http://mzk-konin.com.pl/media_pliki/file/10_pl_ptkonin20212030.pdf (dostęp 1.08.2024 r.)

⁴⁰

https://bip.konin.eu/pdf/ochrona_srodowiska/gospodarka%20niskoemisyjna/Aktualizacja%20planugospodarkiniskoemisyjnejdlaMiastaKonina%20na%20lata2021-2024.pdf (dostęp 1.08.2024 r.)

- **Program ochrony środowiska dla miasta Konina na lata 2021-2024 z perspektywą na lata 2025-2028⁴¹** - realizacja celu "ograniczenie emisji gazów cieplarnianych" poprzez kierunek interwencji "rozwój i modernizacja transportu zbiorowego w kierunku transportu przyjaznego dla środowiska i wspieranie ekologicznych form transportu" obejmujący zadanie rozbudowy taboru transportu publicznego (niskoemisyjnego)

W rozdziale przedstawiono wyniki analizy dokumentów strategicznych na poziomie europejskim, krajowym, wojewódzkim, regionalnym i lokalnym. Przegląd dokumentów zorientowany był na aspekty związane z problematyką konwersji floty komunikacji miejskiej. Najistotniejszymi kierunkami działań opisanymi w dokumentach są:

- modernizacja i rozwój komunikacji zbiorowej, w tym działania integrujące różne środki transportu w punktach węzłowych i przesiadkowych;
- pielęgnacja i zapobieganie degradacji środowiska naturalnego, w tym ograniczenie niskiej emisji i hałasu w tym hałasu komunikacyjnego;
- działania promocyjne i edukacyjne prowadzące do zmiany zachowań komunikacyjnych oraz zwiększania świadomości wpływu działań człowieka na środowisko.

Podsumowując, zapisy w dokumentach strategicznych wyznaczają główne kierunki działań, które należy podjąć, aby zwiększyć atrakcyjność komunikacji miejskiej. Działania wskazane w przeanalizowanych dokumentach najczęściej dotyczyły:

- poprawy jakości transportu zbiorowego poprzez wymianę taboru na zeroemisyjny wraz rozwojem infrastruktury wodorowej;
- budowy i rozbudowy węzłów przesiadkowych oraz systemów parkingowych typu P&R;
- zmniejszenia oddziaływania transportu na środowisko;
- promocji i edukacji związanej z przedstawieniem korzyści wynikających ze zmiany zachowań komunikacyjnych.

W związku z powyższym przeanalizowane dokumenty zawierają zapisy wspomagające wprowadzenie zeroemisyjnego taboru w komunikacji miejskiej,

⁴¹ <https://bip.konin.eu/index.php?d=pgopos> (dostęp 1.08.2024 r.)

kierunki działań oraz zadania wyszczególnione w dokumentach strategicznych najczęściej odnoszą się do budowy i rozbudowy infrastruktury. Opracowania wskazują na wyraźną potrzebę modernizacji taboru oraz infrastruktury komunikacji miejskiej oraz nakazują zwiększanie udziału pojazdów zeroemisyjnych we flocie komunikacji miejskiej. Dokumenty strategiczne na poziomie lokalnym, bezpośrednio dotyczących Miasta Konina i jego obszaru funkcjonalnego nakazują w zakresie wdrażania autobusów zeroemisyjnych w pierwszej kolejności zwiększać udział pojazdów wodorowych.

5.2. WYNIKI WCZEŚNIEJSZYCH ANALIZ ZASADNOŚCI WDRAŻANIA TABORU ZEROEMISYJNEGO W SYSTEMIE KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ KONINA WYKONANYCH W LATACH 2018 I 2021

Celem analizy przedstawionej w niniejszym podrozdziale jest wskazanie i ocena aktualności rezultatów wcześniejszych opracowań wykonanych dla miasta Konina odpowiednio w latach 2018 i 2021. Zatem niniejszy dokument jest aktualizacją zrealizowanych dotychczas analiz kosztów i korzyści dla przedmiotowego obszaru.

W wyniku analizy AKK wykonanej w roku 2018 wykazano brak korzyści ekonomicznych z eksploatacji autobusów zeroemisyjnych, dlatego dotychczas większy udział we flocie pojazdów MZK Konin stanowiły autobusy konwencjonalne spalinowe i hybrydy, zwłaszcza gdy dostępne były dofinansowania do ich zakupu ze środków zewnętrznych. Dopiero niedawno wydzierżawiono jeden autobus wodorowy. Obliczone w analizie wskaźniki finansowe FNPV/c oraz FRR/c, były ujemne dla obydwu analizowanych wariantów. Ujemne wartości osiągnęły także wskaźniki ENPV oraz ERR. W porównaniu do scenariusza bazowego najkorzystniej wypadł wariant konwencjonalny zakładający zakup nowoczesnych autobusów spalinowych. W przeprowadzonej analizie społeczno-ekonomicznej uwzględniono zmiany w kosztach eksploatacyjnych oraz efekty zewnętrzne związane z emisją gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń atmosfery a także zmniejszenia hałasu.

W analizie AKK sporządzonej w roku 2021 rozważano dwa alternatywne warianty modernizacji parku taborowego MZK Konin, których wybrane charakterystyki zostały zestawione w poniższej tabeli.

Tabela 5.1 Zestawienie wybranych cech alternatywnych wariantów konwersji floty na tabor zeroemisyjny dla MZK Konin w dokumencie AKK 2021

Wariant	Liczba kupowanych autobusów zeroemisyjnych [szt.]	
	elektrycznych	wodorowych
Bazowy	2	10
Alternatywny	5	5

Źródło: opracowanie własne na podstawie MZK Konin

W dotychczasowym dokumencie przeprowadzono analizę finansową w cenach stałych, metodą standardową w cenach netto o wartości stopy dyskonta 4%. W rozważanej wcześniejszej analizie dokonano technicznej i ekonomiczno-finansowej oceny możliwości realizacji rozważanych, alternatywnych wariantów oraz oceny skutków finansowych, środowiskowych i społecznych wyboru poszczególnych rozwiązań. Podkreślono, że ze względu na zakres i koszty inwestycja nie stanowiła inwestycji dużej w rozumieniu przepisów wspólnotowych. Nie było zatem wymagane przeprowadzenia pełnej analizy i nie dokonano pełnej charakterystyki porównywanych, alternatywnych wariantów. W związku z powyższym nie zastosowano do oceny wszystkich ze zbioru zalecanych wskaźników i ograniczono zakres prac jedynie do postępowania niezbędnego, wymaganego prawem.

W dokumencie wskazano jedynie, że proponowane warianty stanowią rozwiązanie optymalne, ponieważ przy racjonalnych kosztach generują wysokie korzyści społeczne i ekonomiczne. Jednocześnie wykazano, że inwestycja jest wrażliwa na oddziaływanie czynników zewnętrznych, pochodzących z otoczenia społeczno-gospodarczego. Zmiana czynników o 10% powoduje spadek wskaźnika rentowności o więcej niż 10%. Zmiany:

- nakładów o 10 punktów procentowych spowodują zmianę rentowności projektu o 29%.
- kosztów operacyjnych o 10 p.p. – spowodują zmianę wskaźnika o 32%,

Natomiast spadek korzyści o 10 p.p. – wpłynie na zmianę wskaźnika efektywności w wysokości 69%. W dokumencie AKK z 2021 roku nie wskazano natomiast ostatecznych rekomendacji w postaci wniosków, który z wariantów jest zalecany. Nie dokonano jednoznacznej wielokryterialnej oceny zasadności realizacji poszczególnych inwestycji. W obu alternatywnych wariantach rozważano zakup zarówno autobusów wodorowych jak i elektrycznych. Oznacza to, że w lokalnych

uwarunkowaniach Konina istnieją przesłanki, aby wdrażać każdą z rozważanych form napędu, w tym także równocześnie nabywając pojazdy obu typów napędu, zapewniając dywersyfikację stosowanego napędu. Rezultaty dotychczasowej analizy zostały uwzględnione na etapie definicji alternatywnych wariantów rozważanych w niniejszym opracowaniu.

5.3. WYBÓR RODZAJU NAPĘDU

Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2023 r., poz. 875) wymaga od Organizatora publicznego transportu zbiorowego, aby udział autobusów zeroemisyjnych w posiadanym parku taborowym wynosił co najmniej 20% od dnia 1 stycznia 2025 roku i co najmniej 30% od dnia 1 stycznia 2030 roku. Realizacja pełnej procedury zakupowej, zwłaszcza zapewnienie wystarczających środków finansowych, wymaga czasu i musi być przeprowadzona rzetelnie. Dlatego podstawowy cel niniejszego opracowania to identyfikacja sposobu i harmonogramu wymiany części taboru, który jest najkorzystniejszy i możliwy do realizacji przez MZK Konin. Kluczowe jest określenie jakiego typu napęd ma być stosowany w pozyskiwanych pojazdach oraz ile sztuk pojazdów o poszczególnym typie napędu wraz z infrastrukturą towarzyszącą należy zakupić, aby zminimalizować koszty przedsięwzięcia, zapewnić jego wykonalność przy jednoczesnej maksymalizacji korzyści społecznych i środowiskowych osiąganych w wyniku wymiany wyeksploatowanych pojazdów na nowoczesny tabor.

Cel, w jakim wykonywana jest analiza sprawił, że w niniejszym opracowaniu jako alternatywne warianty inwestycyjne rozpatrywane będą wyłącznie zakupy autobusów zeroemisyjnych. Wyłącznie zakupy autobusów zeroemisyjnych i zwiększanie ich udziału w parku taborowym MZK Konin gwarantuje spełnienie wymagań ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2023 r., poz. 875). Jest to tym bardziej istotne, że w związku z wysokim kosztem zakupu autobusów podstawową współcześnie formą nabywania pojazdów przez Operatorów i Organizatorów PTZ jest zakup przy dofinansowaniu ze środków zewnętrznych, a te obecnie dostępne jest jedynie, dla projektów dotyczących nabywania autobusów zeroemisyjnych. Dlatego w niniejszym podrozdziale nie będą rozważane autobusy o napędzie spalinowym, napędzie niskoemisyjnym hybrydowym spalinowo-elektrycznym, napędzie alternatywnym względem spalinowego, a niebędącego napędem

zeroemisyjnym czyli napędzie gazowym CNG. Ponadto należy podkreślić, że na obszarze aglomeracji konińskiej istnieje tylko jedna stacja tankowania gazu CNG, a koszt budowy takiej stacji dla potrzeb MZK Konin wielokrotnie przewyższa koszty zakupu autobusów. Brak możliwości tankowania autobusów całkowicie eliminuje koncepcję zakupu autobusów o napędzie gazowym CNG z dalszych rozważań, tym bardziej, że w przypadku pozyskania autobusów o napędzie gazowym CNG przez MZK Konin, byłby to czwarty system zasilania autobusów danego Operatora i istotnie skomplikowałoby to planowanie przydziału pojazdów do zadań przewozowych i koszty eksploatacji taboru.

Kontynuując ogólne rozważania na temat problematyki i dostępnych, alternatywnych systemów napędowych dla autobusów komunikacji miejskiej należy zauważyć, że wybór rodzaju napędu uzależniony jest od licznych uwarunkowań techniczno-finansowych. Każdy rodzaj napędu posiada określone zalety i wady. Wybór najlepszej opcji jest wyborem wielokryterialnym, pozwalającym dostosować flotę do lokalnych uwarunkowań i potrzeb.

Podjęcie ostatecznej, najkorzystniejszej decyzji w zakresie struktury systemu zasilania stosowanego w docelowej flocie pojazdów wymaga przeprowadzenia kompleksowej analizy kosztów i korzyści. Spełnienie wymogów ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2023 r., poz. 875) i celów strategicznych przez komunikację miejską może być zrealizowane na kilka alternatywnych sposobów. Kluczowym aspektem jest wybór rozwiązania zapewniającego najmniejsze całkowite koszty eksploatacji parku autobusów użytkowanych przez Operatora. Autobusy o poszczególnych rodzajach napędu i zasilania cechują różne ceny zakupu taboru i stacji zasilania, ceny energii oraz koszty eksploatacji. Ceny energii elektrycznej oraz sprawność silników elektrycznych są korzystniejsze od paliw kopalnych i silników spalinowych. Pozwala to odnieść zysk finansowy w czasie świadczenia usług przewozowych. Jednak koszt zakupu autobusu elektrycznego jest wyższy od ceny autobusu z napędem konwencjonalnym o zbliżonych parametrach techniczno-eksploatacyjnych. Podobne cechy charakteryzują napęd wodorowy. Wysokie koszty wodoru jako nośnika energii i zakupu pojazdów muszą być zrównoważone korzyściami społecznymi z wdrożenia do obsługi zadań przewozowych przez pojazdy zasilane wodorem.

Jednocześnie osiągnięcie celów środowiskowych poprzez zwiększenie udziału nowego taboru we flocie pojazdów możliwe jest do zrealizowania szybciej

i w większym zakresie dzięki dostępności dofinansowania do zakupu autobusów zeroemisyjnych. Dotacje zwiększają możliwości finansowe nabycia nowych pojazdów wraz z niezbędnym wyposażeniem obsługowym i eksploatowanych przez Operatora. Dostępność dofinansowania zakupu ze środków zewnętrznych sprawia, że istotnie zmieniają się proporcje kosztów i korzyści pomiędzy rozważanymi, alternatywnymi wariantami zakupu autobusów zeroemisyjnych i konwencjonalnych.

Autobusy z napędem wodorowym bądź elektrycznym wymagają budowy dodatkowej kosztownej infrastruktury ładowania bądź tankowania. Praktyczny brak infrastruktury towarzyszącej dla autobusów zeroemisyjnych, zwłaszcza stacji zasilania powoduje znaczne ograniczenie możliwości eksploatacji pojazdów z danym typem napędu i uzależnia wdrożenie danego napędu od budowy dedykowanej infrastruktury w zajezdni. Jednocześnie możliwość ładowania bądź tankowania wyłącznie w zajezdni również ogranicza swobodę przydziału pojazdów do obsługi linii, choć w znacznie mniejszym stopniu niż w przypadku taboru elektrycznego.

Wśród autobusów posiadających elektryczny silnik trakcyjny ze względu na sposób dostarczania energii elektrycznej kluczowe są autobusy zasilane:

- bateryjnie;
- w systemie mieszanym elektryczno-wodorowym;
- ogniwami paliwowymi.

Zastosowanie ogniw paliwowych wytwarzających energię elektryczną z wodoru i stosowaną do zasilania silników elektrycznych jest podstawą funkcjonowania autobusów wodorowych. Produktem ubocznym procesu produkcji energii jest para wodna powstająca w rezultacie fuzji wodoru z tlenem pobieranym z powietrza. Jednak aby proces chemiczny przebiegał według opisanego schematu paliwo te musi być uzyskane w procesie elektrolizy wody z użyciem prądu z OZE, a nie reformingu parowego gazu ziemnego, podczas którego wydziela się tlenek węgla (CO).

Istotną wadą tego rozwiązania jest natomiast znaczny koszt zakupu autobusu z ogniwami wodorowymi, znacznie przewyższający koszt zakupu autobusów z innymi systemami zasilania oraz wysokie koszty zasilania.

W wyniku rozpoznania rynku przeprowadzonego przez MZK Konin określono cenę zakupu jednego autobusu wodorowego klasy MAXI na poziomie 3 000 000 zł netto, natomiast autobusu klasy MEGA na poziomie 4 200 000 zł netto za sztukę.

Autobusy elektryczne to pojazdy, które do pracy silników wykorzystują energię elektryczną zgromadzoną w bateriach. W zależności od przyjętej technologii baterii i sposobu ładowania mogą one przekładać się na zasięg wynoszący od kilkudziesięciu do nawet kilkuset kilometrów. Pojazdy te cechują się wieloma zaletami w porównaniu z konwencjonalnym taborem spalinowym, w tym m.in. brakiem emisji szkodliwych substancji do atmosfery, niską (lub wręcz zerową) emisją hałasu, a zwłaszcza możliwością odzysku energii z hamowania pojazdu. Istotną wadą danego rozwiązania jest jednak bardzo ograniczony zasięg, możliwy do pokonania, na jednym ładowaniu, zwłaszcza w niekorzystnych warunkach otoczenia. W procesie konwersji floty autobusów spalinowych na elektryczne zwłaszcza w przypadku stosowania jedynie ładowania w zajezdni należy zakładać, że wycofanie z eksploatacji jednego autobusu spalinowego będzie wymagało zakupu więcej niż jednego autobusu elektrycznego. Dokładne proporcje między taborem wycofywanym a pozyskiwanym zależy od uwarunkowań lokalnych, m.in. od wielkości floty, liczby linii, układu tras, rozkładu jazdy, typu i parametrów technicznych taboru i baterii.

Wyniki kwerendy przeprowadzonej przez MZK Konin wykazały, że ceny zakupu autobusu elektrycznego klasy MAXI zawierają się mniej więcej w przedziale między 2 400 000 a 2 500 000 zł netto za sztukę, zaś klasy MEGA wynosi około 3 165 800 zł netto za sztukę.

Dosyć innowacyjnym rozwiązaniem, współcześnie nadal niszowym choć już dostępnym w formie oferty handlowej jest elektryczny autobus komunikacji miejskiej wyposażony w pokładowy generator prądu zasilany wodorem. Dany hybrydowy elektryczno-wodorowy system zasilania autobusów komunikacji miejskiej jest rozwiązaniem, które skutecznie rozwiązuje problem ograniczonego współcześnie zasięgu bateryjnych autobusów elektrycznych. Autobusy wyposażone w rozważany napęd posiadają baterię ładowaną w nocy w zajezdni ze złącza plug-in oraz zbiorniki na wodór i ogniwo wodorowe pozwalające na uzupełnianie podczas jazdy energii w baterii zużytej wcześniej na cele trakcyjne. Dodatkową zaletą danego hybrydowego systemu zasilania jest to dodatkowa możliwość rekuperacji energii podczas hamowania, na co nie

pozwała samodzielnie napęd wodorowy. Rozważane rozwiązanie pozwala w porównaniu z zasięgiem autobusu elektrycznego tej samej klasy zwiększyć zasięg autobusu nawet dwukrotnie. Tym samym w realizacji dziennych zadań przewozowych na większości linii obsługiwanych przez Operatorów w Polsce nie ma potrzeby stosowania doładowywania autobusów podczas postoju na pętli z zastosowaniem szybkich ładowarek dużej mocy.

Zaletą autobusów zasilanych olejem napędowym jest ich powszechność w eksploatacji, a także brak konieczności ponoszenia dodatkowych nakładów finansowych na sieć trakcyjną, infrastrukturę ładowania energii elektrycznej czy tankowania wodoru oraz dostosowania zaplecza technicznego. Zakupione pojazdy powinny posiadać najbardziej ekologiczną normę emisji spalin EURO6, a po 2027 r. – EURO7.

W związku z powyższym dla potrzeb analizy w dalszych obliczeniach przyjęto, że koszt zakupu jednego autobusu:

- **wodorowego klasy MAXI wynosi 3 000 000 zł netto;**
- **wodorowego klasy MEGA wynosi 4 200 000 zł netto;**
- **elektrycznego klasy MAXI wynosi 2 500 000 zł netto;**
- **elektrycznego klasy MEGA wynosi 3 170 000 zł netto;**
- **spalinowego o normie EURO6 klasy MAXI wynosi 1 450 000 zł netto;**
- **spalinowego o normie EURO6 klasy MEGA wynosi 1 819 000 zł netto.**

Wprowadzone ustawą o elektromobilności tempo wzrostu udziału autobusów zeroemisyjnych we flocie pojazdów jest wysokie, podczas gdy aktualny udział tego typu pojazdów w parku taborowym MZK Konin nie spełnia jeszcze wymaganego poziomu udziału autobusów zeroemisyjnych, który będzie obowiązywać od przyszłego roku, tj. na poziomie 20%. Wymaga to zintensyfikowania realizacji dotychczasowej strategii nabywania nowych autobusów. MZK Konin dokonuje wyborów na podstawie analizy wielokryterialnej z uwzględnieniem kosztów i korzyści społecznych i środowiskowych wynikających z zakupu autobusów z określonym źródłem zasilania.

Natomiast fakt eksploatacji obecnie jednego autobusu z ogniwami paliwowymi zasilanymi wodorem oraz dostępność stacji tankowania na terenie Miasta Konin stanowi istotny atut i może być realnie podstawą do budowy floty autobusów,

której trzonem w MZK Konin będą pojazdy wodorowe. Natomiast, ze względu na stosowanie ładowania autobusów elektrycznych wyłącznie w zajezdni i przyjęte parametry posiadanego taboru elektrycznego i infrastruktury ładowania wraz z uwarunkowaniami lokalnymi związanymi z ofertą przewozową, w przypadku MZK Konin powoduje, że wycofanie z eksploatacji jednego autobusu spalinowego wymaga zakupu dwóch autobusów elektrycznych. Wynika to z faktu, że jeden autobus elektryczny nie ma wystarczających parametrów, aby zrealizować dzienną pracę przewozową i konieczne są w ciągu dnia zjazdy autobusów elektrycznych na zajezdnię w celu doładowania baterii.

5.4. ROZWIĄZANIA SPOSOBÓW ZASILANIA AUTOBUSÓW ZEROEMISYJNYCH

W rezultacie analizy rodzajów i cech autobusów zeroemisyjnych przeprowadzonej w podrozdziale 5.3. rozważane warianty pozwolą porównywać alternatywne sposoby spełnienia wymagań ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2023 r., poz. 875) z zastosowaniem taboru zeroemisyjnego zgodnie z przyjętą strategią rozwoju komunikacji miejskiej na terenie Miasta Konin. Porównywany będzie zatem tabor wodorowy oraz ładowany wyłącznie w zajezdni tabor elektryczny. W związku z tym w niniejszym podrozdziale przedstawiona w ujęciu ogólnym zostanie problematyka zasilania i zasięgu autobusów zeroemisyjnych wyłącznie w zakresie wynikającym z rozważanych wariantów.

Podstawowymi cechami autobusów zeroemisyjnych jest lokalny brak emisji szkodliwych substancji oraz niższe koszty bieżącego funkcjonowania wykazane na podstawie dotychczasowych doświadczeń. Autobusy zeroemisyjne wymagają jednak dodatkowej infrastruktury, wyposażenia i zarządzania, co pociąga za sobą znaczne koszty.

Napęd elektryczny stosowany jest w pojazdach od samego początku rozwoju motoryzacji. Podstawowym problemem, który spowodował ograniczenie rozwoju tego typu pojazdów na rzecz oparcia systemu transportowego na silniku spalinowym był brak odpowiedniego zasobnika energii. Niewystarczająca pojemność i długi czas ładowania powodowały znaczne ograniczenie zasięgu a przez to użyteczności pojazdów zasilanych energią elektryczną a ten pierwotny problem, w pewnym stopniu nadal pozostaje aktualny i nierozwiązany. Pojazdy z napędem elektrycznym wydają się być najlepszym rozwiązaniem dla średnich i 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. Szczególna analiza musi dotyczyć autobusów elektrycznych o zasilaniu bateryjnym, ponieważ to właśnie baterie determinują w największym stopniu cechy danego rozwiązania. Wszystkie rodzaje baterii charakteryzuje:

- ograniczona pojemność z jednostki ich objętości lub masy (gęstość energii);
- ograniczony prąd rozładowania i ładowania;
- ograniczona liczba cykli;
- brak odporności na całkowite rozładowanie, skutkujące zmniejszeniem pojemności;
- podatność na przeładowanie skutkujące zniszczeniem.

Producenci baterii zalecają, aby nie wyczerpywać baterii poniżej poziomu 20%-30% pojemności. Dzielne użytkowanie powinno charakteryzować zużycie około 50% zmagazynowanej energii. Wraz z czasem eksploatacji, mierzonym liczbą zrealizowanych cykli ładowania, spada rzeczywista pojemność baterii oraz wartość oddawanego prądu.

Eksploatacja baterii według zaleceń producenta pozwala uzyskać żywotność do maksymalnie 10 lat. Dlatego po upływie około 6 lat konieczna jest wymiana baterii w użytkowanych autobusach, co wiąże się ze znacznymi kosztami. W zależności od zastosowanego typu baterii, różne są także dopuszczalne parametry ładowania. Parametry ładowania zależą od stosowanej metody ładowania i typu ładowarki. Im dłuższy jest dopuszczalny czas ładowania, tym mniejsza wartość mocy jest potrzebna.

Dobór pojemności baterii i sposobu ładowania zależy od charakterystyki zadań transportowych, które mają być realizowane autobusami elektrycznymi. Najprostszym rozwiązaniem byłoby zapewnienie odpowiedniej pojemności baterii, które pozwolą na całodniową realizację zadań i ładowanie wyłącznie w zajezdni. Specyfika baterii powoduje jednak, że obecnie nie jest możliwe osiągnięcie potrzebnego dystansu 250-300 km w dowolnych warunkach klimatycznych występujących w Polsce. Pojemność baterii determinuje cenę i masę. Zbyt duża waga ogranicza dopuszczalną ładowność autobusu i przestrzeń dla pasażerów wewnątrz pojazdu.

Drugą ze stosowanych strategii jest zakup baterii o pojemności powyżej 300 kWh, który pozwala na realizację całodniowych zadań transportowych w skali całego dnia kosztem jednak wielu wad wynikających z dużej pojemności baterii.

W najbliższej przyszłości będzie wzrastać liczba dostępnych rozwiązań baterii umożliwiających pokonywanie dobowego dystansu ponad 300 km z baterii o coraz mniejszej pojemności.

Dostępne na rynku ładowarki do codziennego ładowania postojowego (nocnego) cechuje mała moc od 40 kW do 60 kW dla jednego stanowiska w przypadku równoczesnego ładowania dwóch autobusów z zastosowaniem dwustanowiskowej stacji ładowania i są to ładowarki typu plug-in – zapewniające bezpośrednie połączenie autobusu ze źródłem zasilania poprzez wtyczkę. Moc ładowania zwykle jest ograniczana do 120 kW, przy sprawności energetycznej na poziomie 90%. Długi czas ładowania skutkuje tym, że każdy autobus powinien posiadać własną stację ładowania.

Współcześnie jednym z rozwiązań najczęściej stosowanych w warunkach polskich jest ładowanie taboru wyłącznie w zajezdni. Wskazuje się wtedy na potrzebną pojemność nominalną baterii na poziomie około 150 kWh przy użytecznej wartości 120 kWh. Zapewnienie niezawodności w warunkach ekstremalnych może wymagać pojemności 240 kWh. Wartość 240 kWh pozwala obecnie na pokonanie dystansu 200 km przy ogrzewaniu nieelektrycznym a przy ogrzewaniu elektrycznym 150 km. Zadanie przewozowe realizowane dotychczas przez jeden autobus spalinowy jest w przypadku elektryfikacji linii i obsługi autobusami elektrycznymi o zasilaniu z baterii w ujęciu ogólnym dzielone do realizacji w różnym udziale na kilka pojazdów elektrycznych. Dokładne proporcje pomiędzy liczbą wycofywanych autobusów spalinowych a liczbą wdrażanych autobusów elektrycznych zależy od uwarunkowań lokalnych obszaru analizy, zwłaszcza charakterystyki poszczególnych linii komunikacyjnych, których dotyczy analiza. Zapewnia to czas w ciągu dnia na zjazd autobusów do zajezdni i ponowne naładowanie baterii ze złącza plug-in pozwalając na kontynuowanie realizacji zadań przewozowych.

Realizacja przedstawionej strategii zjazdów autobusów elektrycznych w ciągu dnia do zajezdni w celu ładowania baterii wymaga stosowania techniki harmonogramowania. Zapewnia ona maksymalizację wykorzystania infrastruktury ładowania, tak aby jak najwięcej pojazdów mogło kolejno ładować

baterie korzystając z jednej stacji ładowania a jednocześnie zagwarantować, aby liczba stacji była wystarczająca do zapewnienia ciągłości realizacji zadań transportowych i nie wystąpił nieplanowany brak naładowania akumulatorów uniemożliwiający obsługę kursu, przy minimalizacji kosztów funkcjonowania przyjętego rozwiązania/modelu ładowania.

W ramach podsumowania charakterystyki i problematyki doboru systemu zasilania warto wskazać na koszty realizacji poszczególnych inwestycji.

Wyniki kwerendy przeprowadzonej przez MZK Konin wykazały, że cena zakupu dwustanowiskowej ładowarki plug-in wynosi 230 000 zł netto za sztukę, dodatkowo potrzebne jest odpowiednie przystosowanie terenu pod ładowarkę. Wykonanie niezbędnych prac wyceniono na 350 000 zł netto przy instalacji każdej stacji ładowania. Wdrożenie autobusów elektrycznych na większą skalę będzie poza wyposażeniem zajezdni w odpowiednią liczbę stacji ładowania wymagało dostosowania systemu zasilania. Niezbędny będzie zakup transformatora, którego koszt zakupu wraz z montażem wynosi około 500 000 zł netto.

Koszty zakupu i instalacji pojedynczej stacji ładowania dla różnych rozwiązań technicznych przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 5.2. Zestawienie wybranych kosztów związanych z instalacją stacji ładowania

Wyszczególnienie	Cena jednostkowa brutto [zł]
Dostawa, montaż oraz roboty budowlane w formule „Zaprojektuj i wybuduj” dotyczące dwustanowiskowej stacji ładowania pojazdów o mocy w przedziale 2x70/150 kW z uwzgl. instalacji OZE	2 460 000
Dostawa oraz roboty projektowo-budowlano-montażowe infrastruktury ładowania autobusów elektrycznych	1 230 000
Cztery pojedyncze ładowarki DC o mocy nie mniejszej niż 4x50 kW, z czego przynajmniej jedna powinna umożliwiać ładowanie zwiększoną mocą na poziomie co najmniej 120 kW (komplet)	1 722 000
Roboty budowlane niezbędne do montażu stacji	738 000

Źródło: Opracowanie własne

Rzeczywisty, całkowity koszt wdrożenia jak i późniejszego rozszerzenia systemu autobusów elektrycznych we flocie autobusów komunikacji miejskiej wraz z niezbędną infrastrukturą towarzyszącą istotnie zależy od wybranych, zastosowanych rozwiązań technicznych i uwarunkowań lokalnych, tj. specyfiki, organizacji i funkcjonowania systemu komunikacji miejskiej w obszarze funkcjonalnym.

W opozycji do przedstawionej powyżej problematyki kształtowania zasięgu bateryjnych autobusów elektrycznych w celu zapewnienia niezawodności, wykonalności obsługi zadań przewozowych kształtuje się kwestia zasięgu i tankowania autobusów wodorowych. Średni czas tankowania zbiorników umieszczonych na dachu pojazdu wynosi od 10 do 15 min. Pozwala to na pokonanie dystansu nawet do 400 km, przy czym dokładne wartości zasięgu zależą od parametrów autobusu i wielkości zastosowanego ogniwa wodorowego. Dokładniejszą charakterystykę w podziale na producentów taboru przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 5.3. Zestawienie wybranych charakterystyk przykładowego zestawienia oferowanych obecnie modeli autobusów wodorowych

Producent i model	Klasa	Deklarowany zasięg [km]	Ogniwo wodorowe [kW]
Pilea 10 H2	MIDI	300	30
Arthur H2 Zero 12	MAXI	do 500	60-125
NesoBus 12	MAXI	ok. 450	70
Mercedes-Benz eCitaro fuel cell	MAXI	do 400	60
Solaris Urbino 12 hydrogen	MAXI	do 350	70
Mercedes-Benz eCitaro G fuel cell	MEGA18	ok. 350	60
Solaris Urbino 18 hydrogen	MEGA18	ok. 350	100

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych producentów

W związku z powyższym dla potrzeb analizy w dalszych obliczeniach przyjęto, że:

- koszt zakupu jednej dwustanowiskowej ładowarki o mocy 120 kW typu plug in wynosi 230 000 zł netto;
- koszt przygotowania terenu pod stację ładowania 350 000 zł netto;
- koszt transformatora 500 000 zł netto;

Na podstawie zdobytego w praktyce, dotychczasowego doświadczenia MZK Konin w zakresie eksploatacji autobusów elektrycznych należy stwierdzić, że rzeczywisty, efektywny zasięg jaki autobus elektryczny klasy MAXI jest w stanie przebyć na pełnej baterii w niekorzystnych warunkach otoczenia wynosi około 80 – 150 km. Jest to zasięg niewystarczający do realizacji dziennych zadań przewozowych wykonywanych przez MZK Konin. Aby zaspokoić potrzeby Operatora autobusy elektryczne muszą doładowywać się w zajezdni kilka razy na dobę. Warto wskazać, że średnie zużycie energii na cele trakcyjne dla pojazdów klasy MAXI wynosi 1,1 kWh/km.

5.5. WARIANTY WYMIANY I ROZWOJU TABORU

W wyniku diagnozy aktualnego stanu rozwoju komunikacji miejskiej w Mieście Konin, uwarunkowań prawnych funkcjonowania systemu PTZ i wymagań formułowanych wobec analizy AKK do dalszej analizy wyznaczono 3 alternatywne warianty wymiany najbardziej wyeksploatowanych autobusów MZK Konin: jeden zakładający brak spełnienia wymagań opisanych w art. 36 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych oraz dwa warianty zakładające spełnienie wymogów ustawowych. W wariantcie bezinwestycyjnym W0 przyjęto, że w rozważanym horyzoncie czasowym najbardziej wyeksploatowane pojazdy, będą wymieniane sukcesywnie, zgodnie z harmonogramem przyjętym dla wszystkich porównywalnych wariantów, jednak nabywany będzie tabor spalinowy posiadający normę emisji spalin EURO6. Jest to wariant, który nie spełnia wymagań ustawy o elektromobilności. Natomiast dwa alternatywne warianty inwestycyjne obejmują sukcesywną wymianę taboru na pojazdy o zróżnicowanym napędzie alternatywnym spełniające wymagania ustawy. Przyjęto, że za nabywanie pojazdów będzie odpowiedzialny MZK Konin, jako spółka, której jedynym udziałowcem jest Miasto Konin.

Ze względu na ograniczone możliwości finansowe MZK Konin wdrożenie harmonogramu wymiany taboru rozważanego w wariantach inwestycyjnych będzie wymagało pozyskania zewnętrznego dofinansowania. Operator wziął udział w konkursie organizowanym przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej na dofinansowanie zakupu 10 autobusów zeroemisyjnych i aktualnie oczekuje na rozstrzygnięcie wskazanego konkursu i potwierdzenie uzyskania dofinansowania. Ponadto MZK Konin będzie uczestniczył w projekcie, obejmującym m.in. zakup 10 autobusów wodorowych,

w przypadku zakwalifikowania projektu do realizacji i dofinansowania. Założono przy tym, że pozyskanie środków zewnętrznych pozwoli na rozpoczęcie inwestycji jeszcze w roku 2024 a całość projektów zakończą zakupy zrealizowane w całości do roku 2027, w którym to roku zostaną spełnione ustawowe wymagania w zakresie udziałów poszczególnych typów pojazdów w eksploatowanej flocie pojazdów posiadanych przez Operatorów.

Są to działania planowane do realizacji w ramach naboru w programie priorytetowym nr 6.2 „Zeroemisyjny transport Zielony transport publiczny” z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej opisanych szerzej w punkcie 2.4. oraz w ramach projektu pn. Niskoemisyjny transport publiczny w subregionie konińskim, wartego ponad 226 mln złotych. Realizacja projektu nastąpi w ramach działania FEWP.10.05 Sprawnie funkcjonujący i zdekarbonizowany transport publiczny z Funduszy Europejskich dla Wielkopolski 2021-2027.

W poniższej tabeli przedstawiono wybrane charakterystyki najbardziej wyeksploatowanego we flocie MZK Konin spalinowego taboru autobusowego wycofywanego z eksploatacji w kolejnych latach.

Tabela 5.4 Zestawienie wycofywanego taboru autobusowego w podziale na lata analizy i charakterystykę pojazdów

Rok wycofania	Klasa	Producent	Norma	Rocznik	Liczba [szt.]
2024	MEGA	Solaris Urbino 18	EURO 3	2005	1
	MAXI	MAN Lion's City	EURO 3	2005	2
2026	MAXI	MAN Lion's City	EURO 3	2006	2
2027	MAXI	Scania OMNACITY	EURO 4	2007	3
			EURO 5	2009	1

Źródło: opracowanie własne

Wycofywany będzie najbardziej wyeksploatowany tabor. Wymieniane będą kolejne roczniki pojazdów, tak aby w jednej zakupowej partii w możliwie największym stopniu zmniejszać różnorodność pojazdów w parku taborowym MZK Konin, w celu uproszczenia procesu utrzymania pojazdów. Wymiana będzie realizowana w taki sposób i w takim zakresie, aby zapewnić jak najszybciej zgodność struktury taboru z wymaganiami ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2023 r., poz. 875). W obu wariantach inwestycyjnych przyjęto, że docelowa struktura floty autobusów

osiągnięta zostanie na koniec roku 2027, czyli w momencie zakończenia obowiązywania bieżącej umowy przewozowej.

Wariant „0”

W wariantcie „0” założono sukcesywną wymianę najbardziej wyeksploatowanych pojazdów na spalinowe autobusy o normie emisji EURO6. Wariant ten jest wariantem wyjściowym, tzn. do niego będą porównywane dwa warianty inwestycyjne. W poniższej tabeli przedstawiono strukturę taboru w kolejnych latach analizy.

Tabela 5.5 Tabor autobusowy - wariant wyjściowy

Rodzaj napędu	Klasa pojazdu	Rok analizy						
		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
ON	MEGA	8	7	7	7	7	7	7
	MAXI	37	35	35	33	29	29	29
	MIDI	4	4	4	4	4	4	4
EURO6 ⁴²	MEGA	0	1	1	1	1	1	1
	MAXI	0	2	2	4	8	8	8
	MIDI	0	0	0	0	0	0	0
EE	MEGA	0	0	0	0	7	0	0
	MAXI	7	7	7	7	7	7	7
	MIDI	1	1	1	1	1	1	1
Wodór	MEGA	0	0	0	0	0	0	0
	MAXI	1	1	1	1	1	1	1
	MIDI	0	0	0	0	0	0	0

Źródło: opracowanie własne

Wariant „1”

W wariantcie 1 założono, że spełnienie wymogów ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2023 r., poz. 875) w zakresie sukcesywnego zwiększania udziału pojazdów z napędem zeroemisyjnym we flocie MZK Konin zostanie osiągnięte wyłącznie poprzez zakup autobusów wodorowych. Zakupionych zostanie łącznie 8 pojazdów klasy MAXI i 1 pojazd klasy MEGA. Strukturę taboru w kolejnych latach analizy w rezultacie realizacji wariantu nr 1 przedstawiono w poniższej tabeli.

⁴² Wyróżniono tylko nowo kupowane pojazdy, dotychczasowe pojazdy wliczono do napędu ON

Tabela 5.6 Tabor autobusowy - wariant inwestycyjny 1

Rodzaj napędu	Klasa pojazdu	Rok analizy						
		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
ON	MEGA	8	7	7	7	7	7	7
	MAXI	37	35	35	33	29	29	29
	MIDI	4	4	4	4	4	4	4
EURO 6 ⁴³	MEGA	0	0	0	0	0	0	0
	MAXI	0	0	0	0	0	0	0
	MIDI	0	0	0	0	0	0	0
EE	MEGA	0	0	0	0	0	0	0
	MAXI	7	7	7	7	7	7	7
	MIDI	1	1	1	1	1	1	1
Wodór	MEGA	0	1	1	1	1	1	1
	MAXI	1	3	3	5	9	9	9
	MIDI	0	0	0	0	0	0	0

Źródło: opracowanie własne

Wariant „2”

W wariantcie 2 założono, że spełnienie wymogów ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2023 r., poz. 875) w zakresie sukcesywnego zwiększania udziału pojazdów z napędem zeroemisyjnym we flocie MZK Konin zostanie osiągnięte wyłącznie poprzez zakup autobusów elektrycznych. Na bazie dotychczasowych doświadczeń MZK Konin i lokalnych uwarunkowań na analizowanym obszarze przyjęto, że zastępowanie wyeksploatowanego taboru będzie realizowane według zasady 2 za 1 tzn. za jeden autobus spalinowy określonej klasy będą kupowane dwa autobusy elektryczne tej samej klasy. Zakupionych zostanie łącznie 16 pojazdów klasy MAXI i 2 pojazdy klasy MEGA. Strukturę taboru w kolejnych latach analizy w rezultacie realizacji wariantu nr 2 przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 5.7 Tabor autobusowy - wariant inwestycyjny 2

Rodzaj napędu	Klasa pojazdu	Rok analizy						
		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
ON	MEGA	8	7	7	7	7	7	7
	MAXI	37	35	35	33	29	29	29
	MIDI	4	4	4	4	4	4	4
EURO 6 ⁴⁴	MEGA	0	0	0	0	0	0	0

⁴³ Wyróżniono tylko nowo kupowane pojazdy, dotychczasowe pojazdy wliczono do napędu ON

⁴⁴ Wyróżniono tylko nowo kupowane pojazdy, dotychczasowe pojazdy wliczono do napędu ON

Analiza kosztów i korzyści
związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

	MAXI	0	0	0	0	0	0	0
	MIDI	0	0	0	0	0	0	0
EE	MEGA	0	2	2	2	2	2	2
	MAXI	7	11	11	15	23	23	23
	MIDI	1	1	1	1	1	1	1
Wodór	MEGA	0	0	0	0	0	0	0
	MAXI	1	1	1	1	1	1	1
	MIDI	0	0	0	0	0	0	0

Źródło: opracowanie własne

Zwiększenie udziału autobusów elektrycznych we flocie MZK Konin wymaga równoczesnego rozszerzenia posiadanej infrastruktury ładowania w zajezdni. Zakupionych zostanie dodatkowych 9 dwustanowiskowych stacji ładowania o tych samych parametrach jak zainstalowane już stacje ładowania w zajezdni. Harmonogram zakupu i instalacji stacji ładowania wraz z oszacowanym kosztem przygotowania terenu w zajezdni został przedstawiony w poniższej tabeli.

Tabela 5.8 Harmonogram inwestycji w infrastrukturę ładowania - wariant inwestycyjny 2

Rok	Liczba zakupionych stacji ładowania	Koszt przygotowania terenu zajezdni tys. zł netto	Całkowity koszt inwestycji w infrastrukturę tys. zł netto
2024	3	350	1 040
2026	2	250	710
2027	4	800 ⁴⁵	1 720

Źródło: opracowanie własne

Ze względu na zwiększanie liczby stacji ładowania w zajezdni w roku 2027 równocześnie z zakupem 4 stacji ładowania na terenie zajezdni zakupiony zostanie dodatkowo transformator.

5.6. WYBÓR LINII DO OBSŁUGI TABOREM ZEROEMISYJNYM

Charakterystyka linii komunikacyjnych

Wyboru linii zalecanych do obsługi autobusami zeroemisyjnymi dokonano zgodnie z procedurą opisaną w punkcie 3.3. Rozpoczęto od wyznaczenia dla poszczególnych linii komunikacyjnych wybranych wartości charakterystyk pozwalających zidentyfikować linie komunikacyjne preferowane, zalecane

⁴⁵ wraz z transformatorem

Analiza kosztów i korzyści

związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

do obsługi transportem zeroemisyjnym w pierwszej kolejności. Zgodnie z wytycznymi przedmiotowymi istotne kryteria stanowią obsługa komunikacyjna obszaru, dostępność związana z trasą linii komunikacyjnej, liczba obsługiwanych i potencjał, zdolność do obsługi znacznych potoków pasażerów wynikająca z krótkich dróg dojścia do przystanków komunikacji miejskiej z generatorów ruchu, punktów w sieci osadniczej atrakcyjnych dla mieszkańców. Wyniki przeprowadzonej charakterystyki zestawiono w poniższych tabelach.

W niniejszym opracowaniu obszar obsługiwany przez linię komunikacyjną rozumiany jest jako łączny obszar, powierzchnia w promieniu 250 m od wszystkich przystanków obsługiwanych przez tę linię komunikacyjną.

Tabela 5.9 Zestawienie wybranych charakterystyk eksploatacyjnych linii komunikacyjnych MZK Konin

Nr linii	Udział długości trasy na obszarze Konina w całkowitej długości trasy [%]	Długość trasy [km]	Czas realizacji kursu [min]	Prędkość eksploatacyjna [km/h]	Liczba brygad [szt.]	Średni odstęp czasu między realizacją kolejnych kursów [min]	Średnia liczba kursów linii komunikacyjnej w godzinie	Liczba kursów w dobie	Praca przewozowa [wkmdoba]
50	100%	23	62	22,5	5	25	2,40	45	1044
51	66%	25	56	26,4	9	309	0,19	60	1104
52	100%	16	48	20,3	7	29	2,02	34	534
53	46%	41	86	26,2	6	-	-	46	978
54	91%	18	43	23,9	6	42	1,42	56	900
55	86%	29	58	28,9	5	-	-	25	674
56	98%	24	55	26,5	7	127	0,46	59	1341
57	85%	19	42	28,3	5	125	0,48	18	284
58	88%	21	53	24,7	5	73	0,81	35	647
59	100%	11	32	20,9	5	64	0,93	30	338
60	57%	19	44	24,5	6	226	0,26	38	510
61	76%	18	46	25,0	10	119	0,50	48	641
62	76%	34	84	23,7	7	100	0,60	32	731
64	98%	17	42	24,0	9	131	0,45	29	421
65	89%	26	57	27,6	6	69	0,86	11	260
68	93%	16	38	25,5	4	122	0,48	14	219
69	11%	14	25	32,0	3	197	0,30	10	135
71	31%	38	79	29,8	3	600	0,10	8	269
73	33%	19	33	34,1	2	243	0,24	10	186
100	100%	33	61	32,1	1	73	0,81	5	163

Źródło: opracowanie własne na podstawie MZK Konin

Tabela 5.10 Zestawienie liczby generatorów ruchu w obszarach obsługiwanych przez linie komunikacyjne MZK Konin w podziale na typy

Nr linii	Typ generatorów ruchu								Łączna liczba generatorów ruchu
	Obiekty kultury	Obiekty bazy noclegowej	Firmy	Obiekty handlowo usługowe	Obiekty sportowe	Obiekty edukacyjne	Urzędy	Ośrodki opieki medycznej	
50	13	1	67	40	33	76	35	51	316
51	10	1	75	30	22	68	33	45	284
52	10	3	43	37	23	69	27	27	239
53	16	1	49	54	34	59	24	33	270
54	9	2	109	30	23	54	36	56	319
55	3	0	70	33	14	45	19	43	227
56	13	3	57	26	18	38	20	30	205
57	4	2	52	30	12	33	21	26	180
58	9	3	112	41	31	80	37	53	366
59	11	3	73	44	27	65	34	37	294
60	11	1	55	37	31	59	28	31	253
61	14	2	62	43	27	39	22	34	243
62	17	1	48	47	28	70	35	43	289
64	3	0	52	45	18	44	11	28	201
65	11	1	52	39	20	64	24	26	237
68	2	2	47	34	16	35	14	18	168
69	3	2	9	16	8	9	4	10	61
71	9	2	34	19	23	18	14	18	137
73	6	2	33	17	14	14	10	15	111
100	12	1	101	58	26	92	42	55	387

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MZK Konin

Tabela 5.11 Zestawienie udziałów typów zagospodarowania przestrzennego w obszarze obsługiwanym przez linie komunikacyjne MZK Konin

Nr linii	zabudowa wielorodzinna	zabudowa jednorodzinna	tereny przemysłowe	Obszary leśne	Tereny zielone	Obszary rolnicze	Obszary wodne
50	43%	27%	9%	7%	14%	0%	0%
51	18%	44%	7%	2%	17%	13%	0%
52	54%	26%	15%	0%	5%	0%	0%
53	18%	32%	8%	5%	22%	14%	0%
54	24%	34%	11%	2%	26%	3%	0%
55	9%	28%	7%	9%	35%	10%	1%

Analiza kosztów i korzyści
związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

Nr linii	zabudowa wielorodzinna	zabudowa jednorodzinna	tereny przemysłowe	Obszary leśne	Tereny zielone	Obszary rolnicze	Obszary wodne
56	17%	27%	10%	2%	34%	7%	2%
57	15%	19%	21%	1%	42%	2%	0%
58	17%	43%	14%	4%	20%	3%	0%
59	50%	8%	18%	0%	22%	2%	0%
60	33%	24%	8%	0%	28%	8%	0%
61	15%	48%	14%	2%	18%	3%	0%
62	38%	31%	12%	0%	15%	4%	0%
64	24%	39%	16%	0%	19%	2%	0%
65	23%	23%	11%	3%	28%	10%	1%
68	22%	38%	9%	1%	23%	7%	0%
69	4%	33%	14%	0%	30%	19%	1%
71	8%	19%	3%	16%	39%	16%	0%
73	16%	22%	8%	8%	38%	8%	0%
100	32%	36%	17%	2%	13%	0%	0%

Źródło: opracowanie własne na podstawie MZK Konin

Podstawą analizy był zbiór przystanków komunikacyjnych obsługiwanych przez poszczególne linie komunikacyjne. Dla każdego przystanku wyznaczona została w promieniu 250 m od przystanku:

- liczba generatorów ruchu poszczególnych typów
- powierzchnia zagospodarowana przez tereny o zróżnicowanym przeznaczeniu, tereny różnych rodzajów (w analizie dokonano agregacji do 7 głównych typów terenu, rodzajów zagospodarowania przestrzennego)

Następnie na podstawie obsługi zbiorów przystanków przez linie komunikacyjne zsumowano wartości powyższych charakterystyk wyznaczając wynikowe, zagregowane wartości charakterystyk opisujących odrębnie każdą z rozważanych linii komunikacyjnych.

Widoczne jest wyraźne zróżnicowanie wartości charakterystyk opisujących poszczególne linie komunikacyjne. Występują linie komunikacyjne zarówno o charakterystykach bardzo korzystnych dla obsługi przez tabor zeroemisyjny jak i linie niezalecane do obsługi taborem zeroemisyjnym. Kryterium klasyfikacji zrealizowanej według metody eksperckiej stanowiły warunki, cechy linii komunikacyjnych przytoczone w punkcie 3.3.

W analizie założono, że pojazdy obsługiwać będą już istniejącą sieć linii. Wskazano jest jednak aby kształt tej sieci może, a nawet i powinien ewoluować,

np. pod wpływem wyników badań marketingowych, które powinny stanowić jedną z determinant podejmowania decyzji o przydziale pojazdów zeroemisyjnych do realizacji poszczególnych zadaniach przewozowych.

Podstawową cechą konińskiej komunikacji miejskiej jest występowanie długich tras i dużej dobowej pracy przewozowej w związku z koniecznością zapewnienia dostępności i kształtowania spójności obszarów zabudowanych rozproszonych na dużym obszarze. Wynika to z lokalnych uwarunkowań struktury przestrzennej Miasta Konin oraz obsługi pięciu gmin ościennych przez MZK Konin. Operator posiada doświadczenie, ma wypracowane procedury i dobre praktyki w zakresie zaawansowanego planowania harmonogramu ładowania, które zapewniają wykonalność, niezawodność realizacji kursów i optymalizują koszty organizacji i funkcjonowania systemu. Obejmuje to zatem zapewnienie właściwego doboru łańcucha kolejnych kursów w skali doby wraz z identyfikacją konkretnych przerw pomiędzy kursami handlowymi przeznaczonymi na doładowanie akumulatorów.

Efektywność wdrożenia autobusów elektrycznych ograniczona jest również dotychczasowymi trasami linii komunikacyjnych. Zdecydowana większość linii charakteryzuje się długimi trasami i dużą dobową pracą przewozową co skutkuje wyraźną przewagą eksploatacyjną zastosowania taboru wodorowego nad pojazdami elektrycznymi.

PODSUMOWANIE ANALIZY

Na podstawie analizy danych charakteryzujących obszar obsługiwany przez poszczególne linie komunikacyjne należy wyróżnić dwie grupy linii komunikacyjnych, które powinny zostać w najbliższej przyszłości obsługiwane przez tabor zeroemisyjny, ponieważ będzie to wiązało się z uzyskaniem największych korzyści społecznych i znajduje istotne uzasadnienie. Linie komunikacyjne nr:

- **50, 52 oraz 56 – powinny zostać w pierwszej kolejności obsługiwane przez tabor zeroemisyjny**
- **51, 58, 61 i 64 – stanowią drugą grupę linii komunikacyjnych, zalecanych do obsługi taborem zeroemisyjnym w drugim etapie, po zapewnieniu wystarczającej liczby autobusów zeroemisyjnych.**

Wskazane linie w największym stopniu spełniają kryteria eksperckie przedstawione w punkcie 3.3, tym samym zapewniają obsługę śródmieścia Miasta Konin, jak i połączenie osiedli obejmujących zabudowę wielorodzinną.

Analiza kosztów i korzyści

związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

Wskazane linie cieszą się obecnie dużą atrakcyjnością, obsługują znaczne potoki pasażerskie, a w otoczeniu danych linii zlokalizowanych jest wiele zróżnicowanych generatorów ruchu. Wskazane linie cechują się również wartościami charakterystyk technicznych, eksploatacyjnych, które powodują, że również z perspektywy Operatora, tj. m.in. według kryterium wykonalności i kosztów realizacji przewozów najlepiej spełniają postulat obsługi przez tabor zeroemisyjny. Powyższe zdecydowało o dokonanym wyborze i przedstawionych rekomendacjach.

6. ANALIZA FINANSOWO-EKONOMICZNA

6.1. ANALIZA SYTUACJI FINANSOWEJ MIASTA I WPŁYWU PROGRAMU WYMIANY POJAZDÓW NA JEJ STABILNOŚĆ

W latach 2021-2023 przychody z podstawowej działalności miasta wzrosły z 642 mln zł do 649 mln zł przy kosztach, które zwiększyły się z 539 mln zł do 607 mln zł. Pozostałe roczne przychody operacyjne kształtują się na poziomie kilkunastu milionów zł i są około dwukrotnie wyższe od pozostałych rocznych kosztów operacyjnych. Przez cały analizowany okres Miasto Konin osiągało corocznie zyski z realizowanej działalności. Natomiast przychody finansowe kształtowały się na poziomie zbliżonym do kosztów finansowych. Dokładną charakterystykę omówionych zagadnień budżetowych przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 6.1 Rachunek zysków i strat dla gminy miasta Konin w latach 2021-2023 [mln. zł]

Pozycja	2021	2022	2023
Przychody z podstawowej działalności operacyjnej	612	649	649
Koszty działalności operacyjnej	539	566	607
Zysk/strata z działalności podstawowej	73	83	41
Pozostałe przychody operacyjne	25	20	13
Pozostałe koszty operacyjne	7	10	14
Zysk/strata na działalności operacyjnej	91	93	40
Przychody finansowe	5	12	16
Koszty finansowe	4	13	19
Podatek dochodowy	0	0	0
Zysk/strata netto	92	92	37

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych UM Konin

Według sprawozdania z wykonania budżetu gminy i powiatu Miasta Konin za 2023 r. dochody budżetowe nie przewyższyły wydatków budżetowych wobec czego odnotowano deficyt na poziomie -19 mln zł. Co więcej według uchwalonej Wieloletniej Prognozy Finansowej na lata 2024-2036 na rok 2024 zaplanowany jest deficyt na poziomie 5,2 mln zł. W kolejnych latach planowane jest już osiągnięcie nadwyżek budżetowych, które będą wykorzystywane na spłatę zobowiązań Miasta Konin. W WPF prognozowane jest zachowanie relacji z art. 243 ust. 1 ustawy o finansach publicznych. W WPF przewidziano wydatki na organizację publicznego transportu zbiorowego na poziomie około 32 mln zł rocznie w latach 2024-2027. Niemniej jednak wykaz przedsięwzięć do WPF

na najbliższe lata 2024-2033 jest bardzo obszerny, co powoduje, że brak jest przestrzeni na poniesienie ogromnych wydatków na zakup autobusów zeroemisyjnych ze środków własnych Miasta Konin. Powyższy stan rzeczy wskazuje na potrzebę dofinansowania przedsięwzięć dot. wymiany floty ze środków unijnych lub krajowych.

6.2. ANALIZA SYTUACJI FINANSOWEJ OPERATORA

Miejski Zakład Komunikacyjny w Koninie Sp. z o.o., świadczy usługi na podstawie umowy nr 43/GK/2018-19388 o świadczenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego. Umowę zawarto w dniu 29 czerwca 2018 r. z uwzględnieniem przepisów Rozporządzenia Nr 1370/2007 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. w sprawie usług publicznych w zakresie kolejowego i drogowego transportu pasażerskiego. Finansowanie przewozów komunikacji miejskiej w Koninie odbywa się na podstawie rekompensaty. Rekompensata obejmuje środki pieniężne lub inne korzyści majątkowe przyznane Operatorowi przez Organizatora w związku ze świadczeniem usług publicznych w zakresie lokalnego transportu zbiorowego. Wysokość rekompensaty wyliczana jest na zasadach określonych w załączniku do rozporządzenia nr 1370/2007, stanowi pokrycie kosztów realizacji usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego pomniejszonych o dochody wygenerowane w związku z wykonywaniem zadań będących przedmiotem umowy, z uwzględnieniem rozsądnego zysku. Rekompensata stanowi iloczyn stawki za 1 wozokilometr wyliczonej zgodnie z metodologią stanowiącą załącznik do umowy przewozowej na podstawie zasad wynikających z Rozporządzenia 1370/2007 i liczby wozokilometrów wynikających z wykonanej pracy przewozowej. Rekompensata podlega corocznej weryfikacji.

Na podstawie analizy dokumentacji finansowej MZK Konin z ostatnich kilku lat ze szczególnym uwzględnieniem rachunków zysków i strat za okres 2021-2023 należy wskazać, że przychody wzrosły z 28,6 do 38,4 mln zł oraz proporcjonalnie wzrosły koszty działalności operacyjnej. Proporcja pomiędzy wskazanymi przychodami i kosztami utrzymuje się na mniej więcej stałym poziomie około 0,95.

W ogólnym rozrachunku, w rozważanym okresie spółka odnotowywała dodatni wynik finansowy, który wynosił odpowiednio w roku 2021 614 tys. zł, w roku 2022 691 tys. zł a w roku 2023 191 tys. zł. Wypracowany poziom zysku nie pozwala

jednak na prowadzenie samodzielnych inwestycji w odnowę posiadanego taboru, zwłaszcza zakup pojazdów z napędem zeroemisyjnym.

Tabela 6.2 Rachunek zysków i strat dla MZK Konin w latach 2021-2023
[tys. zł]

Pozycja	2021	2022	2023
Przychody ze sprzedaży	31 559	38 026	38 478
Koszty działalności operacyjnej	33 889	39 661	40 149
Zysk/strata ze sprzedaży	-2 330	-1 635	-1 672
Pozostałe przychody operacyjne	3 639	3 548	3 367
Pozostałe koszty operacyjne	464	405	620
Zysk/strata na działalności operacyjnej	845	1 508	1 075
Przychody finansowe	0	33	28
Koszty finansowe	214	627	834
Podatek dochodowy	17	224	78
Zysk/strata netto	614	691	191

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MZK Konin

6.3. MODEL NABYWANIA POJAZDÓW

Współcześnie dostępnych jest wiele sposobów nabywania autobusów komunikacji miejskiej. Wskazać tutaj należy:

- zakup dokonywany przez Operatora lub Organizatora;
- nabywanie pojazdów dokonywane przez Organizatora transportu i przekazanie do eksploatacji Operatorowi w ramach rekompensaty dla potrzeb realizacji zadań o charakterze użyteczności publicznej – w sytuacji, gdy Operator jest spółką komunalną a zakup taboru był współfinansowanego ze środków zewnętrznych tj. unijnych, przekazanie taboru będzie wiązać się dla obu stron z koniecznością doliczenia podatku VAT od aportu;
- współfinansowanie zakupu taboru ze środków zarówno Operatora jak i Organizatora;
- dofinansowanie zakupu taboru ze środków zewnętrznych;
- najem długoterminowy autobusów w drodze umowy z firmą zewnętrzną.

Nie wszystkie z przedstawionych sposobów nabywania autobusów mogą zostać zastosowane w każdym przypadku. Wybór sposobów dostępnych dla poszczególnych podmiotów zależy od wielu czynników, w tym od struktury

właścicielskiej, formy prawnej Operatora, sposobu wyboru Operatora. Rozwiązaniem, dostępnym dla Operatora jest skorzystanie z zewnętrznego finansowania zakupów lub zapewnienie obsługi zadań transportowych przez tabor wynajmowany w drodze leasingu lub dzierżawy w zależności od długości czasu trwania zawieranego kontraktu.

Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2023 r., poz. 875) nakłada obowiązek konwersji części floty na tabor zeroemisyjny na jednostkę samorządu terytorialnego. Operator realizuje zadania własne JST i jest wykonawcą zobowiązań. W związku z tym, w proces zakupu taboru może zaangażować się Organizator. Pojazdy nabyte przez Organizatora transportu mogą przed realizacją procedury związanej z zawarciem nowej umowy przewozowej na świadczenie usług komunikacji miejskiej zostać przewidziane do nieodpłatnego (użyczenie) lub odpłatnego (np. najem lub dzierżawa) przekazania Operatorowi realizującemu przewozy o charakterze użyteczności publicznej na danym obszarze w ramach umowy. Wskazane działanie należy jednak uwzględnić w wysokości rekompensaty wypłacanej Operatorowi z tytułu zlecenia przewozów w ramach komunikacji miejskiej. Niezbędnym bowiem jest, aby nie naruszyć reguł swobodnej konkurencji i poprzez przekazanie nie zaburzyć równowagi na rynku i zapewnić równe szanse wszystkim zainteresowanym podmiotom w działalności na rynku usług przewozowych. W związku z powyższym należy zapewnić, że czas trwania umowy przekazania pojazdów do eksploatacji Operatorowi nie będzie przekraczał czasu trwania umowy o świadczenie usług przewozowych o charakterze użyteczności publicznej. Musi wystąpić wyraźne powiązanie, zgodność zapisów we wskazanym zakresie, obu wymienionych umów. Jednak zastosowanie powyższej formy zapewnienia realizacji części przewozów taborem zeroemisyjnym nie jest możliwe bez spełnienia dodatkowych warunków i wymagań, w przypadku, gdy umowa została już zawarta.

Nabycie pojazdów przez Organizatora lub Operatora transportu może być realizowane w drodze zakupu ze środków własnych lub pozyskania zewnętrznego finansowania. Współcześnie bardzo rzadko samorządy i Operatorzy pozyskują tabor korzystając wyłącznie ze środków własnych. Dotyczy to zarówno zakupu jak i najmu autobusów. Jest to spowodowane ograniczonymi własnymi zasobami finansowymi przy jednoczesnym szerokim zakresie zadań i zobowiązań, w przypadku samorządów także wobec

społeczności lokalnej. Poniesienie wydatków związanych z pozyskaniem taboru wiązało by się z koniecznością ograniczenia nakładów na realizację innych zadań. Ze względu na promowanie koncepcji zrównoważonej, w tym zeroemisyjnej mobilności przez Unię Europejską za wymaganiami prawnymi zapewniane są środki finansowe. W związku z powyższym w warunkach polskich, ze względu na oferowane możliwości, najpopularniejszym dzisiaj rozwiązaniem jest zastosowanie dostępnego współfinansowania ze środków Unii Europejskiej zakupu autobusów z napędem zeroemisyjnym w udziale nawet do 85%-90% kosztów kwalifikowalnych projektów dotyczących konwersji floty (zależnie od konkursu). Pozostałą część kosztów zakupu musi zapewnić Beneficjent. Dla jednostek samorządu terytorialnego jako Organizatorów transportu publicznego dostępnych jest wiele programów wspierających zakup nowego taboru publicznego transportu zbiorowego. Udział Operatora w projekcie w charakterze partnera-realizatora zadań pozwala na przekazanie taboru do dyspozycji Operatora na potrzeby realizacji przewozów wyłącznie w ramach komunikacji miejskiej.

Dotychczas Operator nabywał pojazdy różnych klas tj. MEGA, MAXI i MIDI oraz o różnym typie napędu. Początkowo były to zakupy wyłącznie taboru o napędzie spalinowym (autobusy klas MEGA, MAXI i MIDI), ale wejście w życie ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2023 r., poz. 875), realizującej postulaty europejskich i krajowych dokumentów strategicznych, zobowiązała podmiot do nabywania również pojazdów o napędzie hybrydowym (spalinowo-elektrycznym, autobusy klas MEGA i MAXI), elektrycznym (autobusy klas MAXI i MIDI) i wodorowym (autobus klasy MAXI). Działania podmiotu w tym zakresie pozostawały zgodne również z dokumentami strategicznymi na poziomie lokalnym i regionalnym. Wskazane dokumenty strategiczne również muszą być na bieżąco dostosowywane do wymagań ustawowych i wytycznych wyższego szczebla.

6.4. DZIAŁANIA INWESTYCYJNE ZREALIZOWANE W LATACH 2020-2023

MZK Konin sukcesywnie modernizuje flotę autobusów komunikacji miejskiej. Podejmowane są w tym zakresie cykliczne działania inwestycyjne. W okresie 2020-2023 Operator zrealizował zakupy pojazdów zero- i niskoemisyjnych. W roku 2020 zakupiono 13 autobusów, w tym:

- 11 klasy MAXI:

- 7 autobusów elektrycznych;
- 4 autobusy hybrydowe;
- 2 klasy MEGA:
- 2 autobusy hybrydowe.

W roku 2021 zakupiono jeden autobus klasy MIDI o napędzie elektrycznym. Ostatniego dotychczas zakupu dokonano w roku 2022 nabywając w formie dzierżawy jeden autobus klasy MAXI o napędzie wodorowym. Operator posiada tym samym doświadczenie w eksploatacji autobusów o zróżnicowanym napędzie. Poczynione inwestycje spowodowały, że dzisiaj we flocie Operatora autobusy niskoemisyjne stanowią ponad 10% a autobusy zeroemisyjne powyżej 15%. Oznacza to, że aktualna struktura floty spełnia wymagania Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych, która od dnia 1 stycznia 2025 zwiększa minimalną wartość udziału, który we flocie autobusów komunikacji miejskiej muszą stanowić pojazdy zeroemisyjne do poziomu 20%. Wymaga to pozyskania dla parku taborowego MZK Konin trzech dodatkowych autobusów zeroemisyjnych jeszcze w tym roku. Kolejny wymagany wzrost minimalnego udziału autobusów zeroemisyjnych określony został na dzień 1 stycznia 2030 roku. Po tej dacie MZK Konin będzie musiało posiadać co najmniej 18 autobusów zeroemisyjnych we flocie. Oznacza to konieczność pozyskania kolejnych 7 autobusów w okresie od 1.01.2025 r. do 31.12.2029 r.

6.5. ZAŁOŻENIA ANALIZY FINANSOWEJ

Niniejsza analiza finansowa została przeprowadzona na potrzeby realizacji projektu transportowego polegającego na zakupie autobusów elektrycznych, i wodorowych. Analizę przeprowadzono w oparciu o następujące założenia:

- Analizę przeprowadzono w cenach stałych;
- Okres odniesienia wynosi 15 lat, tj. lata 2024-2038, przy czym etap inwestycyjny trwa w latach 2024-2027;
- Zastosowano stopę dyskontową 4% zalecaną dla analiz przeprowadzanych w cenach stałych.
- Dla potrzeb kalkulacji wskaźników NPV i IRR jako rok bazowy przyjęto rok 2024 (okres poniesienia pierwszych wydatków stricte inwestycyjnych – zakup taboru).

- Założenia dot. kosztów utrzymania i przychodów oszacowano bazując na kosztach historycznych, kosztach rzeczywiście ponoszonych przez Operatora bądź też kosztów ponoszonych w innych przedsiębiorstwach czy też założeń przedstawianych w metodologii Centrum Unijnych Projektów Transportowych.
- Analiza dokonana metodą zdyskontowanych przepływów pieniężnych
- Wymiana taboru nie wpływa na poziom przychodów ze sprzedaży biletów
- Wartość rezydualna uwzględniona w projekcie jako wpływ w ostatnim roku odniesienia.

Analiza finansowo-ekonomiczna, będąca częścią analizy kosztów i korzyści ma na celu porównanie kosztów zakupu i eksploatacji autobusów elektrycznych w stosunku do kosztów zakupu i eksploatacji tradycyjnych autobusów zasilanych olejem napędowym. W tym celu porównywano 3 warianty, dla których zastosowano następujące nazewnictwo:

- Wariant 0 – wariant bezinwestycyjny – tzw. wariant zerowy, brak realizacji nakładów inwestycyjnych, jednakże z uwagi na przestarzały stan taboru wariant przewiduje ponoszenie w ramach tzw. nakładu odtworzeniowego wydatków na zakup nowych autobusów spalinowych spełniających normę EURO 6.
- Wariant 1 – wariant inwestycyjny 1 – wariant przewidujący zakup autobusów wodorowych (nie wymaga infrastruktury towarzyszącej).
- Wariant 2 wariant inwestycyjny 2 – wariant przewidujący zakup autobusów elektrycznych (wraz z infrastrukturą towarzyszącą, tj. dodatkowe stacje ładowania)

W W0 i W1 stan taboru ilościowy będzie niezmiennie wynosił 58 sztuk, tak jak w stanie obecnym, jednakże w ramach działań podmiotu przestarzałe autobusy zostaną zastąpione nowymi autobusami. W W2 nastąpi nieznaczny wzrost taboru poprzez wymianę 2:1 co jest podyktowane wydłużonym czasem postoju autobusu elektrycznego w zajezdni na czas ładowania.

W poniższej tabeli zaprezentowano aktualny na dzień opracowywania analizy stan taboru. W kolejnych wariantach zmniejszana będzie ilość taboru wyeksploatowanego na rzecz zwiększenia ilości nowych autobusów wodorowych, elektrycznych czy też spalinowych (w zależności od wariantu).

Tabela 6.3 Aktualny stan posiadania taboru w Mieście Konin

Rodzaj taboru	Norma EURO	Ilość (szt.) (obecnie)	Średnie zużycie paliwa (l ON/100 km lub kWh/100 km lub kg/100 km)
MAN Lion's City	EURO 5	6	42,68
MAN Lion's City	EURO 3	4	37,38
RAFAKO/PILEA elektryk	Zeroemisyjny	1	61
Scania Citywide	EURO 6	8	36,49
Scania OMNACITY	EURO 4	5	41,08
Scania OMNACITY	EURO 5	2	40,85
Solaris Urbino 10	EURO 5	4	31,1
Solaris Urbino 12	EURO 5	8	36,36
Solaris Urbino 12 electric	Zeroemisyjny	7	118,14
Solaris Urbino 12 hybryda	EURO 6	4	29,08
Solaris Urbino 12 hydrogen	Zeroemisyjny	1	7,96
Solaris Urbino 18	EURO 3	1	60,2
Solaris Urbino 18	EURO 5	5	49,48
Solaris Urbino 18 hybryda	EURO 6	2	39
RAZEM		58	

Źródło: opracowanie własne

Plan taboru w poszczególnych wariantach został zaprezentowany w poniższych tabelach.

Tabela 6.4 Plan taboru w wariantcie bezinwestycyjnym

Rodzaj taboru	jednostka	2024	2025	2026	2027
MAN Lion's City - EURO 5	szt.	6	6	6	6
MAN Lion's City - EURO 3	szt.	2	2	0	0
RAFAKO/PILEA elektryk - Zeroemisyjny	szt.	1	1	1	1
Scania Citywide - EURO 6	szt.	8	8	8	8
Scania OMNACITY - EURO 4	szt.	5	5	5	2
Scania OMNACITY - EURO 5	szt.	2	2	2	1
Solaris Urbino 10 - EURO 5	szt.	4	4	4	4
Solaris Urbino 12 - EURO 5	szt.	8	8	8	8
Solaris Urbino 12 electric - Zeroemisyjny	szt.	7	7	7	7
Solaris Urbino 12 hybryda - EURO 6	szt.	4	4	4	4
Solaris Urbino 12 hydrogen - Zeroemisyjny	szt.	1	1	1	1
Solaris Urbino 18 - EURO 3	szt.	0	0	0	0
Solaris Urbino 18 - EURO 5	szt.	5	5	5	5
Solaris Urbino 18 hybryda - EURO 6	szt.	2	2	2	2
Nowy spalinowy EURO 6	szt.	3	3	5	9
Nowy Elektryczny	szt.	0	0	0	0
Nowy Wodorowy	szt.	0	0	0	0

Analiza kosztów i korzyści
związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

Rodzaj taboru	jednostka	2024	2025	2026	2027
RAZEM	szt.	58	58	58	58

Źródło: opracowanie własne

Tabela 6.5 Plan taboru w wariantcie inwestycyjnym 1

Rodzaj taboru	jednostka	2024	2025	2026	2027
MAN Lion's City - EURO 5	szt.	6	6	6	6
MAN Lion's City - EURO 3	szt.	2	2	0	0
RAFAKO/PILEA elektryk - Zeroemisyjny	szt.	1	1	1	1
Scania Citywide - EURO 6	szt.	8	8	8	8
Scania OMNACITY - EURO 4	szt.	5	5	5	2
Scania OMNACITY - EURO 5	szt.	2	2	2	1
Solaris Urbino 10 - EURO 5	szt.	4	4	4	4
Solaris Urbino 12 - EURO 5	szt.	8	8	8	8
Solaris Urbino 12 electric - Zeroemisyjny	szt.	7	7	7	7
Solaris Urbino 12 hybryda - EURO 6	szt.	4	4	4	4
Solaris Urbino 12 hydrogen - Zeroemisyjny	szt.	1	1	1	1
Solaris Urbino 18 - EURO 3	szt.	0	0	0	0
Solaris Urbino 18 - EURO 5	szt.	5	5	5	5
Solaris Urbino 18 hybryda - EURO 6	szt.	2	2	2	2
Nowy spalinowy EURO 6	szt.	0	0	0	0
Nowy Elektryczny	szt.				0
Nowy Wodorowy	szt.	3	3	5	9
RAZEM	szt.	58	58	58	58

Źródło: opracowanie własne

Tabela 6.6 Plan taboru w wariantcie inwestycyjnym 2

Rodzaj taboru	jednostka	2024	2025	2026	2027
MAN Lion's City - EURO 5	szt.	6	6	6	6
MAN Lion's City - EURO 3	szt.	2	2	0	0
RAFAKO/PILEA elektryk - Zeroemisyjny	szt.	1	1	1	1
Scania Citywide - EURO 6	szt.	8	8	8	8
Scania OMNACITY - EURO 4	szt.	5	5	5	2
Scania OMNACITY - EURO 5	szt.	2	2	2	1
Solaris Urbino 10 - EURO 5	szt.	4	4	4	4
Solaris Urbino 12 - EURO 5	szt.	8	8	8	8
Solaris Urbino 12 electric - Zeroemisyjny	szt.	7	7	7	7
Solaris Urbino 12 hybryda - EURO 6	szt.	4	4	4	4
Solaris Urbino 12 hydrogen - Zeroemisyjny	szt.	1	1	1	1
Solaris Urbino 18 - EURO 3	szt.	0	0	0	0
Solaris Urbino 18 - EURO 5	szt.	5	5	5	5
Solaris Urbino 18 hybryda - EURO 6	szt.	2	2	2	2
Nowy spalinowy EURO 6	szt.	0	0	0	0
Nowy Elektryczny	szt.	6	6	10	18

Analiza kosztów i korzyści
związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

Rodzaj taboru	jednostka	2024	2025	2026	2027
Nowy Wodorowy	szt.				
RAZEM	szt.	61	61	63	67

Źródło: opracowanie własne

Dla tak przygotowanego planu taboru opracowano plan przeciętnej pracy przewozowej dla dotychczas posiadanych i nowonabytych pojazdów bazując na wykonaniu pracy przewozowej w latach poprzednich.

6.6. NAKŁADY INWESTYCYJNE

Szacunków nakładów inwestycyjnych taboru dokonano w oparciu o następujące ceny jednostkowe:

Tabela 6.7 Jednostkowe nakłady inwestycyjne przyjęte do analizy

Koszt zakupu		PLN	
1 autobus wodorowy	MAXI 12m	3 000 000,00 zł	netto
	MEGA 18m	4 200 000,00 zł	netto
1 autobus elektryczny	MAXI 12m	2 500 000,00 zł	netto
	MEGA 18m	3 170 000,00 zł	netto
1 autobus EURO 6	MAXI 12m	1 450 000,00 zł	netto
	MEGA 18m	1 820 000,00 zł	netto

Źródło: opracowanie własne

W poniższych tabelach przedstawiono szacunkowe nakłady inwestycyjne.

Tabela 6.8 Plan ponoszenia nakładów inwestycyjnych w wariantcie 1

Lp.	Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	OGÓŁEM
1a	Zakup taboru elektrycznego (szt.)	0	0	0	0	0
1b	Zakup taboru elektrycznego (PLN)	0,00	0,00	0,00	0,00	0
2a	Zakup taboru CNG (szt.)	0	0	0	0	0
2b	Zakup taboru CNG (PLN)	0,00	0,00	0,00	0,00	0
3a	Zakup taboru wodorowego (szt.)	3	0	2	4	9
3b	Zakup taboru wodorowego (PLN)	9 400 000,00	0,00	6 266 666,67	12 533 333,33	28 200 000
	Razem	9 400 000,00	0,00	6 266 666,67	12 533 333,33	28 200 000,00

Źródło: opracowanie własne

Tabela 6.9 Plan ponoszenia nakładów inwestycyjnych w wariantcie 2

Lp.	Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	OGÓŁEM
1a	Zakup taboru elektrycznego (szt.)	6	0	4	8	18

Analiza kosztów i korzyści
związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

Lp.	Wyszczególnienie	2024	2025	2026	2027	OGÓŁEM
1b	Zakup taboru elektrycznego (PLN)	15 446 666,67	0,00	10 297 777,78	20 595 555,56	46 340 000
2a	Zakup taboru CNG (szt.)	0	0	0	0	0
2b	Zakup taboru CNG (PLN)	0,00	0,00	0,00	0,00	0
3a	Zakup taboru wodorowego (szt.)	0	0	0	0	0
3b	Zakup taboru wodorowego (PLN)	0,00	0,00	0,00	0,00	0
4	Budowa stacji ładowania	1 040 000,00	0,00	710 000,00	1 720 000,00	3 470 000
	Razem	16 486 666,67	0,00	11 007 777,78	22 315 555,56	49 810 000,00

Źródło: opracowanie własne

Tabela 6.10 Porównanie nakładów inwestycyjnych

Porównanie nakładów	Wartość nakładów netto
Wariant 1	28 200 000,00
Wariant 2	49 810 000,00

Źródło: opracowanie własne

6.7. NAKŁADY ODTWORZENIOWE

Realizacja inwestycji wiąże się z koniecznością ponoszenia nakładów odtworzeniowych.

W przypadku wariantu bezinwestycyjnego konieczne jest pełne odtworzenie autobusów planowanych do wycofania w wariantcie 1 z uwagi na znaczący poziom wyeksploatowania autobusów. W przypadku tak przestarzałego taboru odtworzenie wiąże się z zakupem nowych autobusów w miejsce tych wycofywanych, zużytych – autobusów zasilanych ON spełniających normę EURO 6.

Wariant 1., tj. zakup autobusów wodorowych wiąże się z koniecznością poniesienia znaczących nakładów odtworzeniowych, które wynikają z konieczności odtworzenia taboru. W przypadku autobusu wodorowego po upływie około 12 lat konieczne jest poniesienie kosztu wymiany ogniwa paliwowego, co wiąże się z wydatkiem około 400 tys. zł.

W wariantcie inwestycyjnym 2 pojawia się konieczność ponoszenia nakładów odtworzeniowych - wymiany baterii. W przypadku autobusu elektrycznego co 6 lat konieczne jest poniesienie nakładu na wymianę baterii w wysokości 800 tys. zł na pojazd. Dodatkowo wytworzona infrastruktura do ładowania pojazdów

po około 10 latach od budowy wymaga poniesienia nakładu odtworzeniowego w wysokości około 2% nakładów inwestycyjnych.

Tabela 6.11 Założenia dot. nakładów odtworzeniowych w wariantach inwestycyjnych

Wyszczególnienie	Wartość	Jednostka
Koszty odtworzenia elektrobusów wraz z wymianą baterii	800 000,00	zł/pojazd
Częstotliwość odtworzenia elektrobusów, co	6	lat
Koszty odtworzenia pozostałej infrastruktury (stacji ładowania)	2%	nakładów
Częstotliwość odtworzenia stacji ładowania, co	10	lat

Źródło: opracowanie własne

W poniższej tabeli zaprezentowano harmonogram ponoszenia nakładów odtworzeniowych w wariantcie bezinwestycyjnym oraz w wariantach inwestycyjnych.

Tabela 6.12 Harmonogram ponoszenia nakładów odtworzeniowych w poszczególnych wariantach

Rok	W0	W1	W2
2024	4 473 333	0	0
2025	0	0	0
2026	7 455 556	0	0
2027	5 964 444	0	0
2028	0	0	0
2029	0	0	0
2030	0	0	4 800 000
2031	0	0	0
2032	1 476 200	0	3 200 000
2033	0	0	6 400 000
2034	2 460 333	0	0
2035	1 968 267	0	0
2036	0	1 200 000	4 869 400
2037	0	0	0
2038	0	800 000	3 200 000

Źródło: opracowanie własne

Tabela 6.13 Porównanie nakładów odtworzeniowych w rozważanych wariantach

Porównanie nakładów odtworzeniowych	wartość
Wariant 0	23 798 133,33
Wariant 1	2 000 000,00
Wariant 2	22 469 400,00

Źródło: opracowanie własne

6.8. KOSZTY OPERACYJNE I WARTOŚĆ REZYDUALNA

W kolejnym kroku oszacowano koszty operacyjne dla rozpatrywanych wariantów. Wymiana taboru wpływać będzie na koszty zużycia paliwa i energii (koszty oleju napędowego, koszty energii elektrycznej koszty wodoru) oraz na inne koszty utrzymania bieżącego pojazdów (materiały – oleje, smary, ogumienie ,itp. oraz koszty serwisu – robocizna). Dodatkowo zakup nowych autobusów wpływać będzie na koszty ubezpieczenia OC-AC, zwłaszcza AC które jest naliczane od wartości pojazdu.

W poniższej tabeli przedstawiono przyjęte założenia w zakresie cen nośnika paliw:

Tabela 6.14 Założenia dot. kosztów operacyjnych - ceny paliw/energii

Rodzaj kosztu	Wartość	Jednostka
Koszt paliwa ON	6,5	zł/l
Koszt wodoru	56,1	zł/kg
Całkowity koszt energii elektrycznej (sprzedaż+dystrybucja)	1,05	zł/kwh

Źródło: opracowanie własne

Zużycie nośnika paliwa przez poszczególny typ taboru oszacowano na bazie danych historycznych MZK Konin oraz przeciętnych poziomów zużycia obserwowanych w innych przedsiębiorstwach, z uwzględnieniem danych zawartych w tabelach kosztów jednostkowych CUPT.

Tabela 6.15 Koszty operacyjne w wariantcie 0 (konwencjonalnym)

Rok	Koszt paliwa	Koszt energii elektrycznej	Koszt wodoru	Koszty utrzymania pojazdów	Koszty ubezpieczenia pojazdów	Pozostałe koszty
2024	7 455 856,91	655 730,36	292 132,47	1 476 963,17	244 000,00	0,00
2025	7 455 856,91	655 730,36	292 132,47	1 476 963,17	244 000,00	0,00
2026	7 448 022,70	655 730,36	292 132,47	1 487 852,33	252 000,00	0,00
2027	7 391 094,73	655 730,36	292 132,47	1 521 485,73	268 000,00	0,00
2028	7 391 094,73	655 730,36	292 132,47	1 521 485,73	268 000,00	0,00
2029	7 391 094,73	655 730,36	292 132,47	1 521 485,73	268 000,00	0,00
2030	7 391 094,73	655 730,36	292 132,47	1 521 485,73	268 000,00	0,00
2031	7 391 094,73	655 730,36	292 132,47	1 521 485,73	268 000,00	0,00
2032	7 391 094,73	655 730,36	292 132,47	1 521 485,73	268 000,00	0,00

Analiza kosztów i korzyści
związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

Rok	Koszt paliwa	Koszt energii elektrycznej	Koszt wodoru	Koszty utrzymania pojazdów	Koszty ubezpieczenia pojazdów	Pozostałe koszty
2033	7 391 094,73	655 730,36	292 132,47	1 521 485,73	268 000,00	0,00
2034	7 391 094,73	655 730,36	292 132,47	1 521 485,73	268 000,00	0,00
2035	7 391 094,73	655 730,36	292 132,47	1 521 485,73	268 000,00	0,00
2036	7 391 094,73	655 730,36	292 132,47	1 521 485,73	268 000,00	0,00
2037	7 391 094,73	655 730,36	292 132,47	1 521 485,73	268 000,00	0,00
2038	7 391 094,73	655 730,36	292 132,47	1 521 485,73	268 000,00	0,00

Źródło: opracowanie własne

Tabela 6.16 Koszty operacyjne w wariantcie 1 (wodorowe)

Rok	Koszt paliwa	Koszt energii elektrycznej	Koszt wodoru	Koszty utrzymania pojazdów	Koszty ubezpieczenia pojazdów	Pozostałe koszty
2024	7 151 828,90	655 730,36	872 327,05	1 461 354,98	244 900,00	0,00
2025	7 151 828,90	655 730,36	872 327,05	1 461 354,98	244 900,00	0,00
2026	6 939 623,77	655 730,36	1 262 340,13	1 461 838,68	253 500,00	0,00
2027	6 474 650,61	655 730,36	2 041 036,83	1 474 661,17	270 700,00	0,00
2028	6 474 650,61	655 730,36	2 041 036,83	1 474 661,17	270 700,00	0,00
2029	6 474 650,61	655 730,36	2 041 036,83	1 474 661,17	270 700,00	0,00
2030	6 474 650,61	655 730,36	2 041 036,83	1 474 661,17	270 700,00	0,00
2031	6 474 650,61	655 730,36	2 041 036,83	1 474 661,17	270 700,00	0,00
2032	6 474 650,61	655 730,36	2 041 036,83	1 474 661,17	270 700,00	0,00
2033	6 474 650,61	655 730,36	2 041 036,83	1 474 661,17	270 700,00	0,00
2034	6 474 650,61	655 730,36	2 041 036,83	1 474 661,17	270 700,00	0,00
2035	6 474 650,61	655 730,36	2 041 036,83	1 474 661,17	270 700,00	0,00
2036	6 474 650,61	655 730,36	2 041 036,83	1 474 661,17	270 700,00	0,00
2037	6 474 650,61	655 730,36	2 041 036,83	1 474 661,17	270 700,00	0,00
2038	6 474 650,61	655 730,36	2 041 036,83	1 474 661,17	270 700,00	0,00

Źródło: opracowanie własne

Tabela 6.17 Koszty operacyjne w wariantcie 2. (elektryczne)

Rok	Koszt paliwa	Koszt energii elektrycznej	Koszt wodoru	Koszty utrzymania pojazdów	Koszty ubezpieczenia pojazdów	Pozostałe koszty
2024	7 151 828,90	844 635,69	292 132,47	1 461 354,98	244 900,00	20 000,00
2025	7 151 828,90	844 635,69	292 132,47	1 461 354,98	244 900,00	20 000,00
2026	6 939 623,77	971 619,91	292 132,47	1 461 838,68	253 500,00	20 000,00
2027	6 474 650,61	1 225 155,47	292 132,47	1 474 661,17	270 700,00	20 000,00
2028	6 474 650,61	1 225 155,47	292 132,47	1 474 661,17	270 700,00	20 000,00
2029	6 474 650,61	1 225 155,47	292 132,47	1 474 661,17	270 700,00	20 000,00
2030	6 474 650,61	1 225 155,47	292 132,47	1 474 661,17	270 700,00	20 000,00
2031	6 474 650,61	1 225 155,47	292 132,47	1 474 661,17	270 700,00	20 000,00
2032	6 474 650,61	1 225 155,47	292 132,47	1 474 661,17	270 700,00	20 000,00
2033	6 474 650,61	1 225 155,47	292 132,47	1 474 661,17	270 700,00	20 000,00
2034	6 474 650,61	1 225 155,47	292 132,47	1 474 661,17	270 700,00	20 000,00
2035	6 474 650,61	1 225 155,47	292 132,47	1 474 661,17	270 700,00	20 000,00
2036	6 474 650,61	1 225 155,47	292 132,47	1 474 661,17	270 700,00	20 000,00
2037	6 474 650,61	1 225 155,47	292 132,47	1 474 661,17	270 700,00	20 000,00
2038	6 474 650,61	1 225 155,47	292 132,47	1 474 661,17	270 700,00	20 000,00

Źródło: opracowanie własne

Pod względem kosztów operacyjnych korzystniej wypada wariant 2 aniżeli wariant 1.

Tabela 6.18 Porównanie kosztów operacyjnych

Porównanie kosztów operacyjnych	Wartość
W0	151 926 423,10
W1	162 346 663,08
W2	147 056 015,52

Źródło: opracowanie własne

Wartość rezydualna dla projektu została wyznaczona metodą dochodową i wynosi 0.

6.9. EFEKTYWNOŚĆ FINANSOWA

Dla rozważanych wariantów oszacowano wskaźniki wartości bieżącej netto inwestycji (FNPV) przy zastosowaniu stopy dyskontowej 4%. Pod względem wskaźnika NPV najlepiej wypada wariant 1, tj. wodorowy. Powyższe wynika z faktu iż wariant 1 cechuje się znacznie większymi odtworzeniami w nakładach odtworzeniowych (ogniwo paliwowe ma dłuższą żywotność niż bateria w autobusie elektrycznym), co rekompensuje wyższe koszty nośnika paliwa.

W tabeli przedstawiono szczegółowe obliczenia.

Tabela 6.19 Porównanie rozpatrywanych wariantów - wskaźnik NPV

Wyszczególnienie	W1-W0	W2-W0
Zdyskontowane przychody	0	0
Zdyskontowane nakłady inwestycyjne	26 335 973	46 502 424
Zdyskontowane nakłady odtworzeniowe	-19 476 593	-5 170 483
Zdyskontowane koszty operacyjne	7 757 576	-3 618 020
FNPV/C	-14 616 956	-37 713 921

Źródło: opracowanie własne

6.10. ANALIZA WSKAŹNIKA LUKI W FINANSOWANIU

Ujemna wartość wskaźników zaprezentowana w poprzednim podrozdziale wskazuje, że aktualna wartość przyszłych dochodów nie pokrywa poniesionych kosztów na wymianę taboru (wysoki poziom nakładów inwestycyjnych).

Nadmienić należy, że wg nowych wytycznych dot. przygotowania projektów inwestycyjnych i hybrydowych w perspektywie na lata 2021-2027 nie stosuje się luki w finansowaniu. Gdyby jednak taka luka miała zastosowanie to w skonstruowanym modelu wskaźnik ten wynosi 20% dla wariantu 1 i 77% dla wariantu 2.

Analiza kosztów i korzyści

związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

Niemniej jednak w przypadku ubiegania się o dofinansowanie należy przeliczyć wskaźnik luki pod konkretne założenia projektu ubiegającego się o dofinansowanie.

Projekty nie generujące dochodu (dochód to nie tylko przychody ale również oszczędności kosztów operacyjnych i nakładów odtworzeniowych) z założenia objęte są maksymalnym wsparciem ze środków UE.

7. Oszacowanie efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla środowiska i zdrowia ludzi

Punktem wyjścia w oszacowaniu efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla środowiska i zdrowia ludzi były współczynniki emisji poszczególnych substancji przez rozważane kategorie autobusów. Współczynniki emisji szkodliwych substancji przypisano na podstawie wytycznych CUPT zawartych w tabeli kosztów jednostkowych CUPT. W kolejnym kroku poszczególne współczynniki emisji przemnożono przez prognozowaną pracę przewozową danego typu taboru.

7.1. EMISJA CO₂

W wyniku realizacji wariantu 1 zmniejszy się emisja CO₂ do atmosfery o około 375 t/rok. W przypadku wariantu 2 efekt ograniczenia nie zostanie osiągnięty i emisja CO₂ wzrośnie o około 16 t/rok.

Tabela 7.1 Emisja w tonach CO₂ w wyniku realizacji wariantu 1

Rok	Wariant bezinwestycyjny	Wariant inwestycyjny	WI-W0
2024	3 534	3 410	-125
2025	3 534	3 410	-125
2026	3 534	3 326	-208
2027	3 534	3 159	-375
2028	3 534	3 159	-375
2029	3 534	3 159	-375
2030	3 534	3 159	-375
2031	3 534	3 159	-375
2032	3 534	3 159	-375
2033	3 534	3 159	-375
2034	3 534	3 159	-375
2035	3 534	3 159	-375
2036	3 534	3 159	-375
2037	3 534	3 159	-375
2038	3 534	3 159	-375
Razem	53 015	48 054	-4 961

Źródło: opracowanie własne

Tabela 7.2 Emisja w tonach CO₂ w wyniku realizacji wariantu 2

Rok	Wariant bezinwestycyjny	Wariant inwestycyjny 2	WII-W0
2024	3 534	3 540	5
2025	3 534	3 540	5
2026	3 534	3 543	9
2027	3 534	3 550	16
2028	3 534	3 550	16
2029	3 534	3 550	16
2030	3 534	3 550	16
2031	3 534	3 550	16
2032	3 534	3 550	16
2033	3 534	3 550	16
2034	3 534	3 550	16
2035	3 534	3 550	16
2036	3 534	3 550	16
2037	3 534	3 550	16
2038	3 534	3 550	16
Razem	53 015	53 228	213

Źródło: opracowanie własne

7.2. Emisja NMHC/NMVOC

W wariantcie 1 emisja NMHC/NMVOC **zmniejszy się o około 4,8%** w całym okresie analizy w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego. Słabiej sytuacja kształtuje się w przypadku wariantu 2, gdzie emisja NMHC/NMVOC **zmniejszy się o około 4,7%** w porównaniu do wariantu bezinwestycyjnego.

Tabela 7.3 Emisja w tonach NMHC/NMVOC w wyniku realizacji W1

Rok	Wariant bezinwestycyjny	Wariant inwestycyjny	WI-W0
2024	3,69	3,63	-0,06
2025	3,69	3,63	-0,06
2026	3,53	3,43	-0,10
2027	3,32	3,14	-0,18
2028	3,32	3,14	-0,18
2029	3,32	3,14	-0,18
2030	3,32	3,14	-0,18
2031	3,32	3,14	-0,18
2032	3,32	3,14	-0,18
2033	3,32	3,14	-0,18
2034	3,32	3,14	-0,18

Analiza kosztów i korzyści
związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

Rok	Wariant bezinwestycyjny	Wariant inwestycyjny	WI-W0
2035	3,32	3,14	-0,18
2036	3,32	3,14	-0,18
2037	3,32	3,14	-0,18
2038	3,32	3,14	-0,18
Razem	50,76	48,33	-2,42

Źródło: opracowanie własne

Tabela 7.4 Emisja w tonach NMHC/NMVOC w wyniku realizacji W2

Rok	Wariant bezinwestycyjny	Wariant inwestycyjny	WII-W0
2024	3,69	3,63	-0,06
2025	3,69	3,63	-0,06
2026	3,53	3,43	-0,10
2027	3,32	3,14	-0,18
2028	3,32	3,14	-0,18
2029	3,32	3,14	-0,18
2030	3,32	3,14	-0,18
2031	3,32	3,14	-0,18
2032	3,32	3,14	-0,18
2033	3,32	3,14	-0,18
2034	3,32	3,14	-0,18
2035	3,32	3,14	-0,18
2036	3,32	3,14	-0,18
2037	3,32	3,14	-0,18
2038	3,32	3,14	-0,18
Razem	50,76	48,37	-2,39

Źródło: opracowanie własne

7.3. Emisja No_x

W wariantcie 1 emisja No_x **zmniejszy się o około 3,32%** w całym okresie analizy w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego.

Przy wariantcie 2 emisja No_x **zmniejszy się o około 1,48%** w całym okresie analizy w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego.

Tabela 7.5 Emisja w tonach No_x w wyniku realizacji projektu W1

Rok	Wariant bezinwestycyjny	Wariant inwestycyjny	WI-W0
2024	17,58	17,39	-0,19
2025	17,58	17,39	-0,19
2026	16,14	15,82	-0,31

Analiza kosztów i korzyści
związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

Rok	Wariant bezinwestycyjny	Wariant inwestycyjny	WI-W0
2027	14,42	13,86	-0,56
2028	14,42	13,86	-0,56
2029	14,42	13,86	-0,56
2030	14,42	13,86	-0,56
2031	14,42	13,86	-0,56
2032	14,42	13,86	-0,56
2033	14,42	13,86	-0,56
2034	14,42	13,86	-0,56
2035	14,42	13,86	-0,56
2036	14,42	13,86	-0,56
2037	14,42	13,86	-0,56
2038	14,42	13,86	-0,56
Razem	224,39	216,94	-7,45

Źródło: opracowanie własne

Tabela 7.6 Emisja w tonach No_x w wyniku realizacji projektu W2

Rok	Wariant bezinwestycyjny	Wariant inwestycyjny	WII-W0
2020	17,58	17,50	-0,08
2021	17,58	17,50	-0,08
2022	16,14	16,00	-0,14
2023	14,42	14,17	-0,25
2024	14,42	14,17	-0,25
2025	14,42	14,17	-0,25
2026	14,42	14,17	-0,25
2027	14,42	14,17	-0,25
2028	14,42	14,17	-0,25
2029	14,42	14,17	-0,25
2030	14,42	14,17	-0,25
2031	14,42	14,17	-0,25
2032	14,42	14,17	-0,25
2033	14,42	14,17	-0,25
2034	14,42	14,17	-0,25
Razem	224,39	221,08	-3,31

Źródło: opracowanie własne

7.4. EMISJA PM

W W1 emisja PM **zmniejszy się o około 6,3%** w całym okresie analizy w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego.

Analiza kosztów i korzyści
związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

W W2 emisja PM **zwiększy się o około 0,8%** w całym okresie analizy w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego.

Tabela 7.7 Emisja w tonach PM w wyniku realizacji projektu W1

Rok	Wariant bezinwestycyjny	Wariant inwestycyjny	WI-W0
2024	0,23	0,22	-0,00
2025	0,23	0,22	-0,00
2026	0,20	0,19	-0,01
2027	0,19	0,18	-0,01
2028	0,19	0,18	-0,01
2029	0,19	0,18	-0,01
2030	0,19	0,18	-0,01
2031	0,19	0,18	-0,01
2032	0,19	0,18	-0,01
2033	0,19	0,18	-0,01
2034	0,19	0,18	-0,01
2035	0,19	0,18	-0,01
2036	0,19	0,18	-0,01
2037	0,19	0,18	-0,01
2038	0,19	0,18	-0,01
Razem	2,94	2,75	-0,19

Źródło: opracowanie własne

Tabela 7.8 Emisja w tonach PM w wyniku realizacji projektu W2

Rok	Wariant bezinwestycyjny	Wariant inwestycyjny	WI-W0
2024	0,23	0,23	0,00
2025	0,23	0,23	0,00
2026	0,20	0,20	0,00
2027	0,19	0,19	0,00
2028	0,19	0,19	0,00
2029	0,19	0,19	0,00
2030	0,19	0,19	0,00
2031	0,19	0,19	0,00
2032	0,19	0,19	0,00
2033	0,19	0,19	0,00
2034	0,19	0,19	0,00
2035	0,19	0,19	0,00
2036	0,19	0,19	0,00
2037	0,19	0,19	0,00
2038	0,19	0,19	0,00
Razem	2,94	2,96	0,02

Źródło: opracowanie własne

7.5. EMISJA SO₂

W wyniku realizacji wariantu 1 emisja SO₂ **nie wzrośnie** w całym okresie analizy w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego. W wyniku realizacji wariantu 2 wzrost emisja SO₂ wzrośnie o 61,6% w stosunku do W0.

Tabela 7.9 Emisja w tonach SO₂ w wyniku realizacji projektu W1

Rok	Wariant bezinwestycyjny	Wariant inwestycyjny	WI-W0
2024	0,40	0,40	0,00
2025	0,40	0,40	0,00
2026	0,40	0,40	0,00
2027	0,40	0,40	0,00
2028	0,40	0,40	0,00
2029	0,40	0,40	0,00
2030	0,40	0,40	0,00
2031	0,40	0,40	0,00
2032	0,40	0,40	0,00
2033	0,40	0,40	0,00
2034	0,40	0,40	0,00
2035	0,40	0,40	0,00
2036	0,40	0,40	0,00
2037	0,40	0,40	0,00
2038	0,40	0,40	0,00
Razem	5,97	5,97	0,00

Źródło: opracowanie własne

Tabela 7.10 Emisja w tonach SO₂ w wyniku realizacji projektu W2

Rok	Wariant bezinwestycyjny	Wariant inwestycyjny	WII-W0
2020	0,40	0,49	0,09
2021	0,40	0,49	0,09
2022	0,40	0,55	0,15
2023	0,40	0,68	0,28
2024	0,40	0,68	0,28
2025	0,40	0,68	0,28
2026	0,40	0,68	0,28
2027	0,40	0,68	0,28
2028	0,40	0,68	0,28
2029	0,40	0,68	0,28
2030	0,40	0,68	0,28
2031	0,40	0,68	0,28
2032	0,40	0,68	0,28

Analiza kosztów i korzyści
związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

Rok	Wariant bezinwestycyjny	Wariant inwestycyjny	WII-W0
2033	0,40	0,68	0,28
2034	0,40	0,68	0,28
Razem	5,97	9,65	3,68

Źródło: opracowanie własne

8. Analiza społeczno-ekonomiczna

Analiza społeczno-ekonomiczna została przygotowana w oparciu o następujące dokumenty:

- Niebieska Księga. Transport publiczny. Jaspers 2015.
- Analiza kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej. Vademecum Beneficjenta. CUPT 2016.

Do wyceny efektów projektu wykorzystano tabele kosztów jednostkowych CUPT (data aktualizacji: czerwiec 2024). Pozostałe założenia przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 8.1 Podstawowe założenia do analizy społeczno-ekonomicznej

Parametr	Wartość
Podatek VAT	23%
Korekta fiskalna nakładów inwestycyjnych - tabor	0,87
Korekta fiskalna nakładów inwestycyjnych - infrastruktura	0,83
Korekta fiskalna kosztów eksploatacyjnych	0,78
Stopa dyskontowa ekonomiczna	3,0%

Źródło: opracowanie własne

Z uwagi na przestarzały tabor (autobusy, które będą wycofywane w wyniku niniejszego projektu), w wariantcie bezinwestycyjnym założono konieczność odtworzenia starego taboru, co w praktyce sprowadza się do poniesienia nakładów równych kosztom nabycia nowych autobusów ON spełniających normę EURO 6.

8.1. WYCENA KOSZTÓW ZMIAN KLIMATU (KOSZTÓW CO₂)

Koszty zmian klimatu oszacowano mnożąc oszacowaną w poprzednim rozdziale emisję CO₂ przez zindeksowany dla danego roku koszt jednostkowy. W wyniku realizacji projektu w W1 zostaną ograniczone koszty emisji dwutlenku węgla. Koszty zmian klimatu przedstawiono w poniższych tabelach.

Tabela 8.2 Koszty emisji CO₂ w wyniku realizacji W1

Rok	Wariant bezinwestycyjny	Wariant inwestycyjny	WI-W0
2024	2 966 121,23	2 861 629,44	-104 491,79
2025	3 351 037,72	3 232 985,93	-118 051,79
2026	3 735 954,22	3 515 871,55	-220 082,67
2027	4 120 870,71	3 683 273,40	-437 597,32

Analiza kosztów i korzyści
związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

Rok	Wariant bezinwestycyjny	Wariant inwestycyjny	WI-W0
2028	4 505 787,21	4 027 315,42	-478 471,79
2029	4 890 703,70	4 371 357,44	-519 346,26
2030	5 275 620,20	4 715 399,46	-560 220,74
2031	5 660 536,70	5 059 441,48	-601 095,21
2032	6 294 516,81	5 626 098,93	-668 417,88
2033	6 928 496,91	6 192 756,37	-735 740,54
2034	7 562 477,02	6 759 413,82	-803 063,21
2035	8 196 457,13	7 326 071,27	-870 385,87
2036	8 830 437,24	7 892 728,71	-937 708,53
2037	9 441 775,21	8 439 148,39	-1 002 626,82
2038	10 053 113,17	8 985 568,07	-1 067 545,10

Źródło: opracowanie własne

Tabela 8.3 Koszty emisji CO₂ w wyniku realizacji W2

Rok	Wariant bezinwestycyjny	Wariant inwestycyjny	WII-W0
2024	2 966 121,23	2 970 603,17	4 481,94
2025	3 351 037,72	3 356 101,29	5 063,57
2026	3 735 954,22	3 745 394,18	9 439,96
2027	4 120 870,71	4 139 640,48	18 769,77
2028	4 505 787,21	4 526 310,20	20 522,99
2029	4 890 703,70	4 912 979,91	22 276,21
2030	5 275 620,20	5 299 649,63	24 029,43
2031	5 660 536,70	5 686 319,35	25 782,65
2032	6 294 516,81	6 323 187,11	28 670,31
2033	6 928 496,91	6 960 054,88	31 557,96
2034	7 562 477,02	7 596 922,65	34 445,62
2035	8 196 457,13	8 233 790,41	37 333,28
2036	8 830 437,24	8 870 658,18	40 220,93
2037	9 441 775,21	9 484 780,67	43 005,46
2038	10 053 113,17	10 098 903,16	45 789,99

Źródło: opracowanie własne

8.2. WYCENA KOSZTÓW EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ W NIŻSZYCH WARSTWACH ATMOSFERY

Koszty emisji zanieczyszczeń oszacowano mnożąc oszacowaną w poprzednich rozdziałach emisję substancji przez odpowiedni koszt jednostkowy. W wyniku realizacji projektu powstaną oszczędności w kosztach emisji NMHC/NMVOC.

Analiza kosztów i korzyści
związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

Tabela 8.4 Koszty emisji NMHC/NMVOC – W1

Rok	Wariant bezinwestycyjny	Wariant inwestycyjny	WI-W0
2024	13 865,56	13 637,31	-228,24
2025	14 245,60	14 011,10	-234,50
2026	14 041,74	13 636,96	-404,78
2027	13 612,73	12 861,22	-751,51
2028	13 949,68	13 179,57	-770,11
2029	14 296,18	13 506,94	-789,24
2030	14 641,96	13 833,63	-808,33
2031	14 986,30	14 158,97	-827,34
2032	15 309,46	14 464,28	-845,18
2033	15 620,03	14 757,71	-862,32
2034	15 941,33	15 061,27	-880,06
2035	16 271,91	15 373,60	-898,31
2036	16 585,81	15 670,17	-915,64
2037	16 894,77	15 962,07	-932,69
2038	17 197,16	16 247,77	-949,39

Źródło: opracowanie własne

Tabela 8.5 Koszty emisji NMHC/NMVOC – W2

Rok	Wariant bezinwestycyjny	Wariant inwestycyjny	WII-W0
2024	13 865,56	13 640,73	-224,83
2025	14 245,60	14 014,61	-230,99
2026	14 041,74	13 643,02	-398,72
2027	13 612,73	12 872,47	-740,26
2028	13 949,68	13 191,10	-758,58
2029	14 296,18	13 518,76	-777,42
2030	14 641,96	13 845,73	-796,23
2031	14 986,30	14 171,35	-814,95
2032	15 309,46	14 476,93	-832,52
2033	15 620,03	14 770,62	-849,41
2034	15 941,33	15 074,44	-866,89
2035	16 271,91	15 387,04	-884,86
2036	16 585,81	15 683,88	-901,93
2037	16 894,77	15 976,04	-918,73
2038	17 197,16	16 261,99	-935,18

Źródło: opracowanie własne

Analiza kosztów i korzyści
związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

W wyniku realizacji projektu powstaną oszczędności w kosztach emisji Nox.

Tabela 8.6 Koszty emisji Nox – W1

Rok	Wariant bezinwestycyjny	Wariant inwestycyjny	WI-W0
2024	1 385 881,93	1 371 133,92	-14 748,01
2025	1 423 867,81	1 408 715,57	-15 152,24
2026	1 348 886,84	1 322 731,75	-26 155,08
2027	1 241 977,64	1 193 418,80	-48 558,84
2028	1 272 719,72	1 222 958,93	-49 760,79
2029	1 304 333,27	1 253 336,45	-50 996,82
2030	1 335 880,89	1 283 650,63	-52 230,27
2031	1 367 297,96	1 313 839,35	-53 458,61
2032	1 396 781,25	1 342 169,90	-54 611,35
2033	1 425 116,71	1 369 397,50	-55 719,21
2034	1 454 431,03	1 397 565,70	-56 865,34
2035	1 484 591,71	1 426 547,15	-58 044,56
2036	1 513 231,06	1 454 066,76	-59 164,30
2037	1 541 419,56	1 481 153,14	-60 266,41
2038	1 569 008,93	1 507 663,82	-61 345,10

Źródło: opracowanie własne

Tabela 8.7 Koszty emisji Nox – W2

Rok	Wariant bezinwestycyjny	Wariant inwestycyjny	WII-W0
2024	1 385 881,93	1 379 333,81	-6 548,12
2025	1 423 867,81	1 417 140,21	-6 727,60
2026	1 348 886,84	1 337 273,98	-11 612,86
2027	1 241 977,64	1 220 417,52	-21 560,12
2028	1 272 719,72	1 250 625,93	-22 093,79
2029	1 304 333,27	1 281 690,68	-22 642,59
2030	1 335 880,89	1 312 690,65	-23 190,24
2031	1 367 297,96	1 343 562,34	-23 735,62
2032	1 396 781,25	1 372 533,81	-24 247,44
2033	1 425 116,71	1 400 377,38	-24 739,33
2034	1 454 431,03	1 429 182,82	-25 248,21
2035	1 484 591,71	1 458 819,93	-25 771,78
2036	1 513 231,06	1 486 962,11	-26 268,95
2037	1 541 419,56	1 514 661,27	-26 758,29
2038	1 569 008,93	1 541 771,70	-27 237,23

Źródło: opracowanie własne

W wyniku realizacji projektu powstaną oszczędności w kosztach emisji PM.

Analiza kosztów i korzyści
związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

Tabela 8.8 Koszty emisji PM - W1

Rok	Wariant bezinwestycyjny	Wariant inwestycyjny	WI-W0
2024	109 974,39	107 691,96	-2 282,43
2025	112 988,70	110 643,71	-2 344,99
2026	101 988,87	97 941,06	-4 047,81
2027	101 696,08	94 181,02	-7 515,06
2028	104 213,31	96 512,24	-7 701,07
2029	106 801,90	98 909,54	-7 892,36
2030	109 385,10	101 301,84	-8 083,26
2031	111 957,60	103 684,25	-8 273,36
2032	114 371,76	105 920,01	-8 451,76
2033	116 691,94	108 068,73	-8 623,21
2034	119 092,26	110 291,68	-8 800,59
2035	121 561,89	112 578,81	-8 983,09
2036	123 906,95	114 750,57	-9 156,38
2037	126 215,09	116 888,15	-9 326,95
2038	128 474,17	118 980,29	-9 493,89

Źródło: opracowanie własne

Tabela 8.9 Koszty emisji PM - W2

Rok	Wariant bezinwestycyjny	Wariant inwestycyjny	WII-W0
2024	109 974,39	110 247,65	273,26
2025	112 988,70	113 269,44	280,75
2026	101 988,87	102 473,48	484,61
2027	101 696,08	102 595,80	899,72
2028	104 213,31	105 135,30	921,99
2029	106 801,90	107 746,79	944,89
2030	109 385,10	110 352,84	967,75
2031	111 957,60	112 948,11	990,50
2032	114 371,76	115 383,63	1 011,86
2033	116 691,94	117 724,33	1 032,39
2034	119 092,26	120 145,89	1 053,63
2035	121 561,89	122 637,37	1 075,48
2036	123 906,95	125 003,17	1 096,22
2037	126 215,09	127 331,73	1 116,64
2038	128 474,17	129 610,80	1 136,63

Źródło: opracowanie własne

W wyniku realizacji obu wariantów wzrosną koszty emisji SO₂.

Analiza kosztów i korzyści
związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

Tabela 8.10 Koszty emisji SO₂ – W1

Rok	Wariant bezinwestycyjny	Wariant inwestycyjny	WI-W0
2024	17 499,02	17 499,02	0,00
2025	17 978,65	17 978,65	0,00
2026	18 558,60	18 558,60	0,00
2027	19 114,20	19 114,20	0,00
2028	19 587,32	19 587,32	0,00
2029	20 073,86	20 073,86	0,00
2030	20 559,38	20 559,38	0,00
2031	21 042,89	21 042,89	0,00
2032	21 496,65	21 496,65	0,00
2033	21 932,73	21 932,73	0,00
2034	22 383,88	22 383,88	0,00
2035	22 848,06	22 848,06	0,00
2036	23 288,82	23 288,82	0,00
2037	23 722,65	23 722,65	0,00
2038	24 147,25	24 147,25	0,00

Źródło: opracowanie własne

Tabela 8.11 Koszty emisji SO₂ – W2

Rok	Wariant bezinwestycyjny	Wariant inwestycyjny	WII-W0
2024	17 499,02	21 556,94	4 057,92
2025	17 978,65	22 147,79	4 169,14
2026	18 558,60	25 755,18	7 196,57
2027	19 114,20	32 475,17	13 360,97
2028	19 587,32	33 279,01	13 691,69
2029	20 073,86	34 105,64	14 031,78
2030	20 559,38	34 930,55	14 371,16
2031	21 042,89	35 752,04	14 709,14
2032	21 496,65	36 522,97	15 026,32
2033	21 932,73	37 263,88	15 331,15
2034	22 383,88	38 030,39	15 646,51
2035	22 848,06	38 819,03	15 970,97
2036	23 288,82	39 567,89	16 279,07
2037	23 722,65	40 304,96	16 582,31
2038	24 147,25	41 026,37	16 879,11

Źródło: opracowanie własne

8.3. WYCENA KOSZTÓW HAŁASU

Autobusy elektryczne i wodorowe charakteryzują się niezwykle niskim poziomem wytwarzanego hałasu, znacznie mniejszym niż autobusy spalinowe w związku z czym w wyniku realizacji projektu powstaną oszczędności w kosztach hałasu.

Na potrzeby analiz ekonomicznych przyjmuje się uproszczenie (zgodnie z Niebieską Księgą i CUPT), że autobusy elektryczne i wodorowe nie generują w ogóle hałasu.

Tabela 8.12 Koszty hałasu – W1

Rok	Wariant bezinwestycyjny	Wariant inwestycyjny	WI-W0
2024	130 205,00	124 754,56	-5 450,44
2025	133 773,81	128 173,98	-5 599,84
2026	138 089,05	128 422,88	-9 666,17
2027	142 223,07	124 277,12	-17 945,96
2028	145 743,45	127 353,29	-18 390,16
2029	149 363,63	130 516,66	-18 846,96
2030	152 976,25	133 673,44	-19 302,81
2031	156 573,93	136 817,16	-19 756,77
2032	159 950,16	139 767,37	-20 182,79
2033	163 194,95	142 602,72	-20 592,22
2034	166 551,83	145 536,03	-21 015,80
2035	170 005,63	148 554,02	-21 451,61
2036	173 285,22	151 419,79	-21 865,43
2037	176 513,18	154 240,44	-22 272,74
2038	179 672,53	157 001,14	-22 671,39

Źródło: opracowanie własne

Tabela 8.13 Koszty hałasu – W2

Rok	Wariant bezinwestycyjny	Wariant inwestycyjny	WII-W0
2024	130 205,00	124 754,56	-5 450,44
2025	133 773,81	128 173,98	-5 599,84
2026	138 089,05	128 422,88	-9 666,17
2027	142 223,07	124 277,12	-17 945,96
2028	145 743,45	127 353,29	-18 390,16
2029	149 363,63	130 516,66	-18 846,96
2030	152 976,25	133 673,44	-19 302,81
2031	156 573,93	136 817,16	-19 756,77
2032	159 950,16	139 767,37	-20 182,79
2033	163 194,95	142 602,72	-20 592,22

Analiza kosztów i korzyści
związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

Rok	Wariant bezinwestycyjny	Wariant inwestycyjny	WII-W0
2034	166 551,83	145 536,03	-21 015,80
2035	170 005,63	148 554,02	-21 451,61
2036	173 285,22	151 419,79	-21 865,43
2037	176 513,18	154 240,44	-22 272,74
2038	179 672,53	157 001,14	-22 671,39

Źródło: opracowanie własne

Wartość rezydualną oszacowano metodą dochodową.

8.4. KALKULACJA WSKAŹNIKA ENPV

Na podstawie zaprezentowanych w poprzednich rozdziałach nakładów inwestycyjnych, nakładów odtworzeniowych, kosztów operacyjnych oraz wycenionych odpowiednio efektów społecznych/środowiskowych zestawiono wszystkie kategorie i oszacowano przepływy pieniężne dla poszczególnych wariantów projektu. Na podstawie przepływów pieniężnych oszacowano wartości wskaźników efektywności ekonomicznej – ENPV i ERR oraz B/C.

Wskaźnik ENPV przyjmuje wartość dodatnią dla wariantu W1 (wodorowe), co oznacza, że efekty społeczne realizacji projektu rekompensują w pełni poniesione koszty, a zatem projekt jest opłacalny ze społecznego punktu widzenia. Również wskaźnik **EIRR jest wyższy od zastosowanej stopy dyskontowej (3%)**. Wskaźnik Benefits/Cost dla wariantu 1 wynosi **1,17**, co oznacza, że korzyści projektu są wyższe niż jego koszty.

Dla wariantu W2 (autobusy elektryczne) wskaźnik ENPV przyjmuje wartość ujemną co świadczy o braku opłacalności społecznej wymiany taboru na elektryczny. Wskaźnik IRR dla wariantu 2 nie był możliwy do policzenia z uwagi na ujemne przepływy pieniężne projektu. Wskaźnik Benefits/Cost dla wariantu 2 wynosi **0,15**, co oznacza, że korzyści projektu nie przewyższają jego kosztów.

Z ekonomiczno-społecznego punktu widzenia wymiana taboru na zeroemisyjny i niskoemisyjny jest opłacalna tylko i wyłącznie w formule zaproponowanej w W1. Jest to korzystniejszy wariant. Niska opłacalność społeczna wariantu 2 wynika przede wszystkim z faktu wysokiego poziomu nakładów inwestycyjnych koniecznych do zakupu większej ilości autobusów elektrycznych z uwagi na relatywnie dłuższy czas postoju na zajezdni celem ładowania pojazdu w porównaniu do autobusów spalinowych i wodorowych które tankują się w zaledwie kilka minut.

Tabela 8.14 Wyniki analizy społeczno-ekonomicznej

Wskaźnik	jednostka	W1	W2
ENPV	PLN	5 212 827,86	-32 147 791,56
EIRR	%	7%	nie obliczalny
B/C		1,17	0,15

Źródło: opracowanie własne

8.5. PODSUMOWANIE

W celu zwiększania popytu na ekologiczne formy przemieszczania należy sprostać oczekiwaniom potencjalnych użytkowników poprzez spełnianie postulatów przewozowych oraz zapewnienie odpowiedniej infrastruktury. Użytkownik wybierając środek transportu rozważa różnorodne aspekty, które wpływają na podjęcie decyzji np.: ekonomiczne, związane z dostępnością lub bezpieczeństwem. Wymaga to nieustannych zabiegów polegających na wykonywaniu analiz, poprawie jakości oraz zwiększaniu efektywności publicznego transportu zbiorowego.

W dokumencie zakłada się sukcesywną wymianę taboru autobusowego w celu polepszenia jakości obsługi pasażerów oraz ze względu na poprawę jakości środowiska naturalnego tj. zmniejszenie zanieczyszczeń dostających się do atmosfery oraz hałasu. Emisja substancji szkodliwych generowanych z transportu spalinowego, wpływa bezpośrednio na stan zdrowia mieszkańców obszarów przyległych do źródeł emisji liniowych. Wprowadzenie zeroemisyjnego taboru wpływa korzystnie na zwiększenie lokalnych warunków środowiskowych oraz poprawę warunków życia mieszkańców.

Przyjmuje się, że tabor będzie wymieniany na pojazdy fabrycznie nowe, zeroemisyjne, w całości niskopodłogowe, z klimatyzacją przestrzeni pasażerskiej, dostosowane do potrzeb osób ze specjalnymi potrzebami.

Wprowadzenie nowych zeroemisyjnych autobusów do funkcjonowania w systemie transportowym wpływa bezpośrednio na zwiększenie prestiżu miasta oraz wzrost jakości usług transportu miejskiego. Działanie polegające na zakupie nowego taboru może pośrednio wpłynąć na mieszkańców oraz gości jako zachęta do stosowania w podróżach transportu zbiorowego spełniającego postulaty przewozowe. W rezultacie transport zbiorowy staje się bardziej konkurencyjny w stosunku do transportu indywidualnego samochodowego. Może to natomiast wpłynąć na zmniejszenie się kongestii, poprawę czasów

Analiza kosztów i korzyści

związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

przejazdu oraz warunków środowiskowych. Kompleksowe i zauważalne przez mieszkańców wprowadzanie nowoczesnego taboru wpływa również na zwiększenie akceptacji społecznej na wprowadzanie ewentualnych restrykcji wobec transportu indywidualnego samochodowego.

9. Analiza wrażliwości i ryzyka

9.1. OKREŚLENIE I BADANIE ZMIENNYCH KRYTYCZNYCH

Pierwszym etapem analizy wrażliwości było badanie zmiennych krytycznych, czyli takich których zmiana o 1% powoduje zmianę wskaźnika o 1% lub więcej. Analizę przeprowadzono dla zmian pojedynczych parametrów, przy pozostałych parametrach niezmiennych.

Dla miary ENPV zidentyfikowano trzy zmienne krytyczne: nakłady inwestycyjne, koszty operacyjne i koszt zakupu wodoru. Dla FNPV znaleziono natomiast tylko dwie zmienne krytyczną: nakłady inwestycyjne, których zmiana o 1% powoduje zmianę wskaźnika FNPV o więcej niż 1%.

Tabela 9.1 Badanie zmiennych krytycznych dla miary FNPV

Badanie zmiennych krytycznych	ENPV			FNPV		
	% zmiany	wartość w PLN	zmienna krytyczna	% zmiany	wartość w PLN	zmienna krytyczna
Wartość bazowa		5 212 827,86			-14 616 955,98	
Zmiana nakładów inwestycyjnych -1%	4,47%	5 445 785,23	TAK	-1,80%	-14 353 596,24	TAK
Zmiana nakładów inwestycyjnych +1%	-4,47%	4 979 870,48	TAK	1,80%	-14 880 315,71	TAK
Zmiana kosztów operacyjnych -1%	1,78%	5 305 648,16	TAK	-0,53%	-14 539 380,22	NIE
Zmiana kosztów operacyjnych +1%	-1,78%	5 120 007,56	TAK	0,53%	-14 694 531,73	NIE
Zmiana przychodów projektu -1%	0,00%	5 212 827,86	NIE	0,00%	-14 616 955,98	NIE
Zmiana przychodów projektu +1%	0,00%	5 212 827,86	NIE	0,00%	-14 616 955,98	NIE
Zmiana kosztów zakupu energii -1%	0,00%	5 212 827,86	NIE	0,00%	-14 616 955,98	NIE
Zmiana kosztów zakupu energii +1%	0,00%	5 212 827,86	NIE	0,00%	-14 616 955,98	NIE
Zmiana kosztu jednostkowego CO ₂ - 1%	0,00%	5 212 827,86	NIE	0,00%	-14 616 955,98	NIE
Zmiana kosztu jednostkowego CO ₂ +1%	0,00%	5 212 827,86	NIE	0,00%	-14 616 955,98	NIE
Globalne zróżnicowanie ekonomicznych kosztów jednostkowych -1%	0,00%	5 212 827,86	NIE	0,00%	-14 616 955,98	NIE
Globalne zróżnicowanie ekonomicznych kosztów jednostkowych +1%	0,00%	5 212 827,86	NIE	0,00%	-14 616 955,98	NIE

-14 616 955,98

Analiza kosztów i korzyści
związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

Badanie zmiennych krytycznych	ENPV			FNPV		
	% zmiany	wartość w PLN	zmienna krytyczna	% zmiany	wartość w PLN	zmienna krytyczna
Zmiana kosztu zakupu wodoru -1%	3,95%	5 418 751,54	TAK	-1,18%	-14 444 852,20	TAK
Zmiana kosztu zakupu wodoru +1%	-3,95%	5 006 904,17	TAK	1,18%	-14 789 059,76	TAK

Źródło: opracowanie własne

9.2. OKREŚLENIE I ANALIZA WARTOŚCI PROGOWYCH

Określenie wartości progowych, polega na obliczeniu procentowej zmiany badanej zmiennej, która powoduje, że NPV inwestycji jest równe zero. Zmiana nakładów inwestycyjnych o +22,4% powoduje że inwestycja w zakup pojazdów wodorowych przestaje być opłacalna z ekonomiczno-społecznego punktu widzenia. Tak samo wzrost kosztów operacyjnych o 56,2% powoduje spadek poziomu ENPV do wartości granicznej. Trzecia zmienna krytyczna - cena wodoru ma wartość progową na poziomie 25,3% co oznacza, że wzrost ceny wodoru o 25,3% spowoduje, iż projekt znajdzie się na granicy opłacalności finansowej jego realizacji. Powyższe wartości wskazują na ogromną wrażliwość modelu na zmiany cen nakładów inwestycyjnych i cen wodoru, czyli wskazują iż powodzenie projektu i jego opłacalność ekonomiczna jest obarczona bardzo dużym ryzykiem. Wynika to z faktu, że wartości progowe są stosunkowo bliskie wartości bazowej tej zmiennej (odchylenia wynoszą mniej niż +/- 25%), zatem stwierdza się, że ryzyko dla efektywności projektu jest wysokie.

Tabela 9.2 Analiza wartości progowych

Wartość progowa	ENPV	FNPV
Nakłady inwestycyjne	22,4%	-44,7%
Koszty operacyjne	56,2%	nie dotyczy
Przychody	nie dotyczy	nie dotyczy
Koszty zakupu energii	nie dotyczy	nie dotyczy
Koszty jednostkowe CO2	nie dotyczy	nie dotyczy
Jednostkowe koszty ekonomiczne	nie dotyczy	nie dotyczy
Koszty zakupu wodoru	25,31%	-47,58%

Źródło: opracowanie własne

9.3. ANALIZA SCENARIUSZOWA DLA ENPV I FNPV

Poniżej przedstawiona została tabela z analizą scenariuszy. Jak widać w przypadku zmiany nakładów inwestycyjnych o +25% inwestycja wymiany autobusów na wodorowe przestaje być opłacalna.

Tabela 9.3 Analiza scenariuszowa

Scenariusz	ENPV	FNPV
Zmiana nakładów inwestycyjnych -25%	11 036 762,25	-8 032 962,65
Zmiana nakładów inwestycyjnych -15%	8 707 188,49	-10 666 559,98
Zmiana nakładów inwestycyjnych +15%	1 718 467,23	-18 567 351,97
Zmiana nakładów inwestycyjnych +25%	-611 106,53	-21 200 949,30
Zmiana kosztów operacyjnych -25%	7 533 335,38	-12 677 562,10
Zmiana kosztów operacyjnych -15%	6 605 132,37	-13 453 319,65
Zmiana kosztów operacyjnych +15%	3 820 523,35	-15 780 592,30
Zmiana kosztów operacyjnych +25%	2 892 320,34	-16 556 349,86
Zmiana przychodów projektu -25%	5 212 827,86	-14 616 955,98
Zmiana przychodów projektu -15%	5 212 827,86	-14 616 955,98
Zmiana przychodów projektu +15%	5 212 827,86	-14 616 955,98
Zmiana przychodów projektu +25%	5 212 827,86	-14 616 955,98
Zmiana kosztów zakupu energii -25%	5 212 827,86	-14 616 955,98
Zmiana kosztów zakupu energii -15%	5 212 827,86	-14 616 955,98
Zmiana kosztów zakupu energii +15%	5 212 827,86	-14 616 955,98
Zmiana kosztów zakupu energii +25%	5 212 827,86	-14 616 955,98
Zmiana kosztu jednostkowego CO2 -25%	5 212 827,86	-14 616 955,98
Zmiana kosztu jednostkowego CO2 -15%	5 212 827,86	-14 616 955,98
Zmiana kosztu jednostkowego CO2 +15%	5 212 827,86	-14 616 955,98
Zmiana kosztu jednostkowego CO2 +25%	5 212 827,86	-14 616 955,98
Zmiana jednostkowych kosztów ekonomicznych -25%	5 212 827,86	-14 616 955,98
Zmiana jednostkowych kosztów ekonomicznych -15%	5 212 827,86	-14 616 955,98
Zmiana jednostkowych kosztów ekonomicznych +15%	5 212 827,86	-14 616 955,98
Zmiana jednostkowych kosztów ekonomicznych +25%	5 212 827,86	-14 616 955,98
Zmiana kosztu zakupu wodoru -25%	10 360 919,98	-10 314 361,47
Zmiana kosztu zakupu wodoru -15%	8 301 683,13	-12 035 399,27
Zmiana kosztu zakupu wodoru +15%	2 123 972,59	-17 198 512,68
Zmiana kosztu zakupu wodoru +25%	64 735,74	-18 919 550,49

Źródło: opracowanie własne

9.4. IDENTYFIKACJA RYZYKA

Analiza ryzyka została przeprowadzona w celu opracowania hierarchii czynników ryzyka, najbardziej krytycznych zagrożeń i zaplanowania najskuteczniejszych,

najbardziej efektywnych działań dla niwelowania wpływu czynników.
Przeprowadzając analizę ryzyka, w pierwszej kolejności dokonano identyfikacji ryzyka na podstawie listy ryzyka zamieszczonej w załączniku III rozporządzenia wykonawczego Komisji Europejskiej 2015/207.

Tabela 9.4. Zidentyfikowane ryzyka

Kategoria	Nazwa ryzyka
Administracyjne	opóźnienia w uzyskiwaniu decyzji środowiskowych
	opóźnienia w usuwaniu kolizji z sieciami dystrybucyjnymi
	pozwolenia na budowę
	pozwolenia na użytkowanie
	opóźnienia w realizacji procedur zamówień
	niewystarczająca kadra do obsługi inwestycji
Związane z nabyciem gruntów	koszty gruntów wyższe niż przewidywano
	opóźnienia proceduralne
Związane z budową	przekroczenie budżetu nakładów inwestycyjnych
	ryzyka geologiczne (powódź, osuwiska itd.)
	znaleziska archeologiczne
	ryzyka klimatyczne (opady, mrozy, zmiany temperatury)
	związane z przedsiębiorcą budowlanym (bankructwo, brak wystarczających zasobów)
Operacyjne	koszty operacyjne i koszty utrzymania wyższe niż przewidywano
	ryzyka klimatyczne (gwałtowne powodzie, nadzwyczajne upały, ulewy, opady śniegu)
Finansowe	dostępność środków krajowych na finansowanie nakładów inwestycyjnych
	dostępność środków krajowych na finansowanie kosztów operacyjnych
	wzrost kosztów finansowania (odsetki)
	opóźnienia wypłat środków na podstawie składanych wniosków o płatność
Regulacyjne	zmiany w wymogach środowiskowych
Zarządcze	małe możliwości zarządzania przez Operatora i Organizatora
Techniczne	jakość wykonanych prac nie spełnia wymagań określonych w SIWZ

Kategoria	Nazwa ryzyka
Inne	sprzeciw społeczny
Specyficzne	Ryzyko niezawodności technicznej
	Wzrost taryf za prąd
	Nadmierne obciążenie sieci energetycznej
	Uszkodzenia sieci zasilającej stacje ładowania
	Awarie stacji ładowania
	Wyższa awaryjność taboru związana z zastosowaniem nowej technologii
	Opóźnienia w dostawie autobusów
	Nadmierne skrócenie żywotności baterii i konieczność częstszej wymiany

Źródło: opracowanie własne

9.5. ANALIZA JAKOŚCIOWA RYZYKA

W dalszej kolejności dokonano analizy jakościowej ryzyka. Prawdopodobieństwo dla każdego typu ryzyka przypisano zgodnie z zaleceniami z Niebieskiej Księgi.

Tabela 9.5. Oznaczenia prawdopodobieństwa wystąpienia ryzyka

Skala	Zakres wartości prawdopodobieństwa	Wartość punktowa
Bardzo niskie	<0% - 10%)	A
Niskie	<10% - 33%)	B
Średnie	<33% - 66%)	C
Wysokie	<66% - 90%)	D
Bardzo wysokie	<90% - 100%>	E

Źródło: Niebieska Księga Transportu

Siła oddziaływania na projekt została oszacowana zgodnie z poniższą tabelą:

Tabela 9.6. Analiza jakościowa ryzyka - skala oddziaływania na projekt

Opis	Wartość punktowa
Brak oddziaływania na dobrobyt społeczny, nawet pomimo braku działań zaradczych.	I
Nieznaczny ubytek dobrobytu społecznego generowanego przez projekt, o minimalnym oddziaływaniu na jego długofalowe efekty. Niemniej jednak skutki wymagają działań zaradczych.	II
Umiarkowane. Projekt powoduje ubytek dobrobytu społecznego, głównie straty finansowe, nawet w średnim i dłuższym okresie. Zmaterializowanym skutkom można skutecznie zaradzić.	III

Opis	Wartość punktowa
Krytyczne. Projekt powoduje znaczny ubytek dobrobytu społecznego. Realizacja ryzyka niweczy podstawowe funkcje projektu. Działania zaradcze, nawet bardzo rozbudowane, nie są w stanie zniwelować skutków.	IV
Katastrofalne. Wadliwość projektu, która może skutkować poważną lub nawet całkowitą utratą zakładanych funkcji. Główne średnio- i długookresowe cele nie zostają osiągnięte.	V

Źródło: Niebieska Księga Transportu

9.6. MATRYCA POZIOMU RYZYKA

W kolejnym kroku zestawiono prawdopodobieństwo wystąpienia ryzyka oraz skalę oddziaływania na projekt i zgodnie z poniższą tabelą oszacowano poziom ryzyka.

Tabela 9.7. Matryca poziomu ryzyka

		Siła oddziaływania				
		I	II	III	IV	V
Prawdopodobieństwo	A	Niskie	Niskie	Niskie	Niskie	Umiarkowane
	B	Niskie	Niskie	Umiarkowane	Umiarkowane	Wysokie
	C	Niskie	Umiarkowane	Umiarkowane	Wysokie	Wysokie
	D	Niskie	Umiarkowane	Wysokie	Bardzo wysokie	Bardzo wysokie
	E	Umiarkowane	Wysokie	Bardzo wysokie	Bardzo wysokie	Bardzo wysokie

Źródło: Niebieska Księga Transportu

Matryca ryzyka prezentuje związki między prawdopodobieństwem wystąpienia oddziaływania czynnika i wpływem wystąpienia na poziom ryzyka planowanej realizacji inwestycji. W przyjętej czterostopniowej skali oznaczonej kodem barwnym kolor zielony oznacza taką kombinację wartości, dla której scharakteryzowane ryzyko jest nieistotne, nie ma znaczenia kluczowego dla osiągnięcia celów projektu. Wraz z płynną zmianą barwy aż do czerwieni wzrasta poziom zagrożenia realizacji projektu i funkcjonowania rezultatów zgodnie z planem.

W zależności od poziomu ryzyka i kombinacji wartości prawdopodobieństwa i wielkości wpływu dokumenty strategiczne, wytyczne przeprowadzania analizy AKK nakazują podejmowanie różnych środków, kroków zaradczych:

- Zapobieganie – obejmuje wczesne wykrycie, że potencjalnie może wystąpić określone zagrożenie i podjęcie działań, które spowodują, że w przyszłości dane zagrożenie nie wystąpi.
- Ograniczanie – zakłada identyfikację potencjalnych zagrożeń i przygotowanie, wdrożenie działań zapobiegawczych, które być może nie pozwolą na pełne zniwelowanie, powstrzymanie wystąpienia niekorzystnych skutków oddziaływania ale na pewno w sposób istotny zmniejsza, osłabia zakres czasowy i przestrzenny skutków niekorzystnego oddziaływania.
- Przeniesienie ryzyka – przeniesienie pewnego zakresu odpowiedzialności za prawidłową, planową realizację, wdrożenie projektu i dalszą eksploatację na podmioty trzecie w tym dostawców, wykonawców aby z jednej strony zobowiązać do rzetelnego wykonywania powierzonych zadań co pozwoli zapobiec wystąpieniu zdarzeń z drugiej strony odpowiednio wcześniej pozwoli określić procedury reagowania na wystąpienie zdarzeń i wdrożenia działań korygujących. Dane narzędzie w sposób istotny zapewnia zaangażowanie, dostarcza narzędzi i środków do utrzymania sprawnej realizacji projektu i utrzymania funkcjonalności na etapie wdrożenia,
- Tolerowanie ryzyka - jest strategią przyjmowaną w sytuacjach, w których nie można uniknąć ryzyka, ograniczyć go lub (ekonomicznie) przenieść. Dlatego takie ryzyko musi być po prostu tolerowane. Jednakże to podejście wymaga opracowania planu awaryjnego w przypadku wystąpienia negatywnego zdarzenia, jednakże nie są konieczne wcześniejsze działania.

Zależnie od poziomu oddziaływania czynnika wytyczne przedmiotowe wskazują na zakres i charakter działań koniecznych do podjęcia. Zostało to przedstawione w poniższej tabeli.

Tabela 9.8. Matryca poziomu ryzyka

		Siła oddziaływania				
		I	II	III	IV	V
Prawdopodobieństwo	A	Zapobieganie lub ograniczanie		Ograniczanie		
	B					
	C					
	D	Zapobieganie		Zapobieganie i ograniczanie		
	E					

Źródło: Niebieska Księga Transportu

Im bardziej groźne jest ryzyko, im bardziej niekorzystne skutki może determinować tym więcej działań wysiłków należy wdrożyć, aby zabezpieczyć prawidłową realizację projektu i zniwelować wskazane niekorzystne oddziaływanie.

W poniższej tabeli przedstawiono wyniki analizy czynników, ryzyk mogących potencjalnie zaburzać prawidłową realizację projektu i efektywność skutków, rezultatów projektu.

Tabela 9.9. Charakterystyka ryzyk

Ryzyko	Przyczyny	Skutki	Prawdopodobieństwo	Dotkliwość	Poziom ryzyka	Środki zapobiegawcze i/lub ograniczające
Prognozy ruchu inne niż przewidywano	Trudności w dokonywaniu prognoz z powodu zmieniającej się mobilności ludzi i dynamicznych zjawisk demograficznych.	Zwiększenie zjawisk kongestii ruchu	A	I	Niski	Okresowe badania preferencji pasażerów dla dopasowania oferty do oczekiwań. Plan wdrożenia poprzedzony wiarygodną analizą ograniczając skalę niezgodności zmniejszających pozytywne rezultaty.
Niewłaściwe oszacowanie kosztów projektu	Brak pełnej informacji o kształtowaniu się kosztów inwestycyjnych projektu w przyszłości. Projekt jest w fazie koncepcji w związku z czym analizę kosztową należy traktować szacunkowo.	Konieczność poniesienia wyższych nakładów niż zakładano	B	3	Średni	Monitorowanie kosztorysu inwestycji na etapie sporządzania dokumentacji projektowej, Wybór rzetelnego biura projektowego z doświadczeniem na etapie przetargu, ostrożne szacowanie.
Pozwolenia na budowę	Przedłużająca się procedura administracyjna.	Opóźnienie rozpoczęcia fazy inwestycyjnej	B	II	Niski	Bieżący monitoring postępu prac. Wybór rzetelnego wykonawcy w przetargu doświadczonego w przygotowywaniu dokumentacji i realizacji postępowania.

Analiza kosztów i korzyści

związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK) dla Miasta Konin

Ryzyko	Przyczyny	Skutki	Prawdopodobieństwo	Dotkliwość	Poziom ryzyka	Środki zapobiegawcze i/lub ograniczające
Opóźnienia w usuwaniu kolizji z sieciami dystrybucyjnymi	Wadliwa warstwa dot. sieci dystrybucyjnej w podkładach geodezyjnych.	Przedłużenie cyklu inwestycyjnego. Podniesienie kosztów	B	II	Niski	Bieżący monitoring Konsultacja działań planistycznych zapobiegając a niezgodnościom. Zaplanowanie rezerwy czasowej na ewentualne usuwanie kolizji.
Opóźnienia w realizacji procedur zamówień	Odwołania do Krajowej Izby Odwoławczej na rozstrzygnięcie postępowania. Duża liczba zapytań składana w trakcie trwania procedury przetargowej.	Opóźnienie terminu rozpoczęcia fazy inwestycyjnej i eksploatacyjnej.	B	III	Średni	Ogłoszenie postępowania przetargowego odpowiednio wcześniej uwzględniając czas na ewentualne odwołania. Doświadczenie inwestora i wykonawców w kontaktach z administracją oraz znajomość wymogów proceduralnych. Rzetelne przygotowanie wniosków z rezerwą czasową.
Przekroczenie budżetu nakładów inwestycyjnych	W fazie koncepcji trudno jest oszacować rzeczywisty koszt inwestycji.	Wzrost wysokości nakładów inwestycyjnych	B	II	Niski	Bieżący monitoring, przeprowadzenie odpowiednich analiz rynkowych, ostrożne planowanie.

Analiza kosztów i korzyści

związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK) dla Miasta Konin

Ryzyko	Przyczyny	Skutki	Prawdopodobieństwo	Dotkliwość	Poziom ryzyka	Środki zapobiegawcze i/lub ograniczające
Ryzyka geologiczne (powódź, osuwiska)	Nieprzewidywalne zjawiska atmosferyczne.	Wyższe nakłady inwestycyjne	A	III	Niski	Dokładne badania terenu.
Związane z przedsiębiorcą budowlanym (bankructwo, brak wystarczających zasobów)	Zła sytuacja finansowa wykonawcy.	Opóźnienie procesu inwestycyjnego a w konsekwencji opóźnienia oddania inwestycji do użytku.	B	II	Niski	Uwzględnienie w przetargu wymogów dot. ujawnienia kondycji finansowej wykonawcy. Kryterium wyboru wykonawcy będzie uwzględniać dotychczasową realizację projektów, doświadczenie, terminowość, czas działania w branży.
Koszty operacyjne i koszty utrzymania wyższe niż przewidywano	Inflacja, wzrost kosztów utrzymania.	Konieczność zapewnienia w budżecie większych środków finansowych.	C	III	Średni	Stały monitoring wyników finansowych. Odpowiednie planowanie budżetu, szacowanie w sposób ostrożny.

Analiza kosztów i korzyści

związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK) dla Miasta Konin

Ryzyko	Przyczyny	Skutki	Prawdopodobieństwo	Dotkliwość	Poziom ryzyka	Środki zapobiegawcze i/lub ograniczające
Ryzyka klimatyczne (gwałtowne powodzie, nadzwyczajne upały, ulewy, opady śniegu)	Nieprzewidywalność zjawisk atmosferycznych.	Okresowe ograniczenie funkcjonalności infrastruktury.	B	II	Niski	Dostosowanie środków trwałych do zmian klimatycznych.
Dostępność środków krajowych na finansowanie nakładów inwestycyjnych	Wiele inwestycji wymaga finansowania. Nie jest możliwe sfinansowanie wszystkich inwestycji w całości.	Brak środków na realizację inwestycji	C	I	Niski	Poszukiwanie alternatywnych źródeł finansowania.
Opóźnienia wypłat środków na podstawie składanych wniosków o płatność	Brak środków pieniężnych posiadanych przez instytucję zarządzającą.	Opóźnienia w zapłacie Wykonawcy	C	III	Średni	Finansowanie inwestycji z wkładu własnego. Konieczność zapewnienia środków zastępczych, kredytów i pożyczek.

Analiza kosztów i korzyści
związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK) dla Miasta Konin

Ryzyko	Przyczyny	Skutki	Prawdopodobieństwo	Dotkliwość	Poziom ryzyka	Środki zapobiegawcze i/lub ograniczające
Zmiany w wymogach środowiskowych	Niestabilność przepisów prawnych.	Opóźnienia w realizacji projektu.	B	II	Niski	Ciągłe monitorowanie projektów przepisów prawa, prowadzenie negocjacji z administracją centralną.
Sprzeciw społeczny	Negatywne reakcje mieszkańców na inwestycje realizowane przez miasto.	Opóźnienia realizacji projektu.	A	II	Niski	Kampania informacyjna i uświadamiająca.
Ryzyko niezawodności technicznej	Usterki techniczne zakupionego taboru.	Możliwe zakłócenie kursowania autobusów elektrycznych.	B	II	Niski	Zapewnione zostanie wsparcie techniczne producentach autobusów wodorowych w okresie eksploatacji. Określenie minimalnych wymagań trwałości, niezawodności w wymaganiach przetargowych.
Wzrost cen nośników energii	Zmiany stawek u Operatora.	Wzrost kosztów utrzymania infrastruktury.	C	III	Średni	Stały monitoring zmian cen nośników energii. Zawarcie wieloletnich umów na dostawę nośników energii. Uwzględnienie wysokich kosztów zakupu energii na etapie planowania. Szacowanie kosztów w sposób ostrożny.

Analiza kosztów i korzyści
związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK) dla Miasta Konin

Ryzyko	Przyczyny	Skutki	Prawdopodobieństwo	Dotkliwość	Poziom ryzyka	Środki zapobiegawcze i/lub ograniczające
Uszkodzenia sieci zasilającej stacje ładowania	Zdarzenia losowe, uszkodzenia mechaniczne sieci zasilającej.	Możliwe zakłócenie kursowania autobusów elektrycznych.	B	II	Niski	Zobowiązanie Operatora do możliwie szybkiego usuwania usterek technicznych.
Awarie stacji ładowania	Usterki techniczne.	Możliwe zakłócenie kursowania autobusów elektrycznych.	B	II	Niski	Zapewnienie gwarancji oraz wsparcia technicznego od podmiotu dostarczającego stacje ładowania. Wymagania zapewnienia minimalnej trwałości dostarczanych urządzeń.
Wyższa awaryjność taboru związane z zastosowaniem nowej technologii	Usterki techniczne zakupionego taboru.	Możliwe zakłócenie kursowania autobusów elektrycznych.	B	II	Niski	Zapewnienie wsparcia technicznego producenta autobusów wodorowych w okresie eksploatacji.

Analiza kosztów i korzyści

związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK) dla Miasta Konin

Ryzyko	Przyczyny	Skutki	Prawdopodobieństwo	Dotkliwość	Poziom ryzyka	Środki zapobiegawcze i/lub ograniczające
Wzrost kosztów realizacji po rozstrzygnięciu zamówienia	Inflacja, wzrost kosztów utrzymania.	Wzrost kosztów projektu.	C	II	Średni	Stały monitoring wyników finansowych. Pozyskiwanie finansowania ze stałym oprocentowaniem, prowadzenie negocjacji z administracją centralną.
Opóźnienia w dostawie autobusów	Niewywiązywanie się dostawcy autobusów wodorowych z terminów dostaw przewidzianych umową.	Opóźnienia w realizacji projektu.	B	III	Średni	Stały monitoring postępu prac nad konstrukcją nowych autobusów.
Nadmierne skrócenie żywotności ogniw wodorowych i konieczności częstszej wymiany	Błędnie opracowanie specyfikacji technicznej dla kupowanych autobusów, wadliwość, zawodność elementu.	Wzrost kosztów utrzymania zakupionego w ramach Projektu taboru.	B	III	Średni	Prawidłowe opracowanie SIWZ, zapewnienie w wymaganiach przetargu gwarancji na zestawy ogniw wodorowych.

Źródło: opracowanie własne

Podsumowanie analizy ryzyka

Dla przedmiotowego Projektu przeprowadzono jakościową analizę ryzyka. W pierwszej kolejności dokonano identyfikacji ryzyka dla zbioru czynników zdefiniowanych w wytycznych przedmiotowych, które należy poddawać ocenie istotności w ocenie rozważanego projektu. Przyjęcie znormalizowanej listy czynników wypracowanej na bazie doświadczenia eksperckiego, zalecanej do stosowania w badaniach lokalnych zapewnia szeroką perspektywę analizy. Pozwala to zminimalizować ryzyko pominięcia pewnych czynników i tym samym gwarantuje, że analiza ma charakter kompleksowy i rozważa zagadnienie w ujęciu systemowym. Na podstawie identyfikacji wybrano do dalszej analizy czynniki, dla których określono występowanie aktywnego ryzyka w projekcie czyli realnego oddziaływania na powodzenie projektu, osiągnięcie celów i prawidłową, właściwą, pełną realizację zamierzeń a mogących zakłócać zgodność realizacji, wdrażania przedsięwzięcia względem opracowanych planów.

W Projekcie nie zidentyfikowano ryzyka na poziomie wysokim bądź bardzo wysokim. Większość ryzyk utrzymuje się na niskim lub średnim poziomie, natomiast prawdopodobieństwo ich wystąpienia, jak i dotkliwość danego ryzyka jest zazwyczaj niska.

Ryzykami na średnim poziomie są:

- Niewłaściwe oszacowanie kosztów projektu
- Opóźnienia w realizacji procedur zamówień
- Koszty operacyjne i koszty utrzymania wyższe niż przewidywano
- Opóźnienia wypłat środków na podstawie składanych wniosków o płatność
- Wzrost cen nośników energii
- Wzrost kosztów realizacji po rozstrzygnięciu zamówienia
- Opóźnienia w dostawie autobusów
- Nadmierne skrócenie żywotności ogniw wodorowych i konieczności częstszej wymiany

Z przeprowadzonej analizy ryzyka wynika, że Organizator oraz Operator są zarządzającym poszczególnymi kategoriami ryzyka. Oczywiście istnieje ryzyko negatywnych zjawisk atmosferycznych (powodzie), jednakże Organizator oraz Operator transportu publicznego może się w odpowiedni sposób zabezpieczyć

poprzez m.in. wykup ubezpieczenia oraz zastosowanie odpowiednich działań adaptacyjnych a jako władze miejskie podejmować ponadto pewne działania zapobiegawcze, stwarzać warunki poprzez kształtowanie infrastruktury i przestrzeni miejskiej zapobiegających krytycznemu, negatywnemu oddziaływaniu powodzi na system transportowy. Większość powyższych ryzyk może zostać skutecznie ograniczona lub wyeliminowana poprzez podjęcie odpowiednich działań zaradczych. Kluczowym czynnikiem, główną przyczyną niepewności w projekcie jest trudna bieżąca sytuacja społeczno-gospodarcza. Wysoka inflacja, wzrost cen energii pociągają za sobą zmiany i zagrożenia dla całej gospodarki. Wyjątkowość aktualnej sytuacji wynika z jej nieprzewidywalności i trudności określenia przyszłego rozwoju wydarzeń dalszych zmian wahań wartości nośników energii, stabilności gospodarki. Bardzo trudne jest obecnie prognozowanie przyszłości na bazie dotychczasowych doświadczeń i danych historycznych, gdyż w znacznym stopniu zmieniły się uwarunkowania. Wszystko to powoduje, że rośnie prawdopodobieństwo zaburzeń, zakłóceń w przepływach finansowych i zapewnieniu ciągłości finansowej ze względu na możliwe trudności w zapewnieniu finansowania w tym zewnętrznego oraz potencjalnie możliwe znaczne zmiany wysokości kosztów poszczególnych działań.

10. Konsultacje społeczne

Zgodnie z zasadami określonymi w dziale III w rozdziale 1 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. 2021 poz. 247 t.j.) projekt przedmiotowej analizy pn. „Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK) dla Miasta Konin” został poddany dwudziestojednodniowym konsultacjom społecznym, w terminie od 8. do 28. sierpnia 2024 r.

Informacja o planowanych i realizowanych konsultacjach dostępna była przed terminem rozpoczęcia konsultacji społecznych na oficjalnej stronie internetowej Miasta Konin oraz w lokalnej prasie. Stosowne ogłoszenie informujące o realizowanych konsultacjach zostało opublikowane na łamach „Przeglądu Konińskiego”, gazety o zasięgu lokalnym.

Informacja o realizowanych konsultacjach społecznych wraz z projektem dokumentu dostępne były we wskazanym terminie w oficjalnym serwisie internetowym miasta tj. w Biuletynie Informacji Publicznej Urzędu Miejskiego w Koninie oraz w siedzibie Urzędu Miejskiego w Koninie, ul. Wojska Polskiego 2 (pok. nr 205) w godz. od 8:00 do 15:00.

Pisemne opinie, uwagi, wnioski i propozycje dotyczące projektu dokumentu można było nadsyłać w terminie do dnia 28. sierpnia 2024 r. na adres:

Urząd Miejski w Koninie

Wydział Gospodarki Komunalnej

Plac Wolności 1, 62-500 Konin

lub mailowo na adres:

wydzial_gk@konin.um.gov.pl

Konsultacje społeczne zrealizowano w celu poinformowania społeczności obszaru Funkcjonalnego Aglomeracji Konińskiej, zwłaszcza mieszkańców Miasta Konin o zakresie i kierunkach planowanych do realizacji działań w ramach zmniejszania obciążania środowiska przewidzianych do realizacji w ramach AKK oraz stworzenie wszystkim zainteresowanym możliwości zgłaszania uwag i wskazania rozwiązań preferowanych. Działania mają na celu zwiększenie

Analiza kosztów i korzyści

związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

udziału i zaangażowania mieszkańców w decydowanie i kształtowanie działań na poziomie lokalnym. Prezentacja planów inwestycyjnych służyła poznaniu opinii mieszkańców odnośnie przyjętego kierunku działań i uwzględnienia ewentualnych propozycji zmian w sposobie i zakresie wdrożenia rezultatów projektu w celu lepszego dostosowania funkcjonowania systemu transportu zbiorowego do potrzeb społeczności lokalnej.

W czasie trwania konsultacji społecznych nie wpłynęły uwagi do przedmiotowego opracowania.

11. Rekomendacje

Zgodnie z ustawą z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2023 r., poz. 875) Miasto Konin, jest zobligowane do zapewnienia w posiadanym parku taborowym udziału co najmniej 20% pojazdów zeroemisyjnych od dnia 1 stycznia 2025 roku oraz co najmniej 30% pojazdów od dnia 1 stycznia 2030 roku. Osiągnięcie zdefiniowanych wartości progowych wymaga okresowego opracowywania analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem pojazdów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Działania zrealizowane w ramach kolejnych etapów analizy to:

- **wykonanie analizy finansowo-ekonomicznej**, które obejmuje sprawdzenie efektywności finansowej wariantów, wykonywane w postaci bilansu kosztów i korzyści w wersji ilościowej tzn. w ujęciu zmonetaryzowanych efektów społeczno-ekonomicznych w rachunku przepływów;
- **oszacowanie efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla środowiska i zdrowia ludzi** wyrażonych za pomocą kosztów zmonetaryzowanych;
- **wykonanie analizy społeczno-ekonomicznej** identyfikującej efekty inwestycji dla lokalnej społeczności wyrażając je w postaci zmonetaryzowanej, ujętej w rachunku przepływów pieniężnych;
- **przeprowadzenie analizy wykonalności technicznej** obejmującej przegląd rozwiązań technicznych dostępnych aktualnie na rynku autobusów komunikacji miejskiej i infrastruktury zasilania, z uwzględnieniem cen pozwalającej wskazać najkorzystniejszy kierunek modernizacji floty, ze względu na uwarunkowania techniczne, związane z realizacją i planowaniem przewozów;
- **weryfikacja aktualności rezultatów dotychczasowych analiz kosztów i korzyści oraz zrealizowanych działań** w zakresie wdrażania autobusów zeroemisyjnych w komunikacji miejskiej w Mieście Konin oceniająca zasadność kontynuowania lub zmiany dotychczasowego kierunku modernizacji floty autobusów komunikacji miejskiej;

- **przedstawienie koncepcji obsługi sieci komunikacji miejskiej autobusami zeroemisyjnymi** pozwalające wskazać linie o korzystnych uwarunkowaniach dla obsługi taboru zeroemisyjnym na podstawie zaleceń ogólnych, lokalnej specyfiki sieci komunikacji miejskiej tj. z uwzględnieniem kryteriów ważnych dla pasażerów i Operatora.

Analizie porównawczej poddano trzy alternatywne warianty postępowania w zakresie zapewnienia realizacji świadczenia usług przewozowych przez MZK Konin. W ramach wariantów inwestycyjnych nr 1 i 2 założono wymianę najbardziej wyeksploatowanych pojazdów w takim zakresie, aby spełnić wymagania ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2023 r., poz. 875) w zakresie minimalnego udziału pojazdów z napędem zeroemisyjnym w strukturze taboru MZK Konin. Przyjęto, że w kolejnych latach wycofywane będą pojazdy w określonym wieku oraz w taki sposób aby ograniczać różnorodność pojazdów w parku taborowym MZK Konin, tym samym ograniczyć koszty i złożoność obsługi, utrzymania pojazdów. Nabywany w zamian nowy tabor pozwoli spełnić wymagania docelowego udziału liczby pojazdów z napędem zeroemisyjnym w czasie możliwie najbardziej zbliżonym z terminami przewidzianym prawem. Kupowane będą pojazdy tej samej klasy co wycofywany tabor.

Trzy warianty przyjęte w analizie obejmują:

- wariant 0 – wariant bazowy, w którym założono utrzymanie dotychczasowej struktury floty poprzez zastępowanie najbardziej wyeksploatowanych pojazdów nowymi pojazdami o napędzie spalinowym spełniającym wymagania normy emisji spalin EURO6 przy jednoczesnym braku działań związanych z zakupem pojazdów zeroemisyjnych. Wariant ten nie spełnia wymogów ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2023 r., poz. 875)
- Wariant 1 inwestycyjny - nowy tabor będzie zeroemisyjny – wodorowy. Zakupiony zostanie jeden autobus klasy MEGA i 8 autobusów klasy MAXI.
- Wariant 2 inwestycyjny – Nowy tabor będzie zeroemisyjny – elektryczny. Najbardziej wyeksploatowany tabor będzie wycofywany według zasady 1:2 odpowiednio autobusami jednego z dwóch wskazanych typów napędu. Zakupionych zostanie łącznie 16 pojazdów klasy MAXI i 2 pojazdy klasy MEGA wraz z dziewięcioma dwustanowiskowymi stacjami ładowania o tych

samych parametrach jak zainstalowane już stacje ładowania w zajezdni.
W roku 2027 równocześnie z zakupem 4 stacji ładowania na terenie zajezdni
zostanie zakupiony i zainstalowany dodatkowo transformator

Jako okres analizy przyjęto lata 2024-2038, zgodnie z wytycznymi Ministerstwa Klimatu i Środowiska. Zgodnie z art. 36 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych określono, ile powinna wynosić minimalna liczba autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu komunikacji miejskiej w Mieście Konin:

- od 1 stycznia 2025 r. – 12 pojazdów (tj. udział 20%);
- od 1 stycznia 2028 r. – 18 pojazdów (tj. udział 30%).

W wyniku analizy społeczno-ekonomicznej obliczono wskaźniki efektywności ekonomicznej, wykazały iż realizacja projektu w Wariantcie 1 (wymiana na tabor wodorowy) jest opłacalna z punktu widzenia społeczeństwa. Z kolei wymiana taboru na elektryczny (Wariant 2) jest przedsięwzięciem nieopłacalnym społecznie. **Wobec powyższego korzystniejszym i rekomendowanym do realizacji wariantem jest wariant W1 – wymiana taboru na nowoczesny wodorowy.**

Pozytywny wynik analizy społeczno-ekonomicznej w W1 wskazuje, iż musi zostać spełniony ustawowy obowiązek (art. 36) dotyczący udziałów autobusów zeroemisyjnych we flocie obsługującej komunikację miejską w Koninie przez najbliższe 36 miesięcy, tj. do sporządzenia następnej analizy.

Niezależnie od powyższego Miasto Konin, na mocy na art. 68a, powinno podjąć się zakupu takich pojazdów przy uzyskaniu wsparcia zewnętrznego (środków unijnych, krajowych lub poprzez leasing, dzierżawę pojazdów) lub uwzględnić wymóg pojazdów zeroemisyjnych przy przetargu na świadczenie usług publicznego transportu zbiorowego. Przy uzyskaniu wsparcia zewnętrznego powinna zostać przeprowadzona odrębna analiza kosztów i korzyści dla danego projektu inwestycyjnego, przykładowo wymiany starszych pojazdów na nowe, która otrzyma pozytywne wyniki wskaźników efektywności ekonomicznej wymaganych do uzyskania funduszy unijnych.

Ze względu na przedstawione w dokumentach strategicznych plany rozwoju regionu jako swoistego zagłębia wodorowego wynikające z korzystnych uwarunkowań historycznych i posiadania niezbędnych zasobów w niniejszej analizie założono, że właśnie pojazdy wodorowe będą stanowiły trzon nowo kupowanego taboru, który pozwoli spełnić wymagania ustawy z dnia 11 stycznia

Analiza kosztów i korzyści

związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2023 r., poz. 875). Ważną zaletą wyboru danego rozwiązania jest podobnie jak w przypadku dotychczas eksploatowanego taboru spalinowego praktyczny brak ograniczeń zasięgu i łatwość napełnienia zbiornika paliwem w przeciwieństwie do technicznych ograniczeń eksploatacji autobusów elektrycznych na liniach komunikacji miejskiej.

SPIS TABEL

Tabela 2.1 Zestawienie wybranych charakterystyk opisujących wymianę pasażerską w transporcie kolejowym na obszarze Konina	22
Tabela 2.2 Zestawienie wybranych charakterystyk taboru eksploatowanego przez MZK Konin	26
Tabela 2.3 Wykaz linii autobusowych obsługiwanych przez MZK Konin wraz z punktami krańcowymi tras (stan na 01.08.2024 r.)	30
Tabela 5.1 Zestawienie wybranych cech alternatywnych wariantów konwersji floty na tabor zeroemisyjny dla MZK Konin w dokumencie AKK 2021	61
Tabela 5.2. Zestawienie wybranych kosztów związanych z instalacją stacji ładowania	70
Tabela 5.3. Zestawienie wybranych charakterystyk przykładowego zestawienia oferowanych obecnie modeli autobusów wodorowych	71
Tabela 5.4 Zestawienie wycofywanego taboru autobusowego w podziale na lata analizy i charakterystykę pojazdów	73
Tabela 5.5 Tabor autobusowy - wariant wyjściowy.....	74
Tabela 5.6 Tabor autobusowy - wariant inwestycyjny 1	75
Tabela 5.7 Tabor autobusowy - wariant inwestycyjny 2.....	75
Tabela 5.8 Harmonogram inwestycji w infrastrukturę ładowania - wariant inwestycyjny 2.....	76
Tabela 5.9 Zestawienie wybranych charakterystyk eksploatacyjnych linii komunikacyjnych MZK Konin	78
Tabela 5.10 Zestawienie liczby generatorów ruchu w obszarach obsługiwanych przez linie komunikacyjne MZK Konin w podziale na typy	79
Tabela 5.11 Zestawienie udziałów typów zagospodarowania przestrzennego w obszarze obsługiwanym przez linie komunikacyjne MZK Konin	79
Tabela 6.1 Rachunek zysków i strat dla gminy miasta Konin w latach 2021-2023 [mln. zł]	83
Tabela 6.2 Rachunek zysków i strat dla MZK Konin w latach 2021-2023 [tys. zł].....	85
Tabela 6.3 Aktualny stan posiadania taboru w Mieście Konin	90
Tabela 6.4 Plan taboru w wariantcie bezinwestycyjnym	90
Tabela 6.5 Plan taboru w wariantcie inwestycyjnym 1	91
Tabela 6.6 Plan taboru w wariantcie inwestycyjnym 2	91
Tabela 6.7 Jednostkowe nakłady inwestycyjne przyjęte do analizy	92
Tabela 6.8 Plan ponoszenia nakładów inwestycyjnych w wariantcie 1	92
Tabela 6.9 Plan ponoszenia nakładów inwestycyjnych w wariantcie 2	92
Tabela 6.10 Porównanie nakładów inwestycyjnych.....	93
Tabela 6.11 Założenia dot. nakładów odtworzeniowych w wariantach inwestycyjnych.....	94
Tabela 6.12 Harmonogram ponoszenia nakładów odtworzeniowych w poszczególnych wariantach.....	94
Tabela 6.13 Porównanie nakładów odtworzeniowych w rozważanych wariantach.....	95
Tabela 6.14 Założenia dot. kosztów operacyjnych - ceny paliw/energii.....	95
Tabela 6.15 Koszty operacyjne w wariantcie 0 (konwencjonalnym)	95
Tabela 6.16 Koszty operacyjne w wariantcie 1 (wodorowe).....	96
Tabela 6.17 Koszty operacyjne w wariantcie 2. (elektryczne)	96
Tabela 6.18 Porównanie kosztów operacyjnych	97
Tabela 6.19 Porównanie rozpatrywanych wariantów - wskaźnik NPV	97
Tabela 7.1 Emisja w tonach CO ₂ w wyniku realizacji wariantu 1	99
Tabela 7.2 Emisja w tonach CO ₂ w wyniku realizacji wariantu 2.....	100

Analiza kosztów i korzyści
związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej (AKK)
dla Miasta Konin

Tabela 7.3 Emisja w tonach NMHC/NMVOC w wyniku realizacji W1	100
Tabela 7.4 Emisja w tonach NMHC/NMVOC w wyniku realizacji W2	101
Tabela 7.5 Emisja w tonach No _x w wyniku realizacji projektu W1	101
Tabela 7.6 Emisja w tonach No _x w wyniku realizacji projektu W2	102
Tabela 7.7 Emisja w tonach PM w wyniku realizacji projektu W1	103
Tabela 7.8 Emisja w tonach PM w wyniku realizacji projektu W2	103
Tabela 7.9 Emisja w tonach SO ₂ w wyniku realizacji projektu W1	104
Tabela 7.10 Emisja w tonach SO ₂ w wyniku realizacji projektu W2	104
Tabela 8.1 Podstawowe założenia do analizy społeczno-ekonomicznej	106
Tabela 8.2 Koszty emisji CO ₂ w wyniku realizacji W1	106
Tabela 8.3 Koszty emisji CO ₂ w wyniku realizacji W2	107
Tabela 8.4 Koszty emisji NMHC/NMVOC – W1	108
Tabela 8.5 Koszty emisji NMHC/NMVOC – W2	108
Tabela 8.6 Koszty emisji No _x – W1	109
Tabela 8.7 Koszty emisji No _x – W2	109
Tabela 8.8 Koszty emisji PM – W1	110
Tabela 8.9 Koszty emisji PM – W2	110
Tabela 8.10 Koszty emisji SO ₂ – W1	111
Tabela 8.11 Koszty emisji SO ₂ – W2	111
Tabela 8.12 Koszty hałasu – W1	112
Tabela 8.13 Koszty hałasu – W2	112
Tabela 8.14 Wyniki analizy społeczno-ekonomicznej	114
Tabela 9.1 Badanie zmiennych krytycznych dla miary FNPV	116
Tabela 9.2 Analiza wartości progowych	117
Tabela 9.3 Analiza scenariuszowa	118
Tabela 9.4. Zidentyfikowane ryzyka	119
Tabela 9.5. Oznaczenia prawdopodobieństwa wystąpienia ryzyka	120
Tabela 9.6. Analiza jakościowa ryzyka - skala oddziaływania na projekt	120
Tabela 9.7. Matryca poziomu ryzyka	121
Tabela 9.8. Matryca poziomu ryzyka	123
Tabela 9.9. Charakterystyka ryzyk	124