



International Management Services sp. z o.o.

31-104 Kraków, ul. Felicjanek 4/10

Tel: 12 431 00 77, Fax: 12 426 26 80

www.ims.biz.pl Email: office@ims.biz.pl

**Analiza kosztów i korzyści związanych z
wykorzystaniem przy świadczeniu usług komunikacji
miejskiej autobusów zeroemisyjnych dla Gminy
Miasto Włocławek**



Gmina Miasto Włocławek

wersja do konsultacji społecznych

Kraków - Włocławek, październik 2021

Spis treści

| | |
|---|----|
| Wykaz skrótów i definicji | 4 |
| 1. Wstęp..... | 6 |
| 1.1. Podstawa opracowania | 6 |
| 1.2. Metodologia..... | 7 |
| 2. Opis stanu aktualnego | 8 |
| 2.1. Obszar objęty analizą..... | 8 |
| 2.2. Lokalizacja i uwarunkowania przestrzenne..... | 8 |
| 2.3. Analiza otoczenia społeczno-gospodarczego | 11 |
| 2.3.1. Demografia..... | 11 |
| 2.3.2. Gospodarka..... | 12 |
| 2.4. Organizator i operator publicznego transportu zbiorowego | 12 |
| 2.5. System transportowy i sieć komunikacyjna | 14 |
| 2.5.1. Układ drogowy | 14 |
| 2.5.2. Transport kolejowy | 15 |
| 2.5.3. Transport rowerowy | 15 |
| 2.5.4. Komunikacja miejska | 15 |
| 3. Identyfikacja możliwych wariantów rozwoju taboru zeroemisyjnego | 19 |
| 3.1. Wariant bazowy | 20 |
| 3.2. Wariant W1 – tabor elektryczny | 22 |
| 3.3. Wariant W2 – tabor wodorowy i elektryczny | 22 |
| 3.4. Identyfikacja linii komunikacyjnych proponowanych do obsługi taborem zeroemisyjnym wraz z lokalizacją infrastruktury ładowania | 24 |
| 4. Oszacowanie efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla środowiska naturalnego i zdrowia ludzi | 26 |
| 5. Analiza finansowo-ekonomiczna | 29 |
| 5.1. Metodyka analizy | 29 |
| 5.2. Nakłady inwestycyjne..... | 30 |
| 5.3. Koszty operacyjne | 32 |
| 5.4. Przychody | 33 |
| 5.5. Kalkulacja poziomu dofinansowania..... | 33 |
| 5.6. Podsumowanie analizy finansowo-ekonomicznej..... | 34 |

| | | |
|------|---|----|
| 5.7. | Trwałość finansowa operatora..... | 37 |
| 6. | Analiza społeczno-ekonomiczna..... | 38 |
| 6.1. | Metodyka analizy | 38 |
| 6.2. | Korekta przepływów finansowych | 38 |
| 6.3. | Koszty i korzyści ekonomiczne | 38 |
| 6.4. | Wskaźniki efektywności ekonomicznej | 40 |
| 7. | Analiza wrażliwości | 41 |
| 7.1. | Analiza wrażliwości dla wskaźników ekonomicznej efektywności projektu | 41 |
| 8. | Analiza ryzyka..... | 43 |
| 9. | Identyfikacja potencjalnych źródeł finansowania inwestycji taborowych..... | 50 |
| 10. | Rekomendacje w zakresie wymiany taboru, podsumowanie i wnioski | 51 |
| | Spis tabel | 54 |
| | Spis rysunków | 55 |
| | Załączniki | 56 |

Wykaz skrótów i definicji

| | |
|------------------------------|--|
| AKK, analiza | analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej, autobusów zeroemisyjnych oraz innych środków transportu, w których do napędu wykorzystywane są wyłącznie silniki, których cykl pracy nie powoduje emisji gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych, o którym mowa w ustawie z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji |
| autobus zeroemisyjny | autobus w rozumieniu art. 2 pkt 41 Prawa o ruchu drogowym, wykorzystujący do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w nim ogniwach paliwowych lub wyłącznie silnik, którego cykl pracy nie prowadzi do emisji gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych, o którym mowa w ustawie z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji oraz trolejbus w rozumieniu art. 2 pkt 83 ustawy Prawo o ruchu drogowym |
| Miasto lub GMW | Gmina Miasto Włocławek |
| MPK | Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne sp. z o.o. we Włocławku, określane w opracowaniu także jako operator |
| obszar objęty analizą | Miasto Włocławek i gminy na terenie których GMW organizuje autobusowe linie komunikacyjne w publicznym transporcie zbiorowym, zgodnie z wykazem znajdującym się w rozdziale 2.1. |
| operator | samorządowy zakład budżetowy lub 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 (...). (Dz.U. z 2019 r. poz. 2475) |
| organizator | organizator publicznego transportu zbiorowego – Gmina Miasto Włocławek |
| PTZ | Publiczny Transport Zbiorowy |
| Plan transportowy | <i>Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla Miasta Włocławek</i> przyjęty uchwałą nr XXXV/71/2021 Rady Miasta Włocławek z dnia 22 czerwca 2021 r. |
| ustawa | Ustawa z 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz.U. z 2018 r., poz. 317 z późn. zm.) |

| | |
|----------------|---|
| VAT | Podatek od towarów i usług |
| Wydział | Wydział Dróg, Transportu Zbiorowego i Energii Urzędu Miasta Włocławek, wykonujący zadania organizatora publicznego transportu zbiorowego |
| wzkm | wozo-kilometr – jednostka miary pracy przewozowej pojazdów transportu publicznego, odpowiadająca sumarycznej długości trasy przejechanej przez pojazdy w określonej jednostce czasu |

1. Wstęp

1.1. Podstawa opracowania

Przedmiotowa analiza została sporządzona na potrzeby spełnienia obowiązków wynikających z ustawy z 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz.U. z 2018 r., poz. 317 z późn. zm.). W myśl art. 37 ustawy, każda jednostka samorządu terytorialnego, w której liczba mieszkańców przekracza 50 000, jest zobligowana do sporządzenia co 36 miesięcy analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej, autobusów zeroemisyjnych (...).

Natomiast zgodnie z art. 36 ustawy, każda jednostka samorządu terytorialnego, o której mowa powyżej, świadcząc lub zlecając usługę komunikacji miejskiej w rozumieniu ustawy z 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (Dz.U. 2018, poz. 2016), musi zapewnić odpowiedni udział autobusów zeroemisyjnych we flocie użytkowanych pojazdów na obszarze tej jednostki. W przypadku Gminy Miasto Włocławek obszarem tym jest miasto oraz gminy sąsiednie z którymi GMW zawarła porozumienia międzygminne, czyli Gmina Brześć Kujawski, Gmina Lubanie i Gmina Włocławek. Określony w dokumencie udział autobusów zeroemisyjnych wynosi 30% i musi zostać osiągnięty do 1 stycznia 2028 r., niemniej jednak ustawa obliguje do osiągnięcia udziału autobusów zeroemisyjnych stopniowo:

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

Obowiązek ten dotyczy wszystkich JST powyżej 50 000 mieszkańców, chyba że przeprowadzona w ramach AKK analiza społeczno-ekonomiczna, uwzględniająca wycenę kosztów i korzyści związanych z emisją szkodliwych substancji, wskaże na brak korzyści z wykorzystywania autobusów zeroemisyjnych.

Oprócz analizy społeczno-ekonomicznej, AKK musi zawierać także takie elementy jak analizę finansowo-ekonomiczną oraz oszacowanie efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla środowiska naturalnego i zdrowia ludzi.

Ponadto, ustawa z 11 stycznia 2018 r. zobowiązuje do udziału społeczeństwa w opracowaniu analizy, zgodnie z ustawą z 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz.U. z 2017 r. poz. 1405 z późn. zm.). W analizie kosztów i korzyści muszą zostać uwzględnione wnioski z konsultacji społecznych. Ustawa mówi również o konieczności aktualizacji planu transportowego w oparciu o wyniki analizy kosztów i korzyści.

Gmina Miasto Włocławek w 2018 r. zleciła opracowanie analizy kosztów i korzyści po raz pierwszy. Z przeprowadzonego opracowania wynikało, że zakup i eksploatacja taboru zeroemisyjnego nie są opłacalne ze społeczno-ekonomicznego punktu widzenia, dlatego Miasto nie było zobligowane do osiągnięcia pierwszego wymaganego ustawą progu dot. udziału autobusów zeroemisyjnych. Jednocześnie w dokumencie wskazano, że zakup pojazdów zeroemisyjnych będzie korzystny z finansowego punktu widzenia w przypadku znaczącego

dofinansowania ze środków krajowych lub europejskich. Uzasadnia to dotychczasowe inwestycje MPK w tabor zeroemisyjny. Szczegółowe informacje dotyczących realizacji strategii elektromobilności we Włocławku zawarto w kolejnym rozdziale.

Przedmiotowe opracowanie jest zatem *de facto* aktualizacją pierwotnie przeprowadzonej analizy, która uwzględnia m.in. zmiany na sieci komunikacyjnej, popyt i podaż na usługi w PTZ na obszarze objętym analizą oraz zrealizowane i planowane w najbliższych latach inwestycje w zakresie elektromobilności. Analiza uwzględnia również aktualne założenia dotyczące nakładów inwestycyjnych oraz kosztów jednostkowych pracy przewozowej dla taboru o różnych źródłach zasilania, a także zaktualizowane stawki jednostkowych kosztów i korzyści ekonomicznych (w tym m.in. dot. emisji niskiej oraz zmian klimatu).

1.2. Metodologia

Z uwagi na brak szczegółowych wytycznych związanych z metodyką sporządzania niniejszej analizy kosztów i korzyści do których odwoływałaby się ustawa, przedmiotowe opracowanie zostało sporządzone na podstawie praktycznych podręczników i wytycznych opublikowanych lub rekomendowanych przez instytucje zajmujące się oceną projektów transportowych, współfinansowanych m.in. ze środków UE. Opisują one sposób sporządzenia analizy kosztów i korzyści, której celem jest m.in. wykazanie, że projekt pod względem kryteriów społeczno-ekonomicznych wykazuje wystarczające korzyści, aby mógł w określonej proporcji podlegać dofinansowaniu ze środków strukturalnych. Oznacza to, że projekt po uwzględnieniu wszystkich kosztów i korzyści jest z ekonomicznego i społecznego punktu widzenia opłacalny, a więc spełnia te same kryteria co analiza wymagana ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych.

Z tego względu niniejszą analizę opracowano w oparciu o dotychczasowe doświadczenia przy sporządzaniu AKK dla projektów transportowych realizowanych ze środków UE, z uwzględnieniem m.in. poniższych wytycznych i publikacji:

- „Niebieska Księga dla sektora transportu publicznego”, Jaspers, nowa edycja sierpień 2015;
- „Wytyczne w zakresie dofinansowania z programów operacyjnych podmiotów realizujących obowiązek świadczenia usług publicznych w transporcie zbiorowym”, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego (MIR/H/2014-2020/30(1)/10/2014), październik 2015;
- „Wytyczne w zakresie zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód i projektów hybrydowych na lata 2014-2020”, MIiR, styczeń 2019;
- „Najlepsze praktyki w analizach kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków unijnych”, Publikacja współfinansowana ze środków Funduszu Spójności w ramach pomocy technicznej programu „Infrastruktura i Środowisko”, Centrum Unijnych Projektów Transportowych, Warszawa, grudzień 2014 r.;
- „Analiza kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej. Vademecum Beneficjenta”, Centrum Unijnych Projektów Transportowych, Warszawa, 2016 r.

- Strona internetowa CUPT: **Błąd! Nieprawidłowy odsyłacz typu hiperłącze.** w tym m.in. aktualne tablice kosztów jednostkowych uwzględniające prognozy makroekonomiczne Ministerstwa Finansów z sierpnia 2021 r.

W toku prac nad przedmiotową analizą uwzględniono także zapisy dokumentów o charakterze strategicznym i planistycznym Gminy Miasto Włocławek, w tym w szczególności „Planu zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla miasta Włocławek”.

2. Opis stanu aktualnego

2.1. Obszar objęty analizą

Ze względu na fakt, że linie komunikacyjne organizowane przez Gminę Miasto Włocławek obejmują swoim zasięgiem zarówno miasto Włocławek, jak i gminy z którymi Miasto zawarło porozumienia międzygminne (tj. Gminą Brześć Kujawski, Gminą Lubanie i Gminą Włocławek), analiza AKK dotyczyć będzie również obszaru tych gmin. Jednocześnie biorąc pod uwagę, że przewozy organizowane poza obszarem Włocławka stanowią niecałe 3% zlecanej pracy przewozowej, analizę otoczenia społeczno-gospodarczego przeprowadzono dla samego miasta, co oddaje ogólny charakter całego obszaru, na którym GMW pełni funkcję organizatora publicznego transportu zbiorowego.

Porozumienia międzygminne zawarte przez Gminę Miasto Włocławek w zakresie organizacji publicznego transportu zbiorowego o charakterze użyteczności publicznej:

- Gmina Brześć Kujawski – **linia nr 7** na terenie Brzeskiej Strefy Gospodarczej w granicach administracyjnych Gminy Brześć Kujawski (porozumienie nr 1/2018 z 01.09.2018 r.);
- Gmina Lubanie – **linia nr 20** w relacji Włocławek – Gąbinek (porozumienie z 01.01.2013 r. wraz z aneksem nr 9/2020 z 30.12.2020 r.)
- Gmina Włocławek – **linia nr 8** w relacji Włocławek – Modzerowo oraz **linia nr 13k** w relacji Włocławek – Świętosław (porozumienie z 08.07.2013 r. wraz z aneksami nr 6/2017 z 10.11.2017 r. i nr 12/2020 z 31.12.2020 r.) oraz **linia nr P i linia nr W** od granic miasta Włocławek do Cmentarza Komunalnego w miejscowości Pińczata oraz Jezioro Wikaryjskie (porozumienie nr 2/2018 z 23.10.2018 r.).

2.2. Lokalizacja i uwarunkowania przestrzenne

Włocławek zajmuje 84,3 km² i jest trzecim co do wielkości miastem w województwie kujawsko-pomorskim. Miasto leży nad Wisłą oraz jej lewobrzeżnym dopływem – rzeką Zgłowiączką, w południowo-wschodniej części województwa i jest uznawane za historyczną stolicę Kujaw. Administracyjnie Włocławek jest miastem na prawach powiatu. Graniczy od wschodu i południa z gminą Włocławek, od zachodu z gminą Lubanie, od południowego-zachodu z gminą Brześć Kujawski, od północy z gminą Fabianki, od północnego-zachodu z gminą Bobrowniki oraz od północnego-wschodu z gminą Dobrzyń nad Wisłą. Na terenie miasta znajduje się rezerwat przyrody „Kulin” o powierzchni 51,16 ha.

Rysunek 1. Położenie Włocławka na tle kraju i województwa

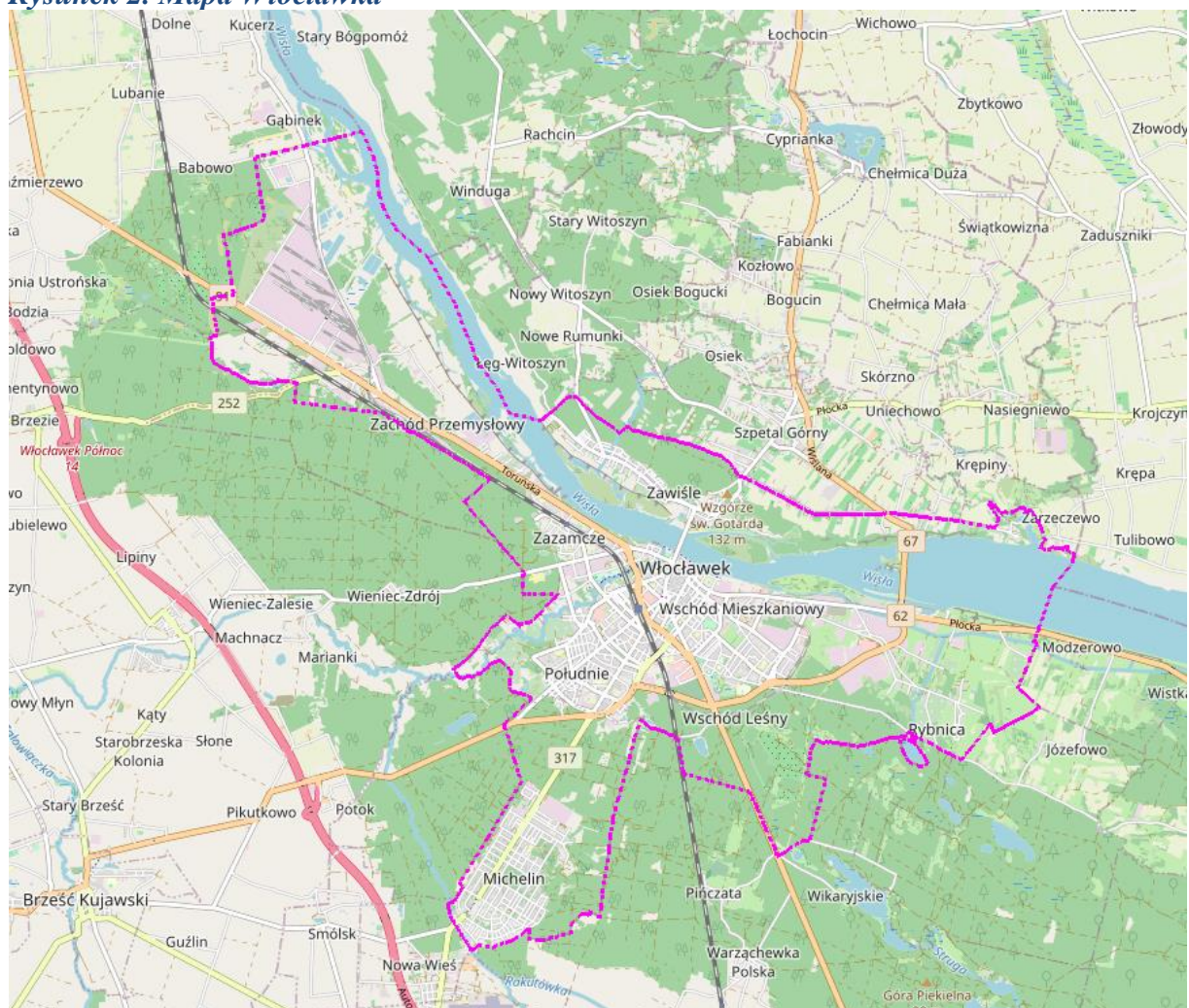


Źródło: opracowanie własne

Zgodnie ze *Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Włocławka*, miasto podzielone jest na jednostki strukturalne:

- Śródmieście – położona nad Wisłą, najstarsza i centralna część miasta, kumulująca usługi, kulturę i rozrywkę;
- Zazamcze – zachodnia część miasta, dominuje zabudowa wielorodzinna;
- Południe – południowa część miasta, obszar zabudowy wielorodzinnej i jednorodzinnej, zamieszkiwany przez ponad 30% ludności miasta;
- Wschód Mieszkaniowy – obszar zabudowy wielorodzinnej, jednorodzinnej i przemysłowej we wschodniej części miasta;
- Zawisłe – obszar zabudowy jednorodzinnej w północnej, prawobrzeżnej części miasta,
- Michelin – obszar głównie zabudowy jednorodzinnej w najbardziej wysuniętej na południe części miasta;
- Rybnica – obszary zabudowy jednorodzinnej, przemysłowej, wypoczynkowej w najbardziej wysuniętej na wschód części miasta;
- Wschód Leśny – obszar niezabudowany we wschodniej części miasta, m.in. tereny po byłym poligonie wojskowym;
- Zachód Przemysłowy – najbardziej na Zachód wysunięta część miasta, głównie przemysłowa;
- Wschód Przemysłowy – obszar głównie przemysłowy we wschodniej części miasta.

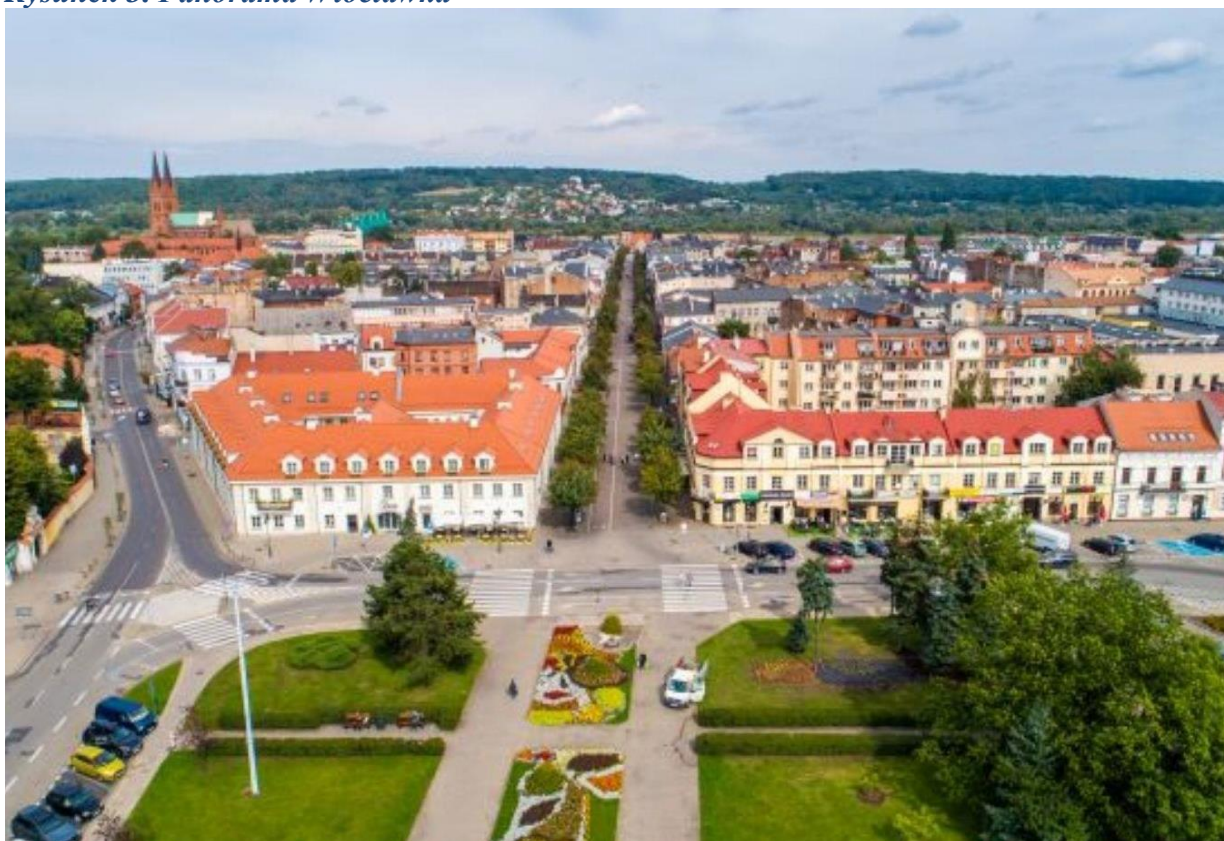
Rysunek 2. Mapa Włocławka



Źródło: **Błąd! Nieprawidłowy odsyłacz typu hiperłącze.**

Samo miasto i okolice stanowią niezwykle atrakcyjny pod względem przyrodniczo-krajobrazowym teren, z rozległymi obszarami lasów, bogatą szatą roślinną, zróżnicowanym ukształtowaniem powierzchni, jeziorami, Zalewem Włocławskim, urokliwą skarpą wiślaną oraz unikalną w warunkach miejskich doliną rzeki Zgłowiączki. Dolina ta wraz z pasem przyległych terenów stanowi dużą wartość przyrodniczą, nadającą im funkcję korytarza ekologicznego, łączącego tereny lasów okalających miasto z rzeką Wisłą.

Rysunek 3. Panorama Włocławka



Źródło: Raport o stanie miasta Włocławek 2020

2.3. Analiza otoczenia społeczno-gospodarczego

2.3.1. Demografia

Włocławek liczy 108 561 mieszkańców (dane na 31.12.2020 r.) i zajmuje trzecie miejsce w województwie pod względem liczby ludności. Liczba mieszkańców miasta od około 20 lat systematycznie maleje (w latach 2002-2020 spadek o 10,4%). Gęstość zaludnienia wynosi 1 287,5 osób/m². Ok. 58% mieszkańców Włocławka jest w wieku produkcyjnym, 16% w wieku przedprodukcyjnym, a 26% mieszkańców jest w wieku poprodukcyjnym. Dane demograficzne dla całego obszaru objętego AKK przedstawiono w tabeli.

Tabela 1. Liczba ludności, powierzchnia i gęstość zaludnienia analizowanego obszaru

| Wyszczególnienie | Liczba ludności | Powierzchnia [km ²] | Gęstość zaludnienia [os./km ²] |
|-----------------------|-----------------|---------------------------------|--|
| Włocławek | 108 561 | 84,32 | 1 287,5 |
| Gmina Włocławek | 7 365 | 219,9 | 33,5 |
| Gmina Brześć Kujawski | 11 352 | 150,44 | 75,5 |
| Gmina Lubanie | 4 550 | 69,3 | 65,7 |
| Razem: | 131 828 | 523,98 | 251,6 |

Źródło: Bank Danych Lokalnych GUS, dane na 31.12.2020 r.

2.3.2. Gospodarka

Wśród gałęzi gospodarki dominujące znaczenie ma przemysł chemiczny i energetyczny, w mniejszym stopniu również spożywczy, precyzyjny, metalowy i materiałów budowlanych. Swoją siedzibę mają tu takie zakłady jak: Anwil S.A. (przedsiębiorstwo chemiczne z grupy PKN Orlen), Salamander Window & Door Systems S.A. (producent profili okiennie-drzwiowych PVC) czy Drumet Liny i Druty sp. z o.o.

Przy ulicy Wiklinowej, nieopodal zakładów chemicznych, funkcjonuje ponad 33-hektarowa Włocławska Strefa Rozwoju Gospodarczego – Park Przemysłowo-Technologiczny, która jest podstrefą Pomorskiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej.

Bezrobocie rejestrowane we Włocławku wynosiło w 2020 roku aż 10,7% (wzrost o 1,7% r/r), dla porównania w skali kraju stopa bezrobocia wyniosła ok. 6%. W roku 2020 w rejestrze REGON zarejestrowane były 10 972 podmioty gospodarki narodowej, z czego 7 934 stanowiły osoby fizyczne prowadzące działalność gospodarczą. W tym samym roku zarejestrowano 623 nowe podmioty, a 507 podmiotów zostało wyrejestrowanych. Wśród osób fizycznych prowadzących działalność gospodarczą, najczęściej deklarowanymi rodzajami przeważającej działalności są handel hurtowy i detaliczny; naprawa pojazdów samochodowych (29.3%) oraz budownictwo (12.9%).

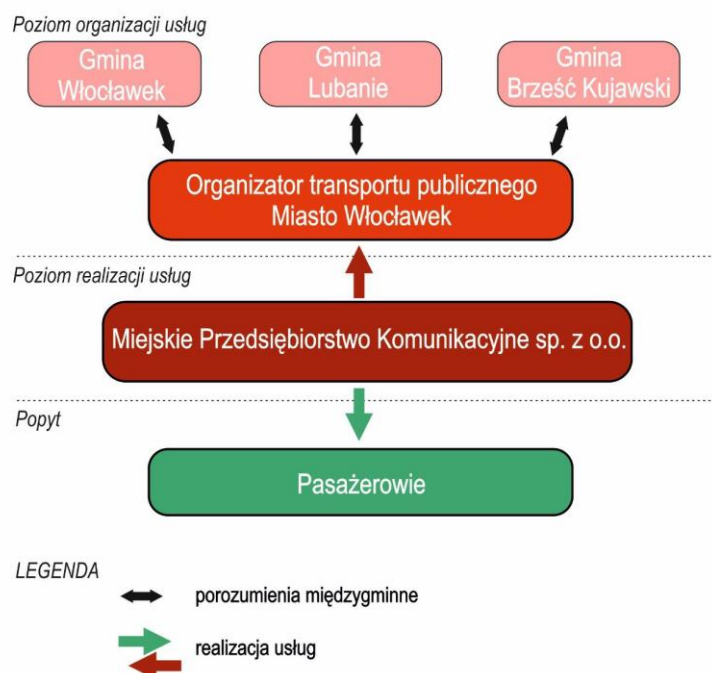
2.4. Organizator i operator publicznego transportu zbiorowego

Zgodnie z ustawą o publicznym transporcie zbiorowym, **organizatorem** PTZ na danym obszarze jest właściwa jednostka samorządu terytorialnego, która zapewnia jego funkcjonowanie na tym obszarze, a więc Gmina Miasto Włocławek, reprezentowana przez Prezydenta Włocławka. Większość zadań organizatorskich formalnie przypisana jest Wydziałowi Dróg, Transportu Zbiorowego i Energii w Urzędzie Miasta Włocławek.

Ponadto Miejski Zarząd Infrastruktury Drogowej i Transportu wykonuje zadania związane z zarządzaniem drogami, utrzymaniem dróg i ciągów pieszych w czystości, uzgadnianiem i opiniowaniem nowych przystanków komunikacyjnych oraz obsługą ITS.

Miasto Włocławek realizuje również funkcję organizatora na podstawie porozumień międzygminnych z gminą miejsko-wiejską Brześć Kujawski oraz gminami wiejskimi Lubanie i Włocławek.

Rysunek 4. Schemat organizacji rynku przewozów transportu publicznego we Włocławku w 2021 r.



Źródło: Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla Miasta Włocławek, 2021

Ustawa o publicznym transporcie zbiorowym określa również sposób wyboru **operatora** publicznego transportu zbiorowego. Zgodnie z definicją zawartą w ustawie, operatorem jest samorządowy zakład budżetowy oraz przedsiębiorca uprawniony do prowadzenia działalności gospodarczej w zakresie przewozu osób, który zawarł z organizatorem publicznego transportu zbiorowego umowę o świadczenie usług w zakresie publicznego transportu zbiorowego, na linii komunikacyjnej określonej w umowie.

W 2021 r. funkcję operatora na liniach komunikacyjnych organizowanych przez GMW pełniło Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne sp. z o.o. we Włocławku. Przewozy realizowane były na podstawie umowy wykonawczej nr GM.GK.7243.29.2015 o świadczenie usług publicznych w ramach organizacji lokalnego transportu zbiorowego w komunikacji autobusowej (umowa przewozowa) zawartej 15 maja 2015 r. na okres 10 lat.

Poza usługami przewozowymi MPK we Włocławku realizuje na rzecz GMW usługi powiązane na podstawie ww. umowy m. in. w zakresie:

- zachowania parametrów technicznych, jakościowych i ilościowych określających sposób świadczenia usług oraz obowiązujących norm i przepisów;
- sprzedaży i dystrybucji biletów uprawniających do przejazdów środkami komunikacji miejskiej we Włocławku;
- umieszczania na przystankach danej linii komunikacyjnej rozkładów jazdy, opracowywanych i uaktualnianych zgodnie z obowiązującymi przepisami.

MPK swoją działalność w zakresie przewozu pasażerów prowadzi od 22 lipca 1951 r., kiedy Miejska Rada Narodowa we Włocławku za pośrednictwem swych organów, zdecydowała

o powołaniu do życia w wielobranżowym Miejskim Przedsiębiorstwie Gospodarki Komunalnej wydziału komunikacji miejskiej. Następnie od 1 stycznia 1961 r. Spółka funkcjonowała pod nazwą Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne we Włocławku. W obecnej formie prawnej Spółka funkcjonuje od 9 listopada 1995 r.

2.5. System transportowy i sieć komunikacyjna

Na system transportowy miasta składają się następujące podsystemy transportowe: drogowy, kolejowy, autobusowy, rowerowy oraz pieszy. Ponadto system ten uzupełniają urządzenia transportu osobistego (UTO) i hulajnogi elektryczne, które są coraz częściej wykorzystywane przez podróżnych.

Spoiwem łączącym poszczególne podsystemy jest powstające przy ul. Okrzei multimodalne centrum przesiadkowe, zlokalizowane w pobliżu dworca kolejowego i autobusowego¹. Centrum będzie wyposażone m.in. w autobusowe stanowiska postojowe przeznaczone dla komunikacji miejskiej i regionalnej, parkingi P&R, B&R oraz infrastrukturę pasażerską.

2.5.1. Układ drogowy

Sieć drogowa Włocławka składa się z 224 km dróg, w tym:

- krajowe: 28 km;
- wojewódzkie: 5,7 km;
- powiatowe: 53,3 km;
- gminne o nawierzchni utwardzonej: 110,44 km;
- gminne o nawierzchni nieutwardzonej: 26,65 km.

Włocławek dysponuje dwiema przeprawami drogowymi przez Wisłę. Są to most im. Edwarda Śmigłego-Rydza oraz włocławska zapora (al. Księdza Jerzego Popiełuszki w ciągu DK67).

Do głównych korytarzy transportowych należy zaliczyć drogi krajowe (DK) nr 91, 62 i 67. **DK91** biegnie z północnego-zachodu na południowy-wschód przez Zachód Przemysłowy, Zazamcze, Śródmieście, Wschód Mieszkaniowy i Wschód Leśny. Droga ta w kierunku północno-zachodnim stanowi wylot na Toruń, a w południowo-wschodnim na Łódź. Z kolei połączenie wschód-zachód stanowi **DK62** łącząca Południe, Wschód Mieszkaniowy, Wschód Przemysłowy i Rybnicę. Droga ta stanowi od zachodu wylot na Poznań, a od wschodu w kierunku na Płock. **DK67** zaczyna się we Włocławku na skrzyżowaniu z drogą krajową nr 62 na terenie Wschodu Przemysłowego i przebiegająca na drugi brzeg Wisły po zaporze na teren Zawisła i dalej na północ, umożliwiając połączenie w kierunku Lipna.

Ponadto na zachód od miasta przebiega autostrada A1, która w dużym stopniu odciąża Włocławek od ruchu tranzytowego. Najbliższe węzły to Włocławek Północ (w Brzeziu) i Włocławek Zachód (w Pikutkowie).

¹ Zgodnie ze stanem na wrzesień 2021.

2.5.2. Transport kolejowy

Przez teren Włocławka przebiega linia kolejowa nr 18 relacji Kutno – Piła Główna, zapewniająca bardzo dobre połączenia dalekobieżne z takimi miastami jak Bydgoszcz, Toruń, Gdańsk, Gdynia, Łódź i Warszawa. Linia obsługuje zarówno ruch pasażerski jak i towarowy, natomiast ze względu na słabo rozbudowaną infrastrukturę na obszarze objętym analizą, kolej odgrywa małą rolę w codziennych podróżach mieszkańców. Pociągi pasażerskie zatrzymują się na trzech stacjach i przystankach zlokalizowanych na terenie miasta: Włocławek, Włocławek Zazamcze i Brzezie. Wszystkie trzy obiekty obsługują pociągi REGIO, a stacja Włocławek dodatkowo pociągi IC i TLK.

2.5.3. Transport rowerowy

Ruch rowerowy w mieście opiera się na 56,5 km dróg dla rowerów, tworzących w mieście spójną sieć, której główną osią jest droga rowerowa biegnąca wzdłuż DK91 przez Zachód Przemysłowy, Zazamcze, Śródmieście i Wschód Mieszkaniowy aż do południowej granicy miasta w pobliżu Jeziora Wikaryjskiego. Ponadto droga ta rozgałęzia się w kierunku pozostałych części miasta. Z myślą o miłośnikach dwóch kółek Miasto w najbliższych latach planuje kolejne inwestycje polegające na rozbudowie istniejących odcinków dróg i ścieżek, w tym wprowadzenie infrastruktury rowerowej do ścisłego obszaru Śródmieścia.

We Włocławku od czerwca 2020 r. funkcjonuje system roweru miejskiego nazwany „Włower”, w ramach którego do dyspozycji mieszkańców jest 220 jednośladów. Na terenie prawie całego miasta funkcjonuje 39 stacji, w tym 20 jest wyposażona w stojaki, a pozostałe to tzw. stacje „wirtualne”, oznaczone słupkami. W pierwszym sezonie funkcjonowania systemu (czerwiec – listopad 2020 r.) jego użytkownicy odbyli 141 007 przejazdów, pokonując 443 480 km.

2.5.4. Komunikacja miejska

2.5.4.1. Sieć komunikacyjna

Sieć miejskiej komunikacji autobusowej we Włocławku składa się z 26 regularnych linii, w tym 5 linii pospiesznych kursujących tylko w dni robocze. Ponadto w okresie wakacyjnym funkcjonują dwie linie sezonowe (W1 i W2), uruchamiane w okresie letnich wakacji szkolnych, dni o temperaturze powyżej 25 stopni Celsjusza. Ze względu na obszar obsługi wyszczególniamy 21 linii miejskich oraz 5 linii podmiejskich, łączących miasto Włocławek z okolicznymi miejscowościami gmin Włocławek, Brześć Kujawski i Lubanie. Cała sieć to w sumie 667,85 km linii, z czego 557,65 km w granicach miasta i 110,2 km na obszarze gmin ościennych.²

Oferta przewozowa włocławskiej komunikacji miejskiej charakteryzuje się występowaniem relatywnie dużej liczby linii, ale mających zróżnicowane częstotliwości kursowania. Wśród linii tworzących sieć komunikacyjną można wyróżnić takie kategorie połączeń jak:

- linie priorytetowe (linia nr 17);

² Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla Miasta Włocławek, 2021 r. Dane na 1 marca 2021 r.

- linie podstawowe (linie nr 1, 3, 4, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 19, 20, 21);
- linie uzupełniające (linie nr 2, 6, 11, 23);
- linie zindywidualizowane (linie nr 5, 9);
- linie marginalne (linie nr 7, 16, 3A, 3B, 16A, 16B, P).

Linie 3A, 3B, 14A, 16A i 16B są liniami pospieszonymi, na których wykonywanych jest tylko od 1 do 3 kursów w dniu powszednim w szczytach pracowniczych. Kursy te są dedykowane dowozom pracowników zakładu Anwil oraz zakładów przy al. Kazimierza Wielkiego (linia 14A).

Podaż usług w PTZ na terenie Włocławka oraz gmin ościennych w 2020 roku wyniosła 3,82 mln wzkm, w tym 3,12 mln wzkm na terenie Włocławka. Zgodnie z planem na 2021 r. planuje się pracę przewozową na poziomie 3,83 mln wzkm, w tym 3,14 mln wzkm na terenie GMW. W kolejnych latach organizator planuje utrzymać dotychczasową wielkość zlecanej pracy przewozowej.

Tabela 2. Autobusowa praca przewozowa zlecana przez GMW [wzkm]

| Obszar obsługi | 2018 | 2019 | 2020 |
|------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Gmina Miasto Włocławek | 2 858 933 | 3 020 441 | 3 119 490 |
| Gmina Brześć Kujawski | 17 758 | 32 527 | 32 765 |
| Gmina Lubanie | 6 838 | 6 836 | 6 831 |
| Gmina Włocławek | 56 016 | 58 382 | 58 610 |
| Razem: | 3 481 685 | 3 666 731 | 3 820 104 |

Źródło: opracowanie na podstawie danych Urzędu Miasta Włocławek

Cechą charakterystyczną włocławskiej komunikacji miejskiej jest wytrasowanie większości linii przez obszar ścisłego Śródmieścia lub w jego południowych granicach, w rejonie powstającego centrum przesiadkowego.

Linie autobusowe korzystają z 13 pętli, w tym 6 pętli skupia po kilka linii, co ułatwia ich ewentualną obsługę przez tabor elektryczny z dodatkowym źródłem zasilania (stacje ładowania pantografowego).

Popyt na usługi w komunikacji miejskiej i podmiejskiej na terenie Włocławka i gmin ościennych, kształtował się w latach 2016-2019 na poziomie 10-11,4 mln pasażerów rocznie. W 2020 r. z uwagi na wprowadzone ograniczenia spowodowane pandemią COVID-19, popyt ten był znacznie niższy niż w latach ubiegłych. Odnotowano wówczas spadek liczby sprzedanych biletów o ponad 40%.

Planuje się, iż układ sieci komunikacyjnej będzie się zmieniać wraz z zmianami potrzeb pasażerów na usługi z zakresu przewozów o charakterze użyteczności publicznej, m.in. poprzez

objęcie dostępem do komunikacji miejskiej nowopowstałych generatorów ruchu, szczególnie osiedli mieszkaniowych, obiektów handlowo-usługowych lub dużych zakładów pracy.

2.5.4.2. Tabor autobusowy

Cała flota eksploatowana przez włocławskie MPK liczy 67 pojazdów, w tym 66 szt. jest w bieżącej eksploatacji. Najbardziej ekologiczne autobusy to 5 pojazdów elektrycznych marki Solaris Urbino 12 Electric, w tym 1 szt. z 2015 r. (zakupiona w 2021 jako pojazd używany), 3 szt. z 2019 r. (zakupione w ramach projektu BiT-City II i przekazane operatorowi do eksploatacji w grudniu 2019 r.) oraz 1 szt. z 2021 r.

Dotychczas eksploatowane pojazdy elektryczne były wykorzystywane do obsługi linii szczytowych, wykonując dziennie przebiegi ok. 200 km. Każdy z tych pojazdów wyposażony jest w 51 miejsc stojących i 26 siedzących, w tym 10 dostępnych z niskiej podłogi.

Pozostałe włocławskie autobusy to pojazdy spalinowe zasilane olejem napędowym, z czego 21 szt. charakteryzuje się normą emisji Euro VI (w tym 3 autobusy hybrydowe), po 12 szt. normą Euro V i Euro IV, a 17 szt. normą Euro III. Z uwagi na planowane w najbliższych latach inwestycje w tabor zeroemisyjny, autobusy z normą Euro III będą sukcesywnie wycofywane z eksploatacji.

Ze względu na klasę autobusów we flocie przewoźnika można wyróżnić 21 o długości ok. 10 metrów oraz 46 szt. o długości ok. 12 metrów (klasa MAXI).

Wśród autobusów spalinowych z silnikiem Diesla o długości 10 m dominują pojazdy Euro V (12 szt.) i Euro III (7 szt.) dla których średnie spalanie wynosi odpowiednio ok. 30,8 l/100 km i 33,8 l/100 km. Najwyższym spalaniem charakteryzują się pojazdy najstarsze technologicznie z lat 2003-2006 klasy MAXI (ok. 36 l/100 km), a najniższym 3 szt. autobusów hybrydowych z 2015 r. (ok. 29 l/100 km) oraz 4 pojazdy MAN Lion's City A37 z 2018 r. (32,6 l/100 km).

Średni wiek wszystkich eksploatowanych autobusów, zgodnie ze stanem na IV kwartał 2021 r. wynosi niecałe 9,5 roku. Stan taboru określa się na bardzo dobry lub dobry, wszystkie pojazdy posiadają też udział niskiej podłogi wynoszący 100%. Niemniej jednak ok. 25% obecnie eksploatowanego taboru stanowią autobusy Euro III, wyprodukowane w latach 2003-2006.

MPK Sp. z o. o. we Włocławku nie przypisuje dotychczas na stałe autobusów do konkretnych linii, niemniej jednak eksploatowane już w Spółce autobusy elektryczne obsługują w pierwszej kolejności linie szczytowe.

Poniżej w tabeli zestawiono flotę pojazdów MPK, z wyszczególnieniem ich najważniejszych parametrów.

| Lp. | Marka/model | Napęd | Rok produkcji | Norma emisji | Średnie spalanie | | Liczba miejsc |
|-----|-------------------|-------|---------------|--------------|------------------|-------------|---------------|
| | | | | | ON [l/100 km] | Długość [m] | |
| 1 | Solaris Urbino 10 | ON | 2004 | Euro 3 | 33,77 | 10 | 86 |
| 2 | Solaris Urbino 10 | ON | 2005 | Euro 3 | 33,77 | 10 | 86 |
| 3 | Solaris Urbino 10 | ON | 2005 | Euro 3 | 33,77 | 10 | 86 |
| 4 | Solaris Urbino 10 | ON | 2005 | Euro 3 | 33,77 | 10 | 86 |

| | | | | | | | |
|----|--------------------------|----|------|--------|-------|----|-----|
| 5 | Solaris Urbino 10 | ON | 2005 | Euro 3 | 33,77 | 10 | 86 |
| 6 | Solaris Urbino 10 | ON | 2005 | Euro 3 | 33,77 | 10 | 86 |
| 7 | Solaris Urbino 10 | ON | 2006 | Euro 3 | 33,77 | 10 | 83 |
| 8 | Solaris Urbino 10 | ON | 2009 | Euro 5 | 30,78 | 10 | 75 |
| 9 | Solaris Urbino 10 | ON | 2009 | Euro 5 | 30,78 | 10 | 75 |
| 10 | Solaris Urbino 10 | ON | 2009 | Euro 5 | 30,78 | 10 | 75 |
| 11 | Solaris Urbino 10 | ON | 2012 | Euro 5 | 30,78 | 10 | 72 |
| 12 | Solaris Urbino 10 | ON | 2012 | Euro 5 | 30,78 | 10 | 72 |
| 13 | Solaris Urbino 10 | ON | 2012 | Euro 5 | 30,78 | 10 | 72 |
| 14 | Solaris Urbino 10 | ON | 2012 | Euro 5 | 30,78 | 10 | 72 |
| 15 | Solaris Urbino 10 | ON | 2012 | Euro 5 | 30,78 | 10 | 72 |
| 16 | Solaris Urbino 10 | ON | 2012 | Euro 5 | 30,78 | 10 | 72 |
| 17 | Solaris Urbino 10 | ON | 2013 | Euro 5 | 30,78 | 10 | 72 |
| 18 | Solaris Urbino 10 | ON | 2013 | Euro 5 | 30,78 | 10 | 72 |
| 19 | Solaris Urbino 10 | ON | 2013 | Euro 5 | 30,78 | 10 | 72 |
| 20 | Solaris Urbino 10 | ON | 2016 | Euro 6 | 30,97 | 10 | 80 |
| 21 | Solaris Urbino 10 | ON | 2016 | Euro 6 | 30,97 | 10 | 80 |
| 22 | Solaris Urbino 12 | ON | 2003 | Euro 3 | 35,93 | 12 | 104 |
| 23 | Solaris Urbino 12 | ON | 2004 | Euro 3 | 36,27 | 12 | 104 |
| 24 | Solaris Urbino 12 | ON | 2004 | Euro 3 | 36,27 | 12 | 104 |
| 25 | Solaris Urbino 12 | ON | 2004 | Euro 3 | 36,27 | 12 | 104 |
| 26 | Solaris Urbino 12 | ON | 2004 | Euro 3 | 36,27 | 12 | 104 |
| 27 | Solaris Urbino 12 | ON | 2006 | Euro 3 | 36,27 | 12 | 104 |
| 28 | Solaris Urbino 12 | ON | 2006 | Euro 3 | 36,27 | 12 | 104 |
| 29 | Solaris Urbino 12 | ON | 2006 | Euro 3 | 36,27 | 12 | 104 |
| 30 | Solaris Urbino 12 | ON | 2006 | Euro 3 | 36,27 | 12 | 104 |
| 31 | Solaris Urbino 12 | ON | 2006 | Euro 3 | 36,27 | 12 | 104 |
| 32 | Solaris Urbino 12 | ON | 2007 | Euro 4 | 34,63 | 12 | 99 |
| 33 | Solaris Urbino 12 | ON | 2007 | Euro 4 | 34,63 | 12 | 99 |
| 34 | Solaris Urbino 12 | ON | 2007 | Euro 4 | 34,63 | 12 | 99 |
| 35 | Solaris Urbino 12 | ON | 2007 | Euro 4 | 34,63 | 12 | 99 |
| 36 | Solaris Urbino 12 | ON | 2007 | Euro 4 | 34,63 | 12 | 99 |
| 37 | Solaris Urbino 12 | ON | 2007 | Euro 4 | 34,63 | 12 | 99 |
| 38 | Solaris Urbino 12 | ON | 2008 | Euro 4 | 34,63 | 12 | 99 |
| 39 | Solaris Urbino 12 | ON | 2008 | Euro 4 | 34,63 | 12 | 99 |
| 40 | Solaris Urbino 12 | ON | 2008 | Euro 4 | 34,63 | 12 | 99 |
| 41 | Solaris Urbino 12 | ON | 2008 | Euro 4 | 34,63 | 12 | 99 |
| 42 | Solaris Urbino 12 | ON | 2008 | Euro 4 | 34,63 | 12 | 99 |
| 43 | Solaris Urbino 12 | ON | 2008 | Euro 4 | 34,63 | 12 | 99 |
| 44 | Solaris Urbino 12 Hybrid | ON | 2015 | Euro 6 | 29,2 | 12 | 97 |
| 45 | Solaris Urbino 12 Hybrid | ON | 2015 | Euro 6 | 29,2 | 12 | 97 |
| 46 | Solaris Urbino 12 Hybrid | ON | 2015 | Euro 6 | 29,2 | 12 | 97 |
| 47 | Solaris Urbino 12 | ON | 2016 | Euro 6 | 34,8 | 12 | 85 |
| 48 | Solaris Urbino 12 | ON | 2016 | Euro 6 | 34,8 | 12 | 85 |
| 49 | Solaris Urbino 12 | ON | 2017 | Euro 6 | 34,88 | 12 | 85 |

| | | | | | | | |
|----|----------------------------|----|------|--------|-------|----|----|
| 50 | Solaris Urbino 12 | ON | 2017 | Euro 6 | 34,88 | 12 | 85 |
| 51 | Solaris Urbino 12 | ON | 2019 | Euro 6 | 34,88 | 12 | 86 |
| 52 | Solaris Urbino 12 | ON | 2019 | Euro 6 | 34,88 | 12 | 86 |
| 53 | Solaris Urbino 12 | ON | 2019 | Euro 6 | 34,88 | 12 | 86 |
| 54 | Solaris Urbino 12 | ON | 2019 | Euro 6 | 34,88 | 12 | 86 |
| 55 | Solaris Urbino 12 | ON | 2020 | Euro 6 | 34,88 | 12 | 86 |
| 56 | Solaris Urbino 12 | ON | 2020 | Euro 6 | 34,88 | 12 | 86 |
| 57 | Solaris Urbino 12 | ON | 2020 | Euro 6 | 34,88 | 12 | 86 |
| 58 | Solaris Urbino 12 | ON | 2020 | Euro 6 | 34,88 | 12 | 86 |
| 59 | MAN Lion's City A37 | ON | 2018 | Euro 6 | 32,57 | 12 | 97 |
| 60 | MAN Lion's City A37 | ON | 2018 | Euro 6 | 32,57 | 12 | 97 |
| 61 | MAN Lion's City A37 | ON | 2018 | Euro 6 | 32,57 | 12 | 97 |
| 62 | MAN Lion's City A37 | ON | 2018 | Euro 6 | 32,57 | 12 | 97 |
| 63 | Solaris Urbino 12 Electric | EE | 2019 | - | 110 | 12 | 77 |
| 64 | Solaris Urbino 12 Electric | EE | 2019 | - | 110 | 12 | 77 |
| 65 | Solaris Urbino 12 Electric | EE | 2019 | - | 110 | 12 | 77 |
| 66 | Solaris Urbino 12 Electric | EE | 2015 | - | 135 | 12 | 76 |
| 67 | Solaris Urbino 12 Electric | EE | 2021 | - | 110 | 12 | 77 |

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MPK sp. z o.o. we Włocławku, ON – autobusy z silnikiem Diesla, EE – autobusy elektryczne

Zgodnie z danymi MPK, w najbliższym czasie operator podpisze z Narodowym Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej umowę o dofinansowanie dla projektu pn.: „Rozwój zeroemisyjnego transportu publicznego we Włocławku poprzez zakup zeroemisyjnego taboru wraz z niezbędną infrastrukturą”. Projekt polega na zakupie 11 szt. autobusów elektrycznych klasy MAXI oraz ładowarek plug-in. Zgodnie z harmonogramem, flota MPK wzbogaci się o dodatkowe 4 autobusy zeroemisyjne już w 2022 r., a o kolejnych 7 szt. w 2023 r. Realizacja inwestycji spowoduje, że włocławski przewoźnik będzie w 2023 r. eksploatował 16 pojazdów zeroemisyjnych, a ich udział wyniesie ponad 24%.³

3. Identyfikacja możliwych wariantów rozwoju taboru zeroemisyjnego

W rozdziale tym zaprezentowane zostaną analizowane scenariusze rozwoju taboru autobusowego eksploatowanego na sieci komunikacyjnej, dla której organizatorem jest Gmina Miasto Włocławek. Każdy scenariusz (wariant) analizowany będzie z punktu widzenia Miasta i MPK, z uwzględnieniem zasad organizacji komunikacji oraz polityki taborowej którymi kierują się te podmioty.

Z uwagi na przeznaczenie niniejszej analizy, warianty muszą charakteryzować się następującymi cechami:

³ Uwzględniając stałą liczbę taboru wynoszącą 66 autobusów.

- każdy wariant spełnia minimalne kryteria w myśl ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych, dotyczące udziału autobusów zeroemisyjnych we flocie pojazdów w danym roku; za autobus zeroemisyjny uznaje się zatem tylko autobusy elektryczne oraz autobusy napędzane energią z wodorowego ogniwa paliwowego,
- warianty są ze sobą porównywalne, każdy scenariusz uwzględnia zakup taboru i infrastruktury zapewniając podobne zdolności przewozowe,⁴
- analizowane różnice są mierzalne i możliwe do zdefiniowania oraz skwantyfikowania,
- warianty uwzględniają politykę transportową Gminy Miasto Włocławek.

3.1. Wariant bazowy

Analiza wariantu bazowego posłuży oszacowaniu ponoszonych obecnie oraz w perspektywie najbliższych 15 lat nakładów inwestycyjnych na tabor oraz kosztów i korzyści społeczno-ekonomicznych, przy zachowaniu obecnych standardów i jakości w zakresie świadczonych usług w publicznym transporcie zbiorowym. W szczególności analizie poddany zostanie aspekt związany z emisją gazów cieplarnianych i innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych.

W wariacie tym zostaną wzięte pod uwagę aktualne parametry przewozów autobusowych, realizowanych w ramach publicznego transportu zbiorowego na sieci komunikacyjnej. Analiza uwzględniac będzie zatem liczbę i rodzaj eksploatowanego taboru oraz wielkość pracy przewozowej planowanej przez organizatora w najbliższych latach.

Po szczegółowej analizie taboru eksploatowanego przez MPK przeprowadzonej w rozdziale 2.5, planowanych inwestycji w tabor zeroemisyjny oraz uwzględniając główne kryterium polegające na utrzymaniu obecnych standardów i jakości usług przewozowych, wariant bazowy zakłada sukcesywną wymianę eksploatowanych autobusów na pojazdy niskoemisyjne o tradycyjnym źródle napędu. Liczba nowego taboru będzie odpowiadać wymaganemu udziałowi autobusów zeroemisyjnych w poszczególnych latach, jakie MPK musiałby zapewnić realizując niespełnione dotychczas progi ustawowe. Oznacza to, że uwzględniając stałą liczbę taboru wynoszącą 66 szt., próg wynoszący 30% zostanie osiągnięty jeśli przewoźnik eksploatował będzie co najmniej 20 autobusów zeroemisyjnych. Biorąc z kolei pod uwagę 5 autobusów elektrycznych które już jeżdżą po ulicach miasta, warianty inwestycyjne będą obejmować zakup kolejnych 15 pojazdów danego typu.

Włocławskie MPK i tak planuje sukcesywną wymianę najstarszych autobusów, głównie ze względu na rosnące koszty ich eksploatacji. Uwzględniając opisane wcześniej kryteria, przewoźnik będzie w perspektywie najbliższych kilku lat zmuszony do wymiany co najmniej takiej samej liczby taboru, co niespełniony jeszcze udział autobusów zeroemisyjnych wymagany

⁴ Dotyczy zarówno dziennej pracy przewozowej jak i pojemności autobusów. Przyjmuje się założenie zakupu autobusów elektrycznych z możliwością uzupełniania magazynów energii pomiędzy kursami, co pozwala zwiększyć ich zasięg oraz zoptymalizować pojemność przestrzeni pasażerskiej (mniejsza bateria). Inwestycje polegające na wymianie taboru ON na elektryczny w stosunku 1:1 z powodzeniem zrealizowali krajowi przewoźnicy, np. MPK w Poznaniu sp. z o.o. (37 szt.) lub MPK S.A. w Krakowie (50 szt.).

ustawą. Liczba autobusów odpowiadająca określone w ustawie udziałowi floty autobusów zeroemisyjnych w poszczególnych latach, przy założeniu utrzymania wielkości floty na obecnym poziomie, prezentuje zatem poniższa tabela.

Tabela 3. Udział i liczba taboru zeroemisyjnego wymagana ustawą

| Wyszczególnienie | Stan obecny | Wymagana lub planowana do zakupu liczba taboru | | | | |
|---|-------------|--|------|------|------|------|
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2025 | 2028 |
| Tabor ogółem [szt.] | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 |
| Wymagany ustawowy udział [%] | 0% | 5% | 5% | 10% | 20% | 30% |
| Skumulowana liczba taboru zeroemisyjnego wymagana ustawą [szt.] | 5 | 4 | 4 | 7 | 14 | 20 |
| Planowane inwestycje w tabor zeroemisyjny [szt.] | - | - | 4* | 7* | - | - |
| Różnica pomiędzy stanem wymaganym a obecnym [szt.] | - | - | - | 2 | 9 | 15 |

Źródło: opracowanie własne, wymagany udział określony procentowo zaokrąglono do pełnych szt. w górę

*Projekt „Rozwój zeroemisyjnego transportu publicznego we Włocławku poprzez zakup zeroemisyjnego taboru wraz z niezbędną infrastrukturą” NFOŚiGW, Zielony Transport Publiczny Faza I

Z uwagi na fakt, że określony ustawą udział taboru dotyczy stanu na początek danego roku, nakłady inwestycyjne należy zaplanować co najmniej z rocznym wyprzedzeniem. Ponadto przyjęto założenie, że najbliższy próg udziału musi zostać osiągnięty w 2023 r., ponieważ pierwszy próg wynoszący 5% został już przez GMW osiągnięty, pomimo że organizator nie był do tego zobligowany. Dodatkowo ustalając harmonogram wszystkich wariantów, uwzględniono aktualne plany inwestycyjne MPK, w tym związane z zakupem pojazdów elektrycznych w ramach projektu „Rozwój zeroemisyjnego transportu publicznego we Włocławku poprzez zakup zeroemisyjnego taboru wraz z niezbędną infrastrukturą”. W związku z powyższym, harmonogram rzeczowy dla wariantu bazowego prezentuje się następująco.

Tabela 4. Liczba i rodzaj autobusów w wariantcie bazowym

| Wariant bazowy W0 | Jednostka | 2022 | 2023 | 2027 | Razem |
|---|-----------|------|------|------|-------|
| Harmonogram zakupu taboru ON EURO VI klasy MAXI | szt. | 4 | 7 | 4 | 15 |

Źródło: opracowanie własne

Łącznie w ramach wariantu bazowego **zakupionych zostanie 15 autobusów** niskoemisyjnych o tradycyjnym źródle napędu z **normą emisji spalin EURO VI** klasy MAXI.

Biorąc pod uwagę, że wariant bazowy posłuży za punkt odniesienia do dalszych analiz, harmonogram jego realizacji musiał zostać dostosowany do aktualnych planów związanych z zakupem autobusów elektrycznych w ramach projektu współfinansowanego ze środków NFOŚiGW z programu Zielony Transport Publiczny (faza I). Z kolei liczba taboru uwzględniona w wariantach uwzględnia eksploatowane już autobusy zeroemisyjne, które niejako zmniejszają wymagany udział autobusów przyjęty w AKK.

Niezbędne nakłady wariantu bazowego zaprezentowano w rozdziale 5 opracowania.

3.2. Wariant W1 – tabor elektryczny

W wariantcie W1 uwzględniony zostanie scenariusz polegający na realizowaniu w przewozach autobusowych strategii elektromobilności. Flota pojazdów eksploatowanych na sieci komunikacyjnej zostanie uzupełniona o autobusy zasilane energią elektryczną pochodzącą z baterii (magazynów energii) oraz zrealizowane zostaną niezbędne inwestycje z zakresu infrastruktury ładowania autobusów.

W wariantcie tym oszacowano konieczne nakłady inwestycyjne, koszty eksploatacji oraz koszty i korzyści społeczne związane z eksploatacją taboru elektrycznego w perspektywie do 2036 r., co odpowiada 15-letniemu okresowi analizy.

Liczba autobusów elektrycznych we flocie eksploatowanych pojazdów spełniać będzie minimalne kryteria określone w ustawie o elektromobilności i paliwach alternatywnych. Pojazdy podobnie jak w wariantcie bazowym będą zatem kupowane stopniowo, tak aby ich liczba odpowiadała co najmniej stosunkowi wynoszącemu 10% od 2023 r., 20% od 2025 r. oraz 30% od 2028 r. Ponadto harmonogram wariantu uwzględniać będzie plany inwestycyjne MPK, które wyprzedzają udział wymagany ustawą.

W poniższej tabeli zaprezentowano liczbę autobusów, które zgodnie z wariantem W1 zostaną zakupione w danym roku. Wraz z taborem zaplanowano zakup infrastruktury niezbędnej do ich prawidłowej eksploatacji, wśród której wyróżniono ładowarki plug-in oraz stacje ładowania pantografowego.

Tabela 5. Liczba i rodzaj autobusów elektrycznych oraz infrastruktury ładowania w wariantcie W1

| Wariant W1 | Jednostka | 2022 | 2023 | 2027 | Razem |
|---|-----------|------|------|------|-------|
| Harmonogram zakupu autobusów EE klasy MAXI: | szt. | 4 | 7 | 4 | 15 |
| Ładowarki dwustanowiskowe plug-in | szt. | 2 | 4 | 2 | 8 |
| Stacje ładowania pantografowego | szt. | 0 | 1 | 1 | 2 |

Źródło: opracowanie własne

W powyższej tabeli zaprezentowano harmonogram zakupu autobusów zgodnie z wariantem W1. Ponadto uwzględniono zakup niezbędnej infrastruktury ładowania autobusów, tak aby zapewnić ich optymalną eksploatację na sieci komunikacyjnej Włocławka.

Łącznie w wariantcie W1 zakupionych zostanie **15 autobusów elektrycznych** klasy MAXI, **wraz z infrastrukturą ładowania**, w tym 8 podwójnych ładowarek plug-in oraz 2 stacje ładowania pantografowego.

Niezbędne nakłady wariantu W1 zaprezentowano w rozdziale 5 opracowania.

3.3. Wariant W2 – tabor wodorowy i elektryczny

Wariant alternatywny realizacji strategii zeroemisyjnej w transporcie publicznym Włocławka będzie polegał na wdrożeniu do eksploatacji dwóch typów autobusów. Będą to zatem autobusy, które jako źródło napędu wykorzystują zarówno energię elektryczną pochodzącą z ogniw paliwowych zasilanych wodorem (dalej autobusy wodorowe) oraz energię zgromadzoną w bateriach. Biorąc pod uwagę aktualne uwarunkowania techniczne oraz finansowe, a także

możliwe ryzyka związane z eksploatacją wyłącznie taboru zasilanego wodorem, jest to uzasadnione podejście. Ponadto MPK posiada już 5 szt. autobusów elektrycznych oraz jest w trakcie realizacji projektu polegającego na zakupie kolejnych 11 szt., dlatego w tym wariantcie tabor o alternatywnych źródłach napędu będzie dotyczyć zakupu 4 dodatkowych autobusów zeroemisyjnych, które spowodują że flota przewoźnika osiągnie wymagany ustawą poziom tego taboru wynoszący 30%.

Autobusy wyposażone w ogniwa wodorowe zyskują coraz większą popularność na świecie, a technologia ta rozwija się bardzo dynamicznie. Obecnie największym problemem w ich eksploatacji w Polsce jest brak dostępności stacji tankowania wodoru. W najbliższych latach sytuacja ta może ulec zmianie, ponieważ trwają prace nad budową infrastruktury do wytwarzania i tankowania paliwa wodorowego. Według deklaracji firm prowadzących działalność w sektorze przemysłowym i rafineryjnym, będzie to możliwe na przełomie 2021 i 2022 r. Co istotne, na terenie Włocławka znajduje się zakład produkcyjny Anwil S.A., należący do grupy PKN Orlen S.A., który jest w trakcie realizacji inwestycji polegającej na budowie instalacji produkcyjnej, logistycznej oraz dystrybucyjnej w zakresie paliwa wodorowego. Paliwo na pierwszym etapie dystrybucji, będzie przeznaczone przede wszystkim dla transportu publicznego i towarowego. Koncern podpisał już kilka porozumień z samorządami będącymi potencjalnymi odbiorcami wodoru, w tym z Gminą Miasto Włocławek, z którą koncern podpisał list intencyjny ukierunkowany na przyszłą współpracę na rzecz rozwoju źródeł wytwarzania wodoru oraz wykorzystania go w publicznym transporcie zbiorowym, w tym współpracy w zakresie infrastruktury i logistyki dostaw paliwa wodorowego. Można zatem założyć, że z technicznego punktu widzenia wariant ten będzie możliwy do realizacji.

Z uwagi na powyższe, w wariantcie tym uwzględnione zostaną dostępne dane dotyczące autobusów wodorowych i elektrycznych, bazując przede wszystkim na doświadczeniach przewoźników krajowych i zagranicznych oraz przedstawionych przez producentów obu typów autobusów. Uwzględnione zostaną także niezbędne warunki pozwalające na eksploatację pojazdów zasilanych wodorem w Polsce. Konieczna będzie zatem analiza polegająca nie tylko na zakupie i eksploatacji nowego rodzaju taboru, ale także warunki zakupu i tankowania paliwa wodorowego.

W wariantcie tym założono zatem, że zakupione zostaną zarówno autobusy wyposażone w ogniwa wodorowe oraz zrealizowana zostanie inwestycja polegająca na budowie stacji tankowania wodoru, a także analogicznie jak w W1 autobusy elektryczne, wraz z niezbędną infrastrukturą ładowania. Uwzględniając zakres inwestycji w tabor wodorowy, przyjęto budowę jednego stanowiska tankowania w 2027 r.

Tabela 6. Liczba i rodzaj autobusów zeroemisyjnych oraz niezbędnej infrastruktury w wariantcie W2

| Wariant W2 | Jednostka | 2022 | 2023 | 2027 | Razem |
|---|-------------|----------|----------|----------|-----------|
| Harmonogram zakupu autobusów, w tym: | szt. | 4 | 7 | 4 | 15 |
| Elektrycznych klasy MAXI: | szt. | 4 | 7 | - | 11 |
| Zasilanych wodorem klasy MAXI: | szt. | - | - | 4 | 4 |
| Stacja tankowania wodoru | szt. | - | - | 1 | 1 |
| Ładowarki dwustanowiskowe plug-in | szt. | 2 | 4 | - | 6 |

| | | | | | |
|--|------|---|---|---|----------|
| Stacje ładowania pantografowego | szt. | - | 1 | - | 1 |
|--|------|---|---|---|----------|

Źródło: opracowanie własne

Wariant W2 zakłada zatem zakup **15 autobusów zeroemisyjnych**, w tym 4 szt. zasilanych wodorem oraz 11 szt. elektrycznych. Ponadto zrealizowana zostanie inwestycja polegająca na **budowie stacji tankowania wodorem** oraz zakupionych zostanie 6 szt. podwójnych ładowarek plug-in i 1 stacja ładowania pantografowego.

3.4. Identyfikacja linii komunikacyjnych proponowanych do obsługi taborem zeroemisyjnym wraz z lokalizacją infrastruktury ładowania

W celu optymalnego wykorzystania taboru zeroemisyjnego na liniach komunikacyjnych Włocławka, praca przewozowa powinna zostać zaplanowana tak, aby pojazdy pokonywały co najmniej ok. 150 wzkm dziennie. Ponadto w celu maksymalnego wykorzystania możliwości operacyjnych autobusów elektrycznych, konieczne może okazać się ich doładowywanie na krańcówkach linii pomiędzy poszczególnymi kursami.

Co prawda dotychczas MPK nie przypisywało konkretnych autobusów do wybranych linii, niemniej jednak eksploatacja taboru zeroemisyjnego – a szczególnie klasycznych „elektryków”, tj. autobusów wyposażonych w magazyn energii – powinna odbywać się z uwzględnieniem poniższych kryteriów:

- przebieg linii w centrum miasta i na obszarach o gęstej zabudowie mieszkaniowej;
- przebieg linii z relatywnie najmniejszą wartością przewyższeń terenu,
- końcówki linii umożliwiające łatwą budowę infrastruktury ładowania (np. dostęp do sieci elektrycznej wysokiego napięcia lub bliskość stacji transformatorowej),
- przebieg linii z wykorzystaniem buspasów.

Spśród powyższych czynników, najistotniejszy wydaje się aspekt dotyczący kierowania autobusów zeroemisyjnych do obsługi linii komunikacyjnych przebiegających przez centrum miasta oraz inne istotne generatory ruchu (zwłaszcza w godzinach szczytowych), aby ograniczyć emisję spalin w tym obszarze.

MPK we Włocławku typując obecnie linie do obsługi taborem zeroemisyjnym uwzględnia powyższe kryteria. Ponadto biorąc pod uwagę najbliższe plany inwestycyjne, przewoźnik planuje w pierwszej kolejności obsługę linii nr 3, 4, 8, 9, 10, 13, 17, 16A, 19 i 20 uwzględnia również kryterium optymalizacji wykorzystania taboru zeroemisyjnego. Autobusy będą realizować jak największą pracę przewozową na różnych liniach – w tym liniach szczytowych – a dodatkowym atutem są ich wspólne pętle autobusowe, co wpływa na zminimalizowanie przejazdów technicznych. Jednocześnie trasy zelektryfikowanych linii przebiegają przez obszar ścisłego centrum oraz gęstą zabudowę mieszkaniową, dzięki czemu korzyści środowiskowe i akustyczne (obniżenie hałasu), wynikające z eksploatacji zeroemisyjnego taboru komunikacji publicznej, oddziałują na większą liczbę mieszkańców. To z kolei wpływa pozytywnie na wizerunek całej komunikacji miejskiej i zachęcając pasażerów do wyboru komunikacji publicznej w codziennych dojazdach do miejsc pracy czy nauki. Stosowana obecnie strategia powinna być realizowana również w przyszłości, w przypadku zakupu nowego taboru elektrycznego i/lub wodorowego.

Zakłada się, że zakupione autobusy elektryczne będą ładowane głównie w nocy, za pomocą ładowarek typu plug-in zainstalowanych na terenie zajezdni (tzw. „wolne ładowanie”). Pojazdy będą mogły być również doładowywane na trasie w ciągu dnia, za pomocą stacji ładowania pantografowego, umożliwiając uzupełnienie magazynów energii w kilka lub kilkanaście minut. Taka eksploatacja zapewnia optymalne wykorzystanie modułów baterii, których żywotność zależy m.in. od liczby i rodzaju cykli ładowania.⁵ W związku z powyższym, na każdym etapie realizacji wariantu W1 i W2 zaplanowano zakup odpowiedniej liczby infrastruktury ładowania.

Lokalizacja stacji ładowania pantografowego musi być ściśle związana z obsługiwaną przez dany autobus trasą, aby zapewnić optymalny poziom obsługi (minimalizacja wżkm technicznych). Sugerowana lokalizacja stacji ładowania to pętle autobusowe elektryfikowanych linii autobusowych.

W przypadku realizacji strategii zeroemisyjności polegającej na eksploatacji autobusów napędzanych wodorem, stacja tankowania wodoru powinna zostać zlokalizowana (w miarę możliwości wynikających z zagospodarowania terenu) w okolicach zajezdni autobusowej przy ul. Rysia 3.

⁵ W nocy autobus ładuje się „do pełna” za pomocą ładowarki typu plug-in (tzw. wolne ładowanie małą mocą), natomiast magazyn energii jest jedynie uzupełniany na krańcówkach linii z wykorzystaniem „szybkich” stacji ładowania pantografowego (duża moc). Taki sposób eksploatacji zapewnia optymalne wykorzystanie zarówno taboru jak i samej baterii: w przypadku ładowania tylko prądem dużej mocy, bateria szybciej wymagałaby wymiany, a ładowana tylko na zajezdni powodowałaby mniejsze wykorzystanie autobusu.

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

W rozdziale tym przedstawiono metodykę oraz założenia służące oszacowaniu efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla środowiska naturalnego i zdrowia ludzi. Wyniki tej analizy przedstawiono w rozdziale 6. Analiza społeczno-ekonomiczna.

Wszystkie badania kosztów zewnętrznych transportu ukazują ogromny negatywny wpływ transportu drogowego na środowisko naturalne. Oba warianty inwestycyjne oraz wariant bazowy zostały poddane analizie ze względu na emisję szkodliwych substancji oraz zmian klimatu (emisja CO₂), a także pod kątem emisji hałasu. W przypadku emisji CO₂ oraz innych substancji, w pierwszej kolejności dokonano obliczenia ilości emisji w każdym wariantcie inwestycji wyrażonej w tonach, a następnie poddano je monetyzacji. Wycenę emisji hałasu dokonano bezpośrednio w oparciu o pracę przewozową oraz koszty jednostkowe.

Koszty uciążliwości środowiskowych to łączne społeczne koszty ruchu pojazdów, na które składają się koszty oddziaływania transportu na środowisko naturalne, obejmujące:

- ujemny wpływ na zdrowie ludzkie,
- straty materialne i szkody środowiskowe.

W celu skwantyfikowania wpływu transportu publicznego na środowisko przyjęto stawki z zestawienia kosztów jednostkowych z 09.2021 r., opublikowanego przez CUPT.

Uwzględniono również ograniczenie emisji zanieczyszczeń w wyniku wymiany taboru. Skalkulowano redukcję emisji tych zanieczyszczeń, których monetyzacja jest możliwa w oparciu o dostępne dane dot. kosztów jednostkowych, tj. NMHC, NO_x, SO₂ i PM 2.5.

Oszczędność kosztów zanieczyszczeń powietrza

Emisję zanieczyszczeń wyliczono w oparciu o udostępniony kalkulator CUPT oraz normy emisji dla poszczególnych kategorii EURO i zużycie paliwa opisane przy kosztach operacyjnych. Ze względu na specyfikę analizy i stan taboru, zgodnie z założeniami realizacyjnymi wynikiem analizy będzie różnica pomiędzy wariantami inwestycyjnymi oraz wariantem bazowym, a więc otrzymana zostanie różnica między wariantem wprowadzającym do eksploatacji nowe autobusy zeroemisyjne a autobusy z normą emisji EURO 6.

Tabela 7. Emisja zanieczyszczeń w autobusach o różnych napędach

| Wyszczególnienie | NMHC | NO _x | SO ₂ | PM 2,5 |
|------------------|----------|-----------------|-----------------|--------|
| | [g/wzkm] | | | |
| ON EURO 6 - 12 m | 0,59 | 1,80 | - | 0,05 |
| EE – 12 m | 0,006 | 1,31 | 3,15 | 0,04 |

Źródło: Opracowanie własne na podstawie kalkulatora norm emisji CUPT, ON – autobus z silnikiem Diesla, EE – autobus elektryczny

Zaprezentowane wskaźniki emisji są uzależnione od średniego spalania oraz zużycia energii elektrycznej poszczególnych typów autobusów. W praktyce zużycie paliwa i energii jest uzależnione m.in., od sposobu eksploatacji w okresach letnich i zimowych, kiedy na skutek uruchomienia klimatyzacji lub ogrzewania pojazdu, rośnie zapotrzebowanie na energię.

Przyjęte w kalkulacji spalanie ON i zużycie energii elektrycznej to dane rzeczywiste MPK. Przeprowadzone kalkulacje pozwoliły na otrzymanie wskaźników emisji w ujęciu różnicowym pomiędzy analizowanymi wariantami. Ostatecznie realizacja wariantu W1 generuje dodatkowe koszty społeczne, zamiast oszczędności. Przyczyną takiego stanu rzeczy jest brak emisji dwutlenku siarki (SO₂) podczas eksploatacji autobusów z napędem Diesla. Substancja ta jest natomiast emitowana podczas spalania paliw kopalnianych, na których w dużej mierze bazują elektrownie w Polsce.⁶

W powyższym zakresie należy mieć na uwadze, że w analizie brane są pod uwagę jedynie możliwe do zmonetyzowania skutki związane ze zużyciem paliwa i produkcją energii elektrycznej. W praktyce mamy do czynienia z tzw. emisją niską – emitowaną m.in. przez silniki spalinowe, oddziałującą w sposób lokalny, tzn. w miejscu eksploatacji pojazdów. Z kolei produkcji energii elektrycznej (w przeważającej większości) towarzyszy tzw. emisja wysoka, która oddziałuje w sposób rozproszony. Zastosowanie odnawialnych źródeł energii do zasilania autobusów elektrycznych, mogłoby zniwelować koszty emisji uwzględnione w analizie. Ostatecznie, uwzględniając aktualny mix energetyczny, wymiana taboru na elektryczny w ujęciu kosztów zanieczyszczenia powietrza, nie przynosi oczekiwanych korzyści.

Oszczędność kosztów zmian klimatycznych

Koszty zmian klimatycznych odzwierciedlają dodatkową emisję gazów cieplarnianych przez pojazdy korzystające z infrastruktury transportowej, w tym autobusy.

W wyniku wprowadzenia do eksploatacji autobusów zeroemisyjnych zamiast autobusów z normą emisji EURO 6 osiągnięta zostanie oszczędność emisji CO₂.

Dla transportu publicznego podstawowe dane służące do oszacowania wielkości emisji gazów cieplarnianych to:

- wykonana praca przewozowa;
- spalanie bądź zużycie energii elektrycznej przez dany pojazd;
- wskaźnik emisji ON lub EE (2,689 kg CO₂/l ON oraz 0,806 Mg/MWh);
- wartość (koszt) emisji jednej tony CO₂ (PLN/t CO₂).

⁶ Głównym źródłem emisji SO₂ jest energetyczne spalanie paliw (głównie węgla) w źródłach stacjonarnych, które łącznie są odpowiedzialne za prawie 100% krajowej emisji dwutlenku siarki. Emisja SO₂ z procesów produkcyjnych jest związana z rafinacją ropy naftowej, produkcją koksu i kwasu siarkowego i stanowi tylko ok. 2,6% emisji krajowej, źródło: *Krajowy bilans emisji SO₂, NO_X, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 2015 – 2016*, KOBIZE, 2018 r.

Emisje gazów cieplarnianych są wyrażone jako ekwiwalent CO₂. Dla środków transportu publicznego koszty ekonomiczne emisji gazów cieplarnianych zależą od zużycia paliwa, a tym samym rodzaju taboru poddanego wymianie.

W pozycji tej uwzględniono zatem redukcję emisji CO₂ w wyniku wymiany autobusów na zeroemisyjne. Uwzględniono standardowy wskaźnik emisji związany z produkcją energii elektrycznej 0,806 Mg CO₂/MWh.

W wariantcie W0 obliczenia oparto na poniższych wskaźnikach emisji ON:

- Wartość opałowa (WO) – 43 MJ/kg;
- Wskaźnik emisji (WE) – 74,1 kg/GJ wg KOBIZE;
- Gęstość ON 0,8438 kg/l.

Na podstawie powyższych wartości skalkulowano wskaźnik emisji dla ON, który wynosi 3,2 kg/kg ON, a w przeliczeniu na litr paliwa: 2,7 kg/l ON.

Oszczędność kosztów hałasu

Oszczędność kosztów hałasu obliczono metodą opartą o krańcowe koszty oddziaływania hałasu, przyjmując stawki właściwe dla terenów miejskich wskazane w zestawieniu kosztów jednostkowych z 09.2020 r., opublikowanym przez CUPT.

W przypadku taboru zasilanego wodorem nie występuje ani emisja CO₂, ani emisja pozostałych zanieczyszczeń. Z tego względu w wariantcie W2 za oszczędność przyjmuje się całkowitą emisję wariantu bazowego, a więc związaną z eksploatacją autobusów EURO 6, pomniejszoną o emisję autobusów elektrycznych w liczbie odpowiadającej temu wariantowi.

5. Analiza finansowo-ekonomiczna

5.1. Metodyka analizy

Metodyka przeprowadzonej analizy finansowo-ekonomicznej zgodna jest z instrukcjami i wytycznymi zawartymi w dokumentach wymienionych w rozdz. 1.2. Zidentyfikowano w niej obszar oddziaływania projektu; dla tego obszaru obliczono koszty i korzyści związane z danym wariantem inwestycyjnym.

W analizie finansowo-ekonomicznej sporządzonej z punktu widzenia inwestora przyjęto jedynie koszty i przychody bezpośrednio związane z analizowanym projektem, wszelkie inne koszty i korzyści uwzględniając w analizie ekonomicznej.

W związku z przyjętą konwencją prezentacji wielkości finansowych i ekonomicznych w analizach w tysiącach złotych, liczby przedstawione jako sumy bądź sumy pośrednie w niektórych tabelach oraz w tekście mogą nie być dokładnymi sumami arytmetycznymi i mogą różnić się o jedną jednostkę.

Ceny

W analizie, zgodnie z zaleceniami Niebieskiej Księgi, zastosowano ceny stałe, tzn. nie uwzględniające wpływu inflacji.

Horyzont czasowy

Zgodnie z zaleceniami Niebieskiej Księgi horyzont czasowy nie powinien przekraczać trwałości użytkowej projektu, a zwłaszcza okresu życia jego najbardziej trwałego składnika. W przypadku taboru autobusowego przyjmuje się, że okres użyteczności wynosi nawet 15 lat, i nie wymaga w tym czasie ponoszenia dodatkowych nakładów odtworzeniowych. Okres analizy rozpoczyna się w roku bieżącym (2021 r.), natomiast okres dyskontowania rozpoczyna się wraz z poniesieniem pierwszych nakładów inwestycyjnych tj. w 2022 r. Z kolei okres eksploatacji liczony jest od 2023 r., tj. pierwszego pełnego roku kiedy tabor mógłby zostać wprowadzony na linię. Z uwagi na powyższe, okres analizy rozpoczyna się w 2021 r., a kończy w 2036 r.

W analizie uwzględniono wartość rezydualną obliczoną na podstawie wartości netto aktywów. Ze względu na przyjętą stopę amortyzacji środków trwałych, przy której tabor i infrastruktura amortyzują się po 10 latach, wartość rezydualna dotyczy tylko środków trwałych zakupionych po 2026 r. Dla pozostałych środków trwałych wartość rezydualna jest równa zero. Z uwagi na okres analizy równy okresowi ekonomicznej użyteczności taboru i infrastruktury, w analizie nie było konieczności uwzględniania nakładów odtworzeniowych.

Stopa dyskontowa

W analizie finansowo-ekonomicznej zastosowano stopę dyskontową na poziomie 4%, która jest rekomendowana w Niebieskiej Księdze (sektor transportu publicznego). W przybliżeniu odpowiada ona kosztowi kapitału na rynku finansowym.

Podatek VAT

Ponieważ operator posiada prawną możliwość odliczenia VAT na zasadach ogólnych, podatek nie stanowi de facto kosztu projektu. W związku z powyższym w obliczeniach były brane pod uwagę wartości netto i wszystkie prezentowane wielkości liczbowe są w wartościach netto.

Amortyzacja

Amortyzację taboru i infrastruktury ładowania policzono wg następujących stawek:

- Tabor – 10%
- Ładowarki i pantograf – 10%.
- Stacja tankowania wodoru – 10%

Amortyzacja nie jest faktycznym przepływem i nie ma wpływu na analizy. Została policzona w celu wykazania wartości netto aktywów na koniec okresu analizy.

5.2. Nakłady inwestycyjne

Nakłady inwestycyjne dla każdego z analizowanych wariantów zestawiono poniżej. Obejmują one zakup taboru w liczbie określonej w poszczególnych wariantach inwestycyjnych oraz niezbędnej infrastruktury, z uwzględnieniem kosztów budowy punktów ładowania dla wariantu W1 oraz budowy stacji tankowania wodoru dla wariantu W2.

Tabela 8. Nakłady inwestycyjne na poszczególne elementy projektu, ceny w tys. zł netto.

| Tabor | Jednostka | Cena netto |
|--|-----------|------------|
| Autobus 12 m ON EURO 6 | tys. zł | 1 000,00 |
| Autobus 12 m elektryczny | tys. zł | 2 700,00 |
| Autobus 12 m wodorowy | tys. zł | 3 600,00 |
| Infrastruktura | | |
| Ładowarka dwustanowiskowa typu plug-in | tys. zł | 150,00 |
| Stacja ładowania pantografowego 400 kW | tys. zł | 1 500,00 |
| Stacja tankowania wodoru | tys. zł | 8 886,00 |

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych operatorów (rozstrzygnięte przetargi, zapytania ofertowe) oraz producentów (rozeznanie rynku).

Wszystkie ceny zostały przyjęte według rzetelnego rozpoznania rynku. Nakłady na tabor zasilany ON lub energią elektryczną oraz ładowarki plug-in i stacje ładowania pantografowego przyjęto zgodnie z dotychczas rozstrzygniętymi przetargami realizowanymi przez przewoźników krajowych. Na cenę stacji ładowania pantografowego składają się koszty zakupu samego urządzenia, koszty przyłączenia oraz koszt budowy stacji transformatorowej. W przypadku taboru z ogniwami wodorowymi oraz stacją tankowania wodoru posłużono się doświadczeniem przewoźników zagranicznych oraz rozeznaniem rynkowym u producentów. Poniżej w tabeli zestawiono sumaryczne nakłady każdego z wariantów wraz z harmonogramem ponoszenia nakładów.

Tabela 9. Zestawienie nakładów na poszczególne warianty inwestycji, ceny w tys. zł netto

| Wariant bazowy W0 | Jednostka | 2022 | 2023 | 2027 | Razem |
|--|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Autobus 12 m ON EURO 6 | szt. | 4 | 7 | 4 | 15 |
| Tabor nakłady | tys. zł | 4 000 | 7 000 | 4 000 | 15 000 |
| Wariant W1 - tabor elektryczny | | | | | |
| | | 2022 | 2023 | 2027 | Razem |
| Autobus 12 m elektryczny | szt. | 4 | 7 | 4 | 15 |
| Ładowarka dwustanowiskowa typu plug-in | szt. | 2 | 4 | 2 | 8 |
| Stacja ładowania pantografowego 400 kW | szt. | - | 1 | 1 | 2 |
| Tabor nakłady | tys. zł | 10 800 | 18 900 | 10 800 | 40 500 |
| Infrastruktura nakłady | tys. zł | 300 | 2 100 | 1 800 | 4 200 |
| Nakłady W1 razem | tys. zł | 11 100 | 21 000 | 12 600 | 44 700 |
| Wariant W2 - tabor mieszany | | | | | |
| | | 2022 | 2023 | 2027 | Razem |
| Autobus 12 m elektryczny | szt. | 4 | 7 | - | 11 |
| Autobus 12 m wodorowy | szt. | - | - | 4 | 4 |
| Ładowarka dwustanowiskowa typu plug-in | szt. | 2 | 4 | - | 6 |
| Stacja ładowania pantografowego 400 kW | szt. | - | 1 | - | 1 |
| Stacja tankowania wodoru | szt. | - | - | 1 | 1 |
| Tabor nakłady | tys. zł | 10 800 | 18 900 | 14 400 | 44 100 |
| Infrastruktura nakłady | tys. zł | 300 | 2 100 | 8 886 | 11 286 |
| Nakłady W2 razem | tys. zł | 11 100 | 21 000 | 23 286 | 55 386 |

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych producentów lub rozeznania rynku.

Doświadczenia innych przewoźników w eksploatacji autobusów elektrycznych (np. MPK Kraków, MZA Warszawa) oraz badania prowadzone przez Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej⁷ pozwalają założyć, że eksploatacja tego rodzaju taboru zgodnie z zaplanowaną pracą przewozową w perspektywie 15 lat, jest możliwa bez konieczności wymiany modułów baterii.

W celu niezawodnej i długotrwałej eksploatacji taboru przyjęty został system pojazdów oparty o akumulatory litowo-tytanowe (LTO). Ogniwa te charakteryzują się większą trwałością, ale wymagają częstych doładowywań dużym prądem na pętach podczas przerw, a podczas postoju w zajezdni do pełnego naładowania używany jest prąd o mniejszym natężeniu, wymagający dłuższego czasu ładowania. Dla przykładu, pełne naładowanie autobusu o długości ok. 18 m, wyposażonego w baterię o pojemności 145 kWh w przypadku ładowania za pomocą stacjonarnej ładowarki typu plug-in o mocy 40 kW zajmuje blisko 4,5 godziny, natomiast przy wykorzystaniu stacji ładowania pantografowego o mocy 270 kW czas ten skraca się do ok. 40 minut. Taki system eksploatacji pojazdów narzuca zatem odpowiednią liczbę stacji ładowania na przynajmniej jednej pętli danej linii i oczywiście na terenie zajezdni.

Opierając się na przykładzie projektu realizowanego przez MZA Warszawa na zakup 130 autobusów elektrycznych do obsługi Traktu Królewskiego (dalej TK), spółka w ramach

⁷ Ekspertyza techniczna dotycząca doboru typu i pojemności baterii trakcyjnej do autobusów przegubowych eksploatowanych na określonych liniach komunikacyjnych w Warszawie”, 14.01.2017, Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej

optymalizacji rodzaju i pojemności baterii zleciła Wydziałowi Transportu Politechniki Warszawskiej wykonanie ekspertyzy. Na wybranych reprezentatywnych liniach TK dokonano pomiarów parametrów eksploatacyjnych autobusu ON i autobusu elektrycznego. Dokonane pomiary i analiza warunków eksploatacji na liniach TK umożliwiły obliczenia zużycia energii elektrycznej na trączenie i klimatyzację, a następnie dobór typu i parametrów baterii trakcyjnej oraz parametrów ładowania pantografowego. Dodatkowo oceniono trwałość baterii w warunkach eksploatacji na liniach TK. Prowadzone analizy, zarówno przez uczelnię jak i zespół MZA, wykazują wyższą użyteczność baterii High Power, np. LTO, które są nieco cięższe i droższe w przeliczeniu na kWh pojemności od baterii standardowych typu LFP. Są jednak bardziej odporne na ładowanie dużą mocą w systemie pantografowym. Bateria LTO (o dużej mocy) o pojemności 125 kWh jest odpowiednikiem (masowym i cenowym) baterii LFP (o dużej gęstości energii) o pojemności 200 kWh. Baterie LTO o podanej pojemności można ładować mocą do ok. 450 - 500 kW. Trwałość baterii LTO wynosi powyżej 15 000 cykli pełnego ładowania. Uwzględniając trasowanie autobusów elektrycznych na sieci komunikacyjnej Włocławka szacuje się, że w 15-letnim okresie użytkowania, każdy pojazd będzie wymagał od 8 tys. do 10 tys. cykli pełnego ładowania. **Potwierdza to, że trwałość baterii LTO przekracza okres użytkowania autobusu.**

Wyższą przydatność i żywotność baterii litowo-jonowych niż baterii starego typu, nikielowo-kadmowych potwierdzono też w trolejbusach, w badaniach prowadzonych przez Przedsiębiorstwo Komunikacji Trolejbusowej w Gdyni sp. z o.o. w ramach projektu Civitas Dyn@mo dofinansowanego ze środków UE. Nie ma zatem przesłanek do zakładania wymiany modułów baterii w podstawowym scenariuszu analiz. Wynika to z wysokiej żywotności baterii typu LTO, w które będą wyposażone kupowane pojazdy.

5.3. Koszty operacyjne

Koszty operacyjne dla wariantu bazowego W0 i wariantów inwestycyjnych W1 i W2 obliczono w oparciu o jednostkowy koszt pracy przewozowej. W każdym wariantcie przyjęto natomiast zróżnicowaną cenę paliwa i energii, w zależności od rodzaju (napędu) autobusu. Jednostkową cenę energii elektrycznej i wodoru oraz zużycie paliwa/energii ustalono na podstawie dostępnych źródeł danych (doświadczenie operatorów krajowych i zagranicznych, dane udostępnione przez producentów taboru oraz potencjalnych dostawców paliwa wodorowego na rynek krajowy).

Koszt jednostkowej pracy przewozowej bez uwzględnienia ceny paliwa jest średnią wartością dla taboru Euro 6 eksploatowanego przez przewoźnika. Dzięki założeniu, że w wariantcie bazowym kupowane będą również nowe autobusy, koszt ten niezależnie od wariantu będzie taki sam, a w ujęciu różnicowym wyniesie 0. W efekcie, koszt eksploatacji przyjęty do obliczeń analizy finansowo-ekonomicznej dotyczyć będzie tylko kosztu paliwa oraz pozostałych kosztów materiałów i energii. Zgodnie z powyższym, w wariantcie W1 wygenerowana zostanie oszczędność kosztów eksploatacji, natomiast w W2 koszt wozokilometra wzrośnie, co jest związane bezpośrednio z wysokim kosztem zakupu paliwa wodorowego.

Według danych dostępnych na III kwartał 2021 r. (okres sporządzenia przedmiotowej analizy), wodór do celów transportowych nie jest jeszcze produkowany na terenie Polski. W związku z tym realizacja wariantu W2 może wiązać się z koniecznością sprowadzania tego paliwa

z zagranicy, co wygeneruje dodatkowe koszty. Jednak według deklaracji krajowych koncernów z sektora przemysłu rafineryjnego i petrochemicznego, wodór do celów transportowych będzie wkrótce produkowany i dostarczany przewoźnikom w Polsce, a prawdopodobnie również w samym Włocławku (w zakładach Anwil S.A.). Pozwala to przyjąć założenia, że ceny wodoru będą konkurencyjne do ceny oferowanej obecnie na rynku zagranicznym.

Przy założonym okresie eksploatacji wynoszącym 15 lat, na podstawie doświadczeń operatora, nie należy spodziewać się większego zróżnicowania kosztów eksploatacji w kolejnych latach. Poniżej przedstawiono założenia do obliczeń kosztów eksploatacji dla poszczególnych wariantów.

Tabela 10. Zestawienie kosztów jednostkowych wzkm dla poszczególnych typów taboru

| Wyszczególnienie | ON MAXI | EE MAXI | H2 MAXI |
|--|-------------|-------------|-------------|
| | [PLN/wzkm] | | |
| Zużycie materiałów i energii | 1,31 | 0,69 | 3,28 |
| spalanie/zużycie energii | [l/wzkm] | [kWh/wzkm] | [kg/wzkm] |
| | 0,35 | 1,10 | 0,09 |
| cena jednostkowa paliwa/energii | [zł/l] | [zł/kWh] | [zł/kg] |
| | 3,19 | 0,55 | 35,54 |
| pozostałe koszty materiałów i energii | 0,19 | 0,08 | 0,08 |
| Usługi obce | 0,28 | 0,28 | 0,28 |
| Podatki i opłaty | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Wynagrodzenia | 2,96 | 2,96 | 2,96 |
| Ubezpieczenia społeczne i inne świadczenia | 0,96 | 0,96 | 0,96 |
| Pozostałe koszty rodzajowe | 0,09 | 0,09 | 0,09 |
| Razem koszt eksploatacji taboru: | 5,70 | 5,08 | 7,67 |

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych operatorów krajowych i zagranicznych. Cena wodoru na rynku niemieckim to ok. 8 EUR/kg.

5.4. Przychody

Organizator ani przewoźnik nie będą otrzymywać dodatkowych przychodów z tytułu realizacji Projektu. Wymiana taboru nie spowoduje zwiększonej liczby pasażerów w publicznej komunikacji zbiorowej.

5.5. Kalkulacja poziomu dofinansowania

Przewoźnicy otrzymują rekompensatę za świadczone usługi przewozowe. Zapisy umowy przewozowej gwarantują, że rekompensata wypłacana operatorowi za usługi przewozowe będzie zgodna z Rozporządzeniem WE 1370/2007. Zatem wypłacana rekompensata stanowi pomoc publiczną dozwoloną i zgodną z zapisami rozp. WE 1370/2007. Z tego powodu należy założyć, że poziom ewentualnego dofinansowania ze środków strukturalnych UE lub krajowych nie będzie ustalany w oparciu o mechanizm luki w finansowaniu, i może osiągnąć maksymalny poziom. Bazując na dotychczasowym doświadczeniu przy realizacji projektów transportowych współfinansowanych ze środków krajowych oraz UE, można założyć maksymalny poziom

dofinansowania dla autobusów elektrycznych na poziomie 70%⁸. Należy jednocześnie podkreślić, że poziom ten w najbliższych latach może ulec zmianie i będzie zależeć od dostępnych instrumentów wsparcia. Więcej na temat potencjalnych źródeł finansowania inwestycji w tabor zeroemisyjny znajduje się w rozdziale 9.

Do celów niniejszej analizy przyjęto założenie, że ewentualne dofinansowanie zostanie przyznane w całym horyzoncie inwestycyjnym, a więc w latach 2022-2027. W praktyce ze względu na ograniczone środki krajowe oraz niepewną przyszłość w finansowaniu projektów transportowych po roku 2021 założenie to może okazać się niewykonalne.

5.6. Podsumowanie analizy finansowo-ekonomicznej

Na podstawie opisanych danych sporządzono przepływy finansowe obu wariantów inwestycyjnych w każdym z dwóch analizowanych obszarów realizacji usług przewozowych. Obliczenia przedstawiono w poniższych tabelach. Policzone efektywność finansową z uwzględnieniem oraz bez dotacji zewnętrznej.

⁸ Założenie przyjęto na bazie wiedzy eksperckiej w zakresie możliwości pozyskania dofinansowania z różnych źródeł, w tym ze środków krajowych i wspólnotowych UE.

Tabela 11. Różnicowe przepływy finansowe wariantu W1 – zakup taboru elektrycznego. Kwoty w tys. zł netto.

| Wyszczególnienie | Jednostka | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 |
|---------------------------------------|-----------|------|---------|----------|-------|-------|-------|---------|-------|
| Nakłady (C) - bez dotacji UE | tys. zł | - | 7 100 | 14 000 | - | - | - | 8 600 | - |
| Nakłady (K) - z dotacją UE | tys. zł | - | 2 130 | 4 200 | - | - | - | 2 580 | - |
| Przychody | tys. zł | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Wartość rezydualna | tys. zł | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Koszty operacyjne | tys. zł | - | - | - 144 | - 397 | - 397 | - 397 | - 397 | - 542 |
| Przepływy finansowe proste (C) | tys. zł | - | - 7 100 | - 13 856 | 397 | 397 | 397 | - 8 203 | 542 |
| Przepływy finansowe proste (K) | tys. zł | - | - 2 130 | - 4 056 | 397 | 397 | 397 | - 2 183 | 542 |

| Wyszczególnienie | Jednostka | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 |
|---------------------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nakłady (C) - bez dotacji UE | tys. zł | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Nakłady (K) - z dotacją UE | tys. zł | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Przychody | tys. zł | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Wartość rezydualna | tys. zł | - | - | - | - | - | - | - | 1 046 |
| Koszty operacyjne | tys. zł | - 542 | - 542 | - 542 | - 542 | - 542 | - 542 | - 542 | - 542 |
| Przepływy finansowe proste (C) | tys. zł | 542 | 542 | 542 | 542 | 542 | 542 | 542 | 1 587 |
| Przepływy finansowe proste (K) | tys. zł | 542 | 542 | 542 | 542 | 542 | 542 | 542 | 1 587 |

Źródło: opracowanie własne, przepływy różnicowe pomiędzy W0 i W1.

Tabela 12. Przepływy finansowe wariantu W2 – zakup taboru elektrycznego i wodorowego. Kwoty w tys. zł netto.

| Wyszczególnienie | Jednostka | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 |
|---------------------------------------|-----------|------|---------|----------|------|------|------|----------|------|
| Nakłady (C) - bez dotacji UE | tys. zł | - | 7 100 | 14 000 | - | - | - | 19 286 | - |
| Nakłady (K) - z dotacją UE | tys. zł | - | 2 130 | 4 200 | - | - | - | 5 786 | - |
| Przychody | tys. zł | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Wartość rezydualna | tys. zł | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Koszty operacyjne | tys. zł | - | - | 144 | 397 | 397 | 397 | 397 | 61 |
| Przepływy finansowe proste (C) | tys. zł | - | - 7 100 | - 13 856 | 397 | 397 | 397 | - 18 889 | - 61 |
| Przepływy finansowe proste (K) | tys. zł | - | - 2 130 | - 4 056 | 397 | 397 | 397 | - 5 389 | - 61 |

| Wyszczególnienie | Jednostka | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 |
|---------------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Nakłady (C) - bez dotacji UE | tys. zł | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Nakłady (K) - z dotacją UE | tys. zł | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Przychody | tys. zł | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Wartość rezydualna | tys. zł | - | - | - | - | - | - | - | 1 933 |
| Koszty operacyjne | tys. zł | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 |
| Przepływy finansowe proste (C) | tys. zł | - 61 | - 61 | - 61 | - 61 | - 61 | - 61 | - 61 | 1 872 |
| Przepływy finansowe proste (K) | tys. zł | - 61 | - 61 | - 61 | - 61 | - 61 | - 61 | - 61 | 1 872 |

Źródło: opracowanie własne, przepływy różnicowe pomiędzy W0 i W2.

Efektywność całkowitych nakładów projektu FNPV (C) i kapitału (K) jest ujemna dla obu wariantów inwestycyjnych. Oznacza to, że projekt z czysto finansowego punktu widzenia nie jest opłacalny. Jest to częsta sytuacja w sektorze transportu publicznego, gdzie efektywność może zostać wykazana dopiero po uwzględnieniu czynników społeczno-ekonomicznych, takich jak np. zmonetyzowane efekty środowiskowe.

Wskaźniki finansowej efektywności zaprezentowano w poniższej tabeli.

Tabela 13. Wskaźniki efektywności finansowej

| Wskaźnik | W1 | W2 |
|---------------|------------|---------------|
| FNPV/C | -21 337,56 | -32 832,64 |
| FIRR/C | -15,7% | niepoliczalne |
| FNPV/K | -2 740,37 | -8 323,74 |
| FIRR/K | -2,1% | -15,6% |

Źródło: Opracowanie własne

5.7. Trwałość finansowa operatora

Ze względu na zapisy umowy pomiędzy operatorem a organizatorem, uzależniające rekompensatę od poziomu kosztów usługi przewozowej, oszczędność kosztów operacyjnych w wyniku realizacji projektu w wariantcie W1 w stosunku do wariantu bez projektu spowoduje obniżenie kosztów eksploatacji komunikacji miejskiej, co należy uwzględnić w budżecie. W przypadku realizacji wariantu W2, koszty eksploatacji wzrosną, co również należy wziąć pod uwagę, planując wysokość rekompensaty w kolejnych latach. Umowa wykonawcza przewiduje mechanizmy zapobiegające wypłacie nadmiernej rekompensaty operatorowi, a prawidłowość rozliczania umowy jest corocznie weryfikowana przez niezależnych audytorów.

Sytuacja finansowa operatora wewnętrznego oraz organizatora jest od wielu lat dobra i stabilna, świadczą o tym wyniki finansowe Spółki oraz odnotowywane wskaźniki. Ponadto należy zwrócić uwagę, że w przypadku realizacji któregośkolwiek wariantu największe nakłady zostałyby poniesione z dużą dozą prawdopodobieństwa przez MPK, a fakt, że Spółka jest podmiotem wewnętrznym jednostki samorządu terytorialnego jest gwarantem jej stabilności finansowej i trwałości projektu.

6. Analiza społeczno-ekonomiczna

6.1. Metodyka analizy

Głównym celem analizy społeczno-ekonomicznej jest wykazanie, że planowany wariant inwestycyjny jest uzasadniony ze społecznego punktu widzenia, nawet jeśli jego efektywność finansowa jest ujemna.

Przeprowadzona analiza ekonomiczna, podobnie jak analiza finansowa jest zgodna z instrukcjami i wytycznymi zawartymi w dokumentach wymienionych w rozdz. 1.2.

W ramach analizy ekonomicznej wyceniono w wartościach pieniężnych koszty i korzyści społeczno-ekonomiczne, których nie uwzględniono w analizie finansowo-ekonomicznej.

Przystępując do analizy zidentyfikowano czynniki społeczno-ekonomiczne o istotnym poziomie oddziaływania i sklasyfikowano je pod kątem wyceny efektu na potrzeby rachunku ekonomicznego.

Zgodnie z wytycznymi Niebieskiej Księgi dla transportu publicznego przyjęto horyzont czasowy analizy ekonomicznej, tak jak w przypadku analizy finansowo-ekonomicznej, wynoszący 15 lat od momentu poniesienia pierwszego wydatku, tj. od 2022 r. do 2036 r. W analizie uwzględniono wartość rezydualną obliczoną na podstawie wartości niezamortyzowanych środków trwałych.

Korzyści i koszty ekonomiczne zaczęto uwzględniać od 2023 r., pierwszego pełnego roku eksploatacji nowego taboru.

Analizę przygotowano w cenach stałych.

Stopę dyskontową przyjęto na poziomie 4,5%, zgodnie z wytycznymi Niebieskiej Księgi.

6.2. Korekta przepływów finansowych

W celu właściwego określenia kosztów i korzyści społecznych powstałych w wyniku realizacji Projektu, dokonano korekty przepływów finansowych, eliminując czynniki, które mogłyby zniekształcać wynik analizy ekonomicznej. W szczególności uwzględniono efekty fiskalne. Kalkulacje są prowadzone w cenach netto, dlatego pominięto etap korekty o podatek VAT.

Korekta o transfery fiskalne⁹:

- nakłady inwestycyjne na infrastrukturę - współczynnik 0,83,
- nakłady inwestycyjne i odtworzeniowe na tabor - współczynnik 0,87,
- koszty operacyjne - współczynnik 0,78.

6.3. Koszty i korzyści ekonomiczne

Wśród kosztów i korzyści ekonomicznych zidentyfikowano:

- oszczędność lub koszt zanieczyszczenia powietrza;
- oszczędność lub koszt zmian klimatycznych;

⁹ Niebieska Księga, Sektor Transportu Publicznego, Jaspers 2015 r.

- oszczędność lub koszt hałasu;
- w zależności od analizowanego wariantu.

Korzyści te szczegółowo opisano w rozdz. 4. *Efekty środowiskowe wariantów rozwoju*. Obliczenia i wyniki efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla środowiska naturalnego i zdrowia ludzi znajdują się w arkuszu kalkulacyjnym (załącznik 1) w zakładce „Obliczenia” i „Analiza ekonomiczna”. W poniższych tabelach zestawiono zmonetyzowane koszty i korzyści środowiskowe.

Tabela 14. Korzyści społeczno-ekonomiczne wariantu W1, tys. PLN

| Wyszczególnienie W1 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Oszczędność kosztów zanieczyszczenia powietrza | 0,00 | 0,00 | -58,10 | -164,54 | -169,48 | -174,59 | -179,74 | -252,18 |
| Oszczędność kosztów zmian klimatycznych | 0,00 | 0,00 | 2,59 | 7,31 | 7,50 | 7,68 | 7,87 | 10,99 |
| Oszczędność kosztów hałasu | 0,00 | 0,00 | 98,72 | 279,59 | 287,98 | 296,67 | 305,43 | 428,51 |
| Korzyści społeczne netto W1 | 0,00 | 0,00 | 43,21 | 122,36 | 126,00 | 129,76 | 133,55 | 187,32 |
| Wyszczególnienie W1 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 |
| Oszczędność kosztów zanieczyszczenia powietrza | -259,09 | -265,81 | -272,53 | -279,25 | -285,94 | -292,61 | -299,45 | -306,26 |
| Oszczędność kosztów zmian klimatycznych | 11,24 | 11,50 | 11,75 | 12,01 | 12,26 | 12,52 | 12,78 | 13,03 |
| Oszczędność kosztów hałasu | 440,25 | 451,67 | 463,10 | 474,51 | 485,89 | 497,21 | 508,85 | 520,40 |
| Korzyści społeczne netto W1 | 192,41 | 197,36 | 202,32 | 207,27 | 212,21 | 217,12 | 222,17 | 227,18 |

Źródło: opracowanie własne, wartości ujemne oznaczają brak oszczędności (koszty)

Tabela 15. Korzyści społeczno-ekonomiczne wariantu W2, tys. PLN

| Wyszczególnienie W2 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Oszczędność kosztów zanieczyszczenia powietrza | 0,00 | 0,00 | -58,10 | -164,54 | -169,48 | -174,59 | -179,74 | -136,33 |
| Oszczędność kosztów zmian klimatycznych | 0,00 | 0,00 | 2,59 | 7,31 | 7,50 | 7,68 | 7,87 | 58,73 |
| Oszczędność kosztów hałasu | 0,00 | 0,00 | 98,72 | 279,59 | 287,98 | 296,67 | 305,43 | 428,51 |
| Korzyści społeczne netto W2 | 0,00 | 0,00 | 43,21 | 122,36 | 126,00 | 129,76 | 133,55 | 350,91 |
| Wyszczególnienie W2 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 |
| Oszczędność kosztów zanieczyszczenia powietrza | -140,06 | -143,70 | -147,33 | -150,96 | -154,58 | -158,18 | -161,88 | -165,56 |
| Oszczędność kosztów zmian klimatycznych | 60,10 | 61,46 | 62,83 | 64,19 | 65,56 | 66,92 | 68,29 | 69,66 |
| Oszczędność kosztów hałasu | 440,25 | 451,67 | 463,10 | 474,51 | 485,89 | 497,21 | 508,85 | 520,40 |
| Korzyści społeczne netto W2 | 360,29 | 369,44 | 378,59 | 387,74 | 396,86 | 405,95 | 415,25 | 424,50 |

Źródło: opracowanie własne, wartości ujemne oznaczają brak oszczędności (koszty)

Z zaprezentowanych danych jednoznacznie wynika, że w zakresie korzyści społeczno-ekonomicznych wyższe oszczędności generuje wariant W2, polegający na zakupie zarówno autobusów elektrycznych jak i zasilanych wodorem. Jest to związane z mniejszym zapotrzebowaniem na energię elektryczną, a więc niższymi kosztami zanieczyszczenia powietrza oraz wyższymi oszczędnościami z tytułu emisji CO₂.

6.4. Wskaźniki efektywności ekonomicznej

Po skorygowaniu przepływów pieniężnych o efekty fiskalne i zniekształcenia rynkowe oraz uwzględnieniu kosztów i korzyści zewnętrznych, można obliczyć wskaźniki ekonomicznej efektywności projektu. Są one analogiczne do wskaźników finansowych, z tym, że pozwalają zamiast wąskiego pojęcia wpływów finansowych, uwzględnić znacznie szersze pojęcie korzyści społecznych.

Tymi wskaźnikami są:

- Ekonomiczna Zaktualizowana Wartość Netto – ENPV,
- Ekonomiczna Wewnętrzna Stopa Zwrotu – ERR,
- Ekonomiczny Wskaźnik Korzyści/Koszty – B/C.

Wartości powyższych wskaźników analizowanego projektu przedstawiono w tabeli poniżej

Tabela 16. Wskaźniki efektywności ekonomicznej

| Wskaźnik | Wariant W1 | Wariant W2 |
|----------|--------------------|--------------------|
| ENPV | -17 039,06 tys. zł | -25 126,14 tys. zł |
| ERR | -13,01% | -18,62% |
| B/C | 0,11 | 0,13 |

Źródło: opracowanie własne

Przedstawione wskaźniki dowodzą, że realizacja projektu polegającego na wprowadzeniu do eksploatacji na sieci komunikacyjnej Włocławka autobusów zeroemisyjnych – zarówno elektrycznych jak i wodorowych – nie jest opłacalna po uwzględnieniu czynników społeczno-ekonomicznych. Wszystkie wartości wskaźnika ENPV są mniejsze od zera, a to oznacza że koszty inwestycji przewyższają korzyści społeczne z realizacji projektu, możliwe do osiągnięcia w założonym horyzoncie czasowym. Przedsięwzięcie należy zatem uznać za nieuzasadnione ekonomicznie.

7. Analiza wrażliwości

Analiza wrażliwości polega na ocenie wpływu zmiany kluczowych założeń dotyczących projektu na wartość wskaźników efektywności ekonomicznej. W przypadku niniejszego opracowania analiza będzie miała na celu wykazanie, że projekt nie zmieni swojego charakteru pod względem opłacalności ekonomicznej ze względu na niedoszacowanie lub przeszacowanie wartości zmiennych kluczowych.

Zgodnie z założeniami Niebieskiej Księgi – sektor transportu publicznego, analizę wrażliwości przeprowadzono w następujących etapach:

- Etap I: Dobór zmiennych kluczowych
- Etap II: Analiza wrażliwości
- Etap III: Interpretacja wyników

7.1. Analiza wrażliwości dla wskaźników ekonomicznej efektywności projektu

Doboru zmiennych kluczowych w analizie wrażliwości dokonano zgodnie z wytycznymi Niebieskiej Księgi oraz Ministerstwa Rozwoju Regionalnego „Wytyczne w zakresie zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód i projektów hybrydowych na lata 2014-2020”, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, marzec 2015).

Przedmiotem analizy wrażliwości są następujące zmienne kluczowe dotyczące efektywności ekonomicznej projektu:

- nakłady inwestycyjne;
- koszty operacyjne;
- korzyści ekonomiczne.

W analizie wrażliwości wskaźnika NPV analizy ekonomicznej projektu uwzględniono następujące scenariusze:

- nakłady inwestycyjne: -15%, +15%;
- koszty operacyjne: -15%, +15%;
- korzyści ekonomiczne: -15%, +15%.

Nie przeprowadzono badania zmiany wskaźnika IRR, ponieważ w każdym z wariantów wskaźnik ten nie osiągnął minimalnej stopy dyskonta wynoszącej 4,5%.

Wyniki obliczeń zestawiono w poniższych tabelach.

Tabela 17. Analiza wrażliwości wariantu W1

| Analiza wrażliwości W1 | ENPV | % zmiany |
|---------------------------|------------|----------|
| Wartości bazowe | -17 039,06 | 0,0% |
| Nakłady inwestycyjne +15% | -20 439,01 | 20,0% |
| Nakłady inwestycyjne -15% | -13 639,12 | -20,0% |

| | | |
|----------------------------------|------------|-------|
| Koszty operacyjne +15% | -16 517,22 | -3,1% |
| Koszty operacyjne -15% | -17 560,91 | 3,1% |
| Korzyści ekonomiczne +15% | -16 797,88 | -1,4% |
| Korzyści ekonomiczne -15% | -17 280,25 | 1,4% |

Źródło: opracowanie własne

Tabela 18. Analiza wrażliwości wariantu W2

| Analiza wrażliwości W2 | ENPV | % zmiany |
|----------------------------------|------------|----------|
| Wartości bazowe | -25 126,14 | 0,0% |
| Nakłady inwestycyjne +15% | -29 564,28 | 17,7% |
| Nakłady inwestycyjne -15% | -20 687,99 | -17,7% |
| Koszty operacyjne +15% | -24 997,96 | -0,5% |
| Koszty operacyjne -15% | -25 254,31 | 0,5% |
| Korzyści ekonomiczne +15% | -24 734,89 | -1,6% |
| Korzyści ekonomiczne -15% | -25 517,39 | 1,6% |

Źródło: opracowanie własne

Najistotniejszym wnioskiem płynącym z przeprowadzonej analizy wrażliwości jest fakt, że przy żadnym scenariuszu projekt nie zmienił swojego charakteru w kontekście efektów społeczno-ekonomicznych. W obu wariantach wymiany taboru wykazano największą wrażliwość na zmianę nakładów inwestycyjnych, natomiast w żadnym wypadku ekonomiczna wartość bieżąca netto inwestycji nie zbliżyła się do granicy opłacalności (tj. ENPV = 0).

8. Analiza ryzyka

Analiza ryzyka projektu polega na wyszczególnieniu czynników, które mogą wystąpić i zagrozić w istotnym stopniu w realizacji projektu w stopniu niskim, średnim i wysokim.

Ocena poziomu ryzyka została dokonana metodą ekspercką na podstawie krajowych doświadczeń z realizacji projektów inwestycyjnych polegających na zakupie taboru zeroemisyjnego oraz niezbędnej infrastruktury – jakościowego określenia prawdopodobieństwa wystąpienia ryzyka (Czy wystąpi?) i wagi jego skutków dla projektu (Czy czynnik jest ważny dla projektu?), przy następujących założeniach:

1) Prawdopodobieństwo - natężenie danego czynnika/zdarzenia – czy dojdzie do skutku – w skali:

- poniżej 30% - niska możliwość wystąpienia danego zdarzenia (N);
- 30%-70% - średni poziom możliwości wystąpienia danego zdarzenia (S);
- powyżej 70% - wysoki poziom możliwości wystąpienia danego zdarzenia (W).

2) Wpływ na projekt ważność danego czynnika/zdarzenia dla projektu – czy czynnik/zdarzenie jest ważne – w skali 10 punktowej:

- poniżej 3 – niska waga danego zdarzenia (N);
- 3-7 – średnia waga danego zdarzenia (S);
- powyżej 7- wysoka waga danego zdarzenia (W).

W rezultacie wyróżniono następujące poziomy ryzyka.

W – wysoki poziom ryzyka dla czynników/zdarzeń ocenionych:

- natężenie danego czynnika/zdarzenia – powyżej 70% - 100% - wysoki poziom możliwości wystąpienia danego zdarzenia;
- ważność danego czynnika/zdarzenia – powyżej 7-10 – wysoka waga danego zdarzenia.

S – średni poziom ryzyka:

- natężenie danego czynnika/zdarzenia – od 30% do 70% - średni poziom możliwości wystąpienia danego zdarzenia.
- ważność danego czynnika/zdarzenia – od 3 do 7 – średnia waga danego zdarzenia.

N – niski poziom ryzyka:

- natężenie danego czynnika/zdarzenia poniżej 30% - niska możliwość wystąpienia danego zdarzenia;
- ważność danego czynnika/zdarzenia – poniżej 3 – niska waga danego zdarzenia.

Tabela 19. Analiza jakościowa ryzyka

| L.p. | Ryzyko | Prawdopodobieństwo | Wpływ | Komentarz |
|------|---|--------------------|-------|--|
| 1. | Przekroczenie wskazanego ustawą terminu osiągnięcia danego udziału autobusów zeroemisyjnych | S | N | <p>Przekroczenie założonych terminów realizacji poszczególnych etapów inwestycji w tabor zeroemisyjny, spowoduje brak osiągnięcia określonego udziału tych autobusów w danym roku. Do najczęstszych powodów niedotrzymania terminów realizacji inwestycji taborowych należy ryzyko związane z przedłużającymi się procedurami przetargowymi.</p> <p>Opóźnienia przy procedurach przetargowych mogą wynikać z różnych przyczyn:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zależnych od Zamawiającego (np. zbyt późne rozpoczęcie procedur, zbyt krótki czas na przeprowadzenie przetargu); - niezależnych (np. zbyt duża liczba oferentów lub przeciwnie – brak spełnienia wymogów, a co za tym idzie konieczność powtórzenia danej procedury przetargowej). <p>Wśród możliwych działań zaradczych zaleca się zapobieganie lub maksymalne ograniczanie ryzyka.</p> <p>Jednostki odpowiedzialne za przeprowadzenie przetargów, zarówno po stronie operatora wewnętrznego GMW (tj. MPK) jak i po stronie organizatora, dysponują personelem o wysokich kwalifikacjach i doświadczeniu, który zapewni skuteczne przeprowadzenie procedur przetargowych.</p> <p>Niemniej jednak, zgodnie z wynikami przeprowadzonej analizy, GMW nie jest zobligowana do spełnienia najbliższego</p> |

| L.p. | Ryzyko | Prawdopodobieństwo | Wpływ | Komentarz |
|------|--|--------------------|-------|--|
| | | | | wymaganego ustawą progu dot. udziału autobusów zeroemisyjnych w 2023 r. Z tego względu ryzyko identyfikuje się jako niskie. W celu spełnienia kolejnych progów, możliwe jest opracowanie racjonalnego harmonogramu realizacji, który zakładałby odpowiednio długi okres przeprowadzania procedur przetargowych, z uwzględnieniem ewentualnych opóźnień. |
| 2. | Zwiększenie kosztów projektu | S | S | <p>Kosztorys projektu oparto na analizie rynku zeroemisyjnego taboru autobusowego oraz zakresu infrastrukturalnego.</p> <p>Realizacja ryzyka może spowodować brak możliwości osiągnięcia danego udziału autobusów zeroemisyjnych, zgodnie z przyjętym harmonogramem.</p> <p>Istnieje prawdopodobieństwo, że w przyjętym horyzoncie analizy ceny taboru i infrastruktury wzrosną. Jednocześnie obecny rynek dostawców ciągle się rozwija, a wzrost popytu na autobusy z napędem zeroemisyjnym, powinien zwiększyć konkurencję na rynku. To znacznie ogranicza ryzyko.</p> <p>Wśród możliwych działań zaradczych zaleca się monitoring ryzyka, prowadzony do czasu zakończenia procedur przetargowych.</p> |
| 3. | Wzrost kosztów operacyjnych ponad wartości uwzględnione w analizie | N | N | Pomimo rzetelnego oszacowania kosztów operacyjnych każdego z wariantów, może się okazać, że są one wyższe od zakładanych. Koszty operacyjne dotyczą eksploatacji taboru, w tym cen energii elektrycznej i paliwa wodorowego. |

| L.p. | Ryzyko | Prawdopodobieństwo | Wpływ | Komentarz |
|------|------------------------------|--------------------|-------|---|
| | | | | <p>Bezpośrednie koszty eksploatacji taboru ponosi operator, natomiast finansowanie tych przewozów spoczywa na organizatorze. Oznacza to, że zgodnie z umową na świadczenie autobusowych usług przewozowych w publicznym transporcie zbiorowym, ewentualne wyższe od założonych koszty operacyjne zostaną pokryte w wypłacanej przez GMW rekompensacie.</p> <p>Wzrost kosztów operacyjnych wpłynie natomiast na niższą efektywność projektu, niemniej jednak należy się spodziewać, że wzrost stawki za wzkm będzie dotyczył zarówno wariantu z projektem jak i bez projektu, co nie powinno rzutować na realizację któregośkolwiek z wariantów inwestycyjnych.</p> <p>W zakresie paliwa wodorowego przyjęto do obliczeń jego aktualną cenę rynkową, zgodnie z deklaracją producenta. W najbliższej przyszłości można spodziewać się obniżenia ceny tego paliwa, z uwagi na realizowane inwestycje w infrastrukturę służącą do wytwarzania tego paliwa.</p> <p>Zaleca się ograniczanie ryzyka poprzez monitorowanie kosztów eksploatacji nowego taboru, a przede wszystkim cen energii elektrycznej i paliwa wodorowego.</p> |
| 4. | Niedostateczna jakość taboru | N | S | <p>Pomimo szczegółowego opracowania specyfikacji technicznej taboru oraz zastosowania niezbędnych procedur odbioru autobusów, może się okazać, że jakość taboru będzie niższa od oczekiwanej.</p> |

| L.p. | Ryzyko | Prawdopodobieństwo | Wpływ | Komentarz |
|------|--|--------------------|-------|---|
| | | | | <p>Niska jakość taboru może oznaczać konieczność jego napraw lub w ostateczności wymiany na nowy, w praktyce może to dotyczyć nie całej floty a pojedynczych sztuk, co nie wpłynie znacząco na osiągnięcie danego udziału autobusów zeroemisyjnych.</p> <p>Zaleca się zapobieganie lub ograniczanie ryzyka, poprzez szczegółowe opisanie procedur odbioru i kontroli dostarczanego taboru. Umowa na dostawę taboru powinna zawierać zapisy gwarantujące wysoką jakość zamawianego taboru i wyposażenia oraz sankcje finansowe i zasady postępowania naprawczego, włącznie z dostawą nowego pojazdu, w przypadku wystąpienia wad oraz nieosiągnięcia wymaganego współczynnika niezawodności.</p> <p>Rynek autobusów elektrycznych jest wystarczająco rozwinięty, producenci posiadają doświadczenie w produkcji taboru o parametrach porównywalnych z zakładanymi w ramach analizy. W tej sytuacji ryzyko otrzymania pojazdów złej jakości jest niewielkie, a przewidziane procedury naprawcze będą zabezpieczać sprawne wykonywanie usługi przewozowej.</p> |
| 5. | Nadmierne skrócenie żywotności baterii i konieczność jej wymiany | N | N | <p>Awaryjność lub zużycie baterii skutkujące mniejszą jej sprawnością w okresie eksploatacji może oznaczać konieczność częstszej wymiany ogniw lub w ostateczności szybszą wymianę na nową. W praktyce może to dotyczyć nie całej floty a pojedynczych sztuk taboru, co nie</p> |

| L.p. | Ryzyko | Prawdopodobieństwo | Wpływ | Komentarz |
|------|--------|--------------------|-------|--|
| | | | | <p>wpływie znacząco na założone efekty eksploatacyjne.</p> <p>Zapobieganie lub ograniczanie ryzyka.</p> <p>W ramach opracowania udowodniono, że obecnie dostępne rozwiązania technologiczne w zakresie baterii pozwalają na eksploatację taboru bez konieczności ich wymiany w całym przyjętym okresie odniesienia (15 lat).</p> <p>Specyfikacja techniczna taboru będzie szczegółowo określać wymagania, które mają zagwarantować spełnienie norm przewidzianych prawem oraz adekwatność taboru do potrzeb eksploatacyjnych.</p> <p>Umowa na dostawę taboru zawierać będzie zapisy gwarantujące wysoką jakość zamawianego taboru i wyposażenia (w tym ładowarek plug-in i baterii) oraz sankcje finansowe i zasady postępowania naprawczego, włącznie z dostawą nowego pojazdu lub jego podzespołów, w przypadku wystąpienia wad oraz nieosiągnięcia wymaganego współczynnika niezawodności. Wśród wymagań postawionych dostawcom pojazdów znajdzie się również zapis dotyczący efektywności magazynu energii.</p> <p>W tej sytuacji ryzyko związane ze skróceniem żywotności baterii jest niewielkie, a przewidziane procedury naprawcze zabezpieczają sprawne wykonywanie usługi przewozowej.</p> |

Źródło: opracowanie własne



Wykonana analiza ryzyka jakościowego wskazuje, że nie ma uzasadnionych obaw związanych z niezrealizowaniem planowanej inwestycji. Opisane negatywne czynniki, które mogłyby wywrzeć znaczący wpływ na projekt, są mało prawdopodobne.

9. Identyfikacja potencjalnych źródeł finansowania inwestycji taborowych

Wśród potencjalnych źródeł dofinansowania projektów transportowych dotyczących wymiany taboru w publicznym transporcie zbiorowym można wyróżnić zarówno środki strukturalne UE, które rozpoczynającej się perspektywie finansowej będą dotyczyć szczególnie taboru zeroemisyjnego, a także środki krajowe których dysponentem jest m.in. Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (np. w ramach programu Zielony Transport Publiczny).

Wśród innych środków unijnych można również ubiegać się o dofinansowanie w ramach programów regionalnych EFRR, takich jak Regionalny Program Operacyjny Województwa Kujawsko-Pomorskiego.

W przypadku tego typu inwestycji musiałby zostać spełniony warunek dotyczący efektywności ekonomicznej inwestycji. Oznacza to, że aby móc ubiegać się o wsparcie finansowe, niezbędne jest przygotowanie projektu pod kątem wymagań technicznych i społeczno-ekonomicznych. Należy jednocześnie pamiętać, że brak efektywności wykazany w ramach niniejszej analizy nie oznacza, że w przypadku projektu przygotowanego do dofinansowania nie będzie możliwe osiągnięcie wskaźnika ekonomicznej stopy zwrotu inwestycji na wymaganym poziomie. Opłacalność inwestycji zależy bowiem od wielu czynników, takich jak np. liczba i rodzaj taboru poddana wymianie czy realizowana praca przewozowa.

Założenia dotyczące przyjętego w przedmiotowej analizie poziomu dofinansowania bazują na wiedzy eksperckiej w zakresie możliwości pozyskania dofinansowania z różnych źródeł, w tym ze środków krajowych i wspólnotowych UE. MPK we Włocławku jest Beneficjentem pierwszego naboru w ramach programu 3.9. Zielony Transport Publiczny (Faza I), ogłoszonego przez NFOŚiGW, uzyskując poziom dofinansowania dla taboru na poziomie prawie 80% (11 autobusów elektrycznych, uwzględnionych w analizie w latach 2022-2023). W momencie sporządzenia przedmiotowej analizy NFOŚiGW ogłosił kontynuację programu, lecz w nieco zmienionej formule. O wsparcie będą mogli ubiegać się wyłącznie organizatorzy PTZ, ponadto w znaczący sposób ograniczony został maksymalny poziom dofinansowania, szczególnie dla dużych miast. W przypadku Włocławka wsparcie na zakup autobusów elektrycznych lub zasilanych wodorem mogłoby wynieść ok. 56% kosztów kwalifikowanych.

10. Rekomendacje w zakresie wymiany taboru, podsumowanie i wnioski

W ramach prezentowanego opracowania dokonano analizy społeczno-ekonomicznej oraz finansowo-ekonomicznej dla dwóch wariantów inwestycji polegającej na wprowadzeniu do eksploatacji w publicznym transporcie zbiorowym na terenie Gminy Miasto Włocławek (oraz gmin z którymi GMW podpisała porozumienia międzygminne) autobusów zeroemisyjnych – z napędem elektrycznym oraz zasilanych wodorem. Z uwagi na przeznaczenie analizy, w założeniach realizacyjnych uwzględniono wymianę taboru w liczbie, która w minimalnym stopniu spełnia wymagania stawiane w ustawie o elektromobilności i paliwach alternatywnych oraz uwzględniono zrealizowane i trwające inwestycje w tym zakresie. W analizie uwzględniono wszystkie możliwe korzyści społeczne i ekonomiczne, w tym oszczędność emisji substancji szkodliwych i CO₂.

Z drugiej strony, w analizie uwzględniono również niezbędne nakłady oraz koszty eksploatacji, zarówno dla wariantów inwestycyjnych jak i w zakresie, jaki musiałyby być zrealizowane bez konieczności wymiany taboru na zeroemisyjny. W analizie przyjęto 15-letni horyzont czasowy, który odzwierciedla ekonomiczny cykl życia taboru i infrastruktury. W wyniku przeprowadzonych analiz otrzymano wskaźniki ekonomicznej i finansowej opłacalności inwestycji, przy czym należy zwrócić uwagę, że to wskaźniki ekonomiczne są kluczowe dla tego typu inwestycji. Odzwierciedlają one bowiem nie tylko czysto finansowe podejście, ale poprzez uwzględnienie tzw. efektów zewnętrznych, które są niższe przy wymianie autobusów na bardziej ekologiczne, dają odpowiedź na pytanie, czy osiągnięty został wymagany dla inwestycji **efekt ekologiczny**. W analizie ekonomicznej co do zasady nie uwzględnia się ewentualnego dofinansowania projektu, w związku z czym na przepływy pieniężne analizy mają wpływ wszystkie poniesione nakłady, bez względu na źródło z jakich zostaną sfinansowane.

Należy również podkreślić, że w obliczeniach posłużono się ogólnokrajowymi wskaźnikami emisji oraz kosztami jednostkowymi, rekomendowanymi w projektach transportowych przez Centrum Unijnych Projektów Transportowych (CUPT). Uwzględniona została zarówno emisja niska pochodząca bezpośrednio ze spalania ON w autobusach Diesla, jak i wysoka, czyli związana z produkcją energii elektrycznej. Faktycznie osiągnięty efekt ekologiczny będzie zależny zatem od źródeł wytwarzania energii w danym regionie. Jeśli w przyszłości udział OZE wzrośnie, efekt ekologiczny związany z przejściem na tabor elektryczny będzie wyższy. Założenia dotyczące zużycia paliwa na 100 km dla pojazdów danego typu o napędzie tradycyjnym oraz elektrycznym pochodzą od operatora wewnętrznego Gminy – MPK sp. z o.o. we Włocławku.

Otrzymane wyniki analizy przeprowadzonej zgodnie z powyższymi założeniami oznaczają, że wymiana taboru na zeroemisyjny **nie prowadzi do osiągnięcia wymaganych ustawą korzyści społeczno-ekonomicznych**. W związku z tym **organizator** zlecając świadczenie usługi komunikacji miejskiej w rozumieniu ustawy z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (Dz. U. 2011 Nr 5 poz. 13) **nie musi zapewniać określonego udziału autobusów zeroemisyjnych we flocie użytkowanych pojazdów**. Niemniej jednak należy mieć na uwadze,

że rekomendacje co do przyjętych ogólnokrajowych wskaźników emisji i kosztów jednostkowych mogą ulec zmianie, a niniejsza analiza zgodnie z ustawą musi zostać zaktualizowana za 3 lata, kiedy wymagany udział autobusów zeroemisyjnych będzie wyższy niż obecny próg minimalny.

Wprawdzie, jak wspomniano powyżej, w analizie ekonomicznej nie uwzględnia się ewentualnego dofinansowania projektu, to zakładając, że takie dofinansowanie byłoby możliwe (np. w ramach programu Zielony Transport Publiczny realizowanego od początku 2021 r. przez NFOŚiGW¹⁰), faktycznie poniesione nakłady w tym zakresie będą dużo niższe niż przyjęte do analizy. Oznacza to, że z punktu widzenia inwestora bardziej opłacalny będzie zakup autobusów elektrycznych, niż napędzanych ON, które w obecnych założeniach programowych nie kwalifikują się do dofinansowania, zarówno ze środków krajowych jak i UE.

Na negatywny wynik analizy ekonomicznej wykonanej z uwzględnieniem ogólnokrajowych kosztów jednostkowych, decydujące znaczenie ma ilość tzw. wysokiej emisji w miejscu jej produkcji (elektrowni) przy obecnym miksie energetycznym w Polsce. Uwzględniając natomiast jedynie tzw. „niską emisję”, czyli zanieczyszczenia powstające w miejscu eksploatacji pojazdów, kryteria ekologiczne uzasadniają zakup taboru elektrycznego.

W związku z powyższym należy pozytywnie oceniać realizowane na terenie Włocławka inwestycje w zakresie elektromobilności, w tym dotyczące zakupu taboru zeroemisyjnego.

Analizując możliwości dalszego rozwoju floty taboru eksploatowanego na liniach komunikacyjnych Gminy Miasto Włocławek, należy w pierwszej kolejności odpowiedzieć na pytanie, czy inwestować w tabor niskoemisyjny czy zeroemisyjny. O ile w przypadku pierwszego rodzaju taboru przewoźnicy mają duże doświadczenie w eksploatacji autobusów z normą emisji EURO 6, to tabor zeroemisyjny jest technologią, która nadal się rozwija. Przykładem mogą być całkiem nowe na rynku polskim autobusy wyposażone w ogniwa wodorowe lub nawet zasobniki energii w autobusach elektrycznych, co do których producenci wciąż konkurują w zakresie stosunku masy i objętości akumulatorów do ich efektywności.

Wartą uwagi alternatywą w stosunku do taboru elektrycznego są autobusy wyposażone w ogniwa wodorowe, ponieważ nie tylko nie emitują one zanieczyszczenia w miejscu eksploatacji, to samo pozyskanie wodoru jest możliwe bez tzw. wysokiej emisji, z którą mamy do czynienia w przypadku produkcji prądu. Szczególnie istotne jest to w Polsce, gdzie elektrownie nadal w największym stopniu opierają się na paliwach kopalnianych (ok. 80% produkcji energii).

Możliwym alternatywnym rozwiązaniem w zakresie zasilania autobusów elektrycznych, jest budowa na terenie zajezdni operatora farmy fotowoltaicznej. Wiąże się to natomiast z dodatkowymi nakładami inwestycyjnymi oraz pociąga za sobą szereg ryzyk operacyjnych, co jest szczególnie istotne biorąc pod uwagę konieczność zapewnienia obsługi pasażerów w transporcie publicznym.

¹⁰ Kontynuacja pierwszego naboru w ramach ZTP organizowanego przez NFOŚiGW, dopuszcza możliwość ubiegania się o dofinansowanie jedynie przez Organizatorów. Z tego względu w roli inwestora musiałyby wystąpić GMW, a tabor mógłby zostać wydzierżawiony operatorowi lub przekazany w formie aportu.

Wodór nie jest też dzisiaj technologią całkiem niedostępną, samo paliwo wodorowe w najbliższej przyszłości będzie dostępne na lokalnym rynku, a krajowi operatorzy PTZ już podejmują kroki zmierzające do zakupu pierwszych autobusów wyposażonych w ogniwa paliwowe. Nie ulega wątpliwości, że alternatywne źródła napędu są nieuniknione w transporcie publicznym, a rozwój technologii będzie powodował zwiększenie jej dostępności. Obecnie wielu producentów polskich i zagranicznych oferuje autobusy napędzane wodorem, natomiast podstawowy problem stanowi nadal brak dostatecznej infrastruktury tankowania. Zgodnie z zapowiedziami Grupy Orlen, do końca 2021 r. w Polsce powstaną pierwsze stacje tankowania wodoru.¹¹ Ponadto własną instalację realizuje również na terenie Gdańska Grupa Lotos. Realizacja tych inwestycji z całą pewnością da początek „wodoryzacji” transportu publicznego w naszym kraju, na czym z całą pewnością skorzystają również mieszkańcy Włocławka.

Reasumując, po uwzględnieniu potrzeb zidentyfikowanych na analizowanej sieci komunikacyjnej, jak i po analizie dostępnej oraz powstającej infrastruktury, należy w szczególności zadbać o to, aby tabor wykorzystywany w publicznym transporcie zbiorowym na terenie miasta i okolicznych gmin na terenie których GMW jest organizatorem transportu publicznego był przede wszystkim niskoemisyjny, lub w miarę możliwości finansowych którymi dysponuje operator – zeroemisyjny.

¹¹ Źródło: <https://www.ornenpoludnie.pl/PL/DlaMediow/Aktualnosci/Strony/PKN-ORLEN-inwestuje-w-rozw%C3%B3j-sp%C3%B3%C5%82ek-na-po%C5%82udniu-Polski.aspx>

Spis tabel

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Liczba ludności, powierzchnia i gęstość zaludnienia analizowanego obszaru | 11 |
| Tabela 2. Autobusowa praca przewozowa zlecana przez GMW [wzkm]..... | 16 |
| Tabela 3. Udział i liczba taboru zeroemisyjnego wymagana ustawą..... | 21 |
| Tabela 4. Liczba i rodzaj autobusów w wariantcie bazowym..... | 21 |
| Tabela 5. Liczba i rodzaj autobusów elektrycznych oraz infrastruktury ładowania w wariantcie W1 | 22 |
| Tabela 6. Liczba i rodzaj autobusów zeroemisyjnych oraz niezbędnej infrastruktury w wariantcie W2 | 23 |
| Tabela 7. Emisja zanieczyszczeń w autobusach o różnych napędach | 26 |
| Tabela 8. Nakłady inwestycyjne na poszczególne elementy projektu, ceny w tys. zł netto. | 30 |
| Tabela 9. Zestawienie nakładów na poszczególne warianty inwestycji, ceny w tys. zł netto | 31 |
| Tabela 10. Zestawienie kosztów jednostkowych wzkm dla poszczególnych typów taboru..... | 33 |
| Tabela 11. Różnicowe przepływy finansowe wariantu W1 – zakup taboru elektrycznego. Kwoty w tys. zł netto. | 35 |
| Tabela 12. Przepływy finansowe wariantu W2 – zakup taboru elektrycznego i wodorowego. Kwoty w tys. zł netto..... | 36 |
| Tabela 13. Wskaźniki efektywności finansowej | 37 |
| Tabela 14. Korzyści społeczno-ekonomiczne wariantu W1, tys. PLN | 39 |
| Tabela 15. Korzyści społeczno-ekonomiczne wariantu W2, tys. PLN | 39 |
| Tabela 16. Wskaźniki efektywności ekonomicznej | 40 |
| Tabela 17. Analiza wrażliwości wariantu W1 | 41 |
| Tabela 18. Analiza wrażliwości wariantu W2 | 42 |
| Tabela 19. Analiza jakościowa ryzyka..... | 44 |

Spis rysunków

| | |
|--|----|
| Rysunek 1. Położenie Włocławka na tle kraju i województwa..... | 9 |
| Rysunek 2. Mapa Włocławka..... | 10 |
| Rysunek 3. Panorama Włocławka..... | 11 |
| Rysunek 4. Schemat organizacji rynku przewozów transportu publicznego we Włocławku w 2021 r..... | 13 |

Załączniki

1. Analiza AKK – część obliczeniowa