



Politechnika Wrocławska

Wydział Mechaniczny



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



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Politechnika Wrocławska

Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław

www.pwr.edu.pl

REGON: 00001614
NIP: 896-000-58-51
Bank Zachodni WBK S.A.
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434

Wrocław, grudzień 2018

Spis treści:

1. Podstawa opracowania	4
2. Cel i zakres opracowania	4
3. Podstawowe przepisy prawne i dokumenty wykorzystane w opracowaniu	6
4. Wykaz stosowanych skrótów, akronimów i pojęć	7
5. Analiza stanu obecnego	9
5.1. Ocena jakości środowiska w Gminie Wrocław	10
5.1.1. Jakość powietrza	10
5.1.2. Klimat akustyczny	12
5.1.3. Promieniowanie elektromagnetyczne	13
5.2. Przegląd floty autobusów komunikacji miejskiej Wrocławia	15
5.2.1. Analiza sieci komunikacji miejskiej aglomeracji Wrocławskiej	16
5.2.2. Charakterystyka floty autobusów komunikacji miejskiej Gminy Wrocław	26
5.3. Oszacowanie wpływu komunikacji miejskiej na jakość środowiska	43
5.3.1. Uciążliwości powodowane przez komunikację miejską	43
5.3.2. Oszacowanie emisji z pojazdów komunikacji miejskiej	47
5.4. Analiza obecnej infrastruktury w aspekcie wdrożenia autobusów zeroemisyjnych	53
6. Przegląd środków transportu możliwych do zastosowania w komunikacji miejskiej z uwzględnieniem kosztów zakupu i eksploatacji oraz budowy infrastruktury	57
6.1. Rozeznanie rynku autobusów zeroemisyjnych wraz z określeniem kosztów zakupu ..	57
6.2. Charakterystyka kosztów eksploatacji autobusów elektrycznych wraz z opisem potrzebnej infrastruktury ładowania	64
7. Analiza finansowo-ekonomiczna kosztów i korzyści wynikających z wykorzystania autobusów zeroemisyjnych w Gminie Wrocław	69
7.1. Przyjęte założenia dla analizy finansowo-ekonomicznej oraz wybór wariantów inwestycyjnych	69
7.1.1. Charakterystyka przyjętych wstępnych założeń	69
7.1.2. Wariant utrzymania w eksploatacji wyłącznie autobusów o napędzie konwencjonalnym uzupełnianych o autobusy inne niż zeroemisyjne	71
7.1.3. Wariant wprowadzenia do eksploatacji autobusów elektrycznych akumulatorowych w modelu opartym o ładowanie pojazdów wyłącznie metodą Plug-in	72
7.1.4. Wariant wprowadzenia do eksploatacji autobusów elektrycznych akumulatorowych w modelu opartym o ładowanie pojazdów metodą Plug-in oraz pantografem	78
7.2. Wstępna analiza finansowa wybranych wariantów inwestycyjnych	79
7.2.1. Przyjęte założenia w przeprowadzonej analizie finansowej	79
7.2.2. Analiza finansowa dla wymiany autobusów na pojazdy o normie emisji spalin EURO VI – wariant W0.	83
7.2.3. Analiza finansowa dla wymiany autobusów na pojazdy o napędzie elektrycznym i infrastrukturze opartej o ładowarkę Plug-in – wariant W1	85

7.2.4. Analiza finansowa dla wymiany autobusów na pojazdy o napędzie elektrycznym i infrastrukturze opartej o system mieszany (ładowarki Plug-in i pantografy) – wariant W2.	87
7.2.5. Wybór wariantu wymiany taboru.....	90
7.3. Analiza ekonomiczno-finansowa dla wybranych wariantów inwestycyjnych.....	91
7.3.1. Planowana wielkość i wartość nakładów odtworzeniowych	91
7.3.2. Prognozowane koszty operacyjne	94
7.3.3. Planowana wartość rezydualna	99
7.4. Finansowanie inwestycji ze źródeł zewnętrznych.....	99
7.5. Podsumowanie	103
8. Oszacowanie efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla poszczególnych komponentów środowiska naturalnego oraz zdrowia ludzi w Gminie Wrocław	104
9. Analiza społeczno-ekonomiczna uwzględniająca wycenę kosztów związanych z emisją szkodliwych substancji oraz ocenę komfortu życia mieszkańców Gminy Wrocław przy wykorzystaniu autobusów komunikacji miejskiej napędzanych za pomocą silników spalinowych oraz autobusów zeroemisyjnych	109
9.1. Identyfikacja dolegliwości i chorób związanych z emisją szkodliwych substancji....	109
9.1.1. Tlenek węgla	109
9.1.2. Dytlenek siarki	110
9.1.3. Tlenki azotu.....	110
9.1.4. Ozon	111
9.1.5. Pył zawieszony.....	112
9.1.6. Węglowodory.....	113
9.1.7. Hałas.....	114
9.2. Wycena kosztów związanych z emisją szkodliwych substancji do powietrza oraz hałasem wynikających z wykorzystania i nie wykorzystania autobusów zeroemisyjnych w komunikacji miejskiej	115
9.3. Ocena komfortu życia mieszkańców.....	122
9.3.1. Ocena jakości powietrza.....	123
9.3.2. Ocena hałasu w mieście.....	125
9.3.3. Komfort i jakość podróżowania	127
9.3.4. Zawodność floty eksploatowanej w komunikacji miejskiej.....	131
9.3.5. Wnioski końcowe	132
9.4. Analiza ryzyka.....	132
10. Podsumowanie końcowe wyników przeprowadzonych analiz oraz ocena zasadności wykorzystania autobusów zeroemisyjnych w Gminie Wrocław	140
11. Przebieg udziału społeczeństwa w opracowaniu dokumentu.....	145
AUTORZY	149
Spis rysunków	150

Spis tabel	152
Spis załączników Excel.....	156
Spis załączników	157
Załącznik 1	158
Załącznik 2	159
Załącznik 3	160
Załącznik 4	172
Załącznik 5	173
Załącznik 6	175
Załącznik 7	176

1. Podstawa opracowania

Podstawę opracowania stanowi umowa nr WTR/W/2/2018 zawarta dnia 31 sierpnia 2018 roku pomiędzy Gminą Wrocław reprezentowaną przez Wojciecha Adamskiego - Wiceprezydenta Wrocławia działającego na podstawie pełnomocnictwa nr 19/IV/14 z dnia 31 grudnia 2014 roku udzielonego przez Prezydenta Wrocławia (Zamawiający) a Politechniką Wrocławską reprezentowaną przez prof. dr hab. inż. Tomasza Nowakowskiego – Dziekana Wydziału Mechanicznego (Wykonawca), której przedmiotem jest wykonanie opracowania pt. „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, zgodnie z wymogami art. 37 ust. 1 Ustawy z dnia 11 stycznia 2018 roku o elektromobilności i paliwach alternatywnych”.

2. Cel i zakres opracowania

Celem niniejszego opracowania jest sporządzenie analizy kosztów i korzyści wprowadzenia autobusów zeroemisyjnych do eksploatacji w komunikacji miejskiej w Gminie Wrocław zgodnie z art. 37 Ustawy z dnia 11 stycznia 2018 roku o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. 2018 poz. 317).

Wynik przeprowadzonej analizy kosztów i korzyści będzie podstawą do podjęcia decyzji o zapewnieniu lub rezygnacji z zapewnienia wymaganego udziału autobusów zeroemisyjnych w użytkowanej flocie, a także, w przypadku wprowadzenia taboru zeroemisyjnego, będzie stanowił narzędzie do wprowadzenia zmian w planach transportowych w zakresie linii komunikacyjnych przewidzianych do obsługi tego taboru. Analiza kosztów i korzyści jest również niezbędnym dokumentem w przypadku aplikacji ubiegających się o dofinansowanie ze środków Unii Europejskiej.

Analiza kosztów i korzyści wykonana została przede wszystkim w oparciu o zakres zawarty w umowie stanowiącej podstawę przystąpienia do sporządzenia dokumentu oraz opracowanie pt. „Zasady opracowania wymaganej ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych analizy korzyści i kosztów związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Praktyczny przewodnik dla samorządów”.

W rozdziałach 1-4 przedstawiono najważniejsze wstępne informacje dotyczące sporządzanej analizy. Przedstawiono podstawę opracowania dokumentu, tj. umowę, którą przedstawiono w akapicie 1 niniejszego dokumentu. Następnie omówiony został cel opracowania analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej, autobusów zeroemisyjnych (zwaną dalej analizą lub AKK), a także zakres opracowania. Przedstawiono również akty prawne, zgodnie z którymi analiza kosztów i korzyści została sporządzona lub na których opierano rozważania dotyczące kosztów i korzyści wykorzystania pojazdów zeroemisyjnych w komunikacji miejskiej. Podano również spis skrótów, akronimów oraz pojęć, które zostały zastosowane w dokumencie.

W rozdziale 5 przedstawiono stan obecny poszczególnych elementów składających się na AKK. Stanowi to bazę do rozpoczęcia rozważań na temat kosztów i korzyści wykorzystania autobusów zeroemisyjnych. W tym rozdziale przedstawiono między innymi aktualny stan jakości środowiska w Gminie Wrocław ze szczególnym uwzględnieniem tych komponentów, które najbardziej są narażone z punktu widzenia transportu drogowego, tj. powietrze oraz klimat akustyczny. Dla tych komponentów przeanalizowano przede wszystkim przekroczenia wartości dopuszczalnych na przestrzeni lat 2015-2017. W ramach tego rozdziału wykonano szczegółową charakterystykę komunikacji miejskiej obsługiwanej przez Gminę Wrocław dotyczącą autobusów. Wymieniono i opisano autobusowe linie komunikacyjne z podziałem na linie normalne, pospieszne, nocne, okresowe, itd. oraz dokonano przeglądu floty autobusów. Wzięto przy tym pod uwagę zarówno autobusy należące do MPK Sp. z o.o., pojazdy dzierżawione przez Spółkę oraz pojazdy należące do podwykonawcy, firmy Michalczewski Sp. z o.o., świadczącej usługi w zakresie autobusowego transportu zbiorowego na terenie miasta Wrocławia od dnia 15.06.2015. Scharakteryzowano również eksploatację floty, liczbę przewożonych pasażerów, liczbę pojazdów rezerwowych, strukturę wiekową floty, strukturę floty ze względu na spełnianie normy emisji spalin, koszty eksploatacji, planowane projekty wymiany taboru, itd. W tym rozdziale scharakteryzowano również uciążliwości powodowane przez komunikację miejską obsługiwaną przez autobusy z napędem spalinowym, wymieniono i scharakteryzowano szkodliwe substancje emitowane przez silniki spalinowe (szczególnie o zapłonie samoczynnym, które powszechnie stosowane są w pojazdach tej kategorii). Oszacowano roczną emisję zanieczyszczeń do atmosfery na podstawie informacji o zużyciu paliwa z autobusów z podziałem na poszczególne normy emisji spalin w latach 2015-2017. Dokonano również charakterystyki aktualnej infrastruktury pod względem możliwości wdrożenia autobusów zeroemisyjnych. Na podstawie tej analizy wykluczono możliwość wprowadzenia trolejbusów jako pojazdów zeroemisyjnych.

W rozdziale 6 przedstawiono przegląd środków transportu możliwych do zastosowania w komunikacji miejskiej. Rozdział ten rozpoczął od wykonania przeglądu przetargów dotyczących zakupu autobusów elektrycznych, realizowanych przez inne polskie miasta na przestrzeni lat 2016-2018. Przeanalizowano producentów autobusów elektrycznych, typy pojazdów określone przez ich długość, cenę za sztukę oraz systemy ładowania (Plug-in/pantograf), jakie producent zapewnia w ramach zakupu. Przeanalizowano koszty, jakie składają się na eksploatację autobusów elektrycznych z uwzględnieniem przede wszystkim ceny prądu, kosztów hałasu, kosztów emisji szkodliwych substancji do powietrza oraz kosztów pojemności pasażerskiej autobusu. Wykonano również przegląd producentów i dostawców autobusów elektrycznych obecnych na polskim rynku wraz z charakterystyką poszczególnych pojazdów.

W rozdziale 7 wykonano analizę finansowo-ekonomiczną kosztów i korzyści wynikających z wykorzystania autobusów zeroemisyjnych w Gminie Wrocław. W pierwszej kolejności przeanalizowano kilka wariantów związanych z przedsięwzięciem wdrożenia autobusów zeroemisyjnych. Jako wariant zerowy (W0) przyjęto nie wprowadzanie do floty autobusów zeroemisyjnych, a wymianę całego taboru na pojazdy spełniające normę emisji spalin EURO VI. Kolejne warianty zakładają wprowadzenie do floty MPK 30% autobusów elektrycznych w różnych konfiguracjach pod względem systemów ładowania. Spośród

wariantów uwzględniających wprowadzenie autobusów zeroemisyjnych wybrany został jeden najbardziej korzystny i dla tego wariantu (W2) prowadzone były dalsze rozważania. Analiza finansowo-ekonomiczna prowadzona była między innymi w oparciu o dokument pt. „Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach” z 2015 roku. Przeanalizowane zostały między innymi nakłady finansowe niezbędne dla realizacji wariantów, tj. koszty inwestycyjne związane z zakupem odpowiedniego dla danego wariantu taboru, w przypadku autobusów elektrycznych dodatkowo nakłady inwestycyjne związane z wytworzeniem dokumentacji projektowej oraz budowy infrastruktury ładowania pojazdów. Została również wykonana ocena utrzymania w eksploatacji autobusów w poszczególnych wariantach oraz przeanalizowano nakłady odtworzeniowe i operacyjne. Określono też efektywność finansową wariantu zakładającego wprowadzenie 30% autobusów elektrycznych.

Rozdział 8 dotyczy oszacowania efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla poszczególnych komponentów środowiska naturalnego oraz zdrowia ludzi w Gminie Wrocław. Wykonano analizę ilościową i jakościową efektów. Analiza jakościowa stanowi ogólny opis pozytywnego lub negatywnego wpływu na środowisko naturalne związanego z wdrożeniem jednego z analizowanych wariantów, tj. W0 i W2. Analiza ilościowa polega na oszacowaniu wielkości emisji do powietrza poszczególnych substancji toksycznych dla każdego z wariantów.

W rozdziale 9 wykonano analizę społeczno-ekonomiczną uwzględniającą wycenę kosztów związanych z emisją szkodliwych substancji oraz komfortu życia mieszkańców. Analiza ta, podobnie jak oszacowanie efektów środowiskowych została przeprowadzona zarówno w sposób ilościowy, jak i jakościowy. W pierwszej kolejności zostały zidentyfikowane i opisane dolegliwości i choroby powodowane przez poszczególne najważniejsze substancje będące efektem spalania paliw płynnych w silnikach spalinowych i stałych w elektrowniach konwencjonalnych. Ocena komfortu życia została sporządzona głównie w oparciu o przeprowadzone wśród mieszkańców Wrocławia ankiety. Na koniec została przeprowadzona analiza ryzyka, która miała na celu rozpoznanie ryzyka mogącego wystąpić podczas wdrażania i czasu trwania projektu wprowadzania autobusów elektrycznych do floty MPK.

W rozdziale 10 opracowanie zostało podsumowane, a wyniki poszczególnych kroków wykonywania AKK zinterpretowane jako cały zbiór danych. Oceniono zasadność wykorzystania autobusów zeroemisyjnych w Gminie Wrocław wraz ze wskazaniem rekomendacji dotyczących strategii realizacji projektu wymiany taboru.

3. Podstawowe przepisy prawne i dokumenty wykorzystane w opracowaniu

Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. 2018 poz. 317)

Ustawa z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji (Dz. U. 2018 poz. 1271 z późn. zm.)

Ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (Dz. U. 2018 poz. 2016 z późn. zm.)

Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2018 poz. 799)

Gromadzki M.: „Zasady opracowania wymaganej ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Praktyczny przewodnik dla samorządów”, Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej, Warszawa, czerwiec 2018 r.

„Niebieska Księga. Sektor Transportu Publicznego w miastach, aglomeracjach, regionach” Nowa edycja, Jaspers, sierpień 2015 r.

„Analiza kosztów i korzyści projektów transportowych współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej. Vademecum Beneficjenta”, Centrum Unijnych Projektów Transportowych, Warszawa, 2016

4. Wykaz stosowanych skrótów, akronimów i pojęć

AKK – analiza kosztów i korzyści

Autobus zeroemisyjny - autobus w rozumieniu art. 2 pkt 41 ustawy z dnia 20 czerwca 1997 r. – Prawo o ruchu drogowym (Dz. U. z 2017 r. poz. 1260 i 1926 oraz z 2018 r. poz. 79, 106, 138, i 317), wykorzystujący do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w nim ogniach 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 (Dz. U. z 2017 r. poz. 286, 1566 i 1999) oraz trolejbus w rozumieniu art. 2 pkt 83 ustawy z dnia 20 czerwca 1997 r. – Prawo o ruchu drogowym

Brygada – zadanie w rozkładzie jazdy zaplanowane do realizacji przez 1 autobus w ciągu dnia

CALPUFF – gaussowski niestacjonarny model obłoku stosowany do obliczeń dyspersji zanieczyszczeń w atmosferze opracowany przez Exponent, Inc.

CNG – sprężony gaz ziemny

CUPT – Centrum Unijnych Projektów Transportowych

DIP – dynamiczna informacja przystankowa

E-bus – autobus elektryczny (również „elektrobus”)

GPZ – główny punkt zasilania

HbCO – hemoglobina tlenkowęgłowa

Interwał – częstotliwość kursowania, zdefiniowana jako przedział czasu pomiędzy kolejnymi kursami rozpoczynającymi się na krańcu trasy

Kalkulator emisji zanieczyszczeń – „Kalkulator emisji zanieczyszczeń i kosztów klimatu dla środków transportu publicznego”, arkusz kalkulacyjny CUPT

Kategoria pojazdu M – pojazdy silnikowe posiadające co najmniej cztery koła zaprojektowane i skonstruowane do przewozu osób i ich bagażu

Kategoria pojazdu N₁ – pojazdy silnikowe zaprojektowane i skonstruowane do przewozu ładunków, pojazdy o masie maksymalnej nieprzekraczającej 3,5 tony

Kategoria pojazdu N₂ – pojazdy silnikowe zaprojektowane i skonstruowane do przewozu ładunków, pojazdy o masie maksymalnej przekraczającej 3,5 tony, ale nieprzekraczającej 12 ton

KOBiZE – Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami

Kraniec linii – pętla lub przystanek, gdzie bieg kończy najwięcej kursów danej linii

L_{DWN} – długookresowy średni poziom dźwięku A wyrażony w decybelach (dB), wyznaczony w ciągu wszystkich dób w roku, z uwzględnieniem pory dnia (rozumianej jako przedział czasu od godz. 6:00 do godz. 18:00), pory wieczoru (rozumianej jako przedział czasu od godz. 18:00 do godz. 22:00) oraz pory nocy (rozumianej jako przedział czasu od godz. 22:00 do godz. 6:00)

L_N – długookresowy średni poziom dźwięku A wyrażony w decybelach (dB), wyznaczony w ciągu wszystkich pór nocy w roku (rozumianych jako przedział czasu od godz. 22:00 do godz. 6:00)

LNG – skroplony gaz ziemny

LPG – gaz płynny

LZO – lotne związki organiczne

Midi – jednoczłonowy autobus o długości 9 ÷ 10,5 metra

MPK Wrocław – Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne Spółka z o.o. Wrocław

NCBiR – Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Pantograf – odbierak prądu, umieszczony najczęściej na dachu autobusu lub tramwaju

PEM – pole elektromagnetyczne

Plug-in – wtyczka/gniazdo służące do zasilania pojazdu elektrycznego energią

PM₁₀ – mieszanina pyłów zawieszonych o średnicy nie większej niż 10 µm

PM_{2,5} – mieszanina pyłów zawieszonych o średnicy nie większej niż 2,5 µm

POCHP – przewlekłej obturacyjnej choroby płuc

PPMŚ – Program Państwowego Monitoringu Środowiska

Praca eksploatacyjna – liczba wykonywanych wozokilometrów przez środki transportu

Praktyczny przewodnik dla samorządów – „Zasady opracowania wymaganej ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej. Praktyczny przewodnik dla samorządów” M.Gromadzki, Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej, Warszawa, czerwiec 2018 r.

Prędkość eksploatacyjna – przeciętna prędkość z uwzględnieniem czasu postoju na przystankach pośrednich i długości przerw międzykursowych

Prędkość komunikacyjna – przeciętna prędkość z uwzględnieniem czasu postoju na przystankach pośrednich

Przegubowy – autobus dwuczłonowy o długości 16 ÷ 18 metrów

PZPM – Polski Związek Przemysłu Motoryzacyjnego

Ryzyko – efekt niepewności realizacji założonych celów

SIRS – ogólnoustrojowa odpowiedź zapalna (ang. *systemic inflammatory response syndrome*)

Solo – jednoczłonowy autobus o długości około 12 metrów (również „maxi” oraz „autobus standardowej długości”)

Vekspl – prędkość eksploatacyjna

Vkom – prędkość komunikacyjna

Wh - wozogodzina – godzina czasu pracy eksploatacyjnej

Whcalc – wozogodziny ogółem – liczba godzin czasu pracy eksploatacyjnej na danej linii komunikacyjnej

WIOŚ – Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska

Wkm calc – wozokilometry ogółem – liczba wykonanych wozokilometrów na danej linii komunikacyjnej

Wskaźnik ryzyka – R – iloczyn prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia niepożądanego oraz skutków jego wystąpienia

WWA – wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne

Wzkm – wozokilometr

Zdarzenie niepożądane/zagrożenie – nieplanowa i nieprzewidziana sytuacja w odniesieniu do prawidłowo i planowo funkcjonującego systemu transportu zbiorowego (planowo realizowanego projektu inwestycyjnego), zakłócająca realizację podstawowych zadań operacyjnych/inwestycyjnych

5. Analiza stanu obecnego

Wrocław jest miastem wojewódzkim położonym w południowo-zachodniej części Polski i zajmuje powierzchnię około 293 km². Jest jednym z najważniejszych ośrodków metropolitalnych i stanowi część miejskiego obszaru funkcjonalnego ośrodka wojewódzkiego. Na strukturę miasta składa się 7 zespołów dzielnicowych. Są to: zespół Śródmiejski, który obejmuje centralny obszar miasta o intensywnej zabudowie, zespoły Krzycki, Gądowski, Karłowicki i Oławski, które koncentrycznie przylegają do zespołu Śródmiejskiego, a także zespół Leśnicki, zlokalizowany w zachodniej części miasta oraz Psiego Pola w części północno-wschodniej¹.

System przyrodniczy Wrocławia stanowią liczne tereny aktywne biologicznie funkcjonujące wśród terenów zurbanizowanych. Wyodrębnić można wiele terenów zielonych i otwartych, głównie parków miejskich i leśnych, które charakteryzują się znacznymi wartościami ekologicznymi oraz stanowią obszary sportowe i rekreacyjne. Miasto położone jest nad pięcioma dużymi rzekami, które kształtują w znacznym stopniu charakter przyrodniczy i klimatyczny. Na obszarze miasta znajdują się również obszary o szczególnych walorach przyrodniczych objęte ochroną prawną, do których należą Park Krajobrazowy Dolina Bystrzycy, Zespół Wielka Wyspa, czy Obszary Natura 2000². Ponad 50% powierzchni miasta pokryta jest różnymi formami zieleni, które pełnią funkcje ekologiczne, ochronne, rekreacyjne oraz estetyczne.

Wrocław jest miastem charakteryzującym się dużym natężeniem ruchu drogowego, co skutkuje powstawaniem licznych kongestii drogowych, szczególnie w tzw. „godzinach

¹ Informator środowisko 2014

² Studium Uwarunkowań 2017

szczytu”, a także wzrost zanieczyszczenia powietrza oraz poziomu hałasu, co powoduje uciążliwość dla mieszkańców. W związku z tym miasto realizuje strategię „płynnego ruchu w mieście” za pomocą środków uznawanych za najbardziej efektywne, tj. propagowanie jazdy na rowerze i chodzenia pieszo, korzystania z transportu zbiorowego oraz jazdy motocyklami i skuterami. Bardzo istotną rolę odgrywa tu komunikacja zbiorowa, której oferta powinna być tak dla mieszkańców, jak i dla turystów, atrakcyjna na tyle, aby zniechęcić do korzystania z prywatnych samochodów.

Komunikację miejską we Wrocławiu obsługuje Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne Sp. z o.o. i obejmuje ona aglomerację wrocławską. Na mocy umowy zawartej 16.12.2014, od 15.06.2015 usługi w zakresie autobusowego transportu zbiorowego na terenie miasta Wrocławia świadczy również firma Michalczewski Spółka z o.o., jako główny podwykonawca. Oprócz Spółki Michalczewski usługi transportowe udzielają również inni przewoźnicy, o czym mowa w Rozdziale 5.2.1. Transport publiczny oparty jest na transporcie autobusowym, tramwajowym, a także kolejowym. Obecnie zasadnicza sieć transportu publicznego tworzona jest na bazie 22 linii tramwajowych (tramwaje dzienne) oraz 93 linii autobusowych (w tym 48 linii dziennych normalnych, 5 dziennych pospiesznych, 2 dziennych szczytowych, 4 dziennych podmiejskich, 19 strefowych oraz 15 linii nocnych)³. Wśród wymienionych linii, 17 z nich obsługiwanych jest przez firmę Michalczewski Sp. z o.o., która na realizację tego zadania przeznacza łącznie 80 pojazdów.

5.1. Ocena jakości środowiska w Gminie Wrocław

W województwie dolnośląskim w latach 2015-2017 realizowano zadania dwóch Programów Państwowego Monitoringu Środowiska (PPMŚ)⁴, które uwzględniają pomiary w podsystemach monitoringu jakości poszczególnych składowych ekosystemu, takich jak powietrze, woda, hałas, pole elektromagnetyczne, gleba i ziemia oraz przyroda. Wojewódzki Program Ochrony Środowiska⁵, obowiązujący od 2014 roku jest rozwinięciem PPMŚ oraz jego kontynuacją. Aglomeracja Wrocławska skutecznie wdrożyła system monitoringu środowiska, przy czym w Gminie Wrocław najbardziej rozwiniętymi pod tym względem są sieć monitoringu jakości powietrza i monitoring hałasu, bezpośrednio związanymi ze zwiększającym się transportem drogowym we Wrocławiu.

5.1.1. Jakość powietrza

Na terenie Gminy Wrocław zlokalizowanych jest pięć stacji pomiarowych, monitorujących jakość powietrza. Pomiary ditlenku siarki SO₂, ditlenku azotu NO₂, tlenu węgla CO, benzenu C₆H₆ oraz pyłu zawieszonego PM₁₀ i PM_{2,5} wykonuje się metodami automatycznymi ciągłymi (1-godzinny). Pomiary codzienne pyłu zawieszonego PM₁₀

³ Strona internetowa <https://www.wroclaw.pl/rozklady-jazdy>, stan na dzień 23.10.2018 r.

⁴ „Program Państwowego Monitoringu Środowiska Województwa Dolnośląskiego na lata 2013-2015” Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu, Wrocław 2012 oraz „Program Państwowego Monitoringu Środowiska Województwa Dolnośląskiego na lata 2016-2020”, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu, Wrocław 2015

⁵ „Wojewódzki Program Ochrony Środowiska Województwa Dolnośląskiego na lata 2014-2017 z perspektywą do 2021 roku”, Wrocław 2014

i pyłu PM_{2,5} oraz oznaczenia ołowiu Pb, kadmu Cd, niklu Ni, arsenu As i benzo(a)pirenu B(a)P w pyłe PM₁₀ wykonuje się metodami manualnymi (pobór prób w terenie i oznaczenia laboratoryjne). Wykaz i zakres pomiarowy powyższych stacji przedstawiono w tabeli 5.1. Na rysunku 5.1 przedstawiono lokalizację stacji pomiarowych na terenie Gminy Wrocław.

Tab. 5.1 Wykaz i zakres pomiarowy stacji monitoringu jakości powietrza we Wrocławiu w 2017 roku⁶

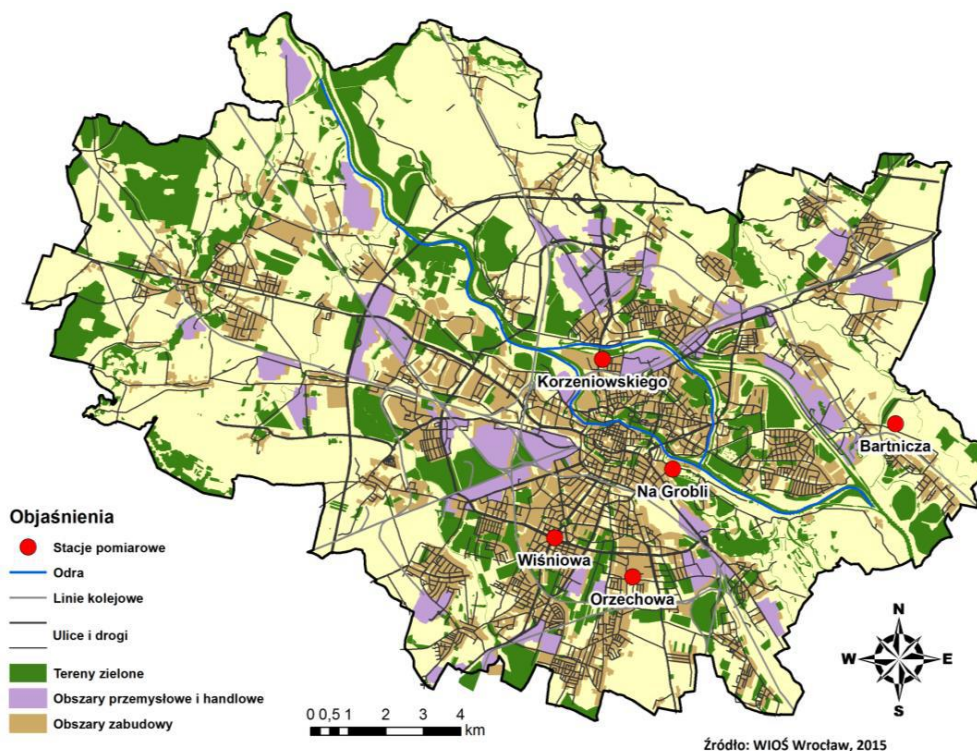
Nazwa stacji i typ lokalizacji	Substancje, metoda pomiarowa											
	Zanieczyszczenia gazowe						Zanieczyszczenia pyłowe					
	SO ₂	NO ₂	CO	C ₆ H ₆	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	Pb	As	Cd	Ni	B(a)P
Wyb. J. Conrada-Korzeniowskiego (miejska)	A	A	A	A	A	A, M	A*	M	M	M	M	M
ul. Orzechowa (miejska)	-	-	-	-	-	M	-	-	-	-	-	M
ul. Na Grobli (miejska)	-	-	-	-	-	-	M	-	-	-	-	-
al. Wiśniowa (komunikacyjna)	-	A	A	-	-	-	A	-	-	-	-	-
ul. Bartnicza (podmiejska-ozonowa)	-	A	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-

Oznaczenia:

A* - analizator zakupiony przez Gminę Wrocław, stanowisko uruchomione 17 lipca 2014 r.

A – pomiary automatyczne: 1-godzinne

M – pomiary manualne: 24 godzinne (PM₁₀, PM_{2,5}) lub tygodniowe (As, Cd, Ni, Pb, B(a)P)



Źródło: WIOŚ Wrocław, 2015

Rys. 5.1 Lokalizacja punktów pomiarowych jakości powietrza na terenie Wrocławia w 2017 roku

⁶ „Informacja o jakości powietrza na obszarze miasta Wrocławia w 2017 roku na podstawie danych z Państwowego Monitoringu Środowiska”, WIOŚ, Wrocław 2018

Roczne oceny jakości powietrza we Wrocławiu wykonywane przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu w latach 2015-2017 wykazały, że na przestrzeni trzech ostatnich lat stężenia ditlenku siarki oraz tlenku węgla utrzymywały się na niskich poziomach, poniżej dopuszczalnych norm^{7,8}. Oprócz tego utrzymuje się wysoki poziom zapylenia powietrza, przy czym w roku 2017 przekroczenia pyłu zawieszonego PM10 w powietrzu osiągnęły poziom informowania społeczeństwa o ryzyku wystąpienia poziomu alarmowego ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla 24-godzinnego okresu uśredniania)⁹, o czym WIOŚ poinformował Wojewódzkie Centrum Zarządzania Kryzysowego. Podwyższona wartość stężeń średniodobowych PM10 została zarejestrowana w pierwszych kwartałach ostatnich lat, czyli w sezonie grzewczym. Powiązane z pyłami zawieszonymi podwyższone wartości stężeń wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w powietrzu również występowały w miesiącach styczeń - luty ostatnich trzech lat. Szacowany na podstawie matematycznego modelowania dyspersji (CALPUFF) obszar przekroczenia poziomu docelowego benzo(a)pirenu obejmuje w roku 2017 całe miasto Wrocław. Na przestrzeni lat 2015-2017 zaobserwowano wysoki poziom ditlenku azotu rejestrowany przez stację „komunikacyjną”, który rokrocznie przekraczał dopuszczalny poziom średnioroczny NO₂. Obserwuje się jednak tendencję obniżania się poziomu NO₂ w powietrzu, o czym świadczą wartości przekroczeń (134% normy rocznej w 2015 roku, 123% normy rocznej w roku 2016 oraz 120% normy rocznej w 2017 roku). Brak różnic sezonowych występujący w przypadku ditlenku azotu (czyli brak istotnej zmiany w sezonie grzewczym obserwowanej rokrocznie), świadczy o decydującym wpływie na poziom tego zanieczyszczenia emisji z transportu drogowego.

5.1.2. Klimat akustyczny

Zgodnie z art. 117 ustawy Prawo Ochrony Środowiska ocena stanu akustycznego środowiska dla aglomeracji o liczbie mieszkańców większej niż 100 tysięcy dokonywana jest obowiązkowo w ramach państwowego monitoringu środowiska¹⁰. W tym celu sporządzane są mapy akustyczne z częstotliwością co 5 lat. Na obszarze Gminy Wrocław ostatnia mapa akustyczna sporządzona została w roku 2017¹¹. Istotnym elementem mapy akustycznej jest wyodrębnienie hałasu drogowego (komunikacyjnego) z podziałem na dwa wskaźniki:

- L_{DWN} – długookresowy średni poziom dźwięku A wyrażony w decybelach (dB), wyznaczony w ciągu wszystkich dób w roku, z uwzględnieniem pory dnia (rozumianej jako przedział czasu od godz. 6:00 do godz. 18:00), pory wieczoru (rozumianej jako przedział czasu od godz. 18:00 do godz. 22:00) oraz pory nocy (rozumianej jako przedział czasu od godz. 22:00 do godz. 6:00),

⁷ „Informacja o stanie środowiska na obszarze miasta Wrocławia w 2016 roku” WIOŚ, Wrocław 2017

⁸ „Informacja o jakości powietrza na obszarze miasta Wrocławia” WIOŚ, Wrocław 2016

⁹ Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 roku w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, Dz.U. 2012, poz. 1031

¹⁰ Prawo Ochrony Środowiska

¹¹ SIP Wrocław

- L_N – długookresowy średni poziom dźwięku A wyrażony w decybelach (dB), wyznaczony w ciągu wszystkich pór nocy w roku (rozumianych jako przedział czasu od godz. 22:00 do godz. 6:00).

W tabeli 5.2 podano wartości dopuszczalnych poziomów hałasu wyrażonych wskaźnikami L_{DWN} i L_N dla poszczególnych terenów powodowanego przez drogi¹².

Tab. 5.2 Dopuszczalne poziomy hałasu wyrażone wskaźnikami L_{DWN} i L_N

Lp.	Rodzaj terenu	L_{DWN} , dB	L_N , dB
1	Strefa ochronna „A” uzdrowiska Tereny szpitali poza miastem	50	45
2	Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej Tereny zabudowy związanej ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży Tereny domów opieki społecznej Tereny szpitali w miastach	64	59
3	Tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego Tereny zabudowy zagrodowej Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe Tereny mieszkaniowo-usługowe	58	59
4	Tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców	70	65

Jak wynika z mapy akustycznej Wrocławia z 2017 roku, dominującym źródłem hałasu kształtującym klimat akustyczny we Wrocławiu jest transport, szczególnie transport drogowy. W dokumencie podsumowującym 5-letni cykl monitoringu hałasu na terenie województwa dolnośląskiego w latach 2012-2016 wskazano, że na hałas drogowy na poziomie wskaźnika L_{DWN} powyżej 55 dB wyeksponowanych jest około 40% mieszkańców, natomiast na poziomie wskaźnika L_N powyżej 50 dB 27,2% mieszkańców aglomeracji.

Najwięcej przekroczeń dopuszczalnych poziomów hałasu powodowanego przez transport drogowy występuje na poziomie do 5 dB lub w przedziale 5-10 dB zarówno dla wskaźnika L_{DWN} , jak i L_N . Większość obszarów, na których dopuszczalne poziomy hałasu są przekroczone to tereny położone w strefie śródmiejskiej wzdłuż największych arterii, trasy przebiegu dróg krajowych nr 5, nr 94 oraz nr 98. Niewielkie przekroczenia rejestrowane są również wzdłuż Autostradowej Obwodnicy Wrocławia.

5.1.3. Promieniowanie elektromagnetyczne

Na obszarze miasta pole elektromagnetyczne (PEM) generowane jest przede wszystkim przez źródła liniowe i punktowe emitujące promieniowanie niejonizujące w zakresie częstotliwości 0,1 – 300000 MHz. Do głównych źródeł punktowy należą liczne

¹² Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 października 2012 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. 2012 poz. 1109)

nadajniki bazowych telefonii komórkowych, stacje elektroenergetyczne, w tym główne punkty zasilania (na terenie Wrocławia zlokalizowanych jest 17 GPZ), stacje radiolokacyjne związane z funkcjonowaniem lotniska, elektrociepłownia oraz stacja elektroenergetyczna (Stacja R-1 Klecina). Liniowe źródła PEM stanowią głównie linie elektroenergetyczne (linie wysokiego napięcia 220 kV oraz linie wysokiego napięcia 110 kV).

Pomiary natężenia pól elektromagnetycznych na mocy Ustawy Prawo Ochrony Środowiska prowadzone są w ramach państwowego monitoringu środowiska przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska. Oprócz prowadzenia cyklicznych badań, WIOŚ zobowiązany jest do prowadzenia rejestru zawierającego informacje o terenach, na których stwierdzono przekroczenie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych¹³.

Dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych określone są dla terenów przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową oraz dla miejsc dostępnych dla ludzi (tabela 5.3)¹⁴. Dopuszczalny poziom pól elektromagnetycznych dla terenów przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową został określony dla zakresu częstotliwości 50 Hz i wynosi 1 kV/m dla składowej elektrycznej oraz 60 A/m dla składowej magnetycznej.

Tab. 5.3 Dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych określone dla miejsc dostępnych dla ludzi

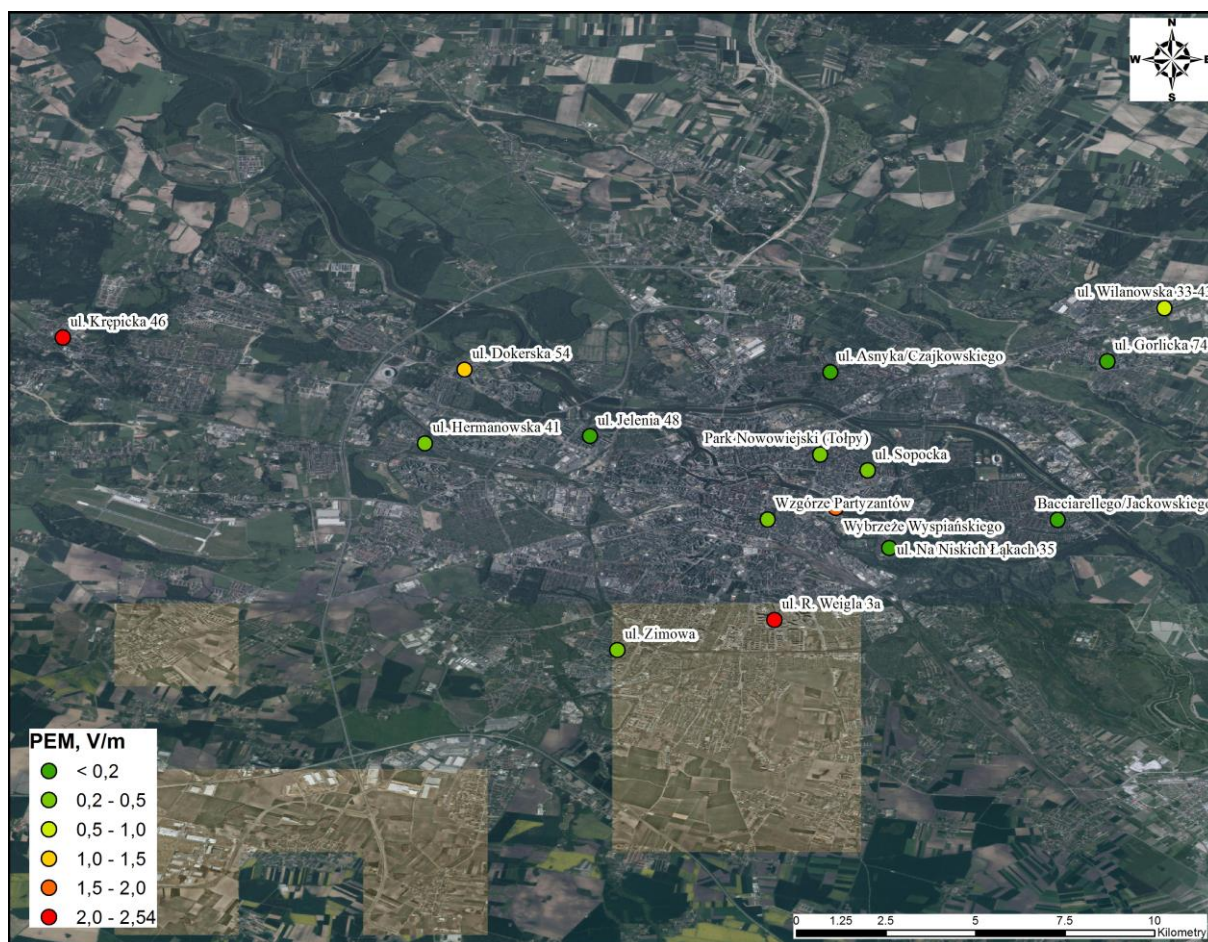
Zakres częstotliwości pola elektromagnetycznego	Składowa elektryczna, V/m	Składowa magnetyczna, A/m
0 Hz	10000	2500
0 – 0,5 Hz	---	2500
0,5 – 50 Hz	10000	60
0,05 – 1 kHz	---	3/f*
0,001 – 3 MHz	20	3
3 – 300 MHz	7	---
300 MHz – 300 GHz	7	---

*f – częstotliwość podana w kHz

We Wrocławiu znajduje się 15 punktów pomiarowych, w których bada się pole elektromagnetyczne. Punkty pomiarowe wraz z wynikami z ostatnich pomiarów przedstawiono na mapie na rysunku 5.2. Badania w tych punktach prowadzone były w latach: 2005, 2009, 2013 i 2016. W żadnym roku pomiarowym w żadnym z punktów nie stwierdzono przekroczeń wartości dopuszczalnych.

¹³ Ustawa Prawo Ochrony Środowiska

¹⁴ Rozporządzenie PEM



Rys. 5.2 Mapa punktów pomiarowych do badań PEM wraz z wynikami pomiarów wykonywanych w 2016 roku (opracowanie własne, mapa bazowa: www.geoportal.gov.pl)

5.2. Przegląd floty autobusów komunikacji miejskiej Wrocławia

Obecnie we Wrocławiu usługi transportu zbiorowego realizuje Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne Sp. z o.o. oraz główny podwykonawca, o znacznym udziale autobusów w ogólnej flocie - firma Michalczewski Sp. z o.o.. Spółka Michalczewski na podstawie zawartej dnia 16 grudnia 2014 roku z MPK Sp. z o.o. umowy nr 533/IR/2014 świadczy usługi w zakresie autobusowego transportu zbiorowego na terenie miasta Wrocławia. Firma Michalczewski Sp. z o.o. swoje usługi świadczy od dnia 15 czerwca 2015 roku, a umowa przewiduje współpracę do dnia 15 czerwca 2025 roku lub do wyczerpania zaplanowanych w niej środków finansowych. Podwykonawca realizuje zadania przewozowe głównie w południowych rejonach miasta (na 17 liniach). Nawiązana współpraca z podwykonawcą pozwoliła na wycofanie z użytku ostatnich wysokopodłogowych wozów¹⁵.

Opracowanie charakterystyki floty komunikacji miejskiej Wrocławia w pierwszej kolejności wymaga analizy obecnej sieci komunikacji miejskiej aglomeracji Wrocławskiej.

¹⁵ www.pasazer.mpk.wroc.pl/informacje/przewodnik-po-komunikacji, [dostęp 02.11.2018]

5.2.1. Analiza sieci komunikacji miejskiej aglomeracji Wrocławskiej

Sieć komunikacji miejskiej we Wrocławiu składa się ogółem z 115 podstawowych linii komunikacyjnych (22 linie tramwajowe oraz 93 linie autobusowe), które można sklasyfikować¹⁶:

- według kryterium przestrzennego:
 - 92 linie miejskie:
 - 22 linie tramwajowe: 0L, 0P, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 17, 20, 23, 24, 31, 32, 33;
 - 70 linii autobusowych: 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 138, 140, 141, 142, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 206, 240, 241, 243, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 253, 255, 257, 259, 319, 325, A, C, D, K, N;
 - 4 linie podmiejskie: 602, 607, 609, 612;
 - 19 linii strefowych: 900L, 900P, 901, 904, 908, 910, 911, 914, 917, 920, 921, 923, 924, 930, 931, 934, 936, 937, 938;
- według kryterium zakresu funkcjonowania w przekroju doby:
 - 100 linii całodziennych lub kursujących przez większą część dnia:
 - 22 linie tramwajowe: 0L, 0P, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 17, 20, 23, 24, 31, 32, 33;
 - 78 linii autobusowych: 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 138, 140, 141, 142, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 319, 325, 602, 607, 609, 612, 900L, 900P, 901, 904, 908, 910, 911, 914, 917, 920, 921, 923, 924, 930, 931, 934, 936, 937, 938, A, C, D, K, N;
 - 15 linii nocnych: 206, 240, 241, 243, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 253, 255, 257, 259;
- według kryterium zakresu funkcjonowania w przekroju tygodnia:
 - 108 linii kursujących przez cały tydzień:
 - 22 linie tramwajowe: 0L, 0P, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 17, 20, 23, 24, 31, 32, 33;
 - 86 linii autobusowych: 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 138, 140, 141, 142, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 206, 240, 241, 243, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 253, 255, 257, 259, 325, 607, 609, 612, 900L, 900P, 901, 904, 908, 910, 911, 914, 917, 921, 923, 924, 930, 931, 938, A, C, D, K, N;
 - 6 linii kursujących w dni robocze: 150, 319, 602, 920, 936, 937;
 - 1 linia kursująca w dni robocze i soboty: 934.

¹⁶ Rozkłady jazdy, www.wroclaw.pl/, [dostęp 30.10.2018]

Jednocześnie, podstawowa klasyfikacja linii komunikacyjnych, wykorzystywana w przedsiębiorstwie MPK Wrocław Sp. z o.o. (główny przewoźnik realizujący zadania przewozowe na terenie miasta Wrocław) wyróżnia 7 głównych typów:

- Linie normalne tramwajowe – 0L, 0P, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 17, 20, 23, 24, 31, 32, 33;
- Linie normalne autobusowe – 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 138, 140, 141, 142, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150;
- Linie okresowe autobusowe – 708, 710, 732;
- Linie podmiejskie autobusowe – 602, 607, 609, 612;
- Linie pośpieszne autobusowe – A, C, D, K, N;
- Linie autobusowe szczytowe – 319, 325;
- Linie nocne autobusowe – 206, 240, 241, 243, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 253, 255, 257, 259.

W tej klasyfikacji uwzględniono trzy linie okresowe autobusowe, które nie są ujęte w standardowych rozkładach jazdy.

Obecna sieć komunikacji miasta Wrocław jest obsługiwana na przez **6 przewoźników**. Podstawowe zadania przewozowe realizują Spółka MPK Wrocław¹⁷ oraz jej główny podwykonawca – firma Michalczewski Sp. z o.o.¹⁸ Ponadto, na zlecenie Urzędu Miasta Wrocławia 23 linie komunikacyjne (strefowe oraz 4 linie normalne) są obsługiwane przez firmy: Dolnośląskie Linie Autobusowe Sp. z o.o.¹⁹, Warbus Sp. z o.o.²⁰, Sevibus S.A.²¹ oraz A21 Sp. z o.o.²² Zestawienie obsługiwanych linii komunikacyjnych przez dodatkowych przewoźników zostało przedstawione w tabeli 5.4.

Tab. 5.4 Zestawienie linii komunikacyjnych z podziałem na przewoźnika

Numer linii	Trasa podstawowa (Krańce trasy)	Operator linii
117	RATYŃ - LEŚNICA LEŚNICA - RATYŃ	Warbus Sp. z o.o.
123	KOZIA - LEŚNICA LEŚNICA - KOZIA	Warbus Sp. z o.o.
137	LAS MOKRZAŃSKI - LEŚNICA LEŚNICA - LAS MOKRZAŃSKI	Warbus Sp. z o.o.
138	ŻAR - LEŚNICA LEŚNICA - ŻAR	Warbus Sp. z o.o.
900L	SIECHNICE - OSIEDLE - GALERIA DOMINIKAŃSKA GALERIA DOMINIKAŃSKA - SIECHNICE - OSIEDLE	DLA Sp. z o.o.+ Sevibus S.A.

¹⁷ <http://www.mpk.wroc.pl/> [dostęp 14.11.2018]

¹⁸ <https://michalczewski.pl/wroclaw> [dostęp 14.11.2018]

¹⁹ <http://dla.com.pl/> [dostęp 14.11.2018]

²⁰ <http://www.warbus.pl/?f=aktualnosci&more=405597111> [dostęp 14.11.2018]

²¹ <http://www.sevibus.pl/o-firmie> [dostęp 14.11.2018]

²² <http://dlugoleka.klosok.eu/kontakt> [dostęp 14.11.2018]

*Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu
usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych...*

900P	SIECHNICE - OSIEDLE - GALERIA DOMINIKAŃSKA GALERIA DOMINIKAŃSKA - SIECHNICE - OSIEDLE	DLA Sp. z o.o.+ Sevibus S.A.
901	SIECHNICE - OSIEDLE - - GALERIA DOMINIKAŃSKA GALERIA DOMINIKAŃSKA - SIECHNICE - OSIEDLE	DLA Sp. z o.o.+ Sevibus S.A.
904	ŁOZINA - SKRZY. - GALERIA DOMINIKAŃSKA GALERIA DOMINIKAŃSKA - ŁOZINA - SKRZY.	A21 Sp. z o.o. + PPUH Kłosok + PKS Południe
908	PSARY - DWORZEC NADODRZE DWORZEC NADODRZE - PSARY	Sevibus S.A.
910	ŚW. KATARZYNA - STACJA - GALERIA DOMINIKAŃSKA GALERIA DOMINIKAŃSKA - ŚW. KATARZYNA - STACJA	DLA Sp. z o.o.+ Sevibus S.A.
911	PIECOWICE - PL. GRUNWALDZKI PL. GRUNWALDZKI - PIECOWICE	A21 Sp. z o.o. + PPUH Kłosok + PKS Południe
914	DOMASZCZYN KOŚCIÓŁ - GALERIA DOMINIKAŃSKA GALERIA DOMINIKAŃSKA - DOMASZCZYN KOŚCIÓŁ	A21 Sp. z o.o. + PPUH Kłosok + PKS Południe
917	GALÓW (PĘTLA) - LEŚNICA LEŚNICA - GALÓW (PĘTLA)	Warbus Sp. z o.o.
920	ŚW. KATARZYNA - STACJA - ZĘBICE - PĘTLA ZĘBICE - PĘTLA - ŚW. KATARZYNA - STACJA	DLA Sp. z o.o.+ Sevibus S.A.
921	PL. GRUNWALDZKI - BRZĘZIA ŁĄKA GŁÓWNA PĘTLA OLEŚNICZKA – PL. GRUNWALDZKI	A21 Sp. z o.o. + PPUH Kłosok + PKS Południe
923	BRZĘZINA (PĘTLA) - LEŚNICA LEŚNICA - BRZĘZINA (PĘTLA)	Warbus Sp. z o.o.
924	KAMIEŃ DIAMENTOWA - GALERIA DOMINIKAŃSKA GALERIA DOMINIKAŃSKA - KAMIEŃ DIAMENTOWA	A21 Sp. z o.o. + PPUH Kłosok + PKS Południe
930	KRZYŻANOWICE - KROMERA KROMERA - KRZYŻANOWICE	Sevibus S.A.
931	KIELCZÓWEK - PĘTLA - MULICKA MULICKA - KIELCZÓWEK - PĘTLA	A21 Sp. z o.o. + PPUH Kłosok + PKS Południe
934	JAKSONOWICE - SKRZY. - MULICKA MULICKA - JAKSONOWICE - SKRZY.	A21 Sp. z o.o. + PPUH Kłosok + PKS Południe
936	GODZIESZOWA - TRANSFORMATOR - MULICKA MULICKA - GODZIESZOWA - TRANSFORMATOR	A21 Sp. z o.o. + PPUH Kłosok + PKS Południe
937	BRZĘZINA (PĘTLA) - LEŚNICA LEŚNICA -BRZĘZINA (PĘTLA)	Warbus Sp. z o.o.
938	LUTYNIA - LEŚNICA LEŚNICA - LUTYNIA	Warbus Sp. z o.o.

Z kolei w załączniku 3 przedstawiono szczegółowy rozkład poszczególnych linii oraz charakterystykę linii autobusowych obsługiwanych przez przedsiębiorstwo MPK Wrocław Sp. z o.o. oraz Spółki Michalczewski, a także długości pokonywanych tras. Obecnie firma Michalczewski Sp. z o.o. obsługuje 17 linii autobusowych: 100, 110, 112, 113, 114, 120, 125, 133, 140, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 325 i 612.

Wyliczona długość linii autobusowych została opracowana na podstawie rozkładu jazdy roboczego-szkolnego z dnia 4 października 2018 roku. Przedstawiono jedynie długości tras podstawowych. Najkrótsza linia autobusowa normalna to 147, która ma długość 2,8/3,15 km i kursuje pomiędzy Kłokoczycami a Mulicką. Jednocześnie, niewiele krótsza jest trasa linii okresowej 732, która wynosi 2,2/2,75 km i kursuje okresowo na trasie Gaj Pętla-Gajowa-Gaj Pętla. Najdłuższą linią jest linia nocna 246 o długości 33,15/33,82 km, która kursuje na trasie Kozanów-Świniary-Kozanów.

Osobnej analizie poddano linie autobusowe strefowe, które kursują w obrębie gmin graniczących z Gminą Wrocław oraz 4 linie normalne. Obsługą tych linii zajmują się pozostali przewoźnicy realizujący zadania przewozowe m.in. na rzecz miasta Wrocław. Charakterystyka danych linii wraz z wyznaczoną średnią długością trasy podstawowej została przedstawiona w arkuszu kalkulacyjnym, jako załącznik I niniejszej AKK pt. „Charakterystyka linii”. Ze względu na fakt, iż obsługiwane przez danych przewoźników 23 linie komunikacyjne (wymienione w tabeli 5.4) obejmują trasy realizowane na terenach różnych gmin i będą podlegały reorganizacji lub likwidacji w najbliższym czasie (m.in. termin podpisanych umów o współpracy kończy się na początku 2019 roku). W związku z tym zostaną one pominięte w dalszej szczegółowej analizie przedstawionej w niniejszej AKK.

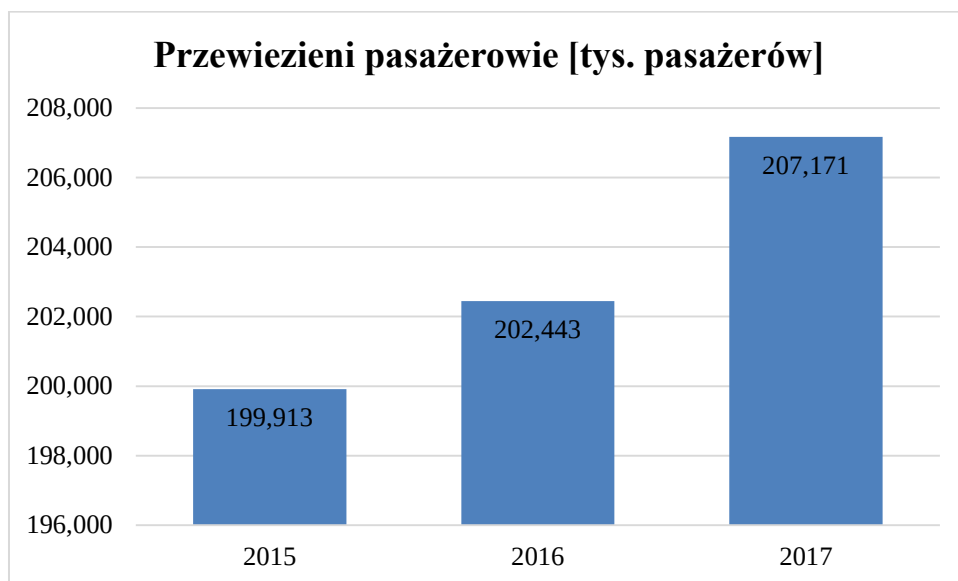
W tabeli 5.5 przedstawiono wielkość zrealizowanej pracy eksploatacyjnej w wozokilometrach w latach 2015 – 2017, z wyróżnieniem pracy wykonanej przez podwykonawcę spółki MPK Wrocław. Zgodnie z przedstawionymi danymi praca przewozowa ogółem na przestrzeni analizowanego okresu wzrosła w niewielkim zakresie (niecały 1% w 2017 w stosunku do roku bazowego 2015). Natomiast można zauważyć ponad dwukrotny wzrost udziału w wykonanej pracy przewozowej podwykonawcy Spółki MPK Wrocław (przyrost o prawie 225% w roku 2017 w stosunku do roku 2015). Przy uwzględnieniu pracy przewozowej realizowanej w ramach komunikacji tramwajowej, pojazdy realizujące zadania transportu zbiorowego w mieście Wrocław pokonują średnio 35 milionów kilometrów rocznie²³.

Tab. 5.5 Wielkość zrealizowanej pracy eksploatacyjnej w wozokilometrach w latach 2015-2017

Praca przewozowa Komunikacja liniowa, okresowa i dowozowa (2015-2017)	2015	2016	2017
Autobusy [wzkm]	24 038 229	24 045 876	24 218 302
w tym podwykonawca [wzkm]	1 320 448	3 922 479	4 288 987

Z kolei na rysunku 5.3 przedstawiono liczbę przewiezionych pasażerów przez Spółkę MPK Wrocław oraz jej podwykonawcę. Zgodnie z przedstawionym wykresem, liczba osób korzystających z komunikacji zbiorowej rośnie w kolejnych latach, co stanowi odpowiednio wzrost wielkości popytu na usługi transportu zbiorowego w mieście Wrocław o 3,6% w skali analizowanego okresu.

²³ „O nas” www.mpk.wroc.pl [dostęp 05.11.2018]



Rys. 5.3 Liczba pasażerów korzystających z usług spółki MPK Wrocław Sp. z o.o. oraz jej podwykonawcy (dane: MPK Wrocław Sp. z o.o., stan na dzień 05.10.2018)

Realizacja danej pracy przewozowej obejmuje wykorzystanie określonej floty pojazdów autobusowych. W kolejnym podpunkcie przedstawiono szczegółową charakterystykę eksploatowanych autobusów. Z kolei poniżej (tabela 5.6) przedstawiono wielkość zapotrzebowania na autobusy w celu dobowej obsługi sieci komunikacyjnej miasta Wrocław. Analiza została przeprowadzona dla linii autobusowych normalnych, pośpiesznych, szczytowych oraz podmiejskich. Pominięte zostały linie komunikacyjne strefowe oraz nocne. Zgodnie z przedstawionymi danymi, w dni robocze niezbędnych jest 348 autobusów do bieżącej obsługi sieci komunikacyjnej, w dni wolne liczba ta spada do poziomu 188 autobusów. Analizując zapotrzebowanie linii komunikacyjnych na tabor, w dni robocze 4 linie wymagają zaangażowania 12 autobusów – jedna linia pośpieszna D oraz trzy linie normalne 128, 133 i 136. Z kolei najmniejsze zapotrzebowanie występuje na liniach – normalnej 100 i podmiejskiej 607. Na tych liniach wystarczy 1 autobus do bieżącej obsługi pasażerów. W tzw. dni wolne, realizacja zadań przewozowych na 3 liniach komunikacyjnych wymaga zaangażowania po 8 autobusów. Są to linie: pośpieszna D, normalne 122 i 124. Najmniejsze zaangażowanie – 1 autobus – niezbędne jest do obsługi linii: normalnych 100, 108, 120, 140, 147 oraz dwóch linii podmiejskich 609 i 612. Z kolei liczba planowanych pojazdów rezerwowych z podziałem na zmianę oraz typ dnia została przedstawiona w tabeli 5.7. Jednocześnie pojazd rezerwowy jest definiowany jako zestaw – autobus plus kierowca bez przydziału linii.

Tab. 5.6 Liczba autobusów realizujących kursy na poszczególnych liniach komunikacyjnych z podziałem na dni robocze oraz dni wolne
(dla linii komunikacyjnych obsługiwanych przez Spółkę MPK Wrocław)

Numer linii	Tabor autobusowy z podziałem na rodzaj pojazdu			
	Dni robocze		Dni wolne	
	przegubowy	solo	przegubowy	solo
A	11	0	0	5
C	2	4	0	3
D	12	0	0	8
K	1	8	0	4
N	8	0	6	0
100	0	1	0	1
101	0	6	0	3
102	9	0	4	0
103	6	2	0	4
104	0	3	0	2
105	0	3	0	3
106	8	0	7	0
107	1	7	0	4
108	0	2	0	1
109	0	4	0	2
110	0	9	0	2
111	0	7	0	4
112	2	0	0	2
113	8	0	0	3
114	0	5	0	2
115	6	5	0	4
116	1	4	0	3
118	0	5	0	2
119	6	0	6	0
120	0	2	0	1
121	0	4	0	1
122	1	9	0	8
124	6	0	0	4
125	1	6	0	4
126	0	9	0	5
127	4	5	0	8
128	12	0	5	0
129	0	5	0	5
130	0	5	0	4
131	5	0	3	0
132	9	0	0	5
133	0	12	0	4
134	6	0	0	4

136	12	0	0	4
140	0	2	0	1
141	4	1	0	3
142	0	8	0	4
144	9	1	0	8
145	9	0	4	0
146	9	0	5	0
147	0	2	0	1
148	8	0	4	0
149	8	0	3	0
150	0	2	0	0
319	0	4	0	0
325	0	2	0	2
602	0	4	0	1
607	0	1	0	0
609	0	3	0	1
612	2	0	0	1
Ogółem	186	162	47	141

Stan na dzień 31.10.2018

Tab. 5.7 Liczba pojazdów rezerwowych utrzymywanych przez MPK Wrocław Sp. z o.o. według typu dnia oraz zmiany

	Dzień roboczy [szt.]	Sobota [szt.]	Niedziela [szt.]
I zmiana	3	2	2
II zmiana	3	2	2
III zmiana	1	1	1

Stan na dzień 31.10.2018

Istotnym zagadnieniem przy analizie sieci komunikacyjnej są jej parametry eksploatacyjne. W tym celu poniżej przeanalizowano sieć komunikacyjną miasta Wrocław oraz jej linie komunikacyjne pod kątem:

- liczby wozokilometrów z podziałem na linie według typu dnia
- prędkości komunikacyjnych (V_{kom}) i eksploatacyjnych (V_{ekspl}) dla linii komunikacyjnych według typu dnia.

Podobnie jak w poprzednim przypadku, analiza została przeprowadzona dla linii autobusowych normalnych, pośpiesznych, szczytowych oraz podmiejskich. Pominięte zostały linie komunikacyjne strefowe, nocne oraz obsługiwane przez pozostałych podwykonawców Gminy Wrocław. W tabelach 5.8 oraz 5.9 przedstawiono wyniki przeprowadzonej analizy. Podstawą wykonanej analizy były rozkłady jazdy z dnia 4 października 2018 roku dla dnia roboczego szkolnego oraz dnia wolnego szkolnego (niedziela).

Bazując na przedstawionych danych, tabor autobusowy realizuje pracę eksploatacyjną na poziomie:

- 74994,93 wzkm w ciągu dnia roboczego szkolnego
- 49945,81 wzkm w ciągu dnia wolnego szkolnego.

Dla dnia roboczego szkolnego, linią komunikacyjną, na której realizowanych jest zwykle najwięcej kilometrów jest linia pośpieszna D (163 kursy na dobę). Praca eksploatacyjna na tej linii kształtuje się na poziomie ok. 2885 wzkm. Praca eksploatacyjna na poziomie powyżej 2000 wzkm jest jeszcze realizowana na 9 innych liniach komunikacyjnych: pośpiesznej A oraz liniach normalnych: 102, 106, 122, 126, 127, 128, 136 oraz 148. Najmniejsza praca eksploatacyjna jest z kolei realizowana na linii podmiejskiej 607 (15 kursów/dobę).

Z kolei, analizując rozkład jazdy dla dnia wolnego szkolnego, największa praca eksploatacyjna realizowana jest na linii komunikacyjnej 106 (158 kursów w ciągu doby). Nieco mniejsza praca eksploatacyjna jest również realizowana na linii pośpiesznej D (131 kursów). Pomijając linie, na których nie jest realizowana praca przewozowa w dni wolne, najmniejszą pracą eksploatacyjną cechują się linie normalne – 100, 108, 147 oraz podmiejska 609 (poniżej 300 wzkm/dobę).

Natomiast analizując prędkości realizowane na poszczególnych liniach komunikacyjnych można zauważyć, że:

- dla dnia roboczego szkolnego prędkości komunikacyjne kształtują się na poziomie od 16,6 do 33,1 km/h, a prędkości eksploatacyjne wynoszą od 11,7 do 26,7 km/h
- dla dnia wolnego szkolnego prędkości komunikacyjne kształtują się na poziomie od 18,0 do 28,5 km/h oraz prędkości eksploatacyjne wynoszą od 10,9 do 23,4 km/h.

Dysproporcje między osiąganymi prędkościami dla poszczególnych linii komunikacyjnych przedstawiono w tabelach 5.8 – 5.9 w kolumnie Vekspl/Vkom. Im mniejsza wartość danego wskaźnika, tym większa różnica między realizowanymi prędkościami na liniach. Przykładem może być linia normalna 147, gdzie stosunek prędkości wynosi 0,46 (dla dnia roboczego szkolnego). W przypadku linii komunikacyjnych charakteryzujących się krótką trasą – takie duże dysproporcje mogą wskazywać np. na częstsze niż przeciętne postoje między kursami, co wpływa na poziom uzyskiwanych prędkości. Inne przyczyny mogą obejmować m.in. występowanie dłuższych niż przeciętne postojów wyrównawczych między kursami.

Tab. 5.8 Liczba wozokilometrów oraz prędkości komunikacyjne i eksploatacyjne z podziałem na linie dla dnia roboczego szkolnego (dane z dnia 4.10.2018)

Numer linii	Dni robocze			
	Wkmcałk [km]	V ekspl [km/h]	V kom [km/h]	Vekspl/Vkom
A	2094,35	14,70	18,40	0,80
C	1039,45	14,60	21,30	0,69
D	2885,48	16,60	21,90	0,76
K	1695,17	14,10	18,80	0,75
N	1996,14	15,30	21,00	0,73
100	312,00	17,50	27,20	0,64
101	1661,47	19,60	26,90	0,73

*Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu
usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych...*

102	2048,60	17,00	21,80	0,78
103	1754,25	16,40	23,00	0,71
104	737,18	14,10	22,20	0,64
105	953,20	16,30	25,00	0,65
106	2403,04	17,60	24,20	0,73
107	1886,10	16,00	22,30	0,72
108	411,45	16,30	24,70	0,66
109	1071,25	18,10	24,20	0,75
110	1378,82	14,30	20,20	0,71
111	1280,35	14,70	20,20	0,73
112	459,20	12,40	19,30	0,64
113	1357,20	11,70	19,00	0,62
114	1018,80	14,80	22,10	0,67
115	1681,80	15,50	24,10	0,64
116	1108,42	13,80	21,30	0,65
118	1611,70	18,10	23,70	0,76
119	1769,85	15,20	20,40	0,75
120	433,95	19,40	25,20	0,77
121	976,08	15,30	22,10	0,69
122	2247,91	14,80	19,80	0,75
124	1305,65	15,60	19,80	0,79
125	1828,45	16,20	20,00	0,81
126	2232,75	16,30	21,30	0,77
127	2197,55	14,30	19,40	0,74
128	2785,60	16,10	20,80	0,77
129	1700,80	17,90	25,30	0,71
130	1342,43	16,70	23,30	0,72
131	1159,59	16,40	22,70	0,72
132	1778,60	14,90	18,80	0,79
133	1794,95	14,30	19,10	0,75
134	1530,70	16,10	20,60	0,78
136	2423,40	15,60	19,90	0,78
140	311,55	11,90	23,50	0,51
141	1157,79	16,60	23,70	0,70
142	1407,25	14,00	19,50	0,72
144	1771,26	12,70	16,60	0,77
145	1136,28	13,40	17,40	0,77
146	1450,41	12,60	17,80	0,71
147	322,71	11,80	25,40	0,46
148	2179,39	17,00	22,60	0,75
149	1270,44	13,40	18,70	0,72
150	416,77	15,60	27,20	0,57
319	724,25	16,70	20,80	0,80
325	485,30	16,10	20,20	0,80
602	534,55	22,60	26,60	0,85
607	261,50	26,70	33,10	0,81

*Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu
usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych...*

609	544,05	20,50	26,10	0,79
612	667,75	16,30	22,20	0,73

Tab. 5.9 Liczba wozokilometrów oraz prędkości komunikacyjne i eksploatacyjne z podziałem na linie dla dnia wolnego szkolnego (dane z dnia 4.10.2018)

Numer linii	Dni wolne			
	Wkmcałk [km]	V ekspl [km/h]	V kom [km/h]	Vekspl/Vkom
A	1127,50	15,00	21,20	0,71
C	552,95	13,30	23,30	0,57
D	2331,14	18,00	24,00	0,75
K	1108,28	15,40	20,60	0,75
N	1645,86	16,30	22,60	0,72
100	234,00	14,30	27,90	0,51
101	1102,83	19,10	28,50	0,67
102	1333,95	18,10	23,40	0,77
103	1151,30	16,40	24,70	0,66
104	388,08	16,70	23,50	0,71
105	892,35	16,70	26,00	0,64
106	2332,24	18,40	26,20	0,70
107	1268,10	17,30	24,50	0,71
108	197,40	16,30	26,10	0,62
109	811,35	18,60	26,10	0,71
110	566,40	15,70	22,40	0,70
111	898,52	14,30	21,60	0,66
112	402,60	13,50	22,10	0,61
113	751,40	14,00	21,80	0,64
114	654,65	14,50	24,50	0,59
115	724,56	18,10	26,10	0,69
116	651,50	12,60	24,10	0,52
118	764,95	20,10	25,60	0,79
119	1589,15	16,70	21,60	0,77
120	313,45	18,40	25,10	0,73
121	562,04	14,10	23,60	0,60
122	1857,21	15,30	20,70	0,74
124	933,85	17,40	22,00	0,79
125	1373,10	16,40	22,10	0,74
126	1533,40	17,90	23,60	0,76
127	1836,40	15,60	21,40	0,73
128	1385,60	16,70	22,40	0,75
129	1503,85	17,90	26,70	0,67
130	1191,73	16,20	24,80	0,65
131	840,51	17,10	24,60	0,70
132	949,95	13,70	20,20	0,68
133	1054,25	15,70	21,10	0,74
134	1353,60	17,90	23,20	0,77

136	1223,20	16,60	22,70	0,73
140	155,25	10,90	24,10	0,45
141	711,62	17,30	26,10	0,66
142	1054,40	14,70	20,80	0,71
144	1440,68	13,60	18,00	0,76
145	666,51	12,90	19,40	0,66
146	876,76	12,60	19,70	0,64
147	231,25	11,80	26,10	0,45
148	1095,09	17,10	24,80	0,69
149	878,75	13,00	21,00	0,62
325	320,90	15,70	22,60	0,69
602	161,75	23,40	26,90	0,87
609	286,10	21,10	28,00	0,75
612	673,55	18,60	25,30	0,74

5.2.2. Charakterystyka floty autobusów komunikacji miejskiej Gminy Wrocław

Po Wrocławiu kursują obecnie 404 autobusy – 324 autobusy eksploatowane przez Spółkę MPK oraz 80 wykorzystywanych przez podwykonawcę Spółki (stan na dzień 26.11.2018). Do tej liczby należy dodać również flotę pozostałych podwykonawców Gminy Wrocław – 59 autobusów.

Analizując strukturę floty Spółki MPK – 324 autobusy – wszystkie są niskopodłogowe, przystosowane do potrzeb osób mających problemy z poruszaniem się. W oparciu o dane z dnia 26 listopada 2018 roku, 207 pojazdów stanowi własność Spółki MPK Wrocław, a 117 autobusów jest dzierżawione przez Spółkę²⁴. Jednocześnie po Wrocławiu poruszają się 152 autobusy z tzw. klimatyzacją całopojazdową. Wrocławskie autobusy będące w bieżącej eksploatacji Spółki zostały przedstawione w tabeli 5.10. Jednocześnie szczegółowa analiza floty została przedstawiona w arkuszu kalkulacyjnym, jako załącznik II niniejszej AKK pt. „Charakterystyki_eksploatacyjne”.

Podwykonawca Spółki – firma Michalczewski Sp. z o.o. – realizuje zadania przewozowe w ramach transportu zbiorowego we Wrocławiu z wykorzystaniem 80 pojazdów (w tym: 43 autobusy przegubowe, 30 typu solo i 7 typu mini). Flota podwykonawcy Spółki została szczegółowo przedstawiona w tabeli 5.11. Podwykonawca Spółki MPK wykorzystuje autobusy:

- MAN NG323 Lion's City G (osiemnastometrowy)
- MAN NL293 Lion's City (dwunastometrowy)
- Solaris Urbino 8,6 (8,6 metra długości).

W przypadku pozostałych podwykonawców Gminy Wrocław podstawowa charakterystyka floty przedstawiona została w tabeli 5.12.

²⁴ Wg. wykazu autobusów MPK Sp. z o.o. i dzierżawionych będących w eksploatacji tj. bez autobusów wycofanych z ruchu. Stan na dzień: 26.11.2018

Tab. 5.10 Autobusy eksploatowane przez Spółkę MPK realizujące zadania transportu zbiorowego we Wrocławiu (stan na dzień 05.10.2018)

Zdjęcie*	Marka	Skrócony opis*
	Volvo 7000	Jest to wersja 12 metrowa autobusu Volvo 7000A. Volvo 7000 jest to pierwszy w pełni niskopodłogowy, jednocześnie nie przegubowy, autobus we flocie MPK. Autobusy tego typu były nabywane w 2003 roku.
	Volvo 7000A	Jest jednym z pierwszych przegubowych w pełni niskopodłogowych autobusów we Wrocławiu. Autobusy tej marki były dostarczane z podwrocławskiej fabryki Volvo w latach 2000-2002.
	Volvo 7700	To 12 metrowa wersja autobusu Volvo 7700A. Autobusy tej serii przyjechały do Wrocławia w latach 2005-2006.
	Volvo 7700	Wersja solo autobusu wyprodukowana w roku 2008. We flocie MPK Wrocław od 2009 roku.
	Volvo 7700A	Jest to „młodszy brat” autobusu Volvo 7000A. Pojazdy te były dostarczane w latach 2004-2006.
	Solaris Urbino 12 i Solaris Urbino 18	Pojazdy zostały wydierżawione w 2014 roku.

	Mercedes-Benz O 530 Citaro i Mercedes-Benz O 530 G Citaro	Są to autobusy zakupione przez MPK Wrocław w latach 2008-2009 oraz w 2012 roku. Pojazdy podobnie jak Volvo są całkowicie niskopodłogowe.
	Mercedes-Benz O 530 K Citaro	To najkrótszy autobus we flocie MPK – 10,6 metrów długości. Autobus jako jeden z pierwszych pojazdów posiada biały wyświetlacz nr linii. Wyprodukowany w 2011 roku zasilił flotę MPK Wrocław w roku 2013 jako autobus tzw. „ex-testowy”.
	Mercedes-Benz O 530 G Citaro 2	Jest to „dłuższy brat” wersji K. Autobus ten różni się głównie długością – jest przegubowy. Jedna sztuka dotarła do Wrocławia również w 2011 roku.
	Mercedes-Benz 628 02 Citaro	Autobusy typu solo spełniające normę Euro VI. Są to najmłodsze autobusy we flocie MPK Wrocław. Spółka dysponuje 20 autobusami z roku prod. 2017 i 2018.
	Mercedes-Benz 628 03 Citaro G	Autobusy typu przegubowego spełniające normę Euro VI. Są to najmłodsze autobusy we flocie MPK Wrocław. Spółka dysponuje 40 autobusami z roku prod. 2017 i 2018.

*opis i zdjęcia na podstawie „Nasze pojazdy”, www.mpk.wroc.pl [dostęp: 05.11.2018] oraz „MPK Wrocław pokazało swoje Mercedesy Citaro C2”, www.infobus.pl [dostęp 05.11.2018], autobus Volvo 7700 solo, <https://tomi2.flog.pl/archiwum/albumy/370926/volvo-7700/> [dostęp 28.11.2018]

Tab. 5.11 Autobusy eksploatowane przez Spółkę Michalczewski realizujące zadania transportu zbiorowego we Wrocławiu (stan na dzień 05.10.2018)

Zdjęcie*	Typ pojazdu	Rok produkcji	Liczba autobusów	Rodzaj pojazdu	Norma emisji spalin	Miejsca stojące	Miejsca siedzące
	MAN NL293 Lion's City	2015	19	Solo	EURO VI	66	29
		2017	11				
	MAN NG323 Lion's City G	2015	43	przegubowy	EURO VI	108	42
	Solaris Urbino 8,6	2015	7	MINI	EURO VI	28	16

*zdjęcia na podstawie www.michalczewski.pl/wroclaw [dostęp 05.11.2018]

Tab. 5.12 Autobusy eksploatowane przez pozostałych podwykonawców Gminy Wrocław realizujących zadania transportu zbiorowego we Wrocławiu (stan na dzień 05.10.2018)

Lp.	Marka autobusu	Model	Rok produkcji	Norma emisji spalin EURO	Zadanie (rejon obsługiwany)	Rodzaj pojazdu	Nazwa przewoźnika
1	MAN	EL283 (A78)	2008	4	DŁUGOŁĘKA	ZASTĘPCZY	A21
2	SOR	CN 12	2017	6	DŁUGOŁĘKA	PODSTAWOWY	A21
3	SOR	CN 12	2017	6	DŁUGOŁĘKA	PODSTAWOWY	A21
4	SOR	CN 12	2017	6	DŁUGOŁĘKA	PODSTAWOWY	A21
5	SOR	CN 12	2017	6	DŁUGOŁĘKA	PODSTAWOWY	A21
6	SOR	CN 12	2017	6	DŁUGOŁĘKA	PODSTAWOWY	A21
7	SOR	CN 12	2017	6	DŁUGOŁĘKA	PODSTAWOWY	A21
8	SOR	CN 12	2017	6	DŁUGOŁĘKA	PODSTAWOWY	A21
9	SOR	CN 12	2017	6	DŁUGOŁĘKA	PODSTAWOWY	A21
10	SOR	CN 12	2017	6	DŁUGOŁĘKA	PODSTAWOWY	A21
11	SOR	CN 12	2017	6	DŁUGOŁĘKA	PODSTAWOWY	A21
12	SOR	CN 12	2017	6	DŁUGOŁĘKA	PODSTAWOWY	A21

*Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu
usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych...*

13	SOR	BN 9,5	2018	6	DŁUGOŁĘKA	PODSTAWOWY	A21
14	SOR	BN 9,5	2018	6	DŁUGOŁĘKA	PODSTAWOWY	A21
15	SOR	BN 9,5	2018	6	DŁUGOŁĘKA	PODSTAWOWY	A21
16	SOR	BN 8,5	2018	6	DŁUGOŁĘKA	PODSTAWOWY	A21
17	SOR	BN 8,5	2018	6	DŁUGOŁĘKA	PODSTAWOWY	A21
18	SOR	NB 12	2018	6	DŁUGOŁĘKA	ZASTĘPCZY	A21
19	MAN	EL283 (A78)	2005	4	SIECHNICE	ZASTĘPCZY	DLA
20	MAN	EL283 (A78)	2005	4	SIECHNICE	ZASTĘPCZY	DLA
21	SOR	CN 12	2009	4	SIECHNICE	ZASTĘPCZY	DLA
22	SOR	BN12	2010	5	SIECHNICE	PODSTAWOWY	DLA
23	AUTOSAN	H7-20.07 MB	2010	4	SIECHNICE	PODSTAWOWY	DLA
24	SOR	BN12	2012	5	SIECHNICE	PODSTAWOWY	DLA
25	SOR	BN12	2012	5	SIECHNICE	PODSTAWOWY	DLA
26	SOR	BN12	2012	5	SIECHNICE	PODSTAWOWY	DLA
27	SOR	BN12	2012	5	SIECHNICE	PODSTAWOWY	DLA
28	SOR	BN12	2012	5	SIECHNICE	PODSTAWOWY	DLA
29	SOR	BN 8,5	2013	5	SIECHNICE	PODSTAWOWY	DLA
30	SOR	BN 12	2013	5	SIECHNICE	ZASTĘPCZY	DLA
31	SOR	BN 12	2013	5	SIECHNICE	ZASTĘPCZY	DLA
32	SOR	BN 12	2015	5	SIECHNICE	ZASTĘPCZY	DLA
33	SOR	CN 12	2011	5	WISZNIA	ZASTĘPCZY	SEVIBUS
34	SOR	BN12	2012	5	SIECHNICE	PODSTAWOWY	SEVIBUS
35	SOR	BN12	2012	5	SIECHNICE	PODSTAWOWY	SEVIBUS
36	SOR	BN12	2012	5	SIECHNICE	PODSTAWOWY	SEVIBUS
37	SOR	BN12	2012	5	SIECHNICE	PODSTAWOWY	SEVIBUS
38	SOR	BN12	2012	5	SIECHNICE	PODSTAWOWY	SEVIBUS
39	SOR	BN12	2012	5	SIECHNICE	PODSTAWOWY	SEVIBUS
40	SOR	BN 12	2012	5	SIECHNICE	ZASTĘPCZY	SEVIBUS
41	SOR	BN 12	2017	6	WISZNIA	PODSTAWOWY	SEVIBUS
42	SOR	BN 12	2017	6	WISZNIA	PODSTAWOWY	SEVIBUS
43	SOR	BN 12	2017	6	WISZNIA	PODSTAWOWY	SEVIBUS
44	SOR	BN 9,5	2017	6	WISZNIA	PODSTAWOWY	SEVIBUS
45	SOR	BN 9,5	2017	6	WISZNIA	PODSTAWOWY	SEVIBUS
46	MAZ	206.068	2009	4	MIĘKINIA	ZASTĘPCZY	WARBUS
47	IVECO	CROSSWAY 10,8 LE	2016	6	MIĘKINIA	PODSTAWOWY	WARBUS
48	IVECO	CROSSWAY 10,8 LE	2016	6	MIĘKINIA	PODSTAWOWY	WARBUS
49	IVECO	CROSSWAY 10,8 LE	2016	6	MIĘKINIA	PODSTAWOWY	WARBUS
50	IVECO	CROSSWAY 10,8 LE	2016	6	MIĘKINIA	PODSTAWOWY	WARBUS
51	IVECO	CROSSWAY 10,8 LE	2016	6	MIĘKINIA	PODSTAWOWY	WARBUS
52	IVECO	CROSSWAY 10,8 LE	2016	6	MIĘKINIA	PODSTAWOWY	WARBUS
53	IVECO	CROSSWAY 10,8 LE	2016	6	MIĘKINIA	PODSTAWOWY	WARBUS
54	IVECO	CROSSWAY 10,8 LE	2016	6	MIĘKINIA	PODSTAWOWY	WARBUS
55	IVECO	CROSSWAY 10,8 LE	2016	6	MIĘKINIA	PODSTAWOWY	WARBUS
56	IVECO	CROSSWAY 10,8 LE	2016	6	MIĘKINIA	PODSTAWOWY	WARBUS
57	SOR	CN12	2010	5	MIĘKINIA	DODATKOWY	WARBUS/DLA
58	SOR	CN 8,5	2010	5	MIĘKINIA	DODATKOWY	WARBUS/DLA

59	SOR	CN 9,5	2013	5	MIĘKINIA	DODATKOWY	WARBUS/DLA
----	-----	--------	------	---	----------	-----------	------------

Dla celów realizacji założeń elektromobilności w Gminie Wrocław skupiono się na szczegółowej analizie floty Spółki MPK Wrocław, ponieważ:

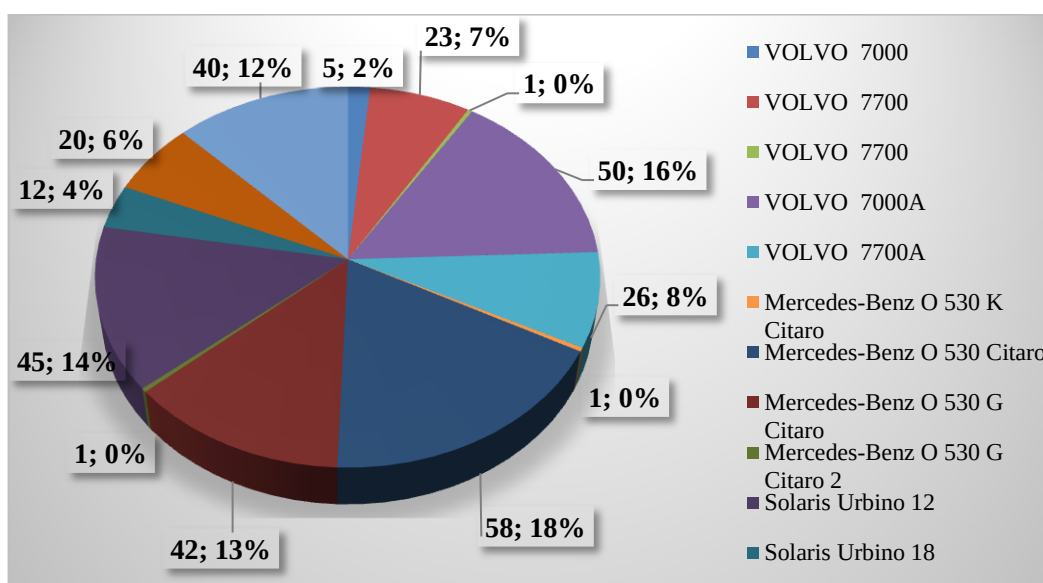
- spółka ta dysponuje najstarszym taborem, więc zasadna jest w pierwszej kolejności jej wymiana na tabor niskoemisyjny;
- flota spółki Michalczewski spełnia najwyższe normy emisji spalin Euro VI, więc nie jest planowana wymiana danego taboru na niskoemisyjny;
- flota pozostałych podwykonawców nie będzie brana pod uwagę w analizie ze względu na obsługę tras międzygminnych i planowane zmiany organizacyjne.

Podstawowe parametry eksploatacyjne wykorzystywanych autobusów zostały przedstawione w załączniku 4 do niniejszej AKK. Zgodnie z wcześniejszym założeniem, szczegółowej analizie poddane zostały pojazdy eksploatowane przez Spółkę MPK.

We Wrocławiu w dyspozycji MPK Sp. z o.o. pozostaje 1 autobus typu MIDI, 152 autobusy typu Solo oraz 171 autobusów przegubowych. Liczba miejsc siedzących została wyznaczona w następujący sposób:

$$\text{Liczba miejsc siedzących} = \text{liczba miejsc siedzących pasażerskich} + 1 \text{ miejsce siedzące kierowcy}$$

Struktura pojazdów wykorzystywanych przez MPK Wrocław Sp. z o.o. została przedstawiona na rysunku 5.4. Obecnie w dyspozycji przewoźnika znajdują się 162 autobusy marki Mercedes-Benz, 105 autobusów marki Volvo oraz 57 autobusów marki Solaris. 18% floty stanowią autobusy marki Mercedes-Benz O 530 Citaro. Równie licznie reprezentowanym modelem – z 16% udziałem w strukturze – jest autobus marki Volvo 7000A.

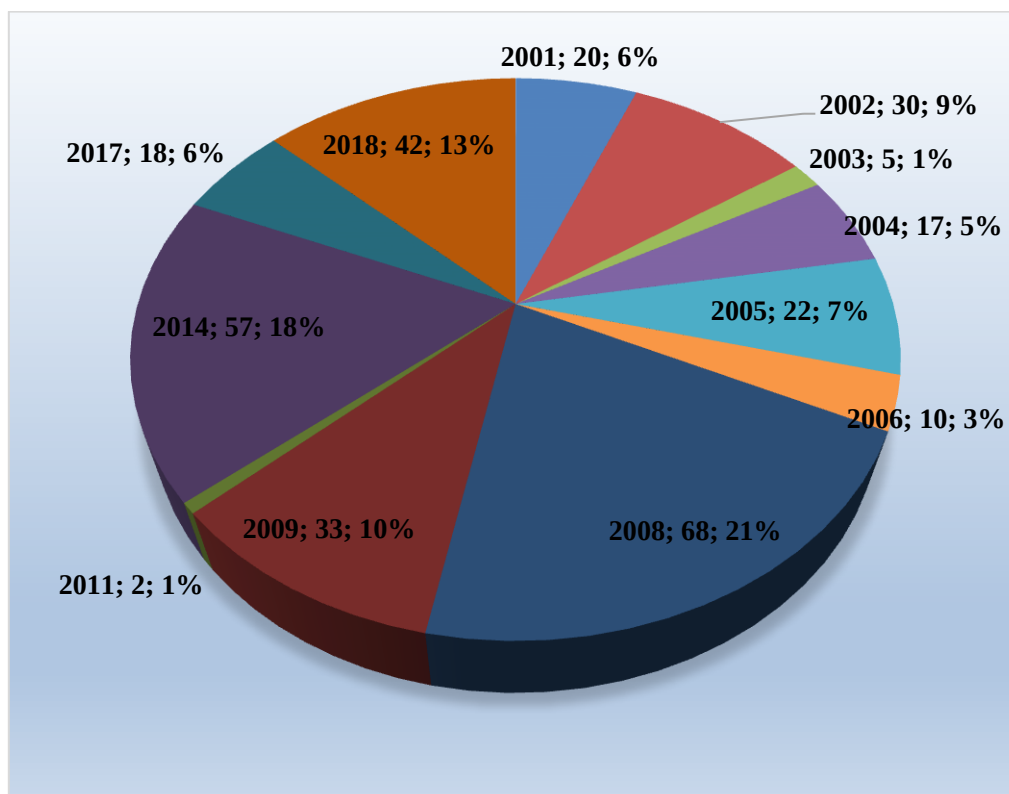


Rys. 5.4 Struktura pojazdów wykorzystywanych przez MPK Wrocław Sp. z o.o. wraz z udziałem procentowym poszczególnych marek pojazdów

Struktura wiekowa autobusów oraz normy emisji spalin zostały szczegółowo przedstawione w tabelach 5.13-5.15 i na rysunkach 5.5-5.6. Obecnie średni wiek pojazdów użytkowanych w komunikacji miejskiej we Wrocławiu wynosi 8,7 lat. Zgodnie z tabelą 5.13, najstarsze pojazdy wyprodukowano w 2001 roku – są to przegubowe pojazdy Volvo 7000A (50 sztuk) – co stanowi ponad 15% odsetek wśród wszystkich pojazdów. Najmłodsze autobusy we wrocławskiej flocie, wyprodukowane w 2018 i 2017 roku, to autobusy marki Mercedes-Benz 628 02 Citaro i Mercedes-Benz 628 03 Citaro G z normą spalania EURO VI (w sumie 60 sztuk), stanowiące prawie 19% całej floty eksploatowanej przez Spółkę MPK (rys. 5.5). Najliczniejszą grupę pojazdów stanowią autobusy w wieku 9-11 lat – 31,56% (tabela 5.14, rys. 5.6).

Tab. 5.13 Struktura pojazdów według roku ich produkcji (stan na dzień 26.11.2018)

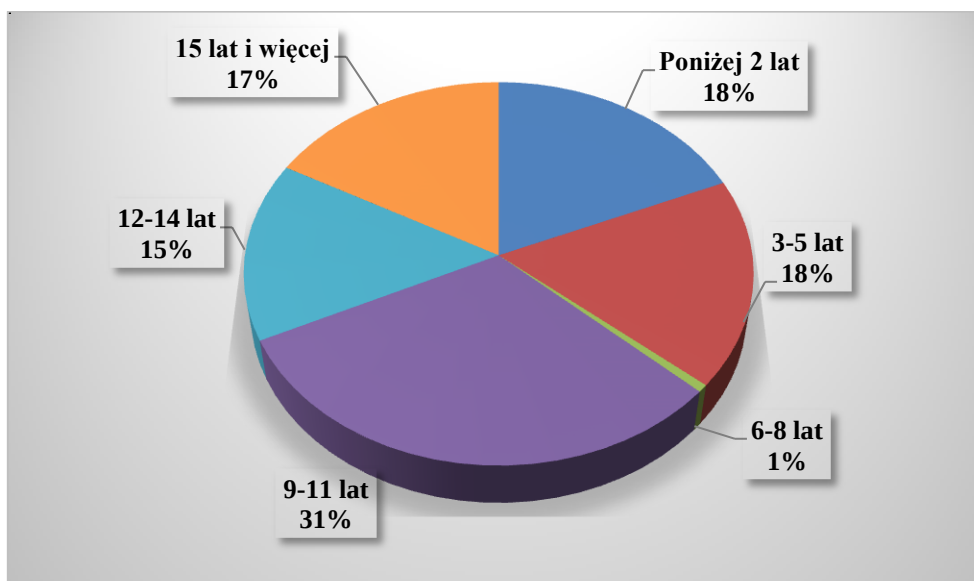
Marka/typ autobusu	Rod produkcji	Liczba autobusów
		szt.
VOLVO 7000	2003	5
VOLVO 7000A	2001	20
	2002	30
VOLVO 7700	2005	21
	2006	2
	2008	1
VOLVO 7700A	2004	17
	2005	1
	2006	8
VOLVO 7700H	2011	1
Mercedes-Benz O 530 Citaro	2008	39
	2009	19
Mercedes-Benz O 530 G Citaro	2008	28
	2009	14
Mercedes-Benz O 530 K Citaro	2011	1
Mercedes-Benz O 530 G Citaro 2	2011	1
Mercedes-Benz 628 02 Citaro	2017	7
	2018	13
Mercedes-Benz 628 03 Citaro G	2017	11
	2018	29
Solaris Urbino 12	2014	45
Solaris Urbino 18	2014	12



Rys. 5.5 Struktura floty autobusów pod kątem roku ich produkcji w ujęciu ilościowym oraz procentowym (stan na dzień 26.11.2018)

Tab. 5.14 Struktura pojazdów według wieku i typu pojazdów (stan na dzień 26.11.2018)

Wiek pojazdu/ marka pojazdu	VOLVO 7000	VOLVO 7000A	VOLVO 7700	VOLVO 7700A	VOLVO 7700H	Mercedes-Benz O 530 Citaro	Mercedes-Benz O 530 G Citaro	Mercedes-Benz O 530 K Citaro	Mercedes-Benz O 530 G Citaro 2	Mercedes-Benz 628 02 Citaro	Mercedes-Benz 628 03 Citaro G	Solaris Urbino 12	Solaris Urbino 18	Ogółem
Poniżej 2 lat										20	40			60
3-5 lat												45	12	57
6-8 lat								1	1					2
9-11 lat					1	58	42							101
12-14 lat			23	26										49
15 lat i więcej	5	50												55



Rys. 5.6 Struktura procentowa pojazdów według ich wieku (stan na dzień 26.11.2018)

Obecnie we wrocławskiej komunikacji miejskiej wszystkie eksploatowane autobusy są napędzane konwencjonalnie olejem napędowym.

W tabeli 5.15 przedstawiono strukturę pojazdów według normy emisji spalin. Zgodnie z przedstawionymi danymi, najwięcej autobusów – ponad 36% - to pojazdy o normie spalania EURO VI – autobusy marki Solaris Urbino 12 i Solaris Urbino 18 oraz Mercedes-Benz 628 02 Citaro i Mercedes-Benz 628 02 Citaro G. Kolejną największą grupą pojazdów we flocie operatora są autobusy o normie spalania EURO V, które stanowią 31% całego taboru – autobusy marki Mercedes-Benz O 530 Citaro i Mercedes-Benz O 530 G Citaro. Obecnie we flocie nie występują autobusy spełniające najniższą normę emisji spalin – EURO I.

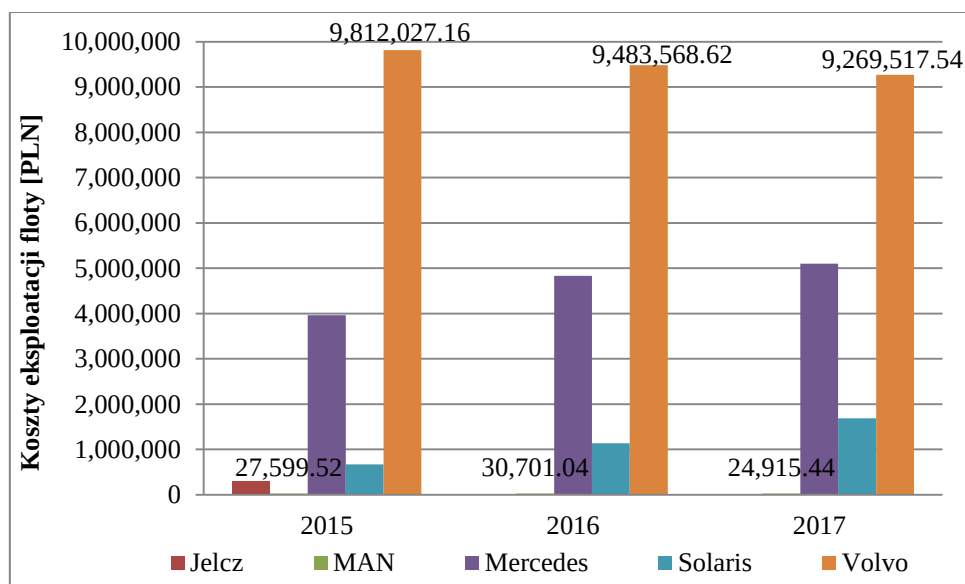
Tab. 5.15 Struktura pojazdów według norm emisji spalania i typu pojazdów Spółki MPK (stan na dzień 26.11.2018, opracowanie własne na podstawie danych MPK Sp. z o.o.)

Norma emisji spalin/typ autobusu	MIDI	SOLO	Przegubowy	Marka pojazdów	Suma
Euro II			1	Volvo 7000A	1
Euro III		28	75	Solo: Volvo 7000 i 7700, przegubowe: Volvo 7000A i 7700A	103
Euro IV		1		Volvo 7700	1
Euro V		58	42	Solo: Mercedes-Benz 628 O 530 Citaro, przegubowe: Mercedes-Benz 628 O3 Citaro G	100
EEV	1		1	Midi: Mercedes-Benz O 530 K Citaro, przegubowy: Mercedes-Benz 628 O 530 G Citaro 2	2

Euro VI		65	52	Solo: Solaris Urbino 12 (45 szt.), Mercedes-Benz 628 O2 Citaro (20 szt.), przegubowe: Solaris Urbino 18 (12 szt.), Mercedes-Benz 628 O3 Citaro G (40 szt.)	117
Łączna ilość pojazdów	1	152	171	---	324

*EEV - Enhanced Environmentally Friendly Vehicle

Kolejnym istotnym aspektem funkcjonowania operatora na wrocławskim rynku usług transportu zbiorowego są poniesione koszty eksploatacyjne taboru. Struktura poniesionych kosztów eksploatacyjnych taboru Spółki za lata 2015-2017 została przedstawiona na rysunku 5.7 i w tabeli 5.16. Koszty te zostały określone dla poszczególnych marek autobusów oraz typów autobusów. W ramach kosztów eksploatacyjnych wyróżniono trzy główne składowe tych kosztów: koszty poniesione na zakup materiałów, koszty zwrotów oraz koszty robocizny. Ogólne koszty poniesione na eksploatację floty na przestrzeni analizowanych trzech lat wzrosły o ponad 1 310 tys. zł, co stanowi prawie 9% przyrost. Największa kwota obejmuje utrzymanie autobusów marki Volvo – ponad 28 565 tys. zł – co stanowi 61,64% wydatków ogółem w badanym przedziale czasowym. Około 30% wydatków zostało poniesionych na utrzymanie autobusów marki Mercedes-Benz Citaro.



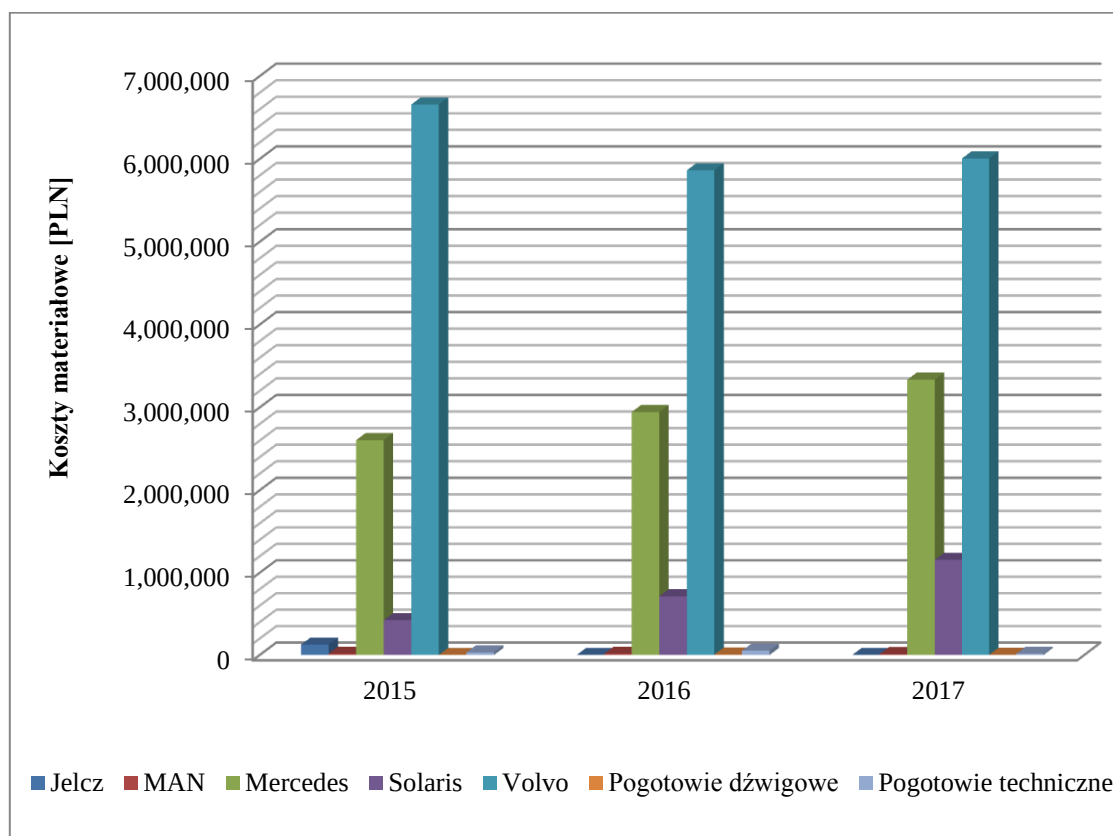
Rys. 5.7 Koszty eksploatacji floty w latach 2015-2017 ze względu na markę autobusów (stan na dzień 22.10.2018)

Tab. 5.16 Struktura kosztów eksploatacyjnych floty poniesionych w latach 2015-2017 z podziałem na markę i typ autobusu [PLN] (stan na dzień 22.10.2018)

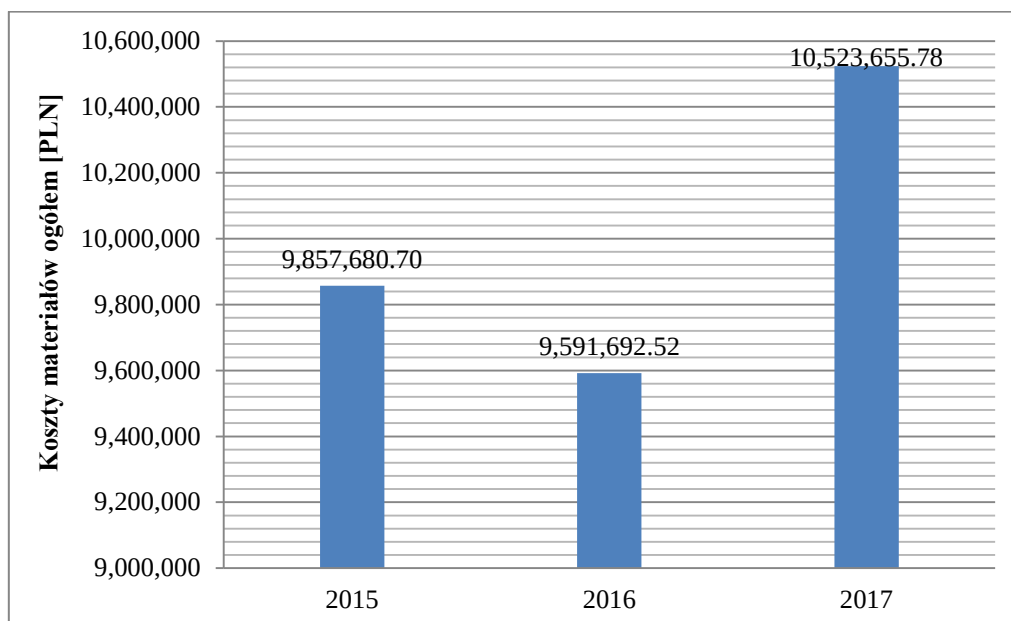
Marka/typ autobusu	2015	2016	2017
Autobusy marki Jelcz M121 M i Jelcz M121MB	273 654,15	0,00	0,00
Autobusy marki Jelcz M181 i Jelcz M181MB	28 795,01	0,00	0,00
Autobusy marki MAN NG-313	27 599,52	30 701,04	24 915,44
Autobusy marki Mercedes-Benz O 530 Citaro (midi)	10 173,01	19 034,57	19 442,68

Autobusy marki Mercedes-Benz O 530 Citaro (przegub)	1 799 497,12	2 138 273,57	2 236 649,56
Autobusy marki Mercedes-Benz O 530 Citaro (solo)	2 151 309,36	2 673 356,05	2 844 640,14
Autobusy marki SOLARIS URBINO 12 (solo)	500 358,46	888 703,65	1 296 012,34
Autobusy marki SOLARIS URBINO 18 (przegub)	171 149,56	248 733,19	394 216,29
Autobusy marki VOLVO 7000 i VOLVO 7700	1 963 138,25	2 193 194,52	1 983 302,00
Autobusy marki VOLVO 7000A i VOLVO 7700A	6 373 543,56	6 542 907,46	6 991 035,25
Autobusy marki VOLVO B10BLE	849 802,51	747 331,23	295 113,18
Autobusy marki VOLVO B10M	625 542,84	135,41	67,11
Suma końcowa	14 774 563,35	15 482 370,69	16 085 393,99

Analizując poniesione koszty eksploatacyjne floty, podstawowym elementem tych kosztów są zakupy materiałowe. Na rysunkach 5.8 oraz 5.9 przedstawiono wielkość poniesionych nakładów w danym obszarze. W badanym okresie wydatkowano prawie 30 mln zł na materiały eksploatacyjne, niezbędne w bieżącym utrzymaniu floty. Około 62% stanowiły koszty poniesione na materiały niezbędne w bieżącej eksploatacji autobusów marki Volvo. Z jednej strony wiąże się to z dużą liczbą autobusów danej marki w strukturze floty operatora, z drugiej strony autobusy marki Volvo są obecnie najstarsze w analizowanej flocie (roczniki 2001-2006), co może wiązać się z wyższą awaryjnością danych pojazdów.

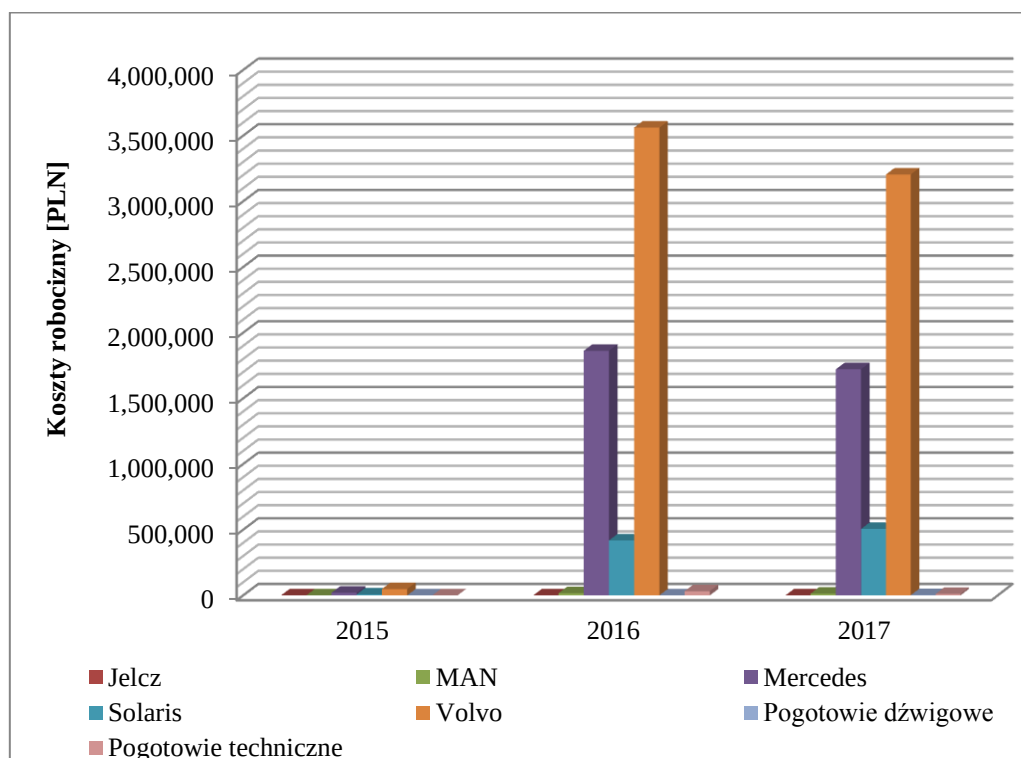


Rys. 5.8 Koszty materiałowe floty w latach 2015-2017 (stan na dzień 22.10.2018)

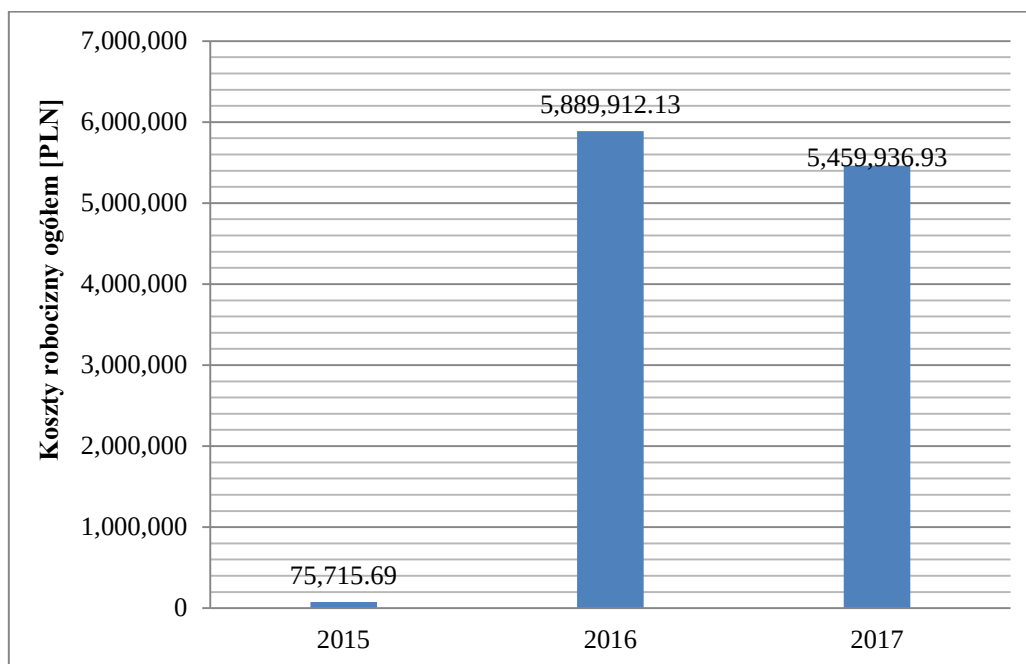


Rys. 5.9 Koszty materiałowe ogółem poniesione w latach 2015-2017 (stan na dzień 22.10.2018)

Drugą istotną pozycją kosztową są koszty pracy (rys. 5.10-5.11). Koszty poniesione na robociznę w latach 2015-2017 wynoszą niespełna 11,5 mln zł. Ponownie około 60% stanowią koszty związane z pracą na rzecz utrzymania technicznego autobusów marki Volvo. Koszty związane z pracą na rzecz utrzymania autobusów marki Mercedes-Benz Citaro wynosiły nieco ponad 3 600 tys. zł, co stanowi ok. 31,5% poniesionych kosztów ogółem.



Rys. 5.10 Koszty poniesione na robociznę w latach 2015-2017 z wyróżnieniem źródła kosztów (stan na dzień 22.10.2018)



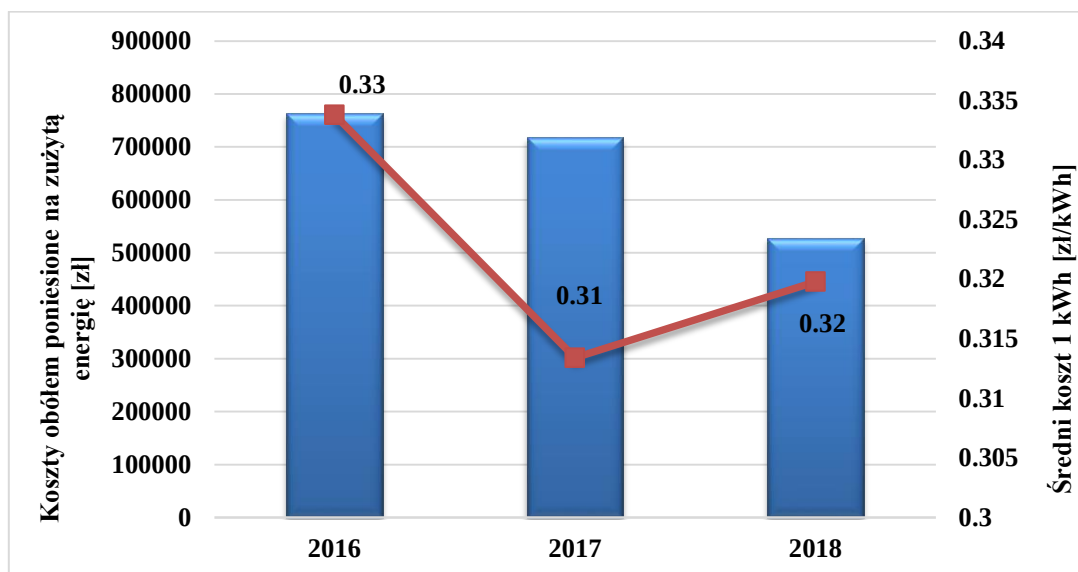
Rys. 5.11 Koszty poniesione na robociznę ogółem w latach 2015-2017 (stan na dzień 22.10.2018)

Z kolei koszty poniesione na zużytą energię w latach 2016-2018 zostały przedstawione w tabeli 5.17 oraz na rysunku 5.12. Do obliczeń dla roku 2018 wykorzystano dane jedynie z pierwszych 9 miesięcy danego roku. Zgodnie z przedstawionymi danymi średni koszt 1 kWh oscylował w zakresie 0,33 zł w roku 2016, do poziomu 0,32 zł w roku 2018 (koszty średnie dla zajezdni).

Tab. 5.17 Koszty i ilość zużytej energii w latach 2016-2018 (stan na dzień 22.10.2018)

	Rok 2016		Rok 2017		Rok 2018*	
	Zużyta energia [kWh]	Koszty netto [PLN]	Zużyta energia [kWh]	Koszty netto [PLN]	Zużyta energia [kWh]	Koszty netto [PLN]
Trakcja	63 859 773	21 119 510,33	64 404 771	20 604 519,13	47 328 926	15 540 525,42
Zajezdnia	2 284 053	762 420,55	2 288 232	717 137,40	1 649 548	527 508,05

*dane za 9 pierwszych miesięcy 2018 roku



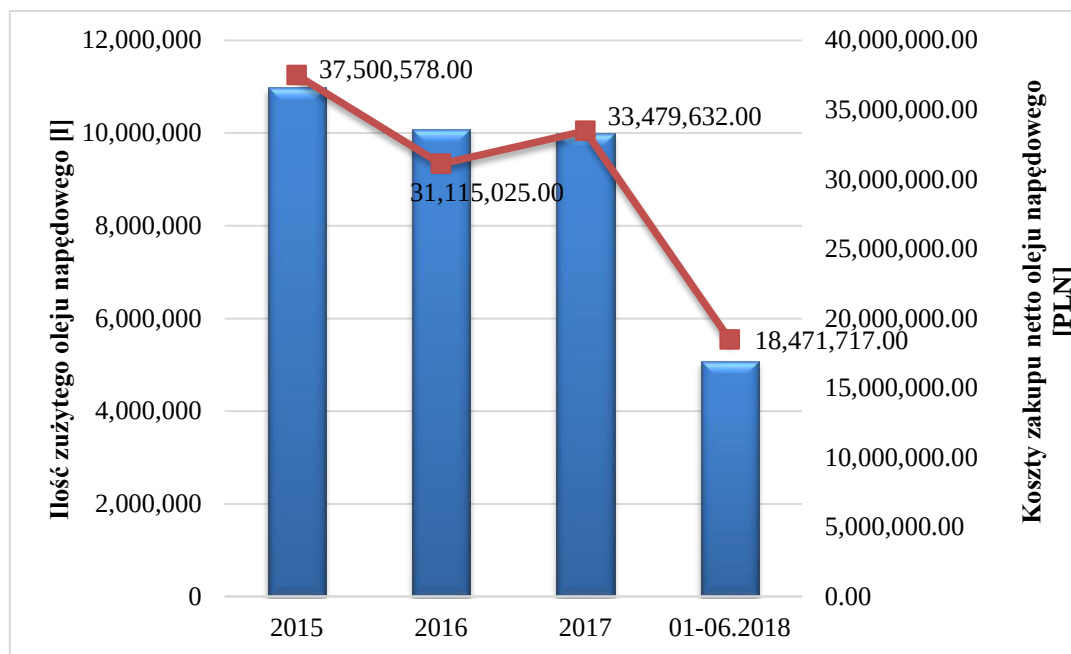
Rys. 5.12 Koszty zużytej energii w latach 2016-2018 dla zajezdni autobusowej (przy uwzględnieniu 9 miesięcy pracy w roku 2018) (stan na dzień 22.10.2018)

Ponadto, jednym z podstawowych kosztów eksploatacyjnych floty autobusów są koszty zakupionego i zużytego oleju napędowego. Podstawowe dane o zużyciu i poniesionych kosztach w tym obszarze zostały przedstawione w tabeli 5.18 oraz na rysunku 5.13. Średnie koszty zużytego oleju napędowego oscyluje w granicach 3,41 zł/l w roku 2015 – 3,64 zł/l w roku bieżącym. Koszt jednostkowy zużycia oleju napędowego jest kosztem uzależnionym od stanu ogólnoswiatowej gospodarki, na który operator nie ma wpływu. Jego wyraźny wzrost może być bodźcem do podjęcia decyzji o inwestycji w autobusy zeroemisyjne, napędzane alternatywnymi źródłami energii. Dlatego też, w arkuszu kalkulacyjnym, jako załącznik III do niniejszej AKK pt. „Koszty eksploatacji floty 2015-2017”, przedstawiono szczegółową analizę zużycia paliwa przez poszczególne autobusy spółki MPK Wrocław (własne i dzierżawione) z podziałem na markę, normę emisji spalin oraz rodzaj trasy (dane w oparciu o raport paliwowy, czerwiec 2018 roku²⁵).

Tab. 5.18 Koszty zakupu netto oleju napędowego oraz jego zużycie ilościowe w latach 2015-2018 (przy uwzględnieniu 6 miesięcy w roku 2018) (stan na dzień 22.10.2018)

Rok	Roczne zużycie oleju napędowego w oparciu o wielkość zakupów w latach:		Średni koszt netto zużycia oleju napędowego w latach [zł/l]:
	Ilość [l]	Koszt zakupu netto [zł]	
2015	10 988 946	37 500 578,00	3,41
2016	10 090 262	31 115 025,00	3,08
2017	9 994 013	33 479 632,00	3,35
01-06.2018	5 074 671	18 471 717,00	3,64
ogółem	36 147 892	120 566 952,00	
średnia w roku (2015-2017)	10 357 740	34 031 745,00	

²⁵ „Raport paliwowy – czerwiec 2018 – P08 + norma EURO” MPK Wrocław Sp. z o.o., czerwiec 2018 roku

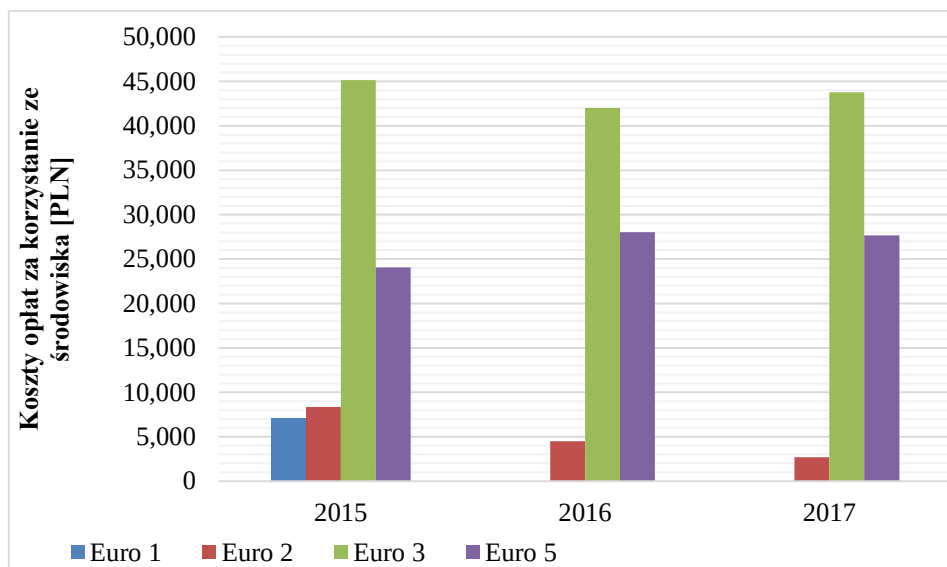


Rys. 5.13 Koszty zakupu netto oleju napędowego oraz jego zużycie ilościowe w latach 2015-2018 (przy uwzględnieniu 6 miesięcy w roku 2018) (stan na dzień 22.10.2018)

Ostatnim rodzajem kosztów eksploatacyjnych, analizowanych w niniejszym raporcie, są koszty opłat za korzystanie ze środowiska poniesione przez operatora z tytułu spalania paliw w silnikach spalinowych autobusów – tabela 5.19 i rysunek 5.14. W analizowanym okresie poniesione koszty ogółem wyniosły ponad 233 tys. zł, przy czym sumaryczne koszty roczne sukcesywnie spadają, co związane jest z wymianą i unowocześnianiem taboru Spółki. Obecnie Spółka nie eksploatuje pojazdów spełniających najniższe normy emisji spalin (EURO I). Największą pozycją kosztową są opłaty na autobusy z silnikami spełniającymi normy emisji spalin EURO III (56% poniesionych kosztów ogółem). W tabeli 5.16 i na rysunku 5.14 pominięto normę EURO IV, ponieważ we flocie znajduje się tylko jeden autobus spełniający tą normę i opłaty za niego wynosiły: w roku 2016 – 36,45 zł, w roku 2017 – 14,64 zł (brak danych za rok 2014). Nie uwzględniono również opłat za korzystanie ze środowiska dla autobusów spełniających normę EURO VI. Jest to spowodowane niepoprawnym naliczaniem opłat przez Spółkę MPK dla tych autobusów – opłaty naliczane są jak dla autobusów spełniających normę EURO V.

Tab. 5.19 Koszty opłat za korzystanie ze środowiska z tytułu spalania paliw w silnikach spalinowych autobusów w latach 2015-2017 (stan na dzień 22.10.2018)

Rok	Koszty opłat za korzystanie ze środowiska [PLN]				
	Autobusy spełniające normę emisji spalin:				Ogółem
	Euro I	Euro II	Euro III	Euro V	
2015	7 109,94	8 336,12	45 128,68	24 075,26	84 650,00
2016	0,00	4 490,09	42 011,40	28 018,78	74 520,27
2017	0,00	2 676,33	43 765,66	27 653,17	74 095,16
Ogółem	7 109,94	15 502,54	130 905,74	79 747,21	233 265,43



Rys. 5.14 Koszty opłat za korzystanie ze środowiska z tytułu spalania paliw w silnikach spalinowych autobusów - lata 2015-2017 (stan na dzień 22.10.2018)

W celu obniżenia bieżących kosztów eksploatacyjnych operator sukcesywnie wymienia tabor autobusowy na nowy. W 2018 roku Spółka MPK Wrocław zrealizowała dwa duże projekty wymiany floty, zgodnie z przyjętym projektem dużej wymiany taboru obejmującym pozyskanie 110 nowych autobusów w danym roku kalendarzowym. Pierwszy dotyczył dzierżawy 60 autobusów marki Mercedes-Benz Citaro 2. Podpisany kontrakt obejmuje 10-letnią dzierżawę pojazdów i opiekę na kwotę 168 mln zł. W jego wartość wliczona jest cena czynszu dzierżawnego, systemu monitoringu i maksymalna wartość części i podzespołów do obsługi technicznej. Pojazdy dla Wrocławia produkowane są w Mannheim, następnie trafiają do serwisu Mercedes-Benz Grupa Wróbel w Pietrzykowicach, gdzie uzbrajane są w wymagane przed wprowadzeniem do eksploatacji systemy informatyczne. Gotowe pojazdy przekazano do zajezdni autobusowej MPK Wrocław przy ul. Obornickiej i od marca bieżącego roku rozpoczęły pracę na liniach komunikacyjnych miasta Wrocław. Kontrakt obejmował dzierżawę 20 krótkich i 40 przegubowych autobusów. Zamówione pojazdy są bardzo ciche, klimatyzowane, niskopodłogowe oraz spełniają normę emisji spalin EURO VI²⁶.

W lipcu 2018 roku Spółka rozstrzygnęła przetarg na dostawę 50 nowych autobusów miejskich. Wybrano ofertę firmy MAN Truck & Bus Polska sp. z o.o., która chce dostarczyć nowe autobusy do Wrocławia za kwotę 96 247 500,00 zł brutto²⁷.

Kluczowe dla rozstrzygnięcia okazało się kryterium ceny i zużycia energii. Przetarg dotyczył dostawy 50 fabrycznie nowych, niskopodłogowych, przegubowych autobusów komunikacji miejskiej. Pojazdy będą wyposażone klimatyzację, monitoring, system zapowiedzi głosowych wewnętrznych i zewnętrznych oraz system informacji pasażerskiej. Pozyskanie na własność pojazdów jest warunkiem dofinansowania tej inwestycji ze środków

²⁶ „MPK i Mercedes Benz – prezentacja nowych autobusów dla Wrocławia”, www.mpk.wroc.pl/informacje/ [dostęp 5.11.2018]

²⁷ „Rozstrzygnęliśmy przetarg na dostawę 50 nowych autobusów”, www.mpk.wroc.pl/informacje/ [dostęp 5.11.2018]

Regionalnego Programu Operacyjnego²⁸ - Unia Europejska pokryje 54 mln zł z tego zakupu. Głównym celem projektu i warunkiem, który należy spełnić, jest ograniczenie szkodliwej emisji do środowiska. Dzięki dostawom nowych autobusów i likwidacji najstarszych pojazdów z przestarzałymi normami spalania, obniżona zostanie szkodliwa emisja tlenków azotu do atmosfery o prawie 50%, a udział klimatyzowanych pojazdów w całości floty wyniesie ponad 70%²⁹.

Plany inwestycyjne Spółki na lata 2019-2023 zostały przedstawione w tabeli 5.20. Zgodnie z przedstawionym planem Spółka będzie realizować strategię dalszej wymiany taboru autobusowego, zastępując go autobusami elektrycznymi – plan zakupu 10 sztuk autobusów typu solo, dofinansowanego w ramach PO Infrastruktura i Środowisko na lata 2014-2020. Planowana wartość projektu wynosi 22 mln złotych i ma być zrealizowana w 2021 roku. Drugi projekt związany z wprowadzaniem taboru zeroemisyjnego obejmuje pozyskanie 50 sztuk autobusów elektrycznych z dofinansowaniem ze środków krajowych NCBiR. Pozostałe plany inwestycyjne obejmują pozyskanie ogółem 107 autobusów zeroemisyjnych w latach 2020-2023 na łączną kwotę 180 600 tys. zł. Planowane zakupy obejmują pozyskanie:

- 60 autobusów w roku 2020 (20 przegubowych oraz 40 typu solo)
- 20 autobusów przegubowych w 2021 roku
- 27 autobusów przegubowych w 2023 roku.

Tab. 5.20 Planowane inwestycje Spółki związane z infrastrukturą przewozową oraz wymianą taboru na lata 2019-2023 (stan na dzień 22.10.2018)

Nr zad.	Zadanie	Inwestycje związane z infrastrukturą przewozową oraz taborom (w tys. zł)*				
		2019	2020	2021	2022	2023
2	Zakup autobusów wraz z infrastrukturą	210 608	96 000	78 170	25 380	200 110
2.1	Zakup autobusów (360 szt.), w tym:	210 508	96 000	76 700	22 400	193 880
2.1.1	RPO (50 szt. przegub) + opcja (50 szt. przegub)	156 500	0	0	0	0
	dotacja z UE (69,02%)	54 008	0	0	0	0
2.1.2	POLiŚ 2014-2020 (10 szt. solo) - elektryczne	0	0	22 000	0	0
	dotacja z UE (85%)	0	0	18 700	0	0
2.1.3	NCBiR (50 szt., w tym: 26 szt. solo i 24 szt. przegub) - elektryczne	0	0	0	14 000	90 800
	dotacja z UE (60%)	0	0	0	8 400	54 480
2.1.4	Pozostałe autobusy (107 szt., w tym: 40 szt. solo i 67 przegub) – zeroemisyjne	0	96 000	36 000	0	48 600
2.2	Infrastruktura i ładowarki do autobusów elektrycznych w zajezdni i na końcówkach	100	0	1 470	2 980	6 230

*Dane w oparciu o: Budżet inwestycji MPK Wrocław na lata 2019-2023

²⁸ Projekt nr RPDS.03.04.02-02-0001/17 „Modernizacja taboru autobusowego transportu publicznego we Wrocławiu pod względem redukcji emisji spalin” współfinansowany z Unii Europejskiej ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Dolnośląskiego 2014-2020, szczegóły na stronie: <http://mpk.wroc.pl/projekty-unijne> [dostęp 5.11.2018]

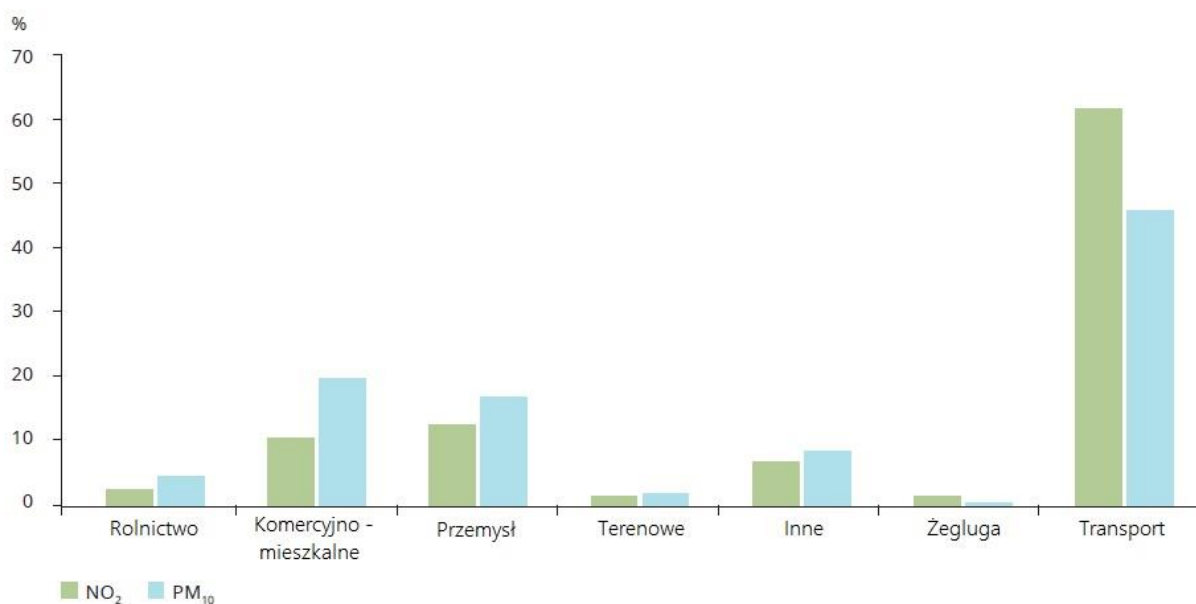
²⁹ „Rozstrzygnęliśmy przetarg na dostawę 50 nowych autobusów”, www.mpk.wroc.pl/informacje/aktualnosci [dostęp 5.11.2018]

Mając na uwadze obecnie zrealizowane inwestycje w wymianę przestarzałego taboru autobusowego oraz plany inwestycyjne Spółki MPK Wrocław na lata 2019-2023 można stwierdzić, iż w perspektywie najbliższych 4 lat występują podstawy umożliwiające wprowadzenie do eksploatacji autobusów zeroemisyjnych, m.in. w zakresie minimalnych udziałów autobusów zeroemisyjnych we flocie operatora. Powinny zatem zostać zrealizowane założenia strategii Europa 2020³⁰ w zakresie realizacji gospodarki niskoemisyjnej/przyjaznej środowisku w obszarze funkcjonowania transportu zbiorowego w mieście Wrocław.

5.3. Oszacowanie wpływu komunikacji miejskiej na jakość środowiska

5.3.1. Uciążliwości powodowane przez komunikację miejską

Zgodnie z ostatnim raportem EEA „Jakość powietrza w Europie – raport 2018”³¹, transport drogowy jest jednym z głównych źródeł zanieczyszczenia powietrza na terenie Europy (rysunek 5.15). Transport drogowy przyczynia się przede wszystkim do zwiększenia stężenia takich zanieczyszczeń w atmosferze, jak dwutlenek azotu oraz pył zawieszony, w tym sadza. Oba te zanieczyszczenia występują przede wszystkim na obszarach mocno zurbanizowanych, na przykład w dużych aglomeracjach miejskich, gdzie występuje wzmożony ruch pojazdów transportu drogowego, a zatem również pojazdów komunikacji miejskiej.



Rys. 5.15 Udział sektorów w emisji dwutlenku azotu NO₂ i pyłu zawieszonego PM₁₀, według danych Europejskiej Agencji Środowiska z roku 2018 (opracowanie własne, źródło: EEA 2018h)

Według danych Polskiego Związku Przemysłu Motoryzacyjnego (PZPM) w roku 2018 od stycznia do września włącznie zarejestrowano 2085 nowych autobusów w Polsce.

³⁰ “Europa 2020 – Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu” Komunikat Komisji, Bruksela 2010

³¹ Air quality in Europe — 2018 report, EEA Report no. 12/2018

W porównaniu do takiego samego okresu w roku 2017 jest to przyrost o 23,6%, w tym liczba nowo zarejestrowanych autobusów miejskich osiągnęła liczbę 849 sztuk (tabela 5.21)³². Coraz większy popyt na zakup nowych autobusów, także tych, które posiadają silniki spełniające normy Euro VI, implikuje dokładniejszą ocenę wpływu tak wielu pojazdów na drogach w Polsce, zwłaszcza w dużych aglomeracjach, gdzie autobusy wykorzystywane są w komunikacji miejskiej.

Tab. 5.21 Pierwsze rejestracje nowych autobusów w Polsce, styczeń – wrzesień 2018 rok, według segmentów (opracowanie własne, źródło: PZPM i JMK na podstawie Centralnej Ewidencji Pojazdów)

Segment		Nadwozie	1 - 9.2018		1 - 9.2017		Zmiana % r/r
			Ogółem	Udział %	Ogółem	Udział %	
DMC<8T	BUS<=3,5T	mini	17	2,05%	3	0,37%	466,7%
	BUS>3,5T		811	97,9%	799	99,6%	1,5%
	OGÓŁEM		828	100,0%	802	100,0%	3,2%
				39,7%		47,5%	
DMC>=8T	BUS>3,5T	miejski	849	67,5%	474	53,6%	79,1%
		międzymiastowy	48	3,8%	48	5,4%	0,0%
		szkolny					
		turystyczny	341	27,1%	363	41,0%	-6,1%
		inny	19	1,5%			
	OGÓŁEM		1257	100,0%	885	100,0%	42,0%
				60,3%		52,5%	
OGÓŁEM*			2085	100%	1687	100%	23,6%

* Zasadniczo nie uwzględnia pojazdów własnej marki zarejestrowanych przez jej producenta

Eksploatacja pojazdów z silnikami spalinowymi, oprócz negatywnych skutków na zdrowie ludzkie, wpływa w istotny sposób również na środowisko naturalne i zanieczyszczenie atmosfery. Substancjami szkodliwymi dla zdrowia organizmów żywych oraz negatywnie wpływającymi na środowisko, emitowanymi w stosunkowo dużych stężeniach z układu wydechowego silników spalinowych, są takie związki, jak:

- **tlenek węgla CO** – bezwonny i bezbarwny gaz, powstający przede wszystkim z powodu lokalnego niedoboru tlenu podczas spalania mieszanek bogatych w silnikach spalinowych, a także w reakcjach niskotemperaturowego utleniania węglowodorów i w wyniku rozpadu aldehydów, jak również podczas dysocjacji dwutlenku węgla w wysokich temperaturach pod koniec procesu spalania
- **węglowodory HC i ich pochodne** (w tym lotne związki organiczne LZO) – substancje organiczne zbudowane z węgla i wodoru, które powstają głównie w reakcjach chemicznych z udziałem paliwa i oleju silnikowego, mogą powstawać w warunkach niedoboru tlenu podczas spalania i zakłócenia tego procesu, powodowanego spalaniem

³² Tabele dot. Rejestracji autobusów nowych i używanych - sierpień 2018, www.pzpm.org.pl [dostęp 02.11.2018]

bardzo ubogich mieszanek paliwowo-powietrznych, a także wypadaniem zapłonów, efektem przyściennym i szczelinowym, oprócz tego do zwiększonej emisji węglowodorów przyczyniają się procesy fizyczne, takie jak parowanie oleju i paliwa

- **tlenki azotu NO_x** – jedne z najbardziej toksycznych gazów spalinowych, powstających podczas procesów spalania, tlenki azotu tworzą się na skutek utlenienia azotu zawartego w powietrzu pod wpływem wysokiej temperatury, emisja tych tlenków jest charakterystyczna przede wszystkim dla aglomeracji miejskich ze wzmożonym ruchem pojazdów
- **sadza, dymy, popioły, metale inne substancje stałe, ciężkie związki organiczne w fazie ciekłej, częściowo zamiennie określane jako cząstki stałe PM^{33}** – sadza powstaje w silnikach przede wszystkim podczas dyfuzyjnego okresu spalania paliwa, pochłaniając liczne substancje szkodliwe dla środowiska, takie jak ciężkie związki organiczne, w tym również związki WWA (wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne), tworząc szkodliwe cząstki stałe.

Ze względu na procesy emisji i ich związek z procesami rozprzestrzenienia do składników spalin zalicza się również takie substancje, które powstają już poza układem silnika spalinowego, tj. w atmosferze (tzw. zanieczyszczenia wtórne). Do tych związków zalicza się:

- **dwutlenek azotu NO_2** – powstający z dość szybkiego utleniania tlenku azotu NO wyemitowanego z silników w atmosferze, toksyczny gaz o słabo wyczuwalnym zapachu
- **aldehydy RCHO** – powstające podczas przerwanych reakcji łańcuchowych utleniania węglowodorów i ich pochodnych (spalanie niezupełne), związki bardzo reaktywne, o silnych właściwościach redukujących, utleniającymi się do kwasów
- **cząstki stałe PM (w tym $\text{PM}_{2.5}$ i PM_{10})** – oprócz sadzy, cząstki stałe to również inne cząsteczki o konsystencji ciekłej lub stałej, które nasycają się toksycznymi związkami, są zbudowane z cząstek węgla, związków siarki i azotu, metali i węglowodorów (np. WWA), cząstki stałe ze względu na małe wymiary (najczęściej rozróżniane frakcje to $10\ \mu\text{m}$ i $2,5\ \mu\text{m}$, stąd symbol PM_{10} i $\text{PM}_{2.5}$) długo utrzymują się w atmosferze i są łatwo wchłaniane do organizmu żywego przez układ oddechowy, a nawet przez skórę
- **ozon O_3** – produkt syntezy tlenu cząsteczkowego z tlenem atomowym, powstającym w wyniku reakcji fotolizy dwutlenku azotu pod wpływem promieniowania o długości fali mniejszej niż $400\ \text{nm}$, występującego na powierzchni Ziemi, ozon jest silnym utleniaczem.

W tabelach 5.22 – 5.25 przedstawiono poziomy dopuszczalne, docelowe, informacyjne oraz alarmowe dla niektórych z powyżej wymienionych substancji toksycznych emitowanych do atmosfery, według obowiązującego Rozporządzenia Ministra Środowiska³⁴.

³³ „Pojazdy samochodowe - Ochrona środowiska naturalnego” Z. Chłopek, Warszawa 2002

³⁴ Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 roku w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. 2012 poz. 1031)

Tab. 5.22 Poziomy dopuszczalne i częstości przekraczania dla niektórych substancji w powietrzu oraz okresy uśredniania wyników pomiarów

Nazwa substancji	Okres uśredniania wyników pomiarów	Poziom dopuszczalny	Dopuszczalna częstość przekraczania poziomu dopuszczalnego w roku kalendarzowym
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Benzen (C_6H_6)	rok kalendarzowy	5	-
Dwutlenek azotu (NO_2)	1 godzina	200	18 razy
	rok kalendarzowy	40	-
Dwutlenek siarki (SO_2)	1 godzina	350	24 razy
	24 godziny	125	3 razy
Tlenek węgla (CO)	8 godzin	10 000	-
Pył PM10	24 godziny	50	35 razy
	rok kalendarzowy	40	-
Pył zawieszony PM2.5	rok kalendarzowy	25*	-
	rok kalendarzowy	20**	-
Ołów (Pb)	rok kalendarzowy	0,5	-

* poziom dopuszczalny dla pyłu zawieszonego PM2.5 do osiągnięcia do dnia 1 stycznia 2015 r. (faza I)

** poziom dopuszczalny dla pyłu zawieszonego PM2.5 do osiągnięcia do dnia 1 stycznia 2020 r. (faza II)

Tab. 5.23 Poziomy docelowe i częstości przekraczania stężeń niektórych substancji w powietrzu oraz okres uśredniania wyników

Nazwa substancji	Okres uśredniania wyników pomiarów	Poziom docelowy	Dopuszczalna częstość przekraczania poziomu docelowego w roku kalendarzowym
Arsen (As)	rok kalendarzowy	$6 \text{ ng}/\text{m}^3$	-
Benzo(a)piren	rok kalendarzowy	$1 \text{ ng}/\text{m}^3$	-
Kadm (Cd)	rok kalendarzowy	$5 \text{ ng}/\text{m}^3$	-
Nikiel (Ni)	rok kalendarzowy	$20 \text{ ng}/\text{m}^3$	-
Ozon (O_3)	osiem godzin	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	25 dni
	okres wegetacyjny (1 V – 31 VII)	$18000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$	-
Pył zawieszony PM2.5	rok kalendarzowy	$25 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-

Tab. 5.24 Poziomy informowania dla niektórych substancji w powietrzu oraz okres uśredniania wyników pomiarów

Nazwa substancji	Okres uśredniania wyników pomiarów	Poziomy informowania $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Ozon (O_3)	jedna godzina	180
Pył zawieszony PM10	24 godziny	200

Tab. 5.25 Poziomy alarmowe dla niektórych substancji w powietrzu oraz okres uśredniania wyników pomiarów

Nazwa substancji	Okres uśredniania wyników pomiarów	Poziom alarmowy $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dwutlenek azotu (NO_2)	jedna godzina	400
Dwutlenek siarki (SO_2)	jedna godzina	500
Ozon (O_3)	jedna godzina	240
Pył zawieszony $\text{PM}_{2.5}$	24 godziny	300

Spaliny emitowane do atmosfery z silników wysokoprężnych powodują różnego rodzaju dolegliwości. Skutki zdrowotne związane są zarówno z krótkim (kilkudniowym lub kilkutygodniowym), jak i długotrwałym (kilkumiesięcznym, a nawet kilkuletnim) narażeniem na zanieczyszczenie powietrza. Ekspozycja na substancje oraz pyły emitowane przez silniki spalinowe może powodować natychmiastowe dolegliwości, jak kaszel czy zawroty głowy, natomiast długotrwałe oddziaływanie może powodować takie zagrożenia, jak przewlekłe choroby układu oddechowego, rak płuc, a nawet zawał serca. Oprócz różnych substancji i pyłów, podczas pracy układów pojazdów i ich poruszania się są generowane zjawiska wibroakustyczne, w tym hałas i drgania. W miarę wzrostu intensywności użytkowania pojazdów zjawiska te są uciążliwe, powodując zagrożenie dla środowiska, zwłaszcza w czasie dużego natężenia ruchu pojazdów (np. w godzinach szczytu komunikacyjnego)³⁵.

Należy nadmienić, że emisja szkodliwych substancji oraz hałas i drgania to nie jedyne zagrożenia związane z eksploatacją pojazdów. Zanieczyszczenie atmosfery może wynikać również z powodu zużycia ogumienia lub nawierzchni dróg, okładzin ciernych, sprzęgieł i hamulców, a także w przypadku wycieków paliw, olejów lub elektrolitów. Podczas użytkowania pojazdów może dojść również do zanieczyszczenia gleby i wody środkami stosowanymi do mycia karoserii oraz w trakcie wymiany części często wymienianych, jak uszczelki czy wkłady filtrów³⁶. W niniejszej AKK zagrożenia te nie będą jednak szerzej omawiane, natomiast skutki zdrowotne powodowane przez emisję zanieczyszczeń z silników spalinowych oraz hałas szczegółowo opisano w Rozdziale 9.1.

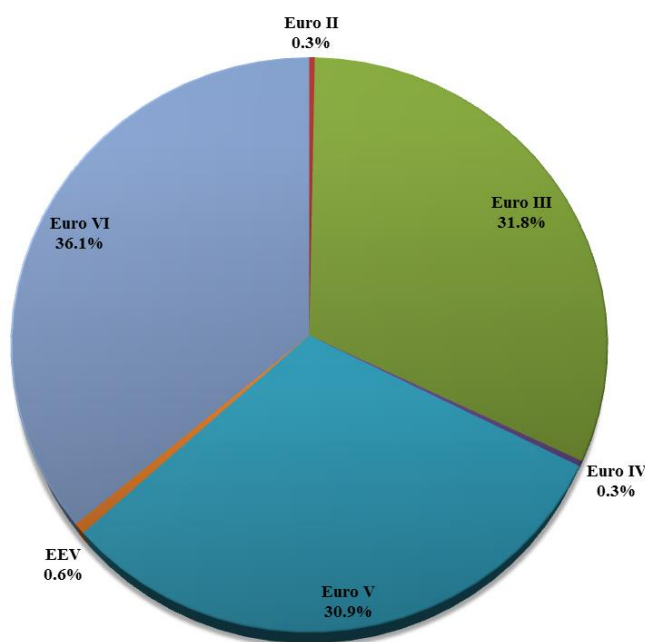
5.3.2. Oszacowanie emisji z pojazdów komunikacji miejskiej

MPK Sp. z o.o. posiada w swojej flocie pojazdy różnych marek należące do spółki oraz dzierżawione od zewnętrznych właścicieli. Dodatkowo, jak już wspomniano, we Wrocławiu komunikację miejską obsługuje również podwykonawca, firma Michalczewski Sp. z o.o. Flota pojazdów jest zróżnicowana pod względem struktury wiekowej, a co za tym idzie pod względem spełniania norm emisji spalin EURO. Obecnie (stan na dzień 26.11.2018 r.) transport publiczny we Wrocławiu obsługiwany jest przez 324 autobusy

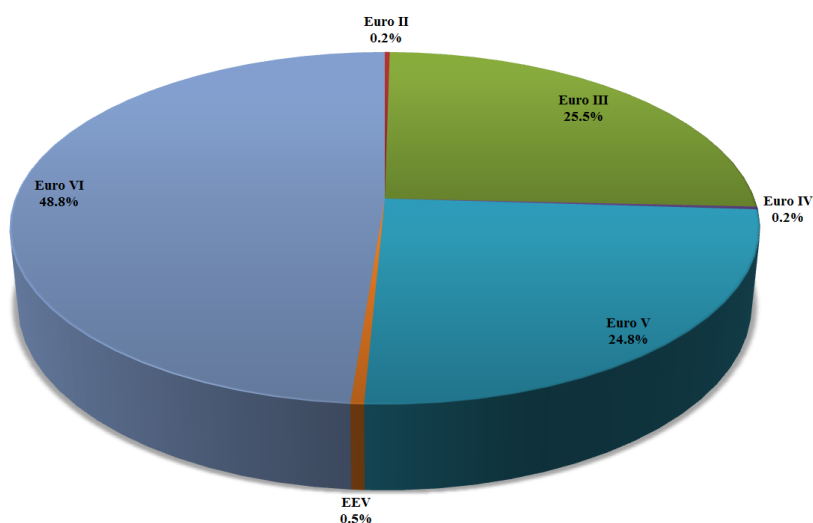
³⁵ „Pojazdy samochodowe - Ochrona środowiska naturalnego” Z. Chłopek, Warszawa 2002

³⁶ „Ekologiczne problemy silników spalinowych, tom I” J. Merkisz, Poznań 1998

należące lub dzierżawione przez MPK oraz przez 80 pojazdów należących do Spółki Michalczewski. W rozdziale 5.2.2. w tabeli 5.15 przedstawiono strukturę pojazdów według norm EURO oraz typu autobusów dla floty spółki MPK, zgodnie ze stanem obecnym (na dzień 26.11.2018). Procentowy udział pojazdów spełniających poszczególne normy emisji spalin dla floty MPK przedstawiono na rysunku 5.16. Wszystkie autobusy, które firma Michalczewski przeznacza na podwykonawstwo dla MPK Wrocław wyprodukowane zostały w latach 2015-2017 i spełniają normę EURO VI. W związku z tym na rysunku 5.17 przedstawiono procentowy udział pojazdów spełniających poszczególne normy emisji spalin dla całej floty przeznaczonej na obsługę transportu publicznego.



Rys. 5.16 Procentowy udział pojazdów MPK spełniających poszczególne normy emisji spalin EURO (stan na dzień 26.11.2018, opracowanie własne na podstawie danych MPK Sp. z o.o.)



Rys. 5.17 Procentowy udział pojazdów obsługujących komunikację miejską w Gminie Wrocław spełniających poszczególne normy emisji spalin EURO (stan na dzień 26.11.2018, opracowanie własne na podstawie danych MPK Sp. z o.o.)

Z rysunków 5.16 i 5.17 wynika, że obecnie największy udział autobusów obsługujących transport publiczny we Wrocławiu spełnia restrykcyjne wymogi emisji spalin narzucone przez normy EURO V i EURO VI – łącznie prawie 75% floty. Należy wziąć pod uwagę, że w strukturze floty następują co jakiś czas zmiany (wprowadzenie lub wycofanie autobusu z eksploatacji) związane między innymi z modernizacją pojazdów, rozpoczęciem obowiązywania umowy dzierżawy, wygaśnięciem umowy dzierżawy, całkowitym wycofaniem pojazdu z eksploatacji, przywróceniem pojazdu do eksploatacji po modernizacji, itp. Pod względem środowiskowym zwykle zmiany te są korzystne, co można zaobserwować w zmianie wysokości opłat za korzystanie ze środowiska dla pojazdów należących do MPK w latach 2015-2017 (tabele 5.26 – 5.28). Jeszcze w roku 2015 wykorzystywane były jednostki spełniające normę EURO I, od roku 2016 te jednostki nie były już eksploatowane.

Tab. 5.26 Wysokość opłat za korzystanie ze środowiska oraz zużycie paliwa dla pojazdów spełniających poszczególne normy emisji spalin za rok 2015

Norma	Opłata, PLN	Jednostkowa stawka opłaty³⁷, zł/Mg	Zużycie paliwa, Mg	Zużycie paliwa, dm³
EURO I	7109,94	20,96	339,21	403827,02
EURO II	8336,12	16,38	508,92	605857,90
EURO III	45128,68	11,99	3763,86	4480785,58
EURO IV	bd.*	8,70	bd.	bd.
EURO V	24075,26	6,04	3985,97	4745202,62
SUMA	84650,00	---	8597,97	10235673,11

* bd. – brak danych

Tab. 5.27 Wysokość opłat za korzystanie ze środowiska oraz zużycie paliwa dla pojazdów spełniających poszczególne normy emisji spalin za rok 2016

Norma	Opłata, PLN	Jednostkowa stawka opłaty³⁸, zł/Mg	Zużycie paliwa, Mg	Zużycie paliwa, dm³
EURO I	---	20,96	---	---
EURO II	4490,09	16,38	274,12	326333,65
EURO III	42011,40	11,99	3503,87	4171273,68
EURO IV	36,45	8,7	4,19	4987,68
EURO V	28018,78	6,04	4638,87	5522465,31
SUMA	74556,72	---	8421,05	10025060,33

³⁷ Obwieszczenie Ministra Środowiska z dnia 11 sierpnia 2014 r. w sprawie wysokości stawek opłat za korzystanie ze środowiska na rok 2015 (M.P. 2014 poz. 790)

³⁸ Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 października 2015 r. w sprawie opłat za korzystanie ze środowiska (Dz. U. 2015, poz. 1875)

Tab. 5.28 Wysokość opłat za korzystanie ze środowiska oraz zużycie paliwa dla pojazdów spełniających poszczególne normy emisji spalin za rok 2017

Norma	Opłata, PLN	Jednostkowa stawka opłaty³⁹, zł/Mg	Zużycie paliwa, Mg	Zużycie paliwa, dm³
EURO I	---	20,96	---	---
EURO II	2676,33	16,38	163,39	194512,04
EURO III	43765,66	11,99	3650,18	4345452,56
EURO IV	14,64	8,7	1,68	2003,28
EURO V	27653,17	6,04	4578,34	5450404,05
SUMA	74109,80	---	8393,59	9992371,93

Na podstawie wysokości opłat za korzystanie ze środowiska poniesionych przez MPK Wrocław w związku z emisją z autobusów oraz jednostkowych stawek opłat za lata 2015-2017 obliczono roczne zużycie paliwa w dm³ dla pojazdów spełniających poszczególne normy emisji spalin. Było to niezbędne do obliczenia rocznych emisji poszczególnych zanieczyszczeń do powietrza z floty autobusów obsługujących komunikację zbiorową we Wrocławiu. Przyjęto następujący tok obliczeń:

- wyznaczenie rocznego zużycia paliwa w Mg (Z_M):

$$Z_M = \frac{O_R}{O_J},$$

gdzie: O_R – roczna wysokość opłaty za korzystanie ze środowiska dla danej grupy pojazdów spełniających poszczególne normy emisji spalin, zł

O_J – jednostkowa stawka opłaty za korzystanie ze środowiska, zł/Mg

- wyznaczenie rocznego zużycia paliwa w dm³ (Z_V)

$$Z_V = \frac{Z_M \cdot 1000}{0,84},$$

gdzie: 0,84 – gęstość oleju napędowego, kg/dm³.

W tabelach 5.26-5.28 nie zostały uwzględnione autobusy spełniające normę EURO VI mimo, że są one eksploatowane przez Spółkę MPK od 2014 roku. Jest to spowodowane niepoprawnym odprowadzaniem opłat za korzystanie ze środowiska przez Spółkę MPK dla autobusów spełniających normę EURO VI – autobusy spełniające normy emisji spalin Euro V i Euro VI są ujęte razem. Na potrzeby obliczeń emisji zanieczyszczeń do powietrza rozdzielono te dwie grupy pojazdów. W tym celu niezbędne było uwzględnienie różnicy w ilości pojazdów spełniających daną normę emisji spalin we flocie oraz różnicę średniego zużycia paliwa dla danej grupy. Roczne zużycie paliwa dla autobusów EURO V i EURO VI obliczono w następujący sposób:

- na podstawie raportu paliwowego założono zużycie paliwa dla autobusów spełniających normę EURO V na poziomie 0,48 dm³/km, dla autobusów spełniających normę EURO VI na poziomie 0,45 dm³/km;

³⁹ Obwieszczenie Ministra Środowiska z dnia 29 czerwca 2016 r. w sprawie wysokości stawek opłat za korzystanie ze środowiska na rok 2017 (M.P. 2016, poz. 718)

- ilość pojazdów w latach 2015-2017 nie zmieniała się i wynosiła: 103 autobusy spełniające EURO V (100 EURO V i 3 EEV) oraz 57 autobusów spełniających EURO VI;
- wagowy udział autobusów w zużyciu paliwa obliczono jako iloczyn zużycia paliwa przez poszczególną grupę oraz ilość autobusów:
EURO V:

$$103 \cdot 0,48 = 49$$

EURO VI:

$$57 \cdot 0,48 = 26$$

- suma udziałów wagowych wynosi 75, co stanowi 100% udziału w rocznym zużyciu paliwa, obliczonym na podstawie opłat za korzystanie ze środowiska dla normy EURO V;
- udział autobusów EURO V i EURO VI w rocznym zużyciu paliwa:
EURO V:

$$\frac{49 \cdot 100\%}{75} = 65,8\% = 0,658$$

EURO VI:

$$\frac{26 \cdot 100\%}{75} = 34,2\% = 0,342$$

- roczne zużycie paliwa w dm^3 dla autobusów EURO V i EURO VI (na podstawie rocznego zużycia paliwa wynikającego z opłat za korzystanie ze środowiska) w latach 2015-2017:

EURO V, rok 2015:

$$4745203 \, dm^3 \cdot 0,658 = 3124288 \, dm^3$$

EURO VI, rok 2015:

$$4745203 \, dm^3 \cdot 0,342 = 1620914 \, dm^3$$

EURO V, rok 2016:

$$5522465 \, dm^3 \cdot 0,658 = 3636046 \, dm^3$$

EURO VI, rok 2016:

$$5522465 \, dm^3 \cdot 0,342 = 1886419 \, dm^3$$

EURO V, rok 2017:

$$5450404 \, dm^3 \cdot 0,658 = 3588600 \, dm^3$$

EURO VI, rok 2017:

$$5450404 \, dm^3 \cdot 0,342 = 1861804 \, dm^3$$

Dla tych wartości zużycia paliwa obliczono w następnych krokach emisję zanieczyszczeń do powietrza z wyróżnieniem autobusów spełniających normę emisji spalin EURO V i EURO VI.

Emisję CO_2 oraz substancji szkodliwych innych niż gazy cieplarniane (NMHC, NO_x i PM) w latach 2015-2017 obliczono na podstawie wskaźników opublikowanych przez Centrum Unijnych Projektów Transportowych (CUPT). Emisję CO_2 , zgodnie

z informacją podaną w Praktycznym przewodniku dla samorządów i opartą na Kalkulatorze emisji zanieczyszczeń obliczono przyjmując, że spalanie 1 dm³ oleju napędowego skutkuje emisją 2,68 kg CO₂. Roczna emisja CO₂ była więc iloczynem rocznego zużycia paliwa i wskaźnika 2,68 kg. Obliczone wartości emisji CO₂ z lat 2015-2017 przedstawiono w tabeli 5.29.

Tab. 5.29 Roczna emisja CO₂, w Mg

Norma	2015	2016	2017
EURO I	1082,26	---	---
EURO II	1623,70	874,57	521,29
EURO III	12008,51	11179,01	11645,81
EURO IV	---	13,37	5,37
EURO V	8373,1	9744,6	9617,4
EURO VI	4344,1	5055,6	4989,6
SUMA	27431,6	26867,2	26779,6

Wartości wskaźników emisji substancji szkodliwych innych niż gazy cieplarniane w Kalkulatorze emisji zanieczyszczeń, podane zostały w g/kWh z rozróżnieniem na poszczególne normy emisji spalin. Ze względu na jednostkę (g/kWh), aby obliczyć roczną emisję tych substancji, należało przyjąć wartość energetyczną oleju napędowego, która według wytycznych CUPT wynosi 10 kWh/dm³. Roczna emisja węglowodorów, tlenków azotu i cząstek stałych została więc obliczona jako iloczyn rocznego zużycia paliwa, wskaźnika emisji odpowiadającego normie EURO oraz wartości energetycznej ON. W tabeli 5.30 podano wartości wskaźników emisji dla poszczególnych zanieczyszczeń i norm emisji spalin, z kolei w tabeli 5.31 emisję tych związków w latach 2015-2017.

Tab. 5.30 Wskaźniki emisji substancji szkodliwych innych niż gazy cieplarniane przyjęte do obliczeń emisji, w g/kWh

Norma	NMHC	NO_x	PM
EURO I	1,1	8	0,36
EURO II	1,1	7	0,15
EURO III	0,66	5	0,1
EURO IV	0,46	3,5	0,02
EURO V	0,46	2	0,02
EURO VI	0,13	0,4	0,01

Tab. 5.31 Emisja roczna substancji szkodliwych innych niż gazy cieplarniane w latach 2015-2017, w Mg

Norma	2015			2016			2017		
	NMHC	NO_x	PM	NMHC	NO_x	PM	NMHC	NO_x	PM
EURO I	4,44	32,31	1,45	---	---	---	---	---	---
EURO II	6,66	42,41	0,91	3,59	22,84	0,49	2,14	13,62	0,29
EURO III	29,57	224,04	4,48	27,53	208,56	4,17	28,68	217,27	4,35
EURO IV	---	---	---	0,02	0,17	0,001	0,01	0,07	0,0004

EURO V	14,37	0,00	0,62	16,73	72,72	0,73	16,51	71,77	0,72
EURO VI	2,11	62,49	0,16	2,45	7,55	0,19	2,42	7,45	0,19
SUMA	57,16	361,24	7,63	50,32	311,85	5,58	49,76	310,18	5,54

Jak już wcześniej napisano, firma Michalczewski Sp. z o.o. od 15.06.2015 obsługuje transport zbiorowy we Wrocławiu jako podwykonawca. Od rozpoczęcia tej działalności do 31.08.2017 przeznaczonych było na ten cel 69 pojazdów, natomiast od 1.09.2017 firma przeznaczyła do realizacji tego zadania flotę 80 autobusów. Z tego względu, emisję roczną obliczono dla okresu 1.09.2017 – 31.08.2018. Podstawą do obliczeń emisji było roczne zużycie paliwa (za okres 1.09.2017 – 31.08.2018) podane przez firmę, które wynosi 2,2 mld dm³ oleju napędowego oraz wskaźniki emisji, które były stosowane do obliczenia emisji z floty MPK. W tabeli 5.32 przedstawiono wyniki przeprowadzonych obliczeń.

Tab. 5.32 Roczna wielkość emisji z floty Spółki Michalczewski
w okresie 1.09.2017-31.08.2018, w Mg

Norma	CO₂	NMHC	NO_x	PM
EURO VI	5896	2,86	8,8	0,22

Na terenie Gminy Wrocław transport zbiorowy obsługują również inni podwykonawcy, którzy zostali wymienieni w rozdziale 5.2.1. Realizują oni głównie kursy strefowe. Ze względu na brak niezbędnych danych, nie ma możliwości wykonania obliczeń emisji zanieczyszczeń do powietrza. Można jednak założyć, że w porównaniu do wielkości floty i ilości kursów (a tym samym wozokilometrów), jak również z uwagi na fakt, że kursy realizowane są tylko częściowo w Gminie Wrocław, a częściowo w innych gminach, emisja do powietrza na terenie Gminy Wrocław jest bardzo niska i można ją pominąć.

5.4. Analiza obecnej infrastruktury w aspekcie wdrożenia autobusów zeroemisyjnych

Autobusem zeroemisyjnym możemy nazwać autobus o napędzie wodorowym, napędzie elektrycznym oraz trolejbus bateryjny. Oprócz autobusów zeroemisyjnych są również autobusy niskoemisyjne, wykorzystujące inne niż wodór i energię elektryczną paliwa alternatywne (takie jak gaz ziemny CNG lub LNG, biopaliwa ciekłe, paliwa syntetyczne lub parafinowe, biometan, gaz płynny LPG), które spełniają najnowszą normę Euro VI, jeśli chodzi o emisję szkodliwych związków do atmosfery. Autobusy te nie będą jednak omawiane w niniejszym AKK.

W przypadku autobusów zeroemisyjnych najchętniej w Polsce kupowane są autobusy elektryczne. Ze względu na brak stacji tankowania wodorem w Polsce i wymóg wybudowania odpowiedniej infrastruktury od podstaw, żadne przedsiębiorstwo komunikacji miejskiej w Polsce nie zdecydowało się jeszcze na wykorzystywanie autobusów napędzanych wodorem do transportu miejskiego. Natomiast w przypadku trolejbusów, w Polsce Lublin jest jednym z miast wykorzystujących z powodzeniem te pojazdy od wielu lat. Pierwszy trolejbus wyjechał na ulice w Lublinie w roku 1953⁴⁰. Obecnie w Polsce jest eksploatowanych

⁴⁰ Historia, www.mpk.lublin.pl [dostęp 24.10.2018]

236 trolejbusów, w tym 72 to trolejbusy zeroemisyjne, jeżdżące w Lublinie i Gdyni⁴¹. We Wrocławiu linia trolejbusowa istniała jedynie przez rok, w latach 1912-1913⁴². Częsta awaryjność tego pojazdu spowodowała jednak zaniechanie dalszego użytkowania trolejbusu na Wrocławskim Brochowie. W roku 1947 pojawił się ponownie pomysł, aby wprowadzić komunikację miejską z wykorzystaniem trolejbusów, w tym celu sprowadzono siedem trolejbusów firmy Fiat, jednak pomysłu nigdy nie zrealizowano i sprzedano pojazdy Gdyni. Obecnie nie ma przesłanek do tego, by we Wrocławiu wznowić komunikację miejską z wykorzystaniem trolejbusów. Mimo, że we Wrocławiu znajduje się bardzo dobrze rozwinięta infrastruktura sieci tramwajowych, która niweluje lub zmniejsza potrzebę utworzenia dodatkowej infrastruktury sieci elektrycznych dla trolejbusów, obecność trolejbusów zmniejszyłaby jednak przepustowość tramwajów, które w wielu miejscach Wrocławia mają indywidualny tor jazdy. Dodatkowo wymagany byłby proces przekształcenia wielu torowisk z podkładami na obniżone torowiska wspólne zarówno dla tramwajów, jak i trolejbusów, gdyż trolejbusy nie poruszają się po szynach. Obecność trolejbusów zasilanych z sieci elektrycznej, a poruszających się po jezdniach, oprócz zmniejszenia przepustowości na sieciach trakcyjnych wobec tramwajów, zagrażałaby również przepustowości na jezdniach wspólnych dla samochodów osobowych, autobusów i innych pojazdów poruszających się po Wrocławiu. Z powodu zwiększonych zatorów komunikacyjnych we Wrocławiu (zwłaszcza w godzinach szczytowych), nie jest zalecane, wprowadzanie do komunikacji miejskiej tego typu pojazdów. Przyjmuje się, że wprowadzanie linii komunikacyjnych dla trolejbusów najlepsze jest w przypadku miast, które nie posiadają dobrze rozwiniętej sieci tramwajowej lub nie posiadają jej w ogóle, co ma swoje odzwierciedlenie w Lublinie, w którym występuje jedynie tabor autobusowy i trolejbusowy⁴³.

W oparciu o powyższe informacje najlepszym rozwiązaniem dla miasta Wrocław jest wybór autobusów o napędzie elektrycznym. W przypadku inwestycji w tabor elektryczny nie ma dodatkowych wymagań, które muszą być spełnione w obszarze infrastruktury liniowej. Pojazdy te korzystają z tej samej sieci dróg, co autobusy o napędzie konwencjonalnym. Jednakże dostosowania wymaga infrastruktura punktowa ze względu na konieczność uwzględnienia punktów zasilania autobusów zeroemisyjnych.

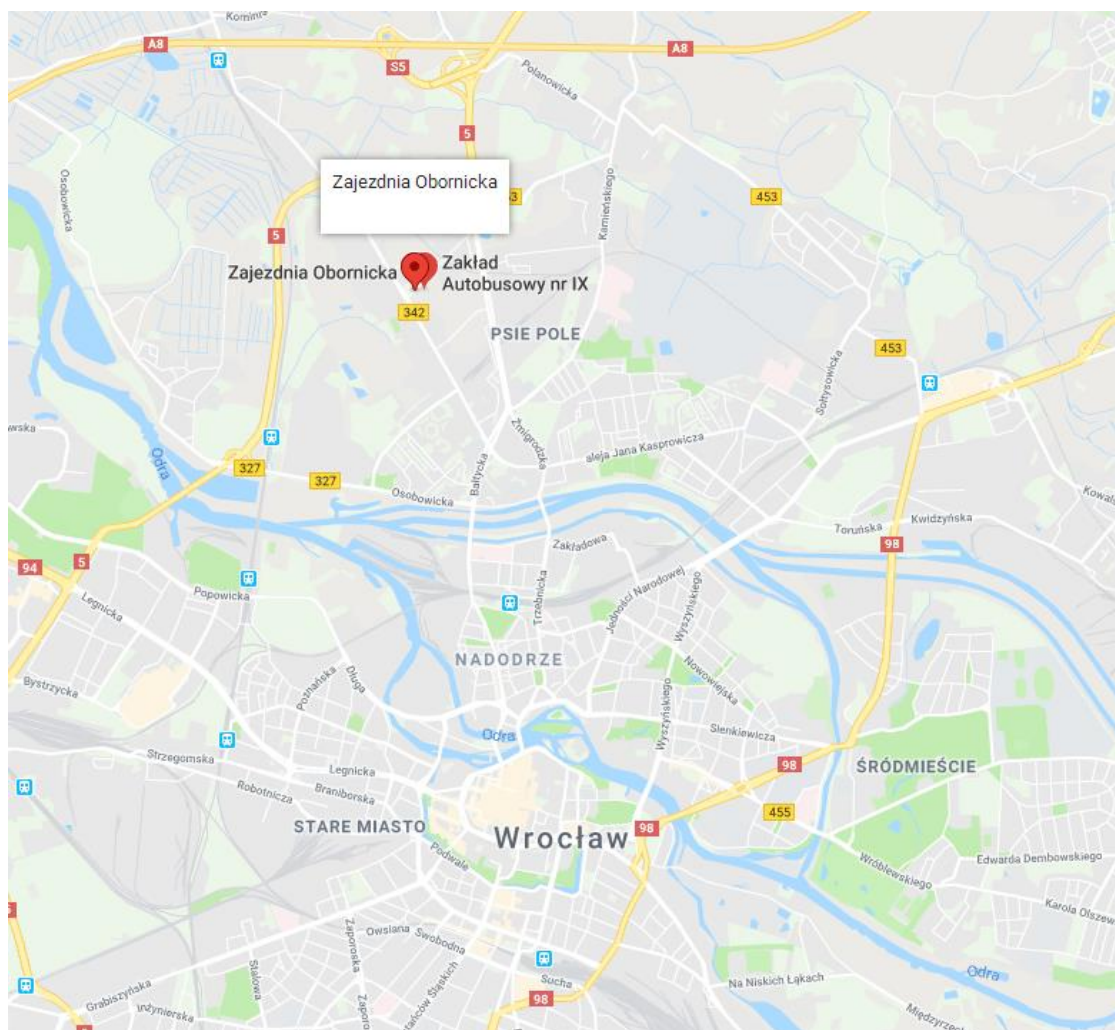
Obecnie Spółka MPK Wrocław dysponuje jedną zajezdnią autobusową, znajdującą się przy ulicy Obornickiej we Wrocławiu (rys. 5.18). W 2015 roku zajezdnia została rozbudowana. W ramach przeprowadzonej rozbudowy zajezdni powstało prawie 90 stanowisk dla autobusów, 85 miejsc parkingowych dla samochodów, nowa hala obsługi technicznej pojazdów o powierzchni niemal 1,9 tys. m², myjnia i stacja paliw. Wartość inwestycji to 22,6 mln zł⁴⁴ (rys. 5.19-5.20).

⁴¹ Licznik trolejbusów bateryjnych (stan na 08.2018) www.info/ebus [dostęp 24.10.2018]

⁴² Wrocławskie trolejbusy, www.miejscawewroclawiu.pl [dostęp 26.10.2018]

⁴³ Tabor, www.mpk.lublin.pl [dostęp 26.10.2018]

⁴⁴ „Zajezdnia MPK we Wrocławiu zostanie zmodernizowana” <http://www.inzynierbudownictwa.pl> [dostęp 06.11.2018]



Rys. 5.18 Lokalizacja zajezdni autobusowej MPK Wrocław Sp. z o.o.
(źródło: www.google.com [dostęp 06.11.2018])



Rys. 5.19 Miejsca postojowe autobusów w zajezdni MPK Wrocław Sp. z o.o. (źródło: „Zajezdnia przy Obornickiej na nowo” www.wroclaw.pl [dostęp 06.11.2018])



Rys. 5.20 Hala techniczna na zajezdni MPK Wrocław Sp. z o.o. (źródło: „Zajezdnia przy Obornickiej na nowo” www.wroclaw.pl [dostęp 06.11.2018])

Z punktu widzenia realizacji strategii wymiany taboru na autobusy zeroemisyjne, Spółka MPK Wrocław realizując projekt rozbudowy zajezdni autobusowej wykonała wstępny krok w kierunku wdrożenia taboru elektrycznego. Każde z miejsc postojowych autobusów

zostało wyposażone w infrastrukturę, która w przyszłości umożliwi m.in. ładowanie pojazdów elektrycznych. Zrealizowana infrastruktura objęła wykonanie specjalnej kanalizacji kablowej dla potrzeb rozprowadzenia zasilania do ładowania autobusów elektrycznych. Przyjęte plany inwestycyjne również wskazują na ograniczenie wariantów analizy wprowadzenia autobusów zeroemisyjnych do rozwiązania bazującego na taborze elektrycznym.

Jednocześnie, obecnie zajezdnia ma podpisaną umowę na dostawę energii elektrycznej z firmą TAURON. W tabeli 5.33 przedstawiono moce przyłączeniowe zajezdni operatora. Zgodnie z danymi, zajezdnia autobusowa dysponuje mocą przyłączeniową 500 kW, stąd przy analizie wariantów inwestycyjnych wymiany taboru na autobusy elektryczne należy ocenić, czy dana moc jest wystarczająca do cyklicznego ładowania akumulatorów autobusów na zajezdni. W przypadku większego zapotrzebowania na moc niż wielkość mocy przyłączeniowej należy uwzględnić koszty przebudowy układu zasilania zajezdni operatora przy wycenie kosztów wariantów inwestycyjnych.

Tab. 5.33 Moc przyłączeniowa dla zajezdni operatora (stan na dzień 08.10.2018)

Lp.	Nazwa obiektu	Moc przyłączeniowa w kW	Moc umowna w kW na 2018r
1	Zakład Tramwajowy nr 1	135	130
2	Zakład Tramwajowy Nr 2	250	90
3	Zakład Tramwajowy Nr 4	200	200
4	Zakład Autobusowy	500	240

Źródło: Dane Działu Energetyczno-Mechanicznego Spółki MPK

Kolejnym elementem wymagającym rozpatrzenia jest możliwość budowy punktów zasilających na węzłach przesiadkowych (krańcach wyznaczonych tras linii komunikacyjnych). Analizując możliwe warianty rozwiązań, na chwilę obecną istnieją dwa podstawowe rozwiązania: 1) budowa infrastruktury zasilania i przyłączenie jej do istniejącej sieci zasilania, 2) zasilanie autobusów z sieci tramwajowej. Ze względu na ograniczenia techniczne oraz uwarunkowania eksploatacyjne tego drugiego rozwiązania nie wprowadzono w praktyce żadnego z polskich miast (m.in. z powodu dużych zmian napięcia na linii spowodowanych zmienną liczbą pojazdów korzystających w danej chwili z zasilania). Wariant pierwszy z kolei wymaga, aby wybrane pod inwestycję węzły przesiadkowe spełniały wymagania: przestrzenne (wystarczająca ilość miejsca na postawienie punktu zasilania), ukształtowania terenu (np. dla zasilania z wykorzystaniem pantografu), czy związane z dostępem do istniejącej sieci zasilania o odpowiedniej mocy (zwłaszcza, gdy projektowane będą punkty tzw. szybkiego ładowania).

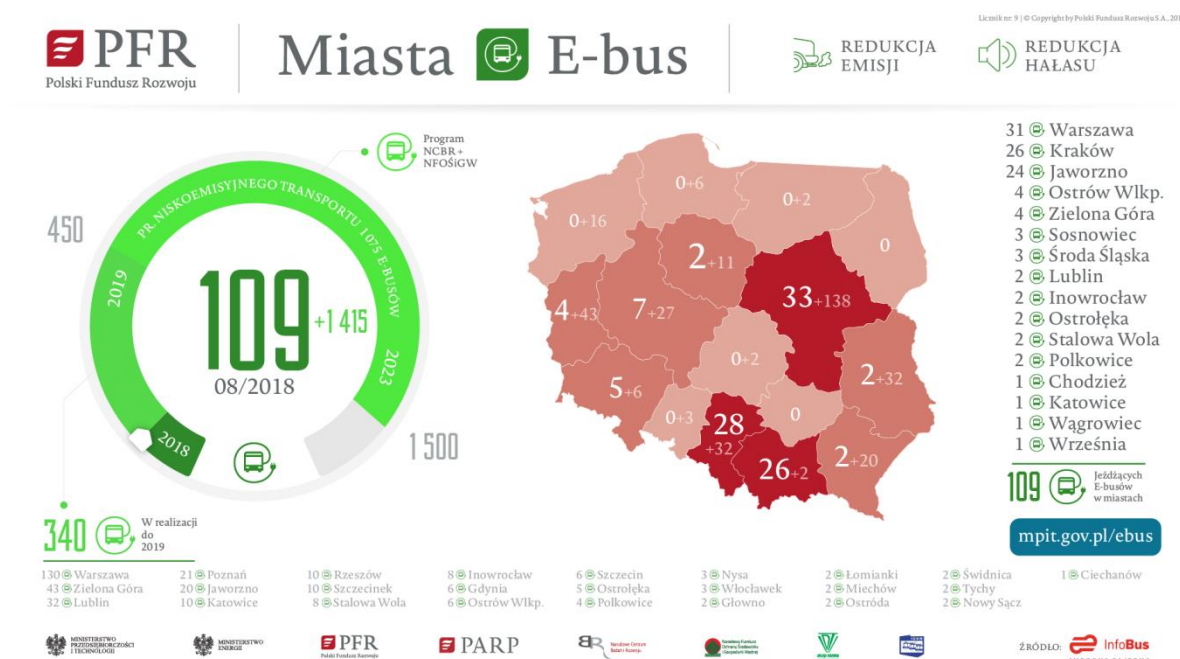
Podsumowując, Spółka MPK Wrocław dysponuje wstępnie przygotowaną infrastrukturą, która może być wykorzystana w przyszłości do utrzymania taboru zeroemisyjnego (autobusy elektryczne). Niezbędna jest jednak szczegółowa analiza wymaganych inwestycji infrastrukturalnych dostosowana dla konkretnych wariantów inwestycyjnych. Wyniki takich badań przedstawiono w rozdziale 7 niniejszej AKK.

6. Przegląd środków transportu możliwych do zastosowania w komunikacji miejskiej z uwzględnieniem kosztów zakupu i eksploatacji oraz budowy infrastruktury

Przegląd środków transportu możliwych do wdrożenia we Wrocławiu rozpoczął się od analizy przetargów na zakup autobusów elektrycznych w innych polskich miastach na przestrzeni ostatnich trzech lat (lata 2016 – 2018). Na podstawie danych z ostatnich postępowań oszacowano średni koszt zakupu autobusów zeroemisyjnych. Oprócz tego wykonano analizę kosztów eksploatacji elektrycznego taboru, wraz z przedstawieniem technologii w zakresie ładowania akumulatorów autobusów elektrycznych. Opisano również kilkunastu producentów autobusów zeroemisyjnych oraz przedstawiono ofertę trzech głównych graczy na polskim rynku.

6.1. Rozeznanie rynku autobusów zeroemisyjnych wraz z określeniem kosztów zakupu

W Polsce według strony [InfoBus.pl/Ebus](http://Infobus.pl/Ebus) wykorzystuje się obecnie 109 autobusów elektrycznych (stan na sierpień 2018 roku)⁴⁵ (rys. 6.1). W realizacji do końca 2019 roku ma się pojawić kolejnych 340 E-busów, które będą wykorzystywane w ramach działalności komunikacji miejskich.



Rys. 6.1 Licznik autobusów zeroemisyjnych eksploatowanych obecnie w Polsce i licznik E-busów w realizacji do roku 2019

W Polsce obecnie trzy firmy produkują autobusy elektryczne, które sprzedawane są na terenie kraju oraz produkowane na eksport. Do firm tych należy Solaris Bus & Coach S.A., Ursus Bus S.A. oraz Volvo Polska Sp. z o.o., z czego największym obecnie graczem na rynku

⁴⁵ Licznik E-Busów w Polsce (stan na 08.2018), www.infobus/ebus [dostęp 22.10.2018]

jest Solaris. Od 2013 roku do drugiej połowy 2018 Solaris wyprodukował 181 autobusów, w tym 78 autobusów zostało zakupionych w Polsce (tabela 6.1).

Tab. 6.1 Autobusy elektryczne wyprodukowane w Polsce – stan na pierwszą połowę 2018 roku

Marka	I-IIQ 2018	2017	2016	2015	2014	2013	Razem
Solaris – Polska	15	45	5	13	0	0	78
Solaris – eksport	43	18	19	10	12	1	103
Razem Solaris	58	63	24	23	12	1	181
Ursus – Polska	0	14	1	0	0	0	15
Ursus – eksport	0	0	0	0	0	0	0
Razem Ursus	0	14	1	0	0	0	15
Volvo – Polska	0	0	0	0	0	0	0
Volvo – eksport	14	5	1	0	0	0	20
Razem Volvo	14	5	1	0	0	0	20
RAZEM	72	82	26	23	12	1	216

Pod względem eksploataowania lub ewentualnego zakupu autobusów zeroemisyjnych na przestrzeni ostatnich lat przeanalizowano sytuację kilku polskich miast. Pod uwagę zostały wzięte te miasta, które w ostatnich latach rozstrzygnęły przetargi na autobusy elektryczne akumulatorowe, takie jak: Inowrocław, Jaworzno, Kraków, Łódź, Lublin, Rzeszów, Warszawa, Ostrów Wielkopolski, Sosnowiec i Września. Na podstawie jawnych danych z postępowań przetargowych wykonano oszacowanie średniej ceny netto za jedną sztukę autobusu zeroemisyjnego. Do oszacowania ceny wykorzystano informacje dotyczące m.in. rodzaju autobusu, infrastruktury ładującej i ceny z wybranych przez miasta ofert. Dane przedstawiono w tabeli 6.2, przy czym ceny za sztukę mogą zawierać wybrany system ładowania Plug-in, całe infrastruktury (Plug-in oraz pantografy), bądź są to ceny za jeden autobus zeroemisyjny bez zaproponowanego systemu ładowania.

Tab. 6.2 Informacje dotyczące zakupu autobusów w dziesięciu wybranych miastach Polski

Miasto	Producent autobusów	Typ autobusu określony przez jego długość [m]	Liczba zakupionych autobusów	Cena za sztukę [mln zł netto]	System ładowania w cenie autobusu [Plug-in lub/i pantograf]
Inowrocław	Volvo	12	8	2,09	Plug-in
Jaworzno	Solaris	9, 12 i 18	16*	2,21	Dodatkowy koszt
Kraków	Solaris	12 i 18	20**	2,34	-
Łódź	-	-	17	3,82	6x Plug-in + pantografy
Lublin***	-	-	20	2,41	11x Plug-in + 4x pantografy
Rzeszów	Solaris	12	10	2,45	10x Plug-in +

					2x pantografy
Warszawa	Solaris	12	10	2,20	-
Warszawa	Ursus	12	10	2,50	Plug-in
Ostrów Wielkopolski	Ursus	12	6	2,07	Plug-in
Sosnowiec	Solaris	12	3	2,06	Plug-in
Września	Solaris	9	3	1,89	Plug-in

* Urbino Electric: 4 autobusy 9-metrowe, 3 autobusy 12-metrowe, 9 autobusów 18-metrowych

** Urbino Electric: 17 autobusów 12-metrowych i 3 autobusy 18-metrowe

*** Dane z unieważnionego przetargu

W przypadku Lublina dane dotyczą przetargu, który został unieważniony w roku 2017 ze względu na przekroczenie planowanego budżetu ZTM Lublin wynoszącego 53 mln zł brutto⁴⁶. W wrześniu 2018 roku ZTM Lublin ponowił przetarg, którego termin składania ofert mija 9 listopada 2018 roku. Na bazie danych z unieważnionego przetargu średnia cena autobusu z całą infrastrukturą produkcji Solarisa to 2,46 mln zł, produkcji Ursusa – 2,36 mln zł. MPK w Łodzi w 2018 roku ogłosiło, że zakupi 17 autobusów elektrycznych z infrastrukturą niezbędną do utrzymania autobusów. Elektrobusy powinny jeździć w Łodzi pod koniec 2020 roku⁴⁷. W tym samym czasie łódzkie MPK zawarło 10-letnią umowę najmu pojazdów Solaris Bus & Coach S.A. oraz PEKAO Leasing, dzięki której do czerwca 2019 roku na ulice Łodzi trafi 20 nowych autobusów przegubowych (Urbino 18) oraz 26 pojazdów o standardowej długości 12 metrów (Urbino 12). Nowe autobusy będą posiadać zamontowane na dachach panele fotowoltaiczne, redukujące zapotrzebowanie na prąd, co wpływa na spełnianie przez te pojazdy normy Euro VI, gdyż będą emitować do atmosfery mniej zanieczyszczeń. Nie są to autobusy elektryczne, lecz ich wartość daje pogląd na koszty taboru. Wartość umowy to 125 mln zł⁴⁸, co daje średni koszt 2 mln zł za autobus wraz z jego serwisowaniem na 10 lat. Wartość ta jest zbliżona do kosztu zakupu autobusu elektrycznego. Najnowsze przetargi są realizowane dla Inowrocławia oraz Ostrowa Wielkopolskiego. Realizacja przetargu dla MPK w Inowrocławiu ma się zakończyć do lutego 2019 roku, przy czym zakupionych zostało 8 standardowej długości autobusów elektrycznych firmy Volvo (cena za sztukę – 2,09 mln zł z ładowaniem Plug-in)⁴⁹, natomiast w przypadku Ostrowa Wielkopolskiego zakupionych w 2018 roku zostało przez opolskie MZK 6 autobusów o standardowej długości wyprodukowanych przez firmę Ursus (cena za sztukę – 2,07 mln zł z ładowaniem Plug-in)⁵⁰.

Z powyższych informacji po podsumowaniu wynika, że **szacunkowa średnia wartość netto autobusu z ładowarkami Plug-in to 2,12 mln zł. Średnia cena netto za autobus elektryczny z całą infrastrukturą (ładowarki Plug-in i pantografy na pętlach i zajezdniach) to 2,89 mln zł netto**. Należy podkreślić, iż zamówienia autobusów wraz z całą infrastrukturą okazały się konieczne dla zakupu większej ilości autobusów elektrycznych.

⁴⁶ Solaris i Ursus rywalizują o elektrobusy dla Lublina, www.transport-publiczny.pl/wiadomosci [dostęp 23.10.2018]

⁴⁷ Elektryczne autobusy MPK Łódź za 65 mln zł, www.lodz.naszemiasto.pl [dostęp 23.10.2018]

⁴⁸ Na ulice Łodzi trafi 46 nowych autobusów Solaris, www.forsal.pl [dostęp 23.10.2018]

⁴⁹ Przetarg rozstrzygnięty. Volvo dostarczy ekologiczne autobusy dla MPK w Inowrocławiu, www.pomorks.pl [dostęp 23.10.2018]

⁵⁰ Nowe autobusy elektryczne dla ostrowskiego MZK, www.ostrow.naszemiasto.pl [dostęp 23.10.2018]

Przetargi na kilka autobusów elektrycznych obejmowały zakup jedynie ładowarek typu Plug-in.

Oprócz wspomnianych wyżej firm, które najchętniej są wybierane podczas zakupu autobusów elektrycznych (Spółki Solaris, Volvo i Ursus), na polski rynek autobusy zeroemisyjne mają możliwość dostarczyć również inni dostawcy i producenci. Poniżej przedstawiono dane kontaktowe tych firm (tabela 6.3).

Tab. 6.3 Dane kontaktowe producentów i dostawców autobusów elektrycznych

Nazwa firmy	Adres firmy	Nr telefonu	Adres strony internetowej adres e-mail
Daimler EvoBus Polska Sp. z o.o.	al. Katowicka 46 05-830 Wolica	+48 22 3560660	www.evobus.com albert.milde@daimler.com
Ebusco	Vuurijzer 23 unit C 5753 SV Deurne The Netherlands	+31 (0) 88 1100 200	www.ebusco.eu
MAN Truck & Bus Center Wrocław	ul. Wymysłowskiego 9 Nowa Wieś Wrocławska 55-080 Kąty Wrocławskie	+48 71 712 22 00	
MAN Truck & Bus Polska Sp. z o.o.	al. Katowicka 9 05-830 Nadarzyn	+48 22 738 69 00	www.bus.man.eu
Scania Polska S.A.	al. Katowicka 316 05-830 Nadarzyn	+48 22 356 01 00	www.scania.com
SOR Libchavy spol. s r.o.	Dolní Libchavy 48 561 16 Libchavy	(00420) 465 519 411 (471)	www.sor.cz
SOR Poland Sp. z o.o.	ul. Polna 40 00-635 Warszawa		
VLD BUS & COACH BV	De Vest 7 5555 XL Valkenswaard The Netherlands		

Jak wskazano wcześniej na polski rynek elektryczne autobusy dostarczają głównie dwa podmioty – Solaris Bus & Coach S.A. i Ursus S.A. Z tego względu poniżej wyszczególniono ofertę tych dwóch firm, uzupełnioną także o ofertę Volvo Polska Sp. z o.o.

I. Ursus S.A. & AMZ-Kutno S.A.⁵¹

URSUS EKOVOLT E70110

Długość 11960 [mm], szerokość 2550 [mm], wysokość 3360 [mm], DMC 18 000 [kg]; silnik TM4 Ekowolt 170 kW; baterie litowo-jonowe 500 V o pojemności 120 kWh (możliwe rozszerzenie do 150 kWh); przystosowany do pracy z infrastrukturą trolejbusową miasta; ładowanie - Charger 30 kW, 3x400 VAC 5-godzin do 100% pojemności baterii; zasięg 120 km; układ drzwi: 2-2-2; liczba miejsc: 80+1 w tym 26+1 siedzących, jeden wózek inwalidzki.



URSUS CITY SMILE 8.5

Długość 8500 [mm], szerokość 2550 [mm], wysokość 3100 [mm]; silnik: Synchronous 9-phase motor, moc 155 kW; baterie litowo-jonowe 175 kWh; zasięg 150km; system ładowania baterii: Plug-in; ładowanie – pełne 8 godzin, po 4000 cyklach pojemność baterii spada do 80% przy ładowaniu akumulatorów od 0 do 100% pojemności; układ drzwi 1-2-0; liczba miejsc: 60+1 w tym 22 siedzących.



URSUS CITY SMILE 10M

Długość 10000 [mm], szerokość 2555 [mm], wysokość 3126 [mm], DMC 18000 [kg]; silnik: TAM 120 kW; zestaw akumulatorów ok. 230 kWh (podłączony zestaw akumulatorów); system ładowania baterii: Plug-in 36 A + szybkie ładowanie 250 A - zasilanie ze stacji ładującej; układ drzwi 1-2-2, 0-2-2, 1-2-1; liczba miejsc: 83+1 w tym 26+1 siedzących.



⁵¹ Dane ze strony: www.ursusbuses/electric-buses [dostęp 25.10.2018]

URSUS CITY SMILE 12M

Długość 12000 [mm], szerokość 2550 [mm], wysokość 3300 [mm], DMC 18000 [kg]; silnik (silniki umieszczone w piastach kół); baterie litowo-jonowe; ładowanie baterii za pomocą systemu pantografu - 5 minut ładowania wystarcza na 60 minut pracy; układ drzwi 2-2-1; liczba miejsc: 73+1 w tym 35+3 siedzących.



URSUS CITY SMILE 18M

Pierwszy na świecie w pełni elektryczny, przegubowy autobus z napędem 4×6. Długość 18000 [mm], szerokość 2550 [mm], wysokość 3300 [mm], DMC 28000 [kg]; ładowanie: przy 700 V i 625 A prądu płynącego przez BUSBAR – 3 minuty wystarczają na 60 minut pracy. Układ drzwi 2-2-1; Liczba miejsc: 110 (w zależności od konfiguracji).



II. Solaris Bus & Coach S.A.⁵²

SOLARIS URBINO 8,9 LE ELECTRIC

Długość 8950 [mm], szerokość 2400, wysokość 3400 [mm]; silnik - silnik asynchroniczny 160 kW, 120 kW; baterie trakcyjne: baterie litowo-jonowe (pojemność zależna od specyfikacji); system ładowania baterii: Plug-in + opcja pantograf; konstrukcja szkieletu: ze stali odpornej na korozję, obłachowanie ścian bocznych demontowane panele boczne

i nadkołowe; układ drzwi: 1-2, maksymalna wysokość wejścia:

I drzwi: 320 mm, II drzwi: 330 mm; rampa inwalidy przy II drzwiach, odkładana ręcznie; liczba miejsc siedzących (w zależności od układu drzwi i baterii) – standard – maks. 24.



⁵² Dane ze strony: www.solarisbus.com/pl/pojazdy [dostęp 25.10.2018]

SOLARIS URBINO 12 ELECTRIC

Długość 12000 [mm], szerokość 2550, wysokość 3300 [mm]; silnik w osi ZF AVE130 2x60 kW lub silnik asynchroniczny 160 kW; baterie trakcyjne baterie litowo – jonowe (pojemność zależna od specyfikacji); operacyjność do 24 h/dobę (zależna od pojemności baterii i zastosowanego systemu ładowania), system ładowania baterii: Plug-in + pantograf; konstrukcja szkieletu: ze stali odpornej na korozję, obłachowanie ścian bocznych-demontowalne panele boczne i nadkołowe; układ drzwi:

1-2-0, 2-2-0, 1-2-2, 2-2-2; maksymalna wysokość wejścia - wszystkie drzwi - 320 mm; rampa inwalidy przy II drzwiach, odkładana ręcznie; liczba miejsc siedzących (w zależności od układu drzwi i baterii) – maks. 37 +1.



SOLARIS URBINO 18 ELECTRIC

Długość 18000 [mm], szerokość 2550 [mm], wysokość 3300 [mm]; silnik asynchroniczny 240 kW lub silnik w osi ZF AVE130 2x110 kW; baterie litowo – jonowe (pojemność zależna od specyfikacji); system ładowania baterii: Plug-in + opcja –pantograf; konstrukcja szkieletu: ze stali odpornej na korozję; Poszycie ścian bocznych: demontowalne panele boczne i nadkołowe; układ drzwi: 1-2-2, 2-2-2, 1-2-2-2, 2-2-2-2; maksymalna wysokość wejścia: wszystkie drzwi - 320 mm;

rampa inwalidy przy II drzwiach, odkładana ręcznie; liczba miejsc siedzących (w zależności od układu drzwi i baterii) – max. 47 + 1.



III. Volvo Polska Sp. z o.o.⁵³

VOLVO 7900 ELECTRIC

Długość 12000 [mm], szerokość 2550 [mm], wysokość 3280 [mm]; silnik 160kW, baterie litowo-jonowe 4x19 kW, napięcie 600 A; koncepcja ładowania oferowana przez Volvo umożliwia korzystanie zarówno z pantografu, jak i z kabla; w pełni automatyczna sekwencja szybkiego ładowania. szybki czas ładowania: do 6 min; układ drzwi 2-2-2; liczba pasażerów 105, w tym miejsc siedzących max. 34+1.



6.2. Charakterystyka kosztów eksploatacji autobusów elektrycznych wraz z opisem potrzebnej infrastruktury ładowania

Na koszt eksploatacji elektrycznego taboru składa się głównie koszt użytkowania dziennego (energia, emisja szkodliwych substancji, hałas i inne), a także koszt wymiany baterii. W zależności od zastosowanego akumulatora w pojeździe koszt jego wymiany może być różny. Oprócz tego rodzaj akumulatora (np. litowo-fosforowy LFP, litowo-tytanowy LTO oraz inne) wpływa na jego żywotność, zasięg i wytrzymałość na warunki zewnętrzne, co również ma odbicie w cenie wymiany czy eksploatacji baterii. Sam koszt wymiany akumulatora stanowi około 25% kosztu zakupu autobusu elektrycznego, przy czym żywotność baterii to 8 – 12 lat (średnio można przyjąć 10 lat). Należy podkreślić, iż żywotność akumulatorów spada szybciej przy krótkich i niepełnych doładowaniach dużym prądem w stosunku do długich ładowań o niskim prądzie. W przypadku elektryfikacji taboru należy wziąć pod uwagę przede wszystkim cenę prądu, a także koszt hałasu, koszt emisji szkodliwych substancji do powietrza oraz koszt pojemności pasażerskiej autobusu. Szczegółowy opis powyższych kosztów oraz obliczenia tych kosztów zostaną przedstawione w Rozdziale 7 niniejszej AKK.

Na koszt użytkowania taboru autobusów zeroemisyjnych oraz częstotliwość wymiany baterii, jak wspomniano powyżej, znaczący wpływ ma wybór sposobu ładowania autobusu elektrycznego. Infrastruktura ładowania autobusów elektrycznych może zawierać trzy typy systemów ładowania:

- Plug-in
- Pantograf, w tym pantograf odwrócony
- Pętla indukcyjna.

⁵³ Dane ze strony www.volvobuses.pl/pl-pl/our-offering [dostęp 25.10.2018]

Plug-in to ładowanie za pomocą złącza lub gniazdka - tzw. „wolne ładowanie”, przy użyciu ładowarek zlokalizowanych na zajezdniach i pętlach autobusowych. Ładowarki wykorzystywane do ładowań Plug-in dysponują mocą kilkadziesiąt KW/h na pojazd. Ładowanie przy ich użyciu trwa znacznie dłużej niż w przypadku ładowań za pomocą pantografów. Jednakże ładowanie mniejszym prądem pozwala zwiększyć żywotność baterii. Ładowarki Plug-in występują także w wersji mobilnej (rysunek 6.2).



Rys. 6.2 Ładowarka typu Plug-in zlokalizowana na terenie MPK Kraków⁵⁴

Pantograf (rysunki 6.3, 6.4 i 6.5) jest rodzajem odbieraka prądu w elektrycznych pojazdach zarówno kołowych, jak i szynowych. Zwykle pantograf montowany jest na pojeździe i jest podnoszony do zasobnika prądowego. Występuje on także w wersji odwrotnej jako pantograf odwrócony, gdzie pantograf jest na stałe zamontowany na zasobniku prądowym i jest opuszczany na pojazd. Ładowarki pantografowe dysponują mocą kilkuset Wat – przykładowo konstrukcji firmy ABB 150, 300 lub 450 kW⁵⁵. Ładowarki te występują także w wersji automatycznej, tj. pantograf opuszcza się automatycznie, gdy autobus dojeżdża do punktu ładowania, poprzez komunikację bezprzewodową między pojazdem a ładowarką. System pantografowy może być montowany modułowo na zajezdni, co przedstawiono na rysunku 6.6.

⁵⁴ 20 niskopodłogowych autobusów elektrycznych dla mieszkańców Krakowa, www.mpk.krakow.pl [dostęp 25.10.2018]

⁵⁵ ABB uruchamia system szybkiego ładowania autobusów elektrycznych, www.automatyka2b.pl [dostęp 25.10.2018]



Rys. 6.3 System ładowania Volvo przy użyciu pantografu⁵⁶



Rys. 6.4 Pantograf firmy Schunk Carbon Technology⁵⁷

⁵⁶ Producenci autobusów i infrastruktury ładowania łączą siły w sprawie jednolitego standardu, www.samochodelektryczne.org [dostęp 25.10.2018]

⁵⁷ Busworld 2015: Schunk z pantografami, www.infoship.pl [dostęp 25.10.2018]



Rys. 6.5 Pantograf odwrócony firmy Schunk Carbon Technology⁵⁸



Rys. 6.6 System ładowarek pantografowych na zajezdni⁵⁹

Pętla indukcyjna to specjalna płyta kontaktowa umieszczona pod autobusem. Płyta ta obniża się automatycznie po najechaniu na pętlę indukcyjną wbudowaną w nawierzchnię.

⁵⁸ *Tamże*

⁵⁹ Electric bus adoption: Tco is the king! They'll be cost competitive from 2023, www.sustainable-bus.com [dostęp 25.10.2018]

Cały proces ładowania odbywa się bez połączenia kablowego, jak to ma miejsce w dwóch powyższych metodach. W metodzie tej maksymalny prąd ładowania wynosi około 300 A, a maksymalna moc ładowania nie przekracza 200 kW. System ładowania za pomocą pętli indukcyjnych jest znacznie droższy niż system Plug-in i pantografowy. System taki dostarcza Bombardier pod nazwą Primove. Jest on już zamontowany m.in. w mieście Brunshwik w Niemczech. Przykładowe pętle indukcyjne pokazano na rysunkach 6.7 i 6.8.



Rys. 6.7 Ładowarka indukcyjna wbudowana w jezdnię⁶⁰



Rys. 6.8 Element ładowarki indukcyjnej wbudowanej w jezdnię⁶¹

⁶⁰ Autobus elektryczny bez kabla i gniazdka, www.transport-publiczny.pl [dostęp 25.10.2018]

⁶¹ Bombardier Primove to Provide Wireless Charging and Battery Technology to Berlin, www.bombardier.com [dostęp 25.10.2018]

7. Analiza finansowo-ekonomiczna kosztów i korzyści wynikających z wykorzystania autobusów zeroemisyjnych w Gminie Wrocław

Rozdział 7 podzielono na dwie części. W pierwszej części przedstawiono podstawowe założenia do przyjętej analizy finansowo-ekonomicznej oraz omówiono przyjęte warianty inwestycyjne:

- wykorzystanie autobusów elektrycznych akumulatorowych w modelu opartym o ładowanie pojazdów wyłącznie metodą Plug-in (Wariant W1),
- wykorzystanie autobusów elektrycznych akumulatorowych w modelu opartym o ładowanie pojazdów metodą Plug-in oraz pantografem (Wariant W2),
- wykorzystanie autobusów o napędzie konwencjonalnym, spełniających najwyższą normę emisji spalin (EURO VI) (Wariant W0).

Przedstawiono również analizę kosztów inwestycyjnych, jakie należałoby ponieść przy wdrożeniu wskazanych wyżej wariantów inwestycyjnych. Pozwoliło to na dokonanie wyboru dwóch wariantów wymiany taboru, które następnie zostały poddane szczegółowej analizie finansowej.

W drugiej części rozdziału przeprowadzono analizę finansową dwóch wybranych wariantów inwestycyjnych. W pierwszym kroku skupiono się na prognozie kosztów operacyjnych, jakie byłyby ponoszone w przypadku wyboru danych wariantów inwestycyjnych. Analiza została następnie uzupełniona o wyliczenie wartości odtworzeniowej w analizowanym horyzoncie czasowym. Przeanalizowano również możliwości finansowania realizacji analizowanych inwestycji ze źródeł zewnętrznych.

7.1. Przyjęte założenia dla analizy finansowo-ekonomicznej oraz wybór wariantów inwestycyjnych

7.1.1. Charakterystyka przyjętych wstępnych założeń

Analiza wariantów inwestycyjnych wymiany taboru eksploatowanego we wrocławskiej sieci komunikacyjnej została przygotowana dla wymiany floty Spółki MPK Wrocław. Pominięto analizę wymiany floty, którą dysponuje podwykonawca spółki oraz inni przewoźnicy, wykonujący usługi transportu zbiorowego na rzecz Gminy Wrocław. Decydującym argumentem za tak przyjętym założeniem był stan floty wszystkich przedsiębiorstw realizujących usługi transportu zbiorowego na rzecz gminy Wrocław (wiek autobusów oraz spełniania norma emisji spalin).

Zgodnie z Art. 68, p. 4 i Art. 86, p. 4 Ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych⁶², Gmina Wrocław ma obowiązek zapewnienia udziału autobusów zeroemisyjnych we flocie użytkowanych pojazdów wynoszącego:

- 1) 5% – od dnia 1 stycznia 2021 r.;
- 2) 10% – od dnia 1 stycznia 2023 r.;

⁶²Dz.U. 2018 poz. 317, USTAWA z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych, dostęp: <http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20180000317/T/D20180317L.pdf>. (04.11.2018r.)

3) 20% – od dnia 1 stycznia 2025 r.;

4) 30% – od dnia 1 stycznia 2028 r.

W oparciu o powyższy zapis, przyjęto do analizy flotę pojazdów, jaką dysponowało MPK Wrocław Sp. z o.o. oraz jej podwykonawca firma Michalczewski Sp. z o.o. w dniu 26.09.2018r. – 400 autobusów. W analizie pominięto flotę pozostałych podwykonawców Gminy Wrocław (59 autobusów eksploatowanych przez firmy DLA, Warbus oraz Sevibus). Związane jest to z faktem, że obecnie linie komunikacyjne obsługiwane przez tych podwykonawców obejmują trasy realizowane na terenach różnych gmin i będą podlegały reorganizacji lub likwidacji w najbliższym czasie (m.in. terminy podpisanych umów o współpracy kończą się na początku przyszłego roku). Dlatego też ujmowanie tych linii komunikacyjnych w planie elektryfikacji na dany moment jest nieuzasadnione. W związku z tym, w oparciu o przyjęte założenia oraz wymogi ustawowe, wymagane jest, aby liczba posiadanych pojazdów zeroemisyjnych wynosiła:

- w terminie od 01.01.2021r. – **20 pojazdów** (tj. udział 5%),
- w terminie od 01.01.2023r. – **40 pojazdów** (tj. udział 10%),
- w terminie od 01.01.2025r. – **80 pojazdów** (tj. udział 20%),
- w terminie od 01.01.2028r. – **120 pojazdów** (tj. udział 30%).

Jednocześnie, zgodnie z nowymi danymi przesłanymi przez Spółkę MPK Wrocław⁶³ – 30% udział pojazdów niskoemisyjnych we flocie w 2028r. oznacza konieczność elektryfikacji jeszcze jednego pojazdu (konieczność dodatkowego zakupu 1 autobusu do 2025 roku). Ponieważ założone linie komunikacyjne zostały zelektryfikowane w 100% dla przyjętych założeń – oznaczałoby to rozpoczęcie elektryfikacji nowej linii. Taki krok oznaczałby konieczność inwestycji w infrastrukturę towarzyszącą (zakup pantografów oraz ładowarki stacjonarnej typu plug-in) tylko dla jednego pojazdu. Działanie takie jest ekonomicznie nieuzasadnione. W związku z tym w przedstawionej analizie przeznaczono do elektryfikacji ogółem 120 autobusów.

W oparciu o analizę przeprowadzoną m.in. w punkcie 5.4 proces wymiany taboru na pojazdy niskoemisyjne ograniczono do przypadku inwestycji w tabor elektryczny. Szczegółowa analiza obecnego rynku autobusów elektrycznych została przedstawiona w rozdziale 6. Na potrzeby niniejszego rozdziału należy przyjąć dodatkowe założenia odnośnie podstawowych parametrów eksploatacyjnych autobusów elektrycznych – czyli zasięgu oraz metody ładowania. Zgodnie z dostępnymi informacjami⁶⁴ maksymalny zasięg autobusów eksploatowanych w Polsce waha się w granicach 100-300 km. Jednakże ze względu na szereg ograniczeń (np. korzystanie z klimatyzacji, ukształtowanie terenu) realny zasięg eksploatacyjny jest mniejszy i zwykle przyjmowany jest na ok. 120-130 km na naładowanym akumulatorze. To ograniczenie wydatnie wpłynie z kolei na liczbę taboru niezbędnego do realizacji kursów na wybranych liniach komunikacyjnych.

⁶³ Stan floty na dzień 26.11.2018r. wynosi 404 autobusy – w tym 327 autobusów w dyspozycji Spółki MPK Wrocław oraz 80 autobusów w dyspozycji podwykonawcy usług transportowych

⁶⁴ Na podstawie raportu: *Polska na drodze do elektromobilności*, ZDG TOR, Warszawa, 2018, str. 36-38

W przypadku metody ładowania rozpatrzono dwa warianty – model oparty na wykorzystaniu jedynie ładowarek typu plug-in oraz model mieszany, w którym oprócz ładowarek typu plug-in, na wybranych pętlach będą umieszczone pantografy. Nie rozpatruje się metody ładowania indukcyjnego ze względu na ich wrażliwość na niskie temperatury oraz wysoki koszt inwestycji⁶⁵.

Ostatnim wariantem inwestycyjnym jest wymiana taboru bazująca na zakupie wyłącznie autobusów o napędzie konwencjonalnym, spełniających najwyższe normy emisji spalin. W związku z tym w kolejnych podpunktach rozpatrzono trzy warianty inwestycyjne oraz określono, które z nich najlepiej spełniają potrzeby oraz ograniczenia systemu transportu zbiorowego realizowanego w mieście Wrocław.

7.1.2. Wariant utrzymania w eksploatacji wyłącznie autobusów o napędzie konwencjonalnym uzupełnianych o autobusy inne niż zeroemisyjne

Przyjmując założenie, że operator będzie eksploatował wyłącznie autobusy o napędzie spalinowym (uzupełniane o autobusy inne niż zeroemisyjne), wariant nie wymaga rozpatrzenia dodatkowych kosztów z tytułu rozbudowy i dostosowania obecnej infrastruktury. Na potrzeby analizy przyjęto, że nowe pojazdy o napędzie spalinowym będą spełniać normę emisji spalin EURO VI. W oparciu o analizę ostatnich przetargów można założyć, że średni koszt pojedynczego autobusu 12m kształtuje się na poziomie 0,96 mln netto za pojazd (tabela 7.1). W przypadku autobusu 18m nie przyjęto do analizy średniego kosztu, ponieważ:

- na średni koszt wpływałyby ceny jednostkowe uzyskane w ramach zamówień realizowanych w Krakowie i Poznaniu (uzyskana bardzo niska cena jednostkowa ze względu np. na wielkość zamówienia) – z dużym prawdopodobieństwem nie uda się pozyskać podobnego poziomu ceny przy zamówieniu realizowanym obecnie na zakup taboru autobusowego;
- w 2017 roku we Wrocławiu wybrano ofertę przetargową na autobusy firmy MAN za cenę jednostkową netto ok. 1,565 mln zł, stąd można przyjąć, iż w kolejnym przetargu uzyskana cena netto będzie kształtowała się na podobnym poziomie.

Podsumowując, przykładowo przy założeniu wymiany 30% taboru całkowity koszt inwestycji będzie oscylował w granicach: od ok. **115 370 tys. zł netto** (przy założeniu zakupu jedynie autobusów 12 m) do ok. **187 707 tys. zł netto** (przy założeniu zakupu jedynie autobusów 18 m).

Tab. 7.1 Koszty zakupu netto pojazdów o napędzie konwencjonalnym

Lp.	Miasto	Rok	Producent	Cena netto 1 autobusu 12 m	Cena netto 1 autobusu 18 m	Szczegóły zamówienia
1	Kraków	2014	Solaris	845 200,00 zł	1 126 000,00 zł	Zamówienie na 100 autobusów
2	Poznań	2017	Solaris	934 622,00 zł	1 309 926,00 zł	Zamówienie na 37 autobusów

⁶⁵ Tamże, str. 48-50

3	Piła	2017	Solaris	829 000,00 zł	-	Cena oferowana przez producenta
4	Wrocław	2017	MAN	-	1 564 228,00 zł	Zamówienie na 50 sztuk z możliwością rozszerzenia
5	Nowy Sącz	2017	Solaris	917 000,00 zł	-	Oferta przetargowa dla zamówienia 24 szt.
6	Nowy Sącz	2017	MAN	886 000,00 zł	-	Oferta przetargowa dla zamówienia 24 szt.
7	Gdańsk	2018	Mercedes	1 173 000,00 zł	1 582 000,00 zł	Zamówienie na 46 autobusów
8	Gdynia	2018	MAN	1 145 130,00 zł	1 552 260,00 zł	Zamówienie na 55 autobusów
ŚREDNIA/PRZYJĘTA CENA NETTO:				961 421,71 zł	1 564 228,00 zł	

7.1.3. Wariant wprowadzenia do eksploatacji autobusów elektrycznych akumulatorowych w modelu opartym o ładowanie pojazdów wyłącznie metodą Plug-in

W drugim kroku rozpatrzono wariant wymiany taboru autobusowego poprzez zakup autobusów elektrycznych akumulatorowych. Taka inwestycja wymaga uwzględnienia (oprócz kosztów zakupu samych autobusów) sposobu ładowania pojazdów oraz związanych z tym kosztów infrastrukturalnych. Dlatego też w pierwszym kroku należy wybrać linie komunikacyjne, które mogą zostać przeznaczone do elektryfikacji w wyznaczonym horyzoncie czasowym.

Wybór linii komunikacyjnych przeznaczonych do elektryfikacji

Biorąc pod uwagę obecne ograniczenia techniczne oraz uwarunkowania infrastrukturalne, wynikające z ograniczonego zasięgu autobusów elektrycznych oraz konieczności posiadania niezbędnej infrastruktury zasilania, w pierwszym kroku niezbędne jest wyznaczenie linii komunikacyjnych sieci transportu zbiorowego miasta Wrocław, które mogą zostać przeznaczone do obsługi przez autobusy zeroemisyjne. W tym celu przeprowadzono szczegółową analizę obecnych rozkładów jazdy.

Szczegółowa analiza została przeprowadzona dla rozkładu jazdy obowiązującego w dni robocze szkolne (ze względu na większe zapotrzebowanie na tabor autobusowy oraz krótsze przerwy międzykursowe występujące w układzie dobowym). Jednocześnie w badaniach pominięto:

- linie komunikacyjne nocne – ze względu na oszczędności z tytułu ładowania autobusów elektrycznych w nocy (korzystanie z taryfy nocnej);
- linie komunikacyjne strefowe – ze względu na przebieg trasy, który obejmuje również tereny gmin sąsiadujących;
- linie komunikacyjne normalne oraz podmiejskie obsługiwane przez podwykonawcę Spółki MPK oraz podwykonawców Gminy Wrocław – ze względu na stan posiadanego

taboru (autobusy spełniające normy emisji spalin EURO V i EURO VI). Zasadna jest w pierwszej kolejności wymiana taboru starszego, spełniającego normy emisji spalin EURO II, EURO III oraz EURO IV, którymi dysponuje obecnie jedynie Spółka MPK.

Dane obejmujące obecne parametry eksploatacyjne oraz liczbę eksploatowanego taboru dla wybranych do analizy linii komunikacyjnych przedstawiono w tabeli 7.2.

Tab. 7.2 Analizowane linie komunikacyjne z uwzględnieniem podstawowych parametrów eksploatacyjnych oraz liczby obsługujących je autobusów z podziałem na rodzaj autobusu (stan na dzień 04.10.2018r.)

Nr linii	Dni robocze szkolne									
	TABOR		Parametry eksploatacyjne							
	Przegubowy	solo	Liczba kursów	dojazd [km]	Wkm calc. [km]	Wh calc. [h]	postój w ciągu dnia ogółem [h]	Wh efektywne [h]	Vekspl. [km/h]	V kom. [km/h]
A	11	0	142	0	2094,35	142:06:00	28:26:00	113:40:00	14,7	18,4
C	2	4	112	4,24	1039,45	71:14:00	22:25:00	48:49:00	14,6	21,3
D	12	0	163	0	2885,48	174:08:00	42:12:00	131:56:00	16,6	21,9
K	1	8	135	0	1695,17	120:25:00	30:29:00	89:56:00	14,1	18,8
N	8	0	152	0	1996,14	130:14:00	35:19:00	94:55:00	15,3	21
101	0	6	125	0	1661,47	84:35:00	22:44:00	61:51:00	19,6	26,9
102	9	0	114	0	2048,6	120:36:00	26:40:00	93:56:00	17	21,8
103	6	2	113	0	1754,25	106:48:00	30:33:00	76:15:00	16,4	23
104	0	3	68	0	737,18	52:12:00	19:02:00	33:10:00	14,1	22,2
105	0	3	87	0	953,2	58:36:00	20:32:00	38:04:00	16,3	25
106	8	0	163	0	2403,04	136:50:00	37:24:00	99:26:00	17,6	24,2
107	1	7	119	0	1886,1	117:33:00	33:00:00	84:33:00	16	22,3
108	0	2	53	0	411,45	25:14:00	8:33:00	16:41:00	16,3	24,7
109	0	4	85	0	1071,25	59:19:00	15:01:00	44:18:00	18,1	24,2
111	0	7	119	0	1280,35	86:57:00	23:40:00	63:17:00	14,7	20,2
115	6	5	170	39,55	1681,8	108:35:00	38:53:00	69:42:00	15,5	24,1
116	1	4	134	1	1108,42	80:22:00	28:18:00	52:04:00	13,8	21,3
118	0	5	86	0	1611,7	89:15:00	21:22:00	67:53:00	18,1	23,7
119	6	0	97	0	1769,85	116:49:00	30:11:00	86:38:00	15,2	20,4
121	0	4	99	22,25	976,08	63:41:00	19:30:00	44:11:00	15,3	22,1
122	1	9	155	0	2247,91	151:49:00	38:34:00	113:15:00	14,8	19,8
124	6	0	79	0	1305,65	83:54:00	17:55:00	65:59:00	15,6	19,8
126	0	9	137	0	2232,75	137:05:00	32:15:00	104:50:00	16,3	21,3
127	4	5	151	0	2197,55	153:11:00	39:45:00	113:26:00	14,3	19,4
128	12	0	156	3,55	2785,6	173:12:00	39:34:00	133:38:00	16,1	20,8
129	0	5	82	0	1700,8	94:58:00	27:44:00	67:14:00	17,9	25,3
130	0	5	89	0	1342,43	80:21:00	22:51:00	57:30:00	16,7	23,3
131	5	0	117	26	1159,59	70:52:00	19:47:00	51:05:00	16,4	22,7
132	9	0	125	0	1778,6	119:38:00	25:11:00	94:27:00	14,9	18,8
134	6	0	95	0	1530,7	95:18:00	21:07:00	74:11:00	16,1	20,6

136	12	0	162	10,65	2423,4	155:03:00	33:26:00	121:37:00	15,6	19,9
141	4	1	119	0	1157,79	69:44:00	20:49:00	48:55:00	16,6	23,7
142	0	8	117	0	1407,25	100:52:00	28:50:00	72:02:00	14	19,5
144	9	1	153	0	1771,26	139:04:00	32:24:00	106:40:00	12,7	16,6
319	0	4	43	0	724,25	43:18:00	8:26:00	34:52:00	16,7	20,8
602	0	4	27	0	534,55	23:41:00	3:33:00	20:08:00	22,6	26,6
607	0	1	15	0	261,5	9:47:00	1:53:00	7:54:00	26,7	33,1
609	0	3	37	0	544,05	26:36:00	5:44:00	20:52:00	20,5	26,1

W oparciu o dane z tabeli 7.2., dane przedstawione w załączniku 3, szczegółowe rozkłady jazdy dla dni roboczych szkolnych oraz dni wolnych szkolnych, jak również uwzględniając obecny stan infrastruktury liniowej oraz punktowej miasta Wrocław, wybrano 14 linii komunikacyjnych - 4 linie komunikacyjne pośpieszne (A, D, K, N) oraz 10 linii komunikacyjnych normalnych (122, 124, 126, 127, 131, 134, 136, 141, 142, 144. W przeprowadzonej analizie wyboru linii komunikacyjnych przeznaczonych do elektryfikacji przyjęto założenia:

- przedmiotem elektryfikacji objęto wyłącznie linie, na których wszystkie kursy będą obsługiwane przez autobusy elektryczne akumulatorowe;
- w analizie wstępnie odrzucono linie komunikacyjne nocne z uwagi na konieczność ładowania akumulatorów w porze nocnej (niższe koszty zużycia energii);
- do elektryfikacji preferowane są linie komunikacyjne obsługiwane przez dużą liczbę taboru o stosunkowo dużej liczbie wozokilometrów pokonywanych w ciągu doby oraz przebiegające przez osiedla mieszkaniowe charakteryzujące się wysoką gęstością zaludnienia – maksymalizacja korzyści społecznych;
- przy lokalizacji infrastruktury szybkiego ładowania uwzględniono ograniczenia tego typu rozwiązań (np. wymogi co do ukształtowania terenu, możliwość umieszczenia infrastruktury ładowania, dostęp do sieci zasilającej);
- w analizie kierowano się również minimalizacją nakładów niezbędnych na infrastrukturę zasilania na krańcach linii komunikacyjnych (dobór linii komunikacyjnych, które mają przynajmniej jeden wspólny kraniec linii);
- w przyjętej analizie założono, że obecne trasy linii komunikacyjnych nie będą modyfikowane, a niewykorzystane autobusy elektryczne akumulatorowe poza godzinami szczytów komunikacyjnych mogą być kierowane do obsługi innych linii (oznacza to, że w przypadku zmiany sieci komunikacji zbiorowej w mieście Wrocław, obejmującej zmiany głównych tras wybranych linii należy ponownie przeprowadzić wnioskowanie pozwalające na dobór linii komunikacyjnych przeznaczonych do elektryfikacji).

Ponadto, w tabelach 7.3 oraz 7.4 przedstawiono szczegółowe informacje odnośnie długości przerw międzykursowych w kluczowych przedziałach godzinowych. Szczegółowy wykaz parametrów przyjętych w analizie dla poszczególnych linii komunikacyjnych przedstawiono w arkuszu kalkulacyjnym, jako załącznik IV, dołączony do niniejszej AKK pt. „Linie_długości_czasy_prędkości”. Kraniec linii oznacza pętlę lub przystanek, gdzie bieg kończy najwięcej kursów danej linii. Ponieważ na krańcach w ciągu doby występują też inne długości postoju na przystankach krańcowych, wpisano je w kolumnie Inne. Z kolei interwał

jest rozumiany jako częstotliwość kursowania, zdefiniowaną jako przedział czasu pomiędzy kolejnymi kursami rozpoczynającymi się na krańcu trasy.

Tab. 7.3 Analizowane linie komunikacyjne z uwzględnieniem przerw międzykursowych w kluczowych przedziałach godzinowych w dzień roboczy szkolny (stan na dzień 04.10.2018r.)

Numer linii	Kraniec trasy 1	Kraniec trasy 2	Dni robocze szkolne									
			Liczba kursów	Długość 1 kursu [km]	Pora międzyszczytowa [9.00-12.59] [min]				Popołudniowy szczyt komunikacyjny [14.00-15.59] [min]			
					Kraniec 1	Kraniec 2	Interwał	Inne	Kraniec 1	Kraniec 2	Interwał	Inne
A	KOSZAROWA (SZPITAL)	RACŁAWICKA	142	14,09/16,05	17	16	15	18	6do12	11	15	brak
D	OSIEDLE SOBIESKIEGO	GIEŁDOWA (CENTRUM HURTU)	163	18,74/19,09	22	10	15	brak	13/14/16	16	15	brak
K	GAJ - PĘTLA	KAMIEŃSKIEGO (PĘTLA)	135	13,95/14,12	15	15	30	9	14	21/22/23/25	15	4
N	LITEWSKA	PETRUSEWICZA	152	13,18/13,4	20/29	13	15	30	4	14/17	15	brak
122	NOWY DWÓR (PĘTLA)	DWORZEC AUTOBUSOWY	155	14,5/15,5	23/24	5	15	18/27	16	17	15	18/19
124	NOWY DWÓR (PĘTLA)	KSIĘŻE WIELKIE	79	16,3/17,15	25	7	30	13	13	16	brak	16/17/23
126	RACŁAWICKA	KOZANÓW	137	17,15/18,55	20	23	30	21/26	21/22/24	10/11/12	15	brak
127	ZWYCIĘSKA	KOZANÓW	151	15,1/15,35	10/14	25	13	13/16	17/19	26,00	15	23
131	LITEWSKA	REJA PL. GRUNWALDZKI	117	9,33/10,39	9	8	15/30	brak	17	2,00	15	7do14
134	NOWY DWÓR (PĘTLA)	KSIĘŻE WIELKIE	95	15,75/16,75	25	10	30	16	18	13	30	12/16
136	TARNOGAJ	KOZANÓW	162	15,85/15,95	12	10	15	14	15/16	16	15	19
141	OSIEDLE SOBIESKIEGO	REJA PL. GRUNWALDZKI	119	9,05/9,81	3	10	30	brak	12/16	9/11	15	8/7/11
142	NOWY DWÓR (PĘTLA)	KARŁOWICE	117	13,4	23	16	30	14	26	4	15	6/10/27
144	WOJSZYCKA	KAMIEŃSKIEGO (PĘTLA)	153	12,4/12,49	12	15	15	11	18	16	15	15/22

Tab. 7.4 Analizowane linie komunikacyjne z uwzględnieniem przerw międzykursowych w kluczowych przedziałach godzinowych w dzień wolny szkolny (stan na dzień 04.10.2018r.)

Numer linii	Kraniec trasy 1	Kraniec trasy 2	Dni wolne szkolne									
			Liczba kursów	Długość 1 kursu [km]	Pora międzyszczytowa [9.00-12.59] [min]				Popołudniowy szczyt komunikacyjny [14.00-15.59] [min]			
					Kraniec 1	Kraniec 2	Interwał	Inne	Kraniec 1	Kraniec 2	Interwał	Inne
A	KOSZAROWA (SZPITAL)	RACŁAWICKA	76	14,09/16,05	35	25	30	0/5	5	25	30	brak
D	OSIEDLE SOBIESKIEGO	GIEŁDOWA (CENTRUM HURTU)	131	18,74/19,09	22/30	8	15	brak	22/30	7/8	15	brak
K	GAJ - PĘTLA	KAMIEŃSKIEGO (PĘTLA)	85	13,95/14,12	16	7	30	19	16	7	30	brak
N	LITEWSKA	PETRUSEWICZA	125	13,18/13,4	17/23	9	15	15	17/23	9	15	brak
122	NOWY DWÓR (PĘTLA)	DWORZEC AUTOBUSOWY	128	14,5/15,5	8	23	15	brak	8	23	15	brak
124	NOWY DWÓR (PĘTLA)	KSIĘŻE WIELKIE	57	16,3/17,15	16	10	30	8	16	10	30	brak
126	RACŁAWICKA	KOZANÓW	94	17,15/18,55	7	15	30	19	7	15	30	brak
127	ZWYCIĘSKA	KOZANÓW	127	15,1/15,35	12	19	15	brak	12	19	15	brak
131	LITEWSKA	REJA PL. GRUNWALDZKI	84	9,33/10,39	14	3	30	29	14	3	30	brak
134	NOWY DWÓR (PĘTLA)	KSIĘŻE WIELKIE	84	15,75/16,75	16	15	30	brak	16	15	30	brak
136	TARNOGAJ	KOZANÓW	81	15,85/15,95	9	22	30	24	9	22	30	10
141	OSIEDLE SOBIESKIEGO	REJA PL. GRUNWALDZKI	75	9,05/9,81	21	3	30	brak	21	3	30	brak
142	NOWY DWÓR (PĘTLA)	KARŁOWICE	83	13,4	10	28	30	brak	10	28	30	brak
144	WOJSZYCKA	KAMIEŃSKIEGO (PĘTLA)	123	12,4/12,49	9	11/23	15	brak	9	11/23	15	brak

Po wybraniu linii komunikacyjnych, należy określić podstawowe koszty związane z realizacją danej inwestycji.

Podstawowa analiza rynku taboru autobusów elektrycznych została przedstawiona w rozdziale 6. W niniejszym rozdziale wycena autobusów elektrycznych została oparta na danych o zrealizowanych zamówieniach na autobusy elektryczne marki Solaris – które zostały przeprowadzone w miastach Kraków (2016) oraz Poznań (2018) (tabela 7.5).

W związku z tym, średni koszt netto zakupu autobusu 12 m to ok. 2 122 tys. zł oraz koszt netto zakupu autobusu 18 m to ok. 2 890 tys. zł.

Tab. 7.5 Koszty zakupu netto pojazdów o napędzie elektrycznym dla wybranych miast Polski

Lp.	Miasto	Rok	Producent	Cena netto 1 autobusu 12 m	Cena netto 1 autobusu 18 m	Szczegóły zamówienia
1	Kraków	2016	Solaris	2 049 599,88 zł	2 649 400,34 zł	Zamówienie na 20 autobusów
2	Poznań	2018	Solaris	2 195 000,00 zł	3 130 000,00 zł	Zamówienie na 21 autobusów
Średnia				2 122 299,94 zł	2 889 700,17 zł	

Jednocześnie w danym wariancie przyjęto założenie, że autobusy elektryczne będą ładowane wyłącznie w zajezdni autobusowej na ul. Obornickiej. Bazując na informacjach oraz doświadczeniach innych miast w obszarze wprowadzania autobusów elektrycznych w komunikacji miejskiej⁶⁶, uznano, iż najlepszym rozwiązaniem na chwilę obecną będzie zakup tzw. wolnych ładowarek (40kW-90kW) typu Plug-in, które będą obsługiwały tabor elektryczny. W związku z tym, należy pamiętać, iż w danym przypadku nabywane autobusy elektryczne powinny być wyposażone w baterie typu "high energy", które charakteryzują się dużą gęstością energii i są powszechnie stosowane w autobusach, co do których nie ma możliwości dodatkowego ładowania i rozbudowy infrastruktury na trasie. Ładowanie tego typu pojazdów odbywa się zazwyczaj w zajezdniach i trwa kilka godzin.

Przyjęto założenie, że jedna ładowarka typu Plug-in będzie obsługiwała proces ładowania baterii do dwóch autobusów elektrycznych (tzw. urządzenia stacjonarne dwustanowiskowe; w danym przypadku wskazane jest, aby moc ładowarki wynosiła 80-90kW). W związku z tym, wymaga to zakupu ładowarek w ilości odpowiadającej połowie liczby nabywanych autobusów elektrycznych w kolejnych okresach inwestycyjnych. Przyjęto również, iż średni koszt wolnej ładowarki typu Plug-in to 150 tys. zł⁶⁷. W danym wariancie rozważa się jedynie zakup ładowarek typu stacjonarnego. W przyszłości istnieje możliwość rozwinięcia posiadanej infrastruktury o tzw. urządzenia mobilne Plug-in. Przykładowe parametry ładowarki typu Plug-in przedstawiono w tabeli 7.6.

⁶⁶ Np. w oparciu o wyniki raportu *Polska na drodze do elektromobilności*, ZDG TOR, Warszawa, 2018, str. 38-51.

⁶⁷ *Tamże*, str. 46.

Tab. 7.6 Parametry przykładowej ładowarki stacjonarnej Plug-in oferowanej przez firmę Medcom⁶⁸

Ładowarka stacjonarna plug-in	
Oznaczenie katalogowe	EBC
Typ ładowania	prąd stały
Moc znamionowa stacji [kW]	30-150
Maksymalny prąd ładowania [A]	60-200
Napięcie znamionowe ładowania [V]	50-800 VDC
Sprawność [%]	≥95
THDi [%]	≤5
Współczynnik mocy czynnej cos (Φ)	≥0,99
Temperatura pracy [°C]	-30°C do +45°C
Typ złącza	CCS type 2, CHAdeMO
Stopień ochrony obudowy (kod IP)	IP 54

Należy również pamiętać, iż sam zakup urządzeń stacjonarnych typu Plug-in nie zamyka listy niezbędnych kosztów inwestycyjnych. Zgodnie z opisem przedstawionym w rozdziale 5.4 niniejszej AKK, zajezdnia przy ul. Obornickiej została wyremontowana w 2015 roku, gdzie wykonano pierwsze kroki w celu elektryfikacji komunikacji miejskiej miasta Wrocław. Jednakże należy pamiętać o dwóch podstawowych ograniczeniach: moc przyłączeniowa zajezdni (50kW) oraz jedynie 89 miejsc postojowych. Oznacza to, iż w przypadku wyboru ładowarek o większej mocy niezbędne będą dodatkowe inwestycje związane z dostosowaniem układu zasilania. Zwiększenie liczby stanowisk postojowych pod ładowarki stacjonarne również będzie wymagało m.in. inwestycji związanych z wykupem sąsiednich gruntów. W niniejszej AKK te grupy kosztów zostaną pominięte w przeprowadzonej podstawowej analizie kosztowej.

7.1.4. Wariant wprowadzenia do eksploatacji autobusów elektrycznych akumulatorowych w modelu opartym o ładowanie pojazdów metodą Plug-in oraz pantografem

W danym wariancie inwestycyjnym uwzględniono mieszany sposób zasilania akumulatorów autobusów elektrycznych – uwzględniając zarówno wykorzystanie stacjonarnych ładowarek typu Plug-in (montowanych na zajezdni autobusowej), ale również wykorzystanie tzw. pantografów do szybkiego ładowania autobusów na wybranych pętlach autobusowych (przystankach krańcowych), pozwalających na obsługę linii komunikacyjnych wyznaczonych do elektryfikacji w punkcie 7.1.3.

W opisywanym przypadku wymieniana flota powinna obejmować autobusy wyposażone w baterie typu "high power", które charakteryzuje duża gęstość mocy

⁶⁸ Katalog: *Energetyka i przemysł 2018*, Medcom Eletrify, <http://medcom.com.pl/do-pobrania> [dostęp: 19.11.2018]

i możliwość szybkiego, dodatkowego, kilku- kilkunastominutowego ładowania na trasie, np. pętli autobusu. Zastosowanie rozwiązania tego typu wiąże się z koniecznością wybudowania dodatkowej infrastruktury ładowania na trasie pojazdu – w danym wariancie inwestycyjnym są to pantografy. W oparciu o dane raportu⁶⁹ zakup pantografu wraz z wymaganą infrastrukturą wyceniono na średnim poziomie 550 000 zł brutto za sztukę. Przykładowy opis parametrów ładowarki ze złączem pantografowym przedstawiono w tabeli 7.7.

Tab. 7.7 Parametry przykładowej ładowarki ze złączem pantografowym oferowanej przez firmę Medcom⁷⁰

Szybka stacja ładowania ze złączem pantografowym	
Oznaczenie katalogowe	EBC
Typ ładowania	Prąd stały
Moc znamionowa stacji [kW]	150-950 kW
Maksymalny prąd ładowania [A]	1200
Napięcie znamionowe ładowania [V]	200-800 VDC
Sprawność [%]	≥95
THDi [%]	≤5
Współczynnik mocy czynnej cos (Φ)	≥0,99
Temperatura pracy [°C]	-30°C do +45°C
Typ złącza	złącze pantografowe, jako opcja złącze awaryjne plug in
Stopień ochrony obudowy (kod IP)	IP 54

Szczegółowa charakterystyka kosztów inwestycyjnych, jakie należy ponieść w przypadku realizacji każdego z przedstawionych powyżej wariantów inwestycyjnych została szczegółowo omówiona w pierwszej części analizy finansowej, opisanej w punkcie 7.2.

7.2. Wstępna analiza finansowa wybranych wariantów inwestycyjnych

7.2.1. Przyjęte założenia w przeprowadzonej analizie finansowej

Analiza finansowa została przygotowana dla 3 wariantów inwestycyjnych:

- W0 – wymiany autobusów na pojazdy o napędzie konwencjonalnym z normą emisji spalin EURO VI;

⁶⁹ Tamże, str. 46.

⁷⁰ Katalog: *Energetyka i przemysł 2018*, Medcom Eletrify, <http://medcom.com.pl/do-pobrania> [dostęp: 19.11.2018]

- W1 – wymiana autobusów na pojazdy o napędzie elektrycznym i infrastrukturze opartej o ładowarki Plug-in;
- W2 – wymiana autobusów na pojazdy o napędzie elektrycznym i infrastrukturze opartej o system mieszany (ładowarki stacjonarne typu Plug-in i pantografy).

Szczegółowe obliczenia dla analizowanych wariantów przedstawiono w arkuszu kalkulacyjnym, jako załącznik V niniejszego opracowania pt. „Warianty_inwestycyjne_analiza_finansowa”. Natomiast szczegółowe założenia przedstawiono poniżej:

Założenia dotyczące wymiany pojazdów

W wariantcie W0 założono wymianę floty autobusów w stosunku 1:1. Liczba wymienianych pojazdów 12m i 18m odpowiada dzisiaj użytkowanej ilości tych pojazdów na wybranych trasach. Podobne założenie przyjęto w przypadku wariantu W2. Dzięki instalacji pantografów na pętlach autobusowych obsługujących wskazane linie, pojazdy będą mogły uzupełniać baterie w trakcie przerw w realizacji kursów. W przypadku wariantu W1, z uwagi na długi czas uzupełniania baterii poprzez system Plug-in, doładowanie w trakcie przerw w realizacji kursów jest niemożliwe. Z tego też względu przyjęto założenie, iż autobusy po przejechaniu przyjętego limitu kilometrów, zjeżdżają do zajezdni celem uzupełnienia baterii, natomiast w ich miejsce podstawiany jest nowy pojazd. Limit przejechanych kilometrów na jeden pojazd o napędzie elektrycznym określono w przedziale (125-135 km). Oznacza to znaczne zwiększenie w wariantcie W1 liczby pojazdów skierowanych do obsługi wyznaczonych linii, w stosunku do obecnej obsady. Cenę zakupu dla autobusów 12m i 18m przyjęto zgodnie z informacjami podanymi w tabeli 7.5.

Analiza ilościowa dotycząca wymiany pojazdów w kolejnych okresach inwestycyjnych, zgodnie z art. 68, ust. 4 i art. 86, p. 4 ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych, pozwoliła przyjąć założenia dotyczące kolejności linii poddawanych modernizacji oraz zakresu wymienianej floty obsługującej te linie. Założenia te dla kolejnych okresów zostały przedstawione w tabeli 7.8.

Tab. 7.8 Etapy inwestycyjne w podziale na poszczególne linie autobusowe

Linia	Rok 2021	Rok 2023	Rok 2025	Rok 2028
A	PEŁNA	PEŁNA	PEŁNA	PEŁNA
K	BRAK	BRAK	PEŁNA	PEŁNA
N	BRAK	BRAK	BRAK	PEŁNA
D	BRAK	BRAK	PEŁNA	PEŁNA
122	BRAK	BRAK	BRAK	PEŁNA
124	BRAK	BRAK	BRAK	PEŁNA
126	PEŁNA	PEŁNA	PEŁNA	PEŁNA
127	BRAK	PEŁNA	PEŁNA	PEŁNA
131	BRAK	BRAK	BRAK	PEŁNA
134	BRAK	BRAK	CZĘŚCIOWA	PEŁNA
136	BRAK	PEŁNA	PEŁNA	PEŁNA

141	BRAK	BRAK	PEŁNA	PEŁNA
142	BRAK	BRAK	BRAK	PEŁNA
144	BRAK	BRAK	PEŁNA	PEŁNA

Przy planowaniu linii komunikacyjnych przeznaczonych do elektryfikacji we Wrocławiu niezbędnym było uwzględnienie ograniczeń infrastrukturalnych na trasach linii, głównie pod względem wysokości wiaduktów. Autobusy elektryczne zwykle mają większą wysokość niż autobusy napędzane silnikami konwencjonalnymi. Dokonano w tym celu przeglądu wymiarów gabarytowych najbardziej popularnych dostępnych na rynku autobusów elektrycznych, pod względem ich wysokości:

- Solaris Urbino 12 electric – wysokość 3,3 m⁷¹;
- Solaris Urbino 18 electric – wysokość 3,3 m;
- Ursus City Smile elektryczny – wysokość 3,5 m⁷²;
- Ursus E70110 elektryczny – 3,36 m;
- Volvo 7900 electric – wysokość 3,28 m⁷³.

Następnie przeanalizowano trasy wytypowanych do elektryfikacji linii wraz z ich trasami dojazdowymi z zajezdni oraz do zajezdni pod względem wysokości wiaduktów występujących na tych trasach. Większość wiaduktów ma wysokość ponad 3,5 m. Zidentyfikowano jednak również wiadukty niższe. Nad ulicą Boya-Żeleńskiego (trasa linii A oraz trasa dojazdowa linii N, D, 131 i 141) oraz nad ulicą Trzebnicką (trasa linii 144 oraz trasa dojazdowa linii 122) dopuszczone są do ruchu pojazdy do **wysokości 3,1 m**, z kolei wiadukt nad ulicą Długą (trasa linii 122 i 127) pozwala na przejazd pojazdów o **wysokości 3,3 m**. Zauważono również, że w pewnych miejscach na wiaduktach nie ma oznaczenia wysokości, np. nad ulicą Krzycką, Zielińskiego, Robotniczą, Inżynierską, Świdnicką, Hallera, Grabiszyńską, czy Raclawicką. Dodatkowo, na przykład nad ulicą Wyścigową wiadukt, ze względu na swoją konstrukcję, ma różną wysokość w zależności od zajmowanego pasa ruchu: na prawym pasie 3,3 m, a na lewym pasie 3,8 m.

W punkcie 3.2.17. załącznika nr 1 do rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 200 r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach (poz. 2181, Dz. U. nr 220 z dnia 23 grudnia 2003 r., z późn. zm.), znajduje się opis znaku B-16 „Zakaz wjazdu pojazdów o wysokości ponad ... m”. W opisie tym zawarta jest informacja, na znaku podaje się liczbę o 0,5 m mniejszą od wysokości obiektu nad jezdnią. Oznacza to, że wiadukty nad ulicami Boya-Żeleńskiego i Trzebnicką de facto mają wysokość 3,6 m, a nad ulicą Długą 3,8 m, co umożliwia przejazd większości spośród wyżej wymienionych autobusów elektrycznych. Aby mieć pewność, że wiadukty oznaczone są zgodnie z powyższym rozporządzeniem, wykonano pomiary tych trzech wiaduktów, które potwierdziły fizyczną możliwość przejazdu pod nimi autobusów elektrycznych. Autorzy zwracają jednak uwagę, aby uwzględnić aspekt wysokości pojazdu w dokumentacji

⁷¹ Katalog firmy Solaris dla autobusów z napędem alternatywnym, <https://www.solarisbus.com/pl> [dostęp: 13.12.2018]

⁷² Katalog firmy Ursus dla autobusów z napędem alternatywnym, <https://www.ursus.com> [dostęp: 13.12.2018]

⁷³ Katalog firmy Volvo dla autobusów elektrycznych, <https://www.volvobuses.pl> [dostęp: 13.12.2018]

przetargowej. Wiadukty, które nie są oznakowane znakiem B-16 mają wysokość powyżej 4,5 m, co również wynika z opisu znaku w rozporządzeniu.

Tak przyjęte założenia pozwalają do roku 2028 w pełnym wymiarze zmodernizować wszystkie linie autobusowe wytypowane do elektryfikacji.

Założenia dotyczące utworzenia infrastruktury do obsługi pojazdów o napędzie elektrycznym

W wariancie W0, ze względu na wykorzystanie pojazdów o napędzie konwencjonalnym, nie przewiduje się dodatkowych kosztów związanych z utworzeniem wymaganej infrastruktury. Natomiast warianty W1 i W2 wymagają inwestycji w ładowarki zasilające baterie wykorzystywane przez pojazdy. Przy opracowaniu wariantów inwestycyjnych przyjęto założenia:

- w wariancie W1 pojazdy ładowane są wyłącznie w zajezdni autobusowej na ul. Obornickiej. Zakłada się, że jedna ładowarka Plug-in obsługuje ładowanie baterii do dwóch autobusów. Wymaga to zakupu ładowarek Plug-in w ilości odpowiadającej połowie liczbie nabywanych autobusów w kolejnych okresach. W celu optymalizacji kosztów zakupu ładowarek wybrano ładowarki o mocy 90 kW, których koszt przyjęto na poziomie 150.000 zł za sztukę⁷⁴;
- dla wariantu W2 przyjęto rozwiązanie o charakterze mieszanym, łączącym ładowarki typu Plug-in oraz pantografy. Autobusy za pomocą urządzeń Plug-in ładowane są w zajezdni autobusowej na ul. Obornickiej w nocy (niższa taryfa opłat za prąd). Założenia odnośnie ładowarek stacjonarnych przyjęto analogicznie jak dla wariantu W1.

W ciągu dnia, w trakcie przerw w realizacji kursów, pojazdy są doładowywane przy pomocy pantografów. Urządzenia te zlokalizowane będą na wybranych pętlach autobusowych, na których pojazdy realizują przerwy. Liczbę pantografów określono według schematu:

- Jeżeli

$$\text{czas trwania przerwy} < \text{czas trwania interwału}$$

wówczas 1 pantograf na pojazd realizujący przerwę w ramach kursu

- Jeżeli

$$\text{czas trwania przerwy} \geq \text{czas trwania interwału}$$

wówczas 2 pantografy na pojazdy realizujące przerwę w ramach kursu.

Ze względu na dobór linii skierowanych do elektryfikacji oraz dostępność przestrzeni niezbędnej do ustawienia wymaganej infrastruktury, zaproponowano 6 lokalizacji

⁷⁴ Polska na drodze do elektromobilności, ZDG TOR, Warszawa, 2018, str. 38-51

dla poszczególnych urządzeń. W tabeli 7.9 przedstawiono lokalizację i liczbę proponowanych pantografów.

Tab. 7.9 Lokalizacja i liczba proponowanych pantografów.

Oznaczenie kolorystyczne	Dedykowana pętla	Liczba urządzeń
	Nowy dwór	5
	Litewska	3
	Kamieńskiego	3
	Raławicka	3
	Sobieskiego	3
	Kozanów	4

7.2.2. Analiza finansowa dla wymiany autobusów na pojazdy o normie emisji spalin EURO VI – wariant W0.

W wariantcie W0 zakres inwestycji dotyczy wyłącznie floty autobusowej. Dzięki wymianie autobusów na pojazdy o napędzie konwencjonalnym, ale o wyższej normie emisji spalin (EURO VI), nie ma konieczności ponoszenia dodatkowych nakładów finansowych dotyczących infrastruktury wspomagającej (tj. związanych z zakupem ładowarek stacjonarnych). Zgodnie z poczynionym założeniem, flota pojazdów w tym wariantcie będzie wymieniana w stosunku 1:1. Zakres tej wymiany dotyczy zarówno liczby pojazdów, jak również ich wymiarów (autobusy 18m będą wymieniane na analogiczne pojazdy o długości 18m, podobnie pojazdy 12m). Uwzględniając linie wskazane do modernizacji oraz przyjęte wielkości wymienianej floty pojazdów, rozkład ilości wymienianych autobusów na poszczególnych liniach przedstawiono w tabeli 7.10.

Tab. 7.10 Rozkład wymiany autobusów w wariantcie W0

Linia	ZAKUPY	Rok 2021	Rok 2023	Rok 2025	Rok 2028
A	Autobus '18	11			
K	Autobus '18			1	
K	Autobus '12			8	
N	Autobus '18				8
D	Autobus '18			12	
122	Autobus '18				1
122	Autobus '12				9
124	Autobus '18				6
126	Autobus '12	9			
127	Autobus '18		4		
127	Autobus '12		5		
131	Autobus '18				5
134	Autobus '18			3	3
136	Autobus '18		12		
141	Autobus '18			4	

Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych...

141	Autobus '12			1	
142	Autobus '12				8
144	Autobus '18			9	
144	Autobus '12			1	
SUMA:		20	21	39	40

Na podstawie tak określonych ilości wymienianych pojazdów oszacowano koszty wymiany floty w kolejnych etapach modernizacji. Dla autobusów 18m przyjęto cenę jednostkową netto w wysokości 1 564 228,00 PLN, natomiast dla autobusów 12m przyjęto cenę jednostkową netto na poziomie 961 421,71 PLN. W tabeli 7.11 przedstawiono koszty przypadające na każdy z czterech analizowanych okresów.

Tab. 7.11 Koszty przypadające na kolejne okresy inwestycyjne w wariantcie W0

Linia	ZAKUPY	Rok 2021	Rok 2023	Rok 2025	Rok 2028
A	Autobus '18	17 206 508,00 zł	- zł	- zł	- zł
K	Autobus '18	- zł	- zł	1 564 228,00 zł	- zł
K	Autobus '12	- zł	- zł	7 691 373,68 zł	- zł
N	Autobus '18	- zł	- zł	- zł	12 513 824,00 zł
D	Autobus '18	- zł	- zł	18 770 736,00 zł	- zł
122	Autobus '18	- zł	- zł	- zł	1 564 228,00 zł
122	Autobus '12	- zł	- zł	- zł	8 652 795,39 zł
124	Autobus '18	- zł	- zł	- zł	9 385 368,00 zł
126	Autobus '12	8 652 795,39 zł	- zł	- zł	- zł
127	Autobus '18	- zł	6 256 912,00 zł	- zł	- zł
127	Autobus '12	- zł	4 807 108,55 zł	- zł	- zł
131	Autobus '18	- zł	- zł	- zł	7 821 140,00 zł
134	Autobus '18	- zł	- zł	4 692 684,00 zł	4 692 684,00 zł
136	Autobus '18	- zł	18 770 736,00 zł	- zł	- zł
141	Autobus '18	- zł	- zł	6 256 912,00 zł	- zł
141	Autobus '12	- zł	- zł	961 421,71 zł	- zł
142	Autobus '12	- zł	- zł	- zł	7 691 373,68 zł
144	Autobus '18	- zł	- zł	14 078 052,00 zł	- zł
144	Autobus '12	- zł	- zł	961 421,71 zł	- zł
SUMA		25 859 303,39 zł	29 834 756,55 zł	54 976 829,10 zł	52 321 413,07 zł

Podsumowanie wielkości inwestycji w wariantcie ilościowym i wartościowym przedstawiono w tabeli 7.12.

Tab. 7.12 Podsumowanie ilościowo-wartościowe planowanych inwestycji w wariantcie W0

	Rok 2021	Rok 2023	Rok 2025	Rok 2028
Autobus '18	11 szt	16 szt	29 szt	23 szt
Autobus '12	9 szt	5 szt	10 szt	17 szt
SUMA	20 szt	21 szt	39 szt	40 szt
Autobus '18	17 206 508,00 zł	25 027 648,00 zł	45 362 612,00 zł	35 977 244,00 zł
Autobus '12	8 652 795,39 zł	4 807 108,55 zł	9 614 217,10 zł	16 344 169,07 zł
SUMA	25 859 303,39 zł	29 834 756,55 zł	54 976 829,10 zł	52 321 413,07 zł

Łączna wartość całej inwestycji w wariantcie W0 wynosi **162 992 302,11 PLN netto**.

7.2.3. Analiza finansowa dla wymiany autobusów na pojazdy o napędzie elektrycznym i infrastrukturze opartej o ładowarki Plug-in – wariant W1.

W wariantcie W1 zakres prac inwestycyjnych dotyczy wymiany autobusów na pojazdy o napędzie elektrycznym oraz zakupu infrastruktury towarzyszącej, w postaci ładowarek stacjonarnych. Wariant W1 zakłada korzystanie przez operatora wyłącznie z ładowarek stacjonarnych typu Plug-in, które ze względu na długi czas uzupełniania, wymagają obsługi tylko w zajezdni na ul. Obornickiej. Ze względu na fakt, iż autobus na jednej pełnej baterii jest w stanie przejechać średnio około 120-140 km, pojazdy muszą częściej zjeżdżać do zajezdni niż ma to miejsce w przypadku eksploatacji pojazdów o napędzie konwencjonalnym. To powoduje zwiększone zapotrzebowanie na nowe autobusy względem obecnej wielkości eksploatowanej floty. Liczba ładowarek została oszacowana na podstawie ilości nabywanych pojazdów w kolejnych etapach inwestycyjnych i uwzględnia relację 1:2 (1 ładowarka na 2 nabywane pojazdy). Uwzględniając założenia opisane w punkcie 7.2.1., ilość nabywanych pojazdów oraz ładowarek typu Plug-in w kolejnych okresach inwestycyjnych przedstawiono w tabeli 7.13.

Tab. 7.13 Rozkład wymiany autobusów i towarzyszący mu zakup ładowarek typu Plug-in dla wariantu W1

Linia	ZAKUPY	Rok 2021	Rok 2023	Rok 2025	Rok 2028
A	Autobus '18	16			
K	Autobus '18			3	
K	Autobus '12			10	
N	Autobus '18				15
D	Autobus '18			22	
122	Autobus '18				5
122	Autobus '12				12
124	Autobus '18				10
126	Autobus '12	17			
127	Autobus '18		8		
127	Autobus '12		9		
131	Autobus '18				9
134	Autobus '18			6	6

Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych...

136	Autobus '18		18		
141	Autobus '18			6	
141	Autobus '12			3	
142	Autobus '12				11
144	Autobus '18			11	
144	Autobus '12			3	
Obornicka	Plug-in	17	17	32	34
	SUMA	33	35	64	68

Na podstawie tak określonych ilości wymienianych pojazdów oszacowano koszty wymiany floty w kolejnych etapach modernizacji. Dla autobusów 18m przyjęto cenę jednostkową netto w wysokości 2 889 700,17 PLN, natomiast dla autobusów 12m przyjęto cenę jednostkową netto na poziomie 2 122 299,94 PLN. Jednocześnie określono koszt zakupu niezbędnej ilości ładowarek typu Plug-in, które służyć będą odnawianiu baterii zasilających autobusy. Koszt jednostkowy nabycia ładowarki Plug-in określono na poziomie 150 000 PLN netto. W tabeli 7.14 przedstawiono koszty obejmujące zakup nowych pojazdów oraz ładowarek przypadające na każdy z czterech analizowanych okresów.

Tab. 7.14 Koszty przypadające na kolejne okresy inwestycyjne w wariancie W1

Linia	ZAKUPY	Rok 2021	Rok 2023	Rok 2025	Rok 2028
A	Autobus '18	46 235 202,72 zł	- zł	- zł	- zł
K	Autobus '18	- zł	- zł	8 669 100,51 zł	- zł
K	Autobus '12	- zł	- zł	21 222 999,40 zł	- zł
N	Autobus '18	- zł	- zł	- zł	43 345 502,55 zł
D	Autobus '18	- zł	- zł	63 573 403,74 zł	- zł
122	Autobus '18	- zł	- zł	- zł	14 448 500,85 zł
122	Autobus '12	- zł	- zł	- zł	25 467 599,28 zł
124	Autobus '18	- zł	- zł	- zł	28 897 001,70 zł
126	Autobus '12	36 079 098,98 zł	- zł	- zł	- zł
127	Autobus '18	- zł	23 117 601,36 zł	- zł	- zł
127	Autobus '12	- zł	19 100 699,46 zł	- zł	- zł
131	Autobus '18	- zł	- zł	- zł	26 007 301,53 zł
134	Autobus '18	- zł	- zł	17 338 201,02 zł	17 338 201,02 zł
136	Autobus '18	- zł	52 014 603,06 zł	- zł	- zł
141	Autobus '18	- zł	- zł	17 338 201,02 zł	- zł
141	Autobus '12	- zł	- zł	6 366 899,82 zł	- zł
142	Autobus '12	- zł	- zł	- zł	23 345 299,34 zł
144	Autobus '18	- zł	- zł	31 786 701,87 zł	- zł
144	Autobus '12	- zł	- zł	6 366 899,82 zł	- zł
Obornicka	Plug-in	2 550 000,00 zł	2 550 000,00 zł	4 800 000,00 zł	5 100 000,00 zł
	SUMA	84 864 301,70 zł	96 782 903,88 zł	177 462 407,20 zł	183 949 406,27 zł

Podsumowanie wielkości inwestycji w wariancie ilościowym i wartościowym przedstawiono w tabeli 7.15.

Tab. 7.15 Podsumowanie ilościowo-wartościowe planowanych inwestycji w wariantcie W1

	Rok 2021	Rok 2023	Rok 2025	Rok 2028
Autobus '18	16 szt	26 szt	48 szt	45 szt
Autobus '12	17szt	9 szt	16 szt	23 szt
SUMA	33 szt	35 szt	64 szt	68 szt
Plug -in	17 szt	17 szt	32 szt	34 szt
Autobus '18	46 235 202,72 zł	25 027 648,00 zł	45 362 612,00 zł	35 977 244,00 zł
Autobus '12	36 079 098,98 zł	4 807 108,55 zł	9 614 217,10 zł	16 344 169,07 zł
Wartość pojazdów	82 314 301,70 zł	94 232 903,88 zł	172 662 407,20 zł	178 849 406,27 zł
Plug-in	2 550 000,00 zł	2 550 000,00 zł	4 800 000,00 zł	5 100 000,00 zł
Łączne koszty	84 864 301,70 zł	96 782 903,88 zł	177 462 407,20 zł	183 949 406,27 zł

Przygotowana analiza ilościowa wykazała, że w wariantcie W1 konieczne jest nabycie łącznie 200 pojazdów. Oznacza to rozbudowanie dotychczasowej floty operatora o dodatkowe 80 autobusów. Powoduje to istotny wzrost kosztów związanych z modernizacją floty. Dodatkowo dochodzą koszty zakupu ładowarek typu Plug-in. W wariantcie W1 konieczne jest nabycie 100 ładowarek, które zasilać będą tak określoną wielkość nowej floty pojazdów.

Łączna wartość całej inwestycji w wariantcie W1 wynosi **543 059 019,05 PLN netto**, w tym zakup łączny pojazdów wyniesie **528 059 019,05 PLN netto**, natomiast koszt ładowarek oszacowano na poziomie **15 000 000,00 PLN netto**.

7.2.4. Analiza finansowa dla wymiany autobusów na pojazdy o napędzie elektrycznym i infrastrukturze opartej o system mieszany (ładowarki Plug-in i pantografy) – wariant W2.

W wariantcie W2 zakres prac inwestycyjnych dotyczy wymiany autobusów na pojazdy o napędzie elektrycznym oraz zakupu infrastruktury towarzyszącej, w postaci ładowarek Plug-in oraz pantografów. Wariant W2 zakłada korzystanie przez operatora z ładowarek Plug-in, jako źródła uzupełniania baterii w trakcie obsługi nocnej autobusów w zajezdni autobusowej przy ul. Obornickiej. Natomiast w trakcie dziennej eksploatacji pojazdy będą ładowane na wskazanych pętlach autobusowych w przerwach między realizowanymi kursami, przy wykorzystaniu pantografów. Dzięki tak przyjętemu systemowi uzupełniania baterii, wymiana floty pojazdów będzie mogła przebiegać w relacji 1:1. Nie ma bowiem potrzeby, aby autobusy elektryczne szybciej wracały do zajezdni, celem uzupełnienia baterii. Liczba ładowarek Plug-in została oszacowana (podobnie jak w wariantcie W1) na podstawie ilości nabywanych pojazdów w kolejnych etapach inwestycyjnych i uwzględnia relację 1:2 (1 ładowarka na 2 nabywane pojazdy). Liczba wymaganych pantografów na każdej pętli autobusowej, w kolejnych etapach inwestycji, została oszacowana zgodnie z założeniami przedstawionymi w punkcie 7.2.1. Uwzględniając te założenia, ilość nabywanych pojazdów, pantografów oraz ładowarek typu Plug-in w kolejnych okresach inwestycyjnych przedstawiono w tabeli 7.16.

Tab. 7.16 Rozkład wymiany autobusów i towarzyszący mu zakup ładowarek typu Plug-in oraz pantografów dla wariantu W2

Linia	ZAKUPY	Rok 2021	Rok 2023	Rok 2025	Rok 2028
A	Autobus '18	11			
K	Autobus '18			1	
K	Autobus '12			8	
N	Autobus '18				8
D	Autobus '18			12	
122	Autobus '18				1
122	Autobus '12				9
124	Autobus '18				6
126	Autobus '12	9			
127	Autobus '18		4		
127	Autobus '12		5		
131	Autobus '18				5
134	Autobus '18			3	3
136	Autobus '18		12		
141	Autobus '18			4	
141	Autobus '12			1	
142	Autobus '12				8
144	Autobus '18			9	
144	Autobus '12			1	
SUMA POJAZDÓW		20	21	39	40
Nowy dwór	Pantograf			1	4
Litewska	Pantograf				3
Kamińskiego	Pantograf			3	
Raławicka	Pantograf	3			
Sobieskiego	Pantograf			3	
Kozanów	Pantograf		4		
SUMA PANTOGRAFÓW		3	4	7	7
Obornicka	Plug-in	10	11	19	20

Na podstawie tak określonych ilości wymienianych pojazdów oszacowano koszty wymiany floty w kolejnych etapach modernizacji. Cena zakupu autobusów została określona analogicznie jak w wariantcie W1. Dla autobusów 18m przyjęto cenę jednostkową netto w wysokości 2 889 700,17 PLN, natomiast dla autobusów 12m przyjęto cenę jednostkową netto na poziomie 2 122 299,94 PLN. Jednocześnie określono koszt zakupu niezbędnej ilości ładowarek typu Plug-in oraz pantografów, które służyć będą odnawianiu baterii zasilających autobusy. Koszt jednostkowy nabycia ładowarki Plug-in określono na poziomie 150 000 PLN netto, natomiast koszt jednostkowy pantografu przyjęto na poziomie 550 000,00 PLN. W tabeli 7.17 przedstawiono koszty obejmujące zakup nowych pojazdów oraz ładowarek przypadające na każdy z czterech analizowanych okresów.

Tab. 7.17 Koszty przypadające na kolejne okresy inwestycyjne w wariancie W2

Linia	ZAKUPY	Rok 2021	Rok 2023	Rok 2025	Rok 2028
A	Autobus '18	31 786 701,87 zł	- zł	- zł	- zł
K	Autobus '18	- zł	- zł	2 889 700,17 zł	- zł
K	Autobus '12	- zł	- zł	16 978 399,52 zł	- zł
N	Autobus '18	- zł	- zł	- zł	23 117 601,36 zł
D	Autobus '18	- zł	- zł	34 676 402,04 zł	- zł
122	Autobus '18	- zł	- zł	- zł	2 889 700,17 zł
122	Autobus '12	- zł	- zł	- zł	19 100 699,46 zł
124	Autobus '18	- zł	- zł	- zł	17 338 201,02 zł
126	Autobus '12	19 100 699,46 zł	- zł	- zł	- zł
127	Autobus '18	- zł	11 558 800,68 zł	- zł	- zł
127	Autobus '12	- zł	10 611 499,70 zł	- zł	- zł
131	Autobus '18	- zł	- zł	- zł	14 448 500,85 zł
134	Autobus '18	- zł	- zł	8 669 100,51 zł	8 669 100,51 zł
136	Autobus '18	- zł	34 676 402,04 zł	- zł	- zł
141	Autobus '18	- zł	- zł	11 558 800,68 zł	- zł
141	Autobus '12	- zł	- zł	2 122 299,94 zł	- zł
142	Autobus '12	- zł	- zł	- zł	16 978 399,52 zł
144	Autobus '18	- zł	- zł	26 007 301,53 zł	- zł
144	Autobus '12	- zł	- zł	2 122 299,94 zł	- zł
Nowy dwór	Pantograf	- zł	- zł	550 000,00 zł	2 200 000,00 zł
Litewska	Pantograf	- zł	- zł	- zł	1 650 000,00 zł
Kamieńskiego	Pantograf	- zł	- zł	1 650 000,00 zł	- zł
Raławicka	Pantograf	1 650 000,00 zł	- zł	- zł	- zł
Sobieskiego	Pantograf	- zł	- zł	1 650 000,00 zł	- zł
Kozanów	Pantograf	- zł	2 200 000,00 zł	- zł	- zł
Obornicka	Plug-in	1 500 000,00 zł	1 650 000,00 zł	2 850 000,00 zł	3 000 000,00 zł
	SUMA	54 037 401,33 zł	60 696 702,42 zł	111 724 304,33 zł	109 392 202,89 zł

Podsumowanie wielkości inwestycji w wariancie ilościowym i wartościowym przedstawiono w tabeli 7.18.

Tab. 7.18 Podsumowanie ilościowo-wartościowe planowanych inwestycji w wariancie W2

	Rok 2021	Rok 2023	Rok 2025	Rok 2028
Autobus '18	11 szt	16 szt	29 szt	23 szt
Autobus '12	9 sz	5 szt	10 szt	17 szt
Suma pojazdów	20 szt	21 szt	39 szt	40 szt
Plug -in	10 szt	11 szt	19 szt	20 szt
Pantografy	3 szt	4 szt	7 szt	7 szt
Autobus '18	31 786 701,87 zł	46 235 202,72 zł	83 801 304,93 zł	66 463 103,91 zł
Autobus '12	19 100 699,46 zł	10 611 499,70 zł	21 222 999,40 zł	36 079 098,98 zł
Koszt pojazdów	50 887 401,33 zł	56 846 702,42 zł	105 024 304,33 zł	102 542 202,89 zł
Koszt Plug-in	1 500 000,00 zł	1 650 000,00 zł	2 850 000,00 zł	3 000 000,00 zł
Koszt pantografów	1 650 000,00 zł	2 200 000,00 zł	3 850 000,00 zł	3 850 000,00 zł

Łączne koszty	54 037 401,33 zł	60 696 702,42 zł	111 724 304,33 zł	109 392 202,89 zł
----------------------	-------------------------	-------------------------	--------------------------	--------------------------

Przeprowadzona analiza ilościowo-finansowa wskazała, że w wariancie W2 liczba nabywanych autobusów jest taka sama jak w wariancie W0. Koszty nabycia pojazdów wynikają w związku z tym z różnic cen rynkowych pojazdów o napędzie konwencjonalnym i elektrycznym. Koszt nabywanych pojazdów jest jednak znacznie niższy niż w wariancie W1. Pojawia się tu również zapotrzebowanie na dodatkowy system zasilający baterie w postaci pantografów. Z drugiej strony, obniżeniu, w porównaniu z wariantem W1 ulegają wymagane nakłady związane z nabyciem ładowarek typu Plug-in, gdyż mniejsza jest liczba obsługiwanych pojazdów w zajezdni.

Podsumowując, łączna wartość całej inwestycji w wariancie W2 wynosi **335 850 610,97 PLN netto**, w tym zakup łączny pojazdów wyniesie **315 300 610,97 PLN netto**, natomiast koszt ładowarek oszacowano łącznie na poziomie **20 550 000,00 PLN netto**, w tym **9 000 000,00 PLN netto** (ładowarki Plug in) oraz **11 550 000 PLN netto** (pantografy).

7.2.5. Wybór wariantu wymiany taboru

W niniejszym podrozdziale dokonano analizy opracowanych wariantów inwestycyjnych oraz dokonano wyboru wariantów wymiany taboru, które zostały następnie poddane szczegółowej analizie finansowej. W tabeli 7.19 przedstawiono sumaryczne zestawienie ilości i wartości poszczególnych wariantów inwestycyjnych.

Tab. 7.19 Zestawienie wariantów inwestycyjnych w ujęciu ilościowym i wartościowym.

	W0	W1	W2
Liczba autobusów	120 szt	200 szt	120 szt
Liczba Plug in	0	100 szt	60 szt
Liczba pantografów	0	0	21 szt
Wartość autobusów	162 992 302,11 zł	528 059 019,05 zł	315 300 610,97 zł
Wartość ładowarek typu Plug in	-	15 000 000,00 zł	9 000 000,00 zł
Wartość nabywanych pantografów	-	-	11 550 000,00 zł
Łączna wartość inwestycji	162 992 302,11 zł	543 059 019,05 zł	335 850 610,97 zł

W związku z tym dwa warianty inwestycyjne:

- wymiana taboru na autobusy z napędem konwencjonalnym
- wymiana taboru na autobusy elektryczne akumulatorowe z ładowarkami typu Plug-in oraz pantografami

będą poddane szczegółowej analizie w następnych podrozdziałach. Od tej pory w dokumencie AKK analizowane warianty będą zdefiniowane odpowiednio, jako:

- **W0** – wariant bazowy, oparty o odtwarzanie autobusów z napędem konwencjonalnym, spełniającym normy emisji spalin Euro VI;

- **W2 – wariant inwestycyjny, obejmujący wprowadzenie do floty użytkowanych pojazdów autobusów o napędzie elektrycznym, doładowywanych energią z ładowarek pantografowych (na krańcach trasy) oraz ładowarek typu Plug-in (na zajezdni).**

Dla wybranych wariantów w kolejnej części analizy finansowej opracowano analizę prognozowanych kosztów operacyjnych w badanym okresie inwestycyjnym oraz planowaną wartość odtworzeniową.

7.3. Analiza ekonomiczno-finansowa dla wybranych wariantów inwestycyjnych

W celu przeprowadzenia analizy ekonomiczno-finansowej wybranych wariantów inwestycyjnych, niezbędne jest przyjęcie podstawowych założeń:

- jako *planowany okres referencyjny* przyjęto okres 15 lat, zgodnie z opracowaniem⁷⁵. W związku z tym analiza finansowa obejmuje okres operacyjny 2019-2043 (okres wdrożenia projektu oraz okres referencyjny);
- analiza została przeprowadzona dla floty przewoźnika zgodnie z wymaganiami ustawowymi odnośnie planowanych terminów oraz minimów w zakresie realizacji inwestycji (minimalna liczba niezbędnej do wymiany floty);
- przy opracowaniu planu wymiany taboru, wybór autobusów przeznaczonych do wymiany zgodnie z wymaganiami ustawowymi przeprowadzono bazując na wyznaczonym okresie ekonomicznej użyteczności pojazdów oraz spełnianych norm emisji spalin. Oznacza to, że w pierwszej kolejności wymianie podlegają najstarsze autobusy o najniższej normie emisji spalin. Plan wymiany taboru przewoźnika przedstawiono w arkuszu kalkulacyjnym, dołączonym do niniejszego opracowania, jako załącznik VI pt. „Analiza_finansowa”;
- przy obliczaniu parametrów kosztowych przyjęto, iż rok zakupu autobusów jest rokiem jego produkcji;
- analizę przeprowadzono przy założeniu, że nie będzie przeprowadzana w kolejnych okresach weryfikacja ekonomicznej użyteczności obecnie eksploatowanych autobusów;
- ostatnie założenie dotyczy przyjętej wielkości pracy eksploatacyjnej oraz liczby pojazdów pozostających do dyspozycji w okresie referencyjnym. Ze względu na brak planów inwestycyjnych przewoźnika w zakresie zwiększania liczby taboru w najbliższych latach, w przeprowadzonej analizie przyjęto, iż stan taboru nie będzie zmieniany w badanym okresie czasu. Dodatkowo założono, że praca eksploatacyjna będzie realizowana na dotychczasowym poziomie.

7.3.1. Planowana wielkość i wartość nakładów odtworzeniowych

Analizując oba warianty inwestycyjne niezbędne jest przyjęcie założenia o ponoszeniu nakładów o charakterze odtworzeniowym w przyjętym okresie referencyjnym. Nakłady

⁷⁵ Szymańska A., *Fundusze Unijne i Europejskie 2007-2013*. Wyd. Złote Myśli Sp. z o.o., Gliwice, 2008.

te mają na celu utrzymanie poziomu świadczonych usług z wykorzystaniem sprawnego taboru autobusowego.

W celu przeprowadzenia obliczeń przyjęto, że nakłady będą poniesione zgodnie z planem operatora (dla obecnego taboru) lub: **1)** po 25 latach od użytkowania danego pojazdu o napędzie konwencjonalnym⁷⁶ (wyprodukowanego po 2018 roku), **2)** po 15 latach od użytkowania autobusów elektrycznych⁷⁷. Dodatkowo, w przypadku autobusów o napędzie elektrycznym należy uwzględnić nakłady odtworzeniowe związane z wymianą akumulatorów. W oparciu o raport⁷⁸ przyjęto, iż wymiana akumulatorów powinna być planowana po 8 latach od zakupu autobusu (w połowie cyklu życia autobusu), a obecna wartość akumulatora stanowi 30% wartości autobusu elektrycznego. Jednocześnie, analogicznie do założeń wspomnianego raportu przyjęto, że w 2030 roku koszt baterii będzie stanowił 10% wartości autobusu elektrycznego. W opracowanej analizie planowanej wielkości i wartości nakładów odtworzeniowych uwzględniono również koszty inwestycyjne, wynikające z przyjętych harmonogramów w punkcie 7.2.

W tabeli 7.20 przedstawione zostały przyjęte przez operatora okresy ekonomicznej użyteczności w ewidencji bilansowej dla autobusów liniowych własnych i ulepszeniach w obcych środkach trwałych wg typów pojazdów. Podsumowanie przyjętych założeń do analizy przedstawiono w tabeli 7.21, a w tabeli 7.22 przedstawiono harmonogram i wysokość nakładów odtworzeniowych dla obu wariantów inwestycyjnych. Przeprowadzone szczegółowe obliczenia zostały przedstawione w załączniku VI dołączonym do niniejszej AKK pt. „Analiza_finansowa”.

Tab. 7.20 Przyjęte okresy ekonomiczne użyteczności w ewidencji bilansowej dla autobusów liniowych własnych i ulepszeniach w obcych środkach trwałych wg typów pojazdu na dzień 31.10.2018r.

Ilość ŚT	Grupa	Typ pojazdu	Okres ekonomicznej użyteczności
27	Autobusy Volvo 7000A przegub	7000A	5 lat
8	Autobusy Volvo 7000A przegub dla których wydłużono okres ekon. użyt. do 10 lat	7000A	10 lat (po weryfikacji)
15	Autobusy Volvo 7000A przegub dla których wydłużono okres ekon. użyt. do 13 lat	7000A	13 lat (po weryfikacji)
25	Autobusy Volvo 7700A przegub dla których wydłużono okres ekon. użyt. do 13 lat	7700A	13 lat (po weryfikacji)
2	Autobusy Volvo 7000 solo	VOLVO 7000	10 lat
23	Autobusy Volvo 7700 solo dla których wydłużono okres ekon. użyt. do 12 lat	VOLVO 7700	12 lat

⁷⁶ Okres niezgodny z wytycznymi Niebieskiej Księgi, opracowany na podstawie obecnej polityki eksploatacyjnej przewoźnika

⁷⁷ Okres wyliczony jako połowa długości okresu między cyklem życia autobusu o napędzie konwencjonalnym a cyklem życia trolejbusu (na poziomie 20 lat), wskazanych w Niebieskiej Księdze.

⁷⁸ *Polska na drodze do elektromobilności*, ZDG TOR, Warszawa, 2018, str. 37-42.

1	Autobus Volvo 7700 solo, przyjęty 2010, rok prod. 2008	VOLVO 7700	10 lat
42	Autobusy Mercedes przegub poddane weryfikacji okresu ekon. użyt. z 10 na 13 lat	O 530 G CITARO	13 lat (po weryfikacji)
58	Autobusy Mercedes solo poddane weryfikacji okresu ekon. użyt. z 10 na 13 lat	O 530 CITARO	13 lat (po weryfikacji)
2	Używane autobusy Mercedes zakupione w 2013	O 530 K CITARO, O 530 G CITARO	10 lat
20	Ulepszenia w wydzierżawionych autobusach Mercedes solo	628 02	14 lat
40	Ulepszenia w wydzierżawionych autobusach Mercedes przegub	G 628 03	14 lat

Tab. 7.21 Podstawowe założenia dla obliczeń wartości odtworzeniowej środków trwałych w wariantach W0 i W2

Rodzaj środka trwałego	Planowany okres eksploatacji [w latach]	Stopień odtworzenia po zakończeniu eksploatacji [%]
Autobusy o napędzie konwencjonalnym	25 lat (dla autobusów wyprodukowanych po 2018 roku)	100
Autobusy o napędzie elektrycznym	15 lat	100
Baterie akumulatorowe w autobusach elektrycznych	8 lat	100
Pantografy	40 lat	100
Ładowarki stacjonarne typu plug in	30 lat	100

Tab. 7.22 Harmonogram i wysokość nakładów odtworzeniowych w wariantach W0 i W2 dla przyjętego okresu inwestycji

Wartość odtworzeniowa ogółem/Rok	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Wariant W0	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	25 859 303,39 zł	0,00 zł	29 834 756,55 zł	0,00 zł
Wariant W2	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	50 887 401,33 zł	0,00 zł	56 846 702,42 zł	0,00 zł
Różnica W0-W2	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	-25 028 097,94 zł	0,00 zł	-27 011 945,87 zł	0,00 zł

Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych...

Wartość odtworzeniowa ogółem/Rok		2025	2026	2027	2028	2029	2030
Wariant W0		54 976 829,10 zł	0,00 zł	0,00 zł	52 321 413,07 zł	0,00 zł	0,00 zł
Wariant W2		105 024 304,33 zł	0,00 zł	0,00 zł	102 542 202,89 zł	0,00 zł	5 088 740,13 zł
Różnica	W0-W2	-50 047 475,23 zł	0,00 zł	0,00 zł	-50 220 789,82 zł	0,00 zł	-5 088 740,13 zł

Wartość odtworzeniowa ogółem/Rok		2031	2032	2033	2034	2035
Wariant W0		100 781 797,53 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Wariant W2		100 781 797,53 zł	5 684 670,24 zł	0,00 zł	10 502 430,43 zł	0,00 zł
Różnica	W0-W2	0,00 zł	-5 684 670,24 zł	0,00 zł	-10 502 430,43 zł	0,00 zł

Wartość odtworzeniowa ogółem		2036	2037	2038	2039	2040
Wariant W0		2 525 649,71 zł	0,00 zł	0,00 zł	62 034 712,95 zł	0,00 zł
Wariant W2		2 525 649,71 zł	61 141 621,62 zł	0,00 zł	118 881 415,37 zł	0,00 zł
Różnica	W0-W2	0,00 zł	-61 141 621,62 zł	0,00 zł	-56 846 702,42 zł	0,00 zł

Wartość odtworzeniowa ogółem		2041	2042	2043
Wariant W0		0,00 zł	23 936 459,97 zł	57 861 094,23 zł
Wariant W2		105 024 304,33 zł	23 936 459,97 zł	57 861 094,23 zł
Różnica	W0-W2	-105 024 304,33 zł	0,00 zł	0,00 zł

7.3.2. Prognozowane koszty operacyjne

W celu obliczenia prognozowanych kosztów operacyjnych, jakie będą ponoszone w kolejnych latach okresu operacyjnego przez przewoźnika, uwzględniono podstawowe koszty związane z eksploatacją taboru oraz infrastrukturą do obsługi autobusów elektrycznych akumulatorowych w wariantcie W2. Przeprowadzona analiza uwzględnia podział na warianty oraz poszczególne pozycje kosztowe.

Podstawowe założenia przyjęte przy opracowaniu analizy kosztów operacyjnych (tabor autobusowy):

- **wielkość pracy eksploatacyjnej** dla obu wariantów jest jednakowa – przyjęto utrzymanie obecnej oferty przewozowej w zakresie tras i rozkładów jazdy (np. przyjęto aktualne długości tras, liczbę kursów, liczbę linii komunikacyjnych);

- podstawą przy wyznaczeniu **liczby użytkowanych pojazdów w danym roku kalendarzowym** jest opracowany plan wymiany taboru;
- **średnie zużycie paliwa** dla autobusów zostało policzone w oparciu o raport paliwowy, przedstawiony przez przewoźnika (dane z dnia 01.06.2018⁷⁹);
- **średnie zużycie opon** dla pojazdów obu typów zostało przeliczone na 10 000 przejechanych kilometrów. Obliczenia obejmują okres styczeń-październik 2018 roku i zostały przekazane przez spółkę MPK (dane na dzień 21.11.2018r.). W opracowaniu przyjęto wartość średniego zużycia opon nowych;
- **liczba kierowców** – w oparciu o bieżącą strukturę zatrudnienia oraz planowany czas pracy kierowców przyjęto, iż średnio przypada 3 kierowców w przeliczeniu na jeden autobus (Dane: Spółka MPK Wrocław, stan na dzień 21.11.2018r.);
- **średnie zużycie energii elektrycznej** przez autobusy zostało przyjęte na poziomie 250 kWh/100km. Dane uśrednione zostały przyjęte na podstawie doświadczeń innych operatorów (średnia dla autobusów 12m i 18m, przy uwzględnieniu lekkich/ciężkich warunków pracy) oraz w oparciu o konsultacje z przewoźnikiem.

Podstawowe założenia odnośnie ponoszonych kosztów eksploatacyjnych zostały przedstawione w tabeli 7.23.

Tab. 7.23 Podstawowe założenia w zakresie ponoszonych jednostkowych kosztów eksploatacyjnych w okresie operacyjnym

Koszty	j.m.	Wariant W0	Wariant W2
Koszty bezpośrednio związane z realizacją zadań przewozowych:			
Koszt zużycia części wymiennych oraz materiałów eksploatacyjnych (np. oleje, smary)	zł/km	0,40	0,34
Koszt zużycia ogumienia	zł/10 000km	2000*	2000
Koszt 1l oleju napędowego netto	zł/l	3,932	nie dotyczy
Koszt energii elektrycznej	zł/kWh	nie dotyczy	0,224
Średnia pensja kierowców	zł/kierowcę/mc	6 136,64	6 136,64
Koszty bezpośrednio związane z realizacją zadań obsługowych:			
Koszty realizowanych napraw bieżących, przeglądów okresowych (w tym koszty robocizny)	zł/pojazd/rok	30 000	30 000 (pojazd konwencjonalny) 25 500 (pojazd elektryczny)
Pozostałe koszty operacyjne:			
Amortyzacja (liniowa)	% [rok]	20	20
Ubezpieczenia pojazdów	zł/pojazd/rok	4 623	4 623
Podatki i opłaty	zł/pojazd/rok	2 449,37	2 449,37

* kwota za 1 oponę

⁷⁹ „Raport paliwowy – czerwiec 2018 – P08 + norma EURO” MPK Wrocław Sp. z o.o., czerwiec 2018 roku

Koszty bezpośrednio związane z realizacją zadań przewozowych:

Koszt zużycia części wymiennych oraz materiałów eksploatacyjnych opracowano na podstawie danych pozyskanych od przewoźnika. Obliczenia oparto na informacjach odnośnie poniesionych kosztów na materiały (dane za rok 2017) w przeliczeniu na 1 km. Dla autobusów elektrycznych przyjęto koszty na poziomie 85% kosztów dla pojazdów o napędzie konwencjonalnym. Zgodnie m.in. z opracowaniem⁸⁰ autobus elektryczny ma prostszą budowę, jednak nadal wiele elementów i podzespołów ulega zużyciu w trakcie eksploatacji.

Koszt ogumienia przyjęto na poziomie 2000 zł/oponę, w oparciu o dane pozyskane z serwisu InfoBus.Forum.

Kolejnym istotnym kosztem eksploatacyjnym jest koszt paliwa. Wyznaczony koszt netto 1l ON został oszacowany na podstawie ceny hurtowej netto Orlen S.A. według stanu na dzień 29.11.2018r.⁸¹

W przypadku autobusów elektrycznych głównym kosztem operacyjnym są koszty zużycia energii elektrycznej. Autobus elektryczny wykorzystuje bardzo duże ilości energii elektrycznej. Cena prądu ma więc w tym przypadku największe znaczenie. Aby ocenić koszty eksploatacji E-busów istotna jest również analiza prognozy cen prądu w kraju. Według dostępnych danych dnia 19 lipca 2018 roku ceny energii elektrycznej zamawianej w Polsce na rok 2019 osiągnęły wysokość 224 zł/MWh⁸², co stanowi rekord w historii notowań Towarowej Giełdy Energii. Za dostawy prądu w 2020 i 2021 roku trzeba będzie zapłacić jeszcze więcej – odpowiednio 230 i 235 zł za 1 MWh. Na rysunku 7.1 przedstawiono ceny prądu na przestrzeni ostatnich lat (od roku 2016 do 2018).



Rys. 7.1 Ceny prądu w Polsce w latach 2016 - 2018⁸³

⁸⁰ *Koncepcja wprowadzenia do eksploatacji autobusów elektrycznych w lubelskiej komunikacji miejskiej*, opracowanie w ramach projektu „Wsparcie POPT dla ZIT w Lubelskim Obszarze Funkcjonalnym” finansowanego z Programu Operacyjnego Pomoc Techniczna 2007-2013r na wsparcie podmiotów realizujących Zintegrowane Inwestycje Terytorialne, Poznań, 2014.

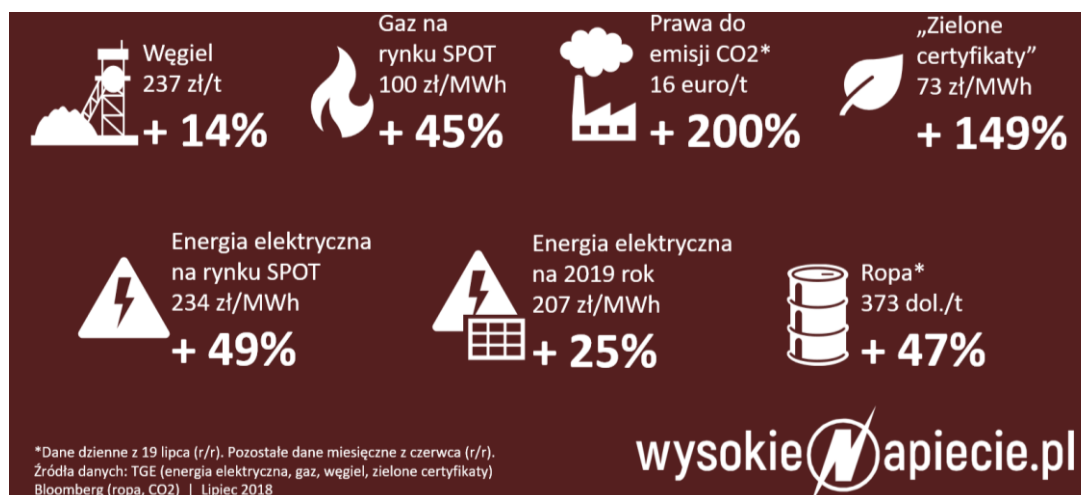
⁸¹ Dane pozyskane ze strony: <https://www.ornlen.pl/PL/DlaBiznesu/HurtoweCenyPaliw/Strony/default.aspx> [dostęp: 29.11.2018]

⁸² Przyjęty koszt do dalszych analiz ekonomicznych

⁸³ Ceny prądu w Polsce najwyższe w historii, www.pb.pl [dostęp 24.10.2018]

Nie odnajduje się przesłanek o możliwych znacznych spadkach cen prądu w najbliższych latach, przeciwnie – diagnozuje się, iż ceny prądu w Polsce będą rosnąć. Ponadto szacuje się, że zasilenie 1 miliona pojazdów elektrycznych wprowadzonych do transportu krajowego do 2025 roku wymaga, by sieć elektryczna w kraju utrzymała podaż dodatkowych 1,427 GWh/rok⁸⁴.

Polska posiada droższy prąd niż na przykład Niemcy lub Czechy, gdzie za dostawy energii na 2019 rok należy płacić ponad 190 zł za MWh. Ceny prądu we Francji to 210 zł za MWh. Należy podkreślić, iż cena wszystkich energetycznych surowców (ropa, prąd i gaz) stale rośnie, co pokazano na rysunku 7.2.



Rys. 7.2 Wzrost cen paliw i energii na dzień 19 lipca 2018 roku w porównaniu do 19 lipca 2017 roku⁸⁵

Ostatnim kosztem bezpośrednio związanym z realizacją zadań przewozowych jest wynagrodzenie kierowców. Koszt ten został ustalony na podstawie danych przewoźnika z dnia 21.11.2018r.

Koszty bezpośrednio związane z realizacją zadań obsługowych:

W tym obszarze należy uwzględnić koszty bezpośrednio związane z realizacją napraw bieżących oraz obsługą planową autobusów. Koszt ten oszacowano na średnim poziomie 30 000 zł na pojazd. Koszt ten został wyliczony na podstawie danych pozyskanych od przewoźnika za rok 2017 (dane dla autobusów marki Solaris, dla potrzeb niniejszej analizy uśrednione dla całej floty). W przypadku autobusów elektrycznych, podobnie jak przy wyznaczeniu kosztów zużycia eksploatacyjnego materiałów i części, przyjęto 85% poziom wartości kosztów dla autobusu o napędzie konwencjonalnym.

⁸⁴ Poland Electromobility Market, 2016–2025, Active Growth Driven by the Government’s Electromobility Plan to Reach 1 Million Electric Vehicles on the Road by 2025, MD19-18, June 2017, Global Automotive & Transportation Research Team at Frost & Sullivan

⁸⁵ Astronomiczne ceny prądu, www.wysokienapiecie.pl [dostęp 24.10.2018]

Pozostałe koszty operacyjne:

W ramach pozostałych kosztów operacyjnych należy uwzględnić koszty amortyzacji. Przyjęto stawkę 20%. Koszt ubezpieczenia pojazdów przyjęto jako wartość średnią przypadającą na jeden pojazd, w oparciu o dane przewoźnika (stan na dzień 21.11.2018r.).

Ostatnią składową kosztów są podatki i opłaty. Należy tu uwzględnić podatek od środków transportowych, który w 2018 r. ma stawkę maksymalną na poziomie⁸⁶:

- autobus, w zależności od liczby miejsc do siedzenia poza miejscem kierowcy:
 - mniejszej niż 22 miejsca – 1937,37 zł,
 - równej lub większej niż 22 miejsca – 2449,37 zł.

Na potrzeby niniejszego opracowania przyjęto stawkę dla pojazdów o liczbie miejsc większej niż 22 miejsca.

Ponadto przy szacowaniu kosztów operacyjnych należy uwzględnić koszty ponoszone na bieżącą eksploatację infrastruktury zasilania (ładowarki typu Plug-in oraz pantografy). W analizie przyjęto następujące założenia:

- stawka amortyzacji liniowej: 10%,
- koszty ponoszone na bieżącą obsługę infrastruktury:
 - koszty utrzymania ładowarek typu Plug-in: 10 000 zł/ładowarka/rok,
 - koszty utrzymania ładowarek pantografowych: 15 000 zł/ładowarka/rok.

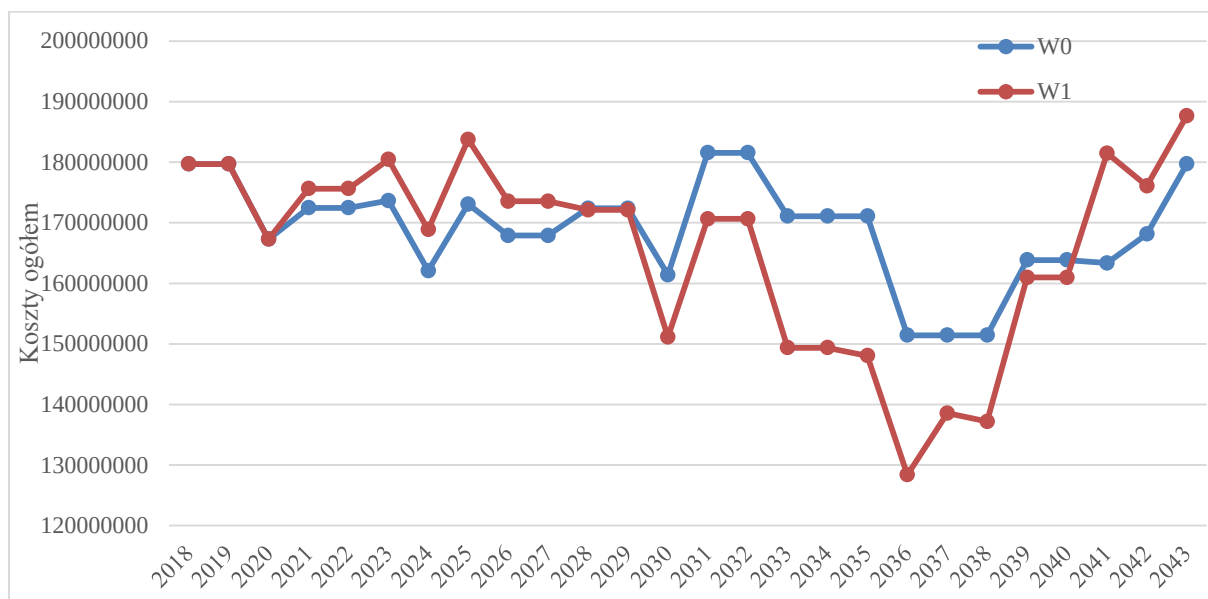
Podsumowując uzyskane planowane koszty operacyjne w całym horyzoncie planowania dla obu wariantów kształtują się na podobnym poziomie (tabela 7.24). Jednakże w obliczeniach nie uwzględniono kosztów, jakie należałoby ponieść na wymianę baterii w autobusach (zaliczone do wartości odtworzeniowej). Koszt ten można zaliczyć do obszaru kosztów planowanych obsług technicznych. W takim przypadku wariant W2 byłby droższy od obecnej wyceny o ponad 31,5 mln zł.

Zmienność planowanych kosztów dla obu wariantów w badanym horyzoncie czasu przedstawiono na rysunku 7.3.

Tab. 7.24 Planowane koszty operacyjne w badanym horyzoncie czasu dla obu wariantów inwestycyjnych

Wariant	Koszty operacyjne ogółem
W0	4 391 842 615,56
W2	4 312 752 213,76

⁸⁶ Według obwieszczenia Ministra Rozwoju i Finansów z 28 lipca 2017 r. w sprawie górnych granic stawek kwotowych podatków i opłat lokalnych w 2018 r., opublikowanego w Monitorze Polskim z 9 sierpnia 2017 r., poz. 800 (wydanego na podstawie art. 20 ust. 2 ustawy o podatkach i opłatach lokalnych)



Rys. 7.3 Koszty operacyjne ogółem dla badanych wariantów w założonym okresie eksploatacji

7.3.3. Planowana wartość rezydualna

W ostatnim roku opracowywanej analizy została wyznaczona planowana wartość rezydualna inwestycji (przy założeniu niedochodowego charakteru inwestycji). W oparciu o przyjęty plan wymiany taboru oraz plan niezbędnych inwestycji w infrastrukturę zasilającą (Wariant W2), wyliczono wartość rezydualną. Wartość została obliczona według metody odpisów amortyzacyjnych dla posiadanych środków trwałych. Uzyskane wyniki dla obu wariantów zostały przedstawione w tabeli 7.24. Szczegółowe obliczenia przedstawiono w załączniku VI dołączonym do niniejszej AKK pt. „Analiza_finansowa”.

Tab. 7.25 Planowana wartość rezydualna dla wariantów W0 i W2

Podsumowanie	Wartość netto środków trwałych [zł]	Wartość rezydualna [zł]
Wariant W0	410 132 016,50	232 566 402,28
Wariant W2	582 990 325,36	360 371 593,51

7.4. Finansowanie inwestycji ze źródeł zewnętrznych

Istotnym elementem przeprowadzanej analizy finansowej jest ocena potencjalnych możliwości pozyskania finansowania inwestycji ze środków zewnętrznych, takich jak programy krajowe czy unijne.

Obecnie jednostki samorządu terytorialnego w zakresie rozwoju elektromobilności mogą pozyskać dofinansowanie w ramach⁸⁷:

• **środków krajowych:**

- Fundusz Niskoemisyjnego Transportu zarządzany przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej – NFOŚiGW;
- System Zielonych Inwestycji (Green Investment Scheme, GIS);

⁸⁷ Ograniczono się do programów, w których beneficjentem może zostać Gmina Wrocław

- Program Gepard II;
- **środków unijnych, poprzez:**
 - realizowane programy regionalne (Regionalny Program Operacyjny Województwa Dolnośląskiego);
 - realizowane programy krajowe (Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko);
 - program Bezemisyjny Transport Publiczny.

W lipcu została przygotowana i uchwalona nowelizacja ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych oraz niektórych innych ustaw, która tworzy **Fundusz Niskoemisyjnego Transportu** (FNT). Zadaniem funduszu jest finansowanie projektów związanych z rozwojem elektromobilności oraz transportem opartym na paliwach alternatywnych⁸⁸. Od 2019 roku będzie można pozyskiwać dotacje z NFOŚiGW m.in. na budowę infrastruktury służącej paliwom alternatywnym i na zakup pojazdów nisko lub zeroemisyjnych. Wsparcie będą mogli uzyskać m.in. producenci środków transportu, samorządy inwestujące w czysty transport publiczny, wytwórcy biokomponentów, jak i podmioty chcące zakupić nowe pojazdy. Zarządzanie Funduszem powierzono NFOŚiGW. Dysponentem Funduszu jest Minister Energii. Natomiast trzecim uczestnikiem wspierającym działanie Funduszu jest Bank Gospodarstwa Krajowego, który zapewnia obsługę bankową FNT⁸⁹.

Drugim programem krajowym, który umożliwia pozyskanie środków na rzecz rozwoju elektromobilności jest program **GIS GEPARD – Bezemisyjny transport publiczny**⁹⁰ zarządzany przez NFOŚiGW. Celem programu jest uniknięcie emisji zanieczyszczeń powietrza poprzez dofinansowanie przedsięwzięć polegających na obniżeniu zużycia energii i paliw w transporcie publicznym. II nabór wniosków o dofinansowanie w formie dotacji trwał od 10.09.2018r. do 31.10.2018r. Obecnie trwa nabór na wnioski na dofinansowanie w formie pożyczki w terminie od 10.09.2018r. do 17.12.2018r. Obecny nabór jest dedykowany dla jednostek samorządu terytorialnego do 100 tys. mieszkańców. Nie ma informacji o planowanym naborze dla gmin pow. 100 tys. mieszkańców, co nie wyklucza tego typu inicjatyw w przyszłości.

W październiku 2018r. Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej ogłosił nabór wniosków o dofinansowanie w ramach programu priorytetowego **GEPARD II – transport niskoemisyjny. Część 2) Strategia rozwoju elektromobilności**. Program ma na celu wsparcie działań jednostek samorządu terytorialnego niezbędnych do realizacji polityki elektromobilności. Wnioski o dofinansowanie w formie dotacji należy składać w terminie od 15.10.2018 r. do 07.12.2018 r.⁹¹. Dofinansowanie jest udzielane w formie dotacji w wysokości:

- dla miast małych i średnich (zgodnie z definicją Głównego Urzędu Statystycznego) do 100% kosztów kwalifikowanych, nie więcej niż 50 tys. zł;

⁸⁸ Ustawa z dnia 6 czerwca 2018 r. o zmianie ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. 2018 poz. 1356)

⁸⁹ Ministerstwo Energii, <https://www.gov.pl/web/energia/fundusz-niskoemisyjnego-transportu> [dostęp: 12.11.2018]

⁹⁰ Programy priorytetowe GIS, <http://www.nfosigw.gov.pl/oferta-finansowania/system-zielonych-inwestycji---gis/programy-priorytetowe/> [dostęp: 12.11.2018]

⁹¹ Informacje o naborze, <http://nfosigw.gov.pl/oferta-finansowania/srodki-krajowe/programy-priorytetowe/gepard-ii--transport-niskoemisyjny-czesc-2/informacje-o-naborze-/> [dostęp: 12.11.2018]

- dla miast dużych (zgodnie z definicją Głównego Urzędu Statystycznego) do 100% kosztów kwalifikowanych, nie więcej niż 100 tys. zł;
- w przypadku pozostałych jednostek samorządu terytorialnego lub ich związków przy ustalaniu wysokości dofinansowania będzie brana pod uwagę liczba mieszkańców – do 100% kosztów kwalifikowanych, nie więcej niż 50 tys. zł dla liczby ludności odpowiadającej liczebności miast małych i średnich oraz do 100% kosztów kwalifikowanych, nie więcej niż 100 tys. zł dla liczby ludności odpowiadającej liczebności miast dużych.

Jednocześnie, zgodnie z harmonogramem naboru wniosków NFOŚiGW⁹², w ramach programu priorytetowego NFOŚiGW nr. 3.4, część 1 – planowany jest nabór w ramach programu **GEPARD II – transport niskoemisyjny. Część 1) Wspieranie innowacyjnych rozwiązań w zakresie transportu bezemisyjnego**. Nabór będzie mieć charakter ciągły a dofinansowanie będzie udzielane w formie dotacji lub pożyczki.

Drugim istotnym źródłem finansowania są fundusze unijne. W tym obszarze jednym z najważniejszych programów umożliwiających pozyskanie dofinansowania jest **Regionalny Program Operacyjny Województwa Dolnośląskiego**⁹³. Obecnie w obszarze elektromobilności jedyny nabór wniosków o dofinansowanie w trybie konkursowym dotyczy konkursu RPDS.03.04.02-IZ.00-02-318/18 do Działania 3.4 Wdrażanie strategii niskoemisyjnych, Poddziałanie 3.4.2 Wdrażanie strategii niskoemisyjnych – ZIT WrOF⁹⁴ (nabór do 25.02.2019r.). Obecnie nie ma żadnego naboru, który ukierunkowany byłby bezpośrednio na sam rozwój transportu drogowego/zbiorowego, co jednocześnie nie wyklucza pojawienia się takich możliwości w przyszłości.

Kolejnym źródłem finansowania może być **Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko**⁹⁵, wdrażany przez Centrum Unijnych Projektów Transportowych. Obecnie możliwe będzie ubieganie się o dofinansowanie w ramach planowanego konkursu dla Osi priorytetowej VI – *Rozwój niskoemisyjnego transportu zbiorowego w miastach oraz Działania 6.1 Rozwój publicznego transportu zbiorowego w miastach, Infrastruktura i Środowisko*⁹⁶. Nabór planowany jest w okresie od 14.12.2018r. do 31.01.2019r. Dofinansowanie będą mogły uzyskać projekty dotyczące elektryfikacji wybranych linii komunikacji miejskiej. Typy projektów podlegające dofinansowaniu w zakresie wymiany taboru, będą obejmowały:

- zakup nowych autobusów elektrycznych wraz z niezbędną infrastrukturą ładowania;
- zakup nowych trolejbusów wyposażonych w niezależne elektrochemiczne źródło zasilania wraz z niezbędną infrastrukturą.

⁹² Informacja o naborach wniosków, <http://nfosigw.gov.pl/nabor-wnioskow/art,307,informacja-o-naborach-wnioskow-w-roku-2018.html> [dostęp: 12.11.2018]

⁹³ <http://rpo.dolnyslask.pl> [dostęp: 12.11.2018]

⁹⁴ Ogłoszenie o naborze, <http://rpo.dolnyslask.pl/ogloszenie-o-naborze-dla-poddzialania-3-4-2-wdrazanie-strategii-niskoemisyjnych-zit-wrof/> [dostęp: 12.11.2018]

⁹⁵ <https://www.pois.gov.pl/> [dostęp: 12.11.2018]

⁹⁶ POiŚ 6.1., <https://www.funduszeuropejskie.gov.pl/nabory/61-rozwoj-publicznego-transportu-zbiorowego-w-miastach/> oraz <https://www.cupt.gov.pl/os-priorytetowa-vi-rozwoj-niskoemisyjnego-transportu-zbiorowego-w-miastach/dzialanie-6-1-rozwoj-publicznego-transportu-zbiorowego-w-miastach/nabor-wnioskow/93-nabor-wnioskow-os-vi/1177-dzialanie-6-1-rozwoj-publicznego-transportu-zbiorowego-w-miastach> [dostęp: 12.11.2018]

Ostatnim potencjalnym źródłem finansowania inwestycji w obszarze transportu miejskiego związanych z elektromobilnością jest program **Bezemisyjny Transport Publiczny**⁹⁷, w ramach którego NCBR wraz z samorządami będzie występował jako zamawiający w postępowaniu publicznym, które ma wyłonić ośrodki badawcze i projektowe, które wymyślą i zbudują prototyp nowego autobusu elektrycznego, dostosowanego cenowo i jakościowo do potrzeb miast. Program oparty jest na tzw. partnerstwie innowacyjnym – nowym trybie, które NCBR stosuje w praktyce jako pierwsza publiczna instytucja w Polsce. *Model ten zakłada, że w odpowiedzi na ogłoszenie o zamówieniu publicznym, zawierane są umowy z kilkoma wykonawcami, którzy następnie równolegle realizują projekty badawcze, jednak po każdym z etapów prac, zamawiający ogranicza ich liczbę, doprowadzając do końca procesu badawczego (etapu prototypu) jedynie jednego, bądź kilku*⁹⁸. Ten etap finansowany jest ze środków budżetu UE, które NCBR pozyskał w celu realizacji programu. Kolejnym etapem jest wdrożenie, czyli zakup przez miasta – sygnatariuszy Porozumień o współpracy – określonej liczby produktów. Miasto Wrocław również zgłosiło chęć współpracy w ramach danego projektu. Program jest współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach poddziałania 4.1.3 Innowacyjne metody zarządzania badaniami Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020, w ramach projektu pt. Podniesienie poziomu innowacyjności gospodarki poprzez wdrożenie nowego modelu finansowania przełomowych projektów badawczych (nr POIR.04.01.03-00-0001/16).

Szczegółowy opis możliwości finansowania inwestycji infrastrukturalnych w gminach w związku z rozwojem elektromobilności można również znaleźć w opracowaniu przygotowanym przez Kancelarię Sołtysiński Kawecki & Szlęzak⁹⁹.

Podsumowując, prowadzona oraz planowana polityka UE oraz wprowadzane regulacje prawne w kraju stanowią dla lokalnych władz, przedsiębiorców funkcjonujących w obrębie aglomeracji oraz mieszkańców miast konieczność spełniania coraz wyższych standardów środowiskowych. Jednocześnie na chwilę obecną głównym źródłem finansowania inwestycji w zakresie elektromobilności pozostają fundusze unijne. Należy jednak pamiętać, iż obecnie dostępne fundusze dotyczą okresu 2014-2020. Jednocześnie pakiet projektów rozporządzeń dot. polityki spójności na okres perspektywy finansowej 2021-2027 został opublikowany przez Komisję Europejską 29 maja 2018 r. Bazując na dostępnej dokumentacji,¹⁰⁰ jednym z dwóch głównych priorytetów rozwoju regionalnego będzie PO2: **bardziej ekologiczna i niskoemisyjna Europa poprzez promowanie czystej i uczciwej transformacji energetycznej, inwestycji ekologicznych, gospodarki o obiegu zamkniętym, dostosowanie do zmian klimatu oraz zapobieganie i zarządzanie ryzykiem** ("a greener, low-carbon Europe by promoting clean and fair energy transition, green and blue investment, the circular economy, climate adaptation and risk prevention

⁹⁷ Bezemisyjny Transport Publiczny, <https://www.ncbr.gov.pl/programy/fundusze-europejskie/poir/emobility/> [dostęp: 12.11.2018]

⁹⁸ Tamże

⁹⁹ Lewicki M.: *Możliwości dofinansowania inwestycji infrastrukturalnych w gminach w związku z rozwojem elektromobilności w kontekście najnowszych zmian ustawowych*, prezentacja, Warszawa 12.06.2018, <https://greenwarsawconferences.org.pl/wpc/wp-content/uploads/2018/06/7.-Maciej-Lewicki.pdf> [dostęp: 12.11.2018]

¹⁰⁰ Projekty rozporządzeń dla polityki spójności na lata 2021-2027, <https://www.funduszeuropejskie.gov.pl/strony/o-funduszach/fundusze-europejskie-2021-2027/> [dostęp 13.11.2018]

and management"). Pozwala to na wnioskowanie, iż rozwój elektromobilności będzie nadal istotnym elementem, uwzględnianym w polityce finansowej Unii Europejskiej.

Jednocześnie, istotnym programem finansowania zakupu taboru oraz inwestycji infrastrukturalnych od 2019 r. będzie Fundusz Niskoemisyjnego Transportu, który zgodnie z założeniami w przeciągu 10 lat przekaze środki w ramach dofinansowania rozwoju elektromobilności w wysokości ok. 5 mld zł.

Podsumowując, obecnie istnieją dwie możliwości finansowania inwestycji infrastrukturalnych związanych z rozwojem elektromobilności w kraju. Analizując dotychczasowy sposób funkcjonowania przedsiębiorstwa MPK Wrocław sp. z o.o. oraz Gminy Wrocław, można zauważyć, że w przeszłości podejmowały one szereg działań na rzecz pozyskiwania zewnętrznego finansowania na realizowane inwestycje i rozwój. W związku z tym, można przyjąć, że istnieją istotne przesłanki, iż również w przyszłości tego typu działania z powodzeniem będą podejmowane.

7.5. Podsumowanie

W opracowanej analizie finansowej rozpatrzono możliwości elektryfikacji wybranych linii komunikacji miejskiej miasta Wrocław w oparciu o wymagania ustawowe w tym zakresie. Szczegółowej analizie poddano dwa warianty – wariant bazowy, w którym wymiana taboru oparta została o zakup autobusów z konwencjonalnym napędem (spełniające normę emisji spalin EURO VI) oraz wariant inwestycyjny W2 – gdzie wymiana taboru bazowała na zakupie autobusów elektrycznych. W oparciu o planowany okres eksploatacyjny (do 2043 roku) wyznaczono podstawowe koszty inwestycyjne oraz operacyjne (podsumowanie w tabeli 7.26).

Tab. 7.26 Wyznaczone koszty wdrożenia wybranych wariantów w badanym okresie eksploatacji

Wariant	Koszty operacyjne ogółem	Koszty inwestycyjne ogółem	Suma kosztów
W0	4 391 842 615,56 zł	162 992 302,11 zł	4 554 834 917,67 zł
W2	4 312 752 213,76 zł	335 850 610,97 zł	4 648 602 824,73 zł

W oparciu o przedstawione dane, wybór wariantu inwestycyjnego W2 wiąże się z wyższymi kosztami ogólnymi, jakie będą ponoszone w badanym okresie eksploatacji. Na koszty te składają się zarówno wyższe koszty zakupu autobusów elektrycznych (średnio o 50-100% w stosunku do autobusów o napędzie spalinowym), jak również konieczność dostosowania infrastruktury zasilającej oraz przeprowadzenia inwestycji związanych z zakupem i montażem ładowarek stacjonarnych. Na chwilę obecną, przy uwzględnieniu jedynie kosztów eksploatacyjnych i inwestycyjnych, brakuje podstaw do rekomendacji wdrożenia wariantu W2. Należy również podkreślić, że analiza na obecnym etapie pomijała wpływ kosztów zewnętrznych na proces decyzyjny w zakresie inwestycji w tabor niskoemisyjny.

8. Oszacowanie efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla poszczególnych komponentów środowiska naturalnego oraz zdrowia ludzi w Gminie Wrocław

Obecnie użytkowane we flocie Spółki MPK Wrocław autobusy napędzane są silnikami o zapłonie samoczynnym, a ich negatywny wpływ na jakość powietrza atmosferycznego oraz klimat wibroakustyczny został opisany w rozdziale 5.3. Głównymi problemami stosowania silników z napędem spalinowym są emisja substancji toksycznych i gazów cieplarnianych (CO₂) do powietrza oraz emisja hałasu. Należy podkreślić, że z pojazdów silnikowych konwencjonalnych odbywa się na wysokości oraz bezpośrednio na obszarach przebywania ludzi (źródła liniowe). Szczególnie w centrum miasta przeważa zabudowa zwarta, co powoduje tworzenie tzw. kanionów ulicznych, które utrudniają rozprzestrzenianie, a tym samym rozcieńczanie emitowanych zanieczyszczeń. Słabe warunki przewietrzania powodują, że zanieczyszczenia kumulują się pomiędzy budynkami na wysokości przebywania ludzi. W odróżnieniu od autobusów z napędem konwencjonalnym, autobusy elektryczne nie powodują emisji do powietrza w sposób bezpośredni, wynikający z procesu spalania oleju napędowego. Nie można jednak powiedzieć, że w związku z użytkowaniem tych pojazdów, emisja do powietrza nie występuje. Prąd niezbędny do ładowania autobusów elektrycznych w Polsce wytwarzany jest w Polsce w większości w elektrowniach węglowych. Proces spalania paliw stałych w zakładach energetyki zawodowej również powoduje emisję zanieczyszczeń do powietrza. Należy jednak zauważyć, że charakter emisji z elektrowni znacznie różni się od emisji z pojazdów napędzanych silnikami spalinowymi. Przede wszystkim jest to tzw. emisja punktowa, to znaczy odbywa się w jednym miejscu, a zanieczyszczenia wprowadzane są do powietrza przez wysoki komin. To sprawia, że emitowane substancje łatwo ulegają rozcieńczeniu w atmosferze i do poziomu terenu docierają w niższych stężeniach niż wprowadzone do atmosfery bezpośrednio przez emitora.

Źródłami emisji hałasu z pojazdów konwencjonalnych są głównie silnik, a także tarcie opon o nawierzchnię. Znaczenie tego drugiego źródła przybiera jednak na sile dopiero przy większych prędkościach pojazdów. W mieście, gdzie prędkość ruchu ograniczona jest zwykle do 50 km/h, a w godzinach intensywnego ruchu powstają kongestie drogowe, przez które ruch jest dodatkowo spowolniony największe znaczenie ma pierwsze źródło, tj. hałas powodowany przez silnik spalinowy i elementy systemów z nim współpracujących. Koszty zewnętrzne emisji hałasu obliczono w rozdziale 9.

Dodatkowo pod względem środowiskowym należy wspomnieć o emisji odpadów. Odpady z eksploatacji pojazdów mogą być w postaci stałej lub ciekłej. Do odpadów stałych należą między innymi elementy konstrukcyjne pojazdów, które odłączyły się od pojazdu np. w wyniku wypadku, a także różnego rodzaju filtry powietrza, paliwa, oleju smarującego, itp. Z kolei do odpadów ciekłych zalicza się przede wszystkim płyny eksploatacyjne, a dokładnie ich wycieki powstałe w wyniku awarii lub mechanicznego uszkodzenia. W autobusach napędzanych silnikiem elektrycznym większości sposób tych elementów nie stosuje się, stąd ograniczenie zagrożeń wynikających z ich emisji do środowiska.

Emisję zanieczyszczeń do powietrza obliczono dla wariantów, które zostały wytypowane w analizie finansowo-ekonomicznej do dalszych rozważań. Przyrównano je

również do emisji wyznaczonej dla roku 2017. Ponieważ metodyka obliczeń dla roku 2017 różniła się w stosunku do rozważań emisji w wariantach W0 i W2 (obliczenia przedstawione w rozdziale 5.3 wykonano na podstawie rzeczywistych poniesionych kosztów za korzystanie ze środowiska oraz zużycia paliwa), przeprowadzono dodatkowo obliczenia dla roku 2017 tą samą metodą, co dla wariantów.

W celu wykonania obliczeń przyjęto następujące założenia:

- analizowano łącznie flotę należącą do MPK Sp. z o.o. (324 autobusy) i podwykonawcy, firmy Michalczewski Sp. z o.o. (80 autobusów) – stan na dzień 26.11.2018r.;
- analizowano aktualny rozkład jazdy, na podstawie którego obliczono roczny przebieg całej floty (404 autobusów), który wynosi 26470895 km – założono, że nie zmieni się on w kolejnych latach;
- łączna ilość pojazdów we flocie nie zmieni się w kolejnych latach;
- w wariantcie W0 każdy z autobusów wykonuje rocznie ten sam przebieg, który wynosi 65522 km;
- przebieg danego typu autobusów pod względem spełniania norm emisji spalin obliczono jako iloczyn ilości tych autobusów we flocie i obliczonego rocznego przebiegu jednego autobusu;
- zarówno w wariantcie W0, jak i W2 wymiana floty rozpoczyna się od usunięcia z eksploatacji najstarszych pojazdów;
- w wariantcie W2 roczny przebieg autobusów elektrycznych obliczono na podstawie propozycji elektryfikacji linii autobusowych w poszczególnych latach;
- pozostały roczny przebieg dla autobusów spalinowych w wariantcie W2 podzielono przez ilość pozostałych we flocie pojazdów konwencjonalnych – każdy autobus spalinowy będzie miał w danym okresie taki sam przebieg;
- w przypadku autobusów spalinowych, zużycie paliwa na 100 km obliczono dla każdego rodzaju autobusów pod względem spełnianych norm emisji spalin jako średnią zużycia paliwa na podstawie raportu paliwowego udostępnionego przez MPK¹⁰¹;
- w przypadku autobusów elektrycznych założono zużycie energii na poziomie 250 kWh/100 km¹⁰².

Pełne obliczenia zawarte zostały w arkuszu kalkulacyjnym, jako załącznik VII pt. „Flota_emisja”. Poniżej przedstawiono przykładowy tok obliczeń dla obu wariantów dla roku 2021.

W tabeli 8.1 przedstawiono obecną strukturę floty oraz jej strukturę po zmianach w roku 2021 w wariantcie W0 oraz W2. W tabeli zawarto również średnie zużycie paliwa na 100 km dla poszczególnej grupy autobusów. Ze względów praktycznych z punktu widzenia obliczeń emisji, dwa autobusy EEV zostały przypisane do grupy autobusów spełniających normę EURO V.

¹⁰¹ „Raport paliwowy – czerwiec 2018 – P08 + norma EURO” MPK Wrocław Sp. z o.o., czerwiec 2018 roku

¹⁰² Założenie na podstawie sugestii Spółki MPK Wrocław dla warunków wrocławskich

Tab. 8.1 Struktura floty autobusów ze względu na spełnianie norm emisji spalin oraz elektrycznych (w szt.) wraz ze średnim zużyciem paliwa dla poszczególnej grupy pojazdów

Norma emisji spalin	Stan obecny (26.11.2018)	Rok 2021, W0	Rok 2021, W2	Średnie zużycie paliwa, dm ³ /100 km
Euro I	0	0	0	0
Euro II	1	0	0	59
Euro III	103	84	84	60
Euro IV	1	1	1	45
Euro V	102	102	102	48
Euro VI	197	217	197	45
Elektryczne	0	0	20	250*
SUMA	404	404	404	---

*wartość podana w kWh/100 km

Do obliczeń emisji zanieczyszczeń troposferycznych z autobusów konwencjonalnych przyjęto wskaźniki zawarte w Kalkulatorze emisji zanieczyszczeń podane w tabeli 5.30. przedstawionej w rozdziale 5.3.2. Do wyznaczenia emisji CO₂, podobnie jak w rozdziale 5.3.2 przyjęto wskaźnik 2,68 kg/dm³. Wskaźniki emisji dla autobusów elektrycznych podano w tabeli 8.2. Dla CO₂, SO₂, NO_x i PM przyjęto wskaźniki na podstawie raportu Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) opublikowanego w styczniu 2018 roku¹⁰³, z kolei dla NMHC/NMVOC przyjęto wskaźnik z Kalkulatora emisji zanieczyszczeń.

Tab. 8.2 Wskaźniki emisji przyjęte dla autobusów elektrycznych

Wskaźniki emisji, g/kWh				
CO ₂	SO ₂	NMHC/NMVOC	NO _x	PM
806	0,844	0,00504	0,85	0,054

Pierwszym krokiem było obliczenie emisji poszczególnych substancji dla wszystkich typów autobusów wyrażonej w g/km. W przypadku autobusów z silnikami spalinowymi emisję zanieczyszczeń obliczono jako iloczyn zużycia paliwa i odpowiedniego dla danej substancji wskaźnika emisji. Dodatkowo, z uwagi na fakt, że wskaźniki emisji dla substancji innych niż CO₂ podane są w g/kWh, otrzymaną wartość należało pomnożyć przez wartość energetyczną oleju napędowego, która wynosi 10 kWh/dm³. Następnie przeprowadzono obliczenia emisji rocznej z floty w danym roku. Emisję tą wyznaczono w Mg w roku jako iloczyn emisji wyznaczonej w g/km i łącznego przebiegu pojazdów spełniających daną normę emisji spalin. Łączny przebieg pojazdów spełniających daną normę emisji spalin (tabela 8.3) wyznaczono zgodnie z informacją podaną w założeniach do obliczeń.

¹⁰³ Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami: „Wskaźniki emisyjności CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2016 rok”, grudzień 2017

Tab. 8.3 Łączny przebieg pojazdów spełniających daną normę emisji spalin lub elektrycznych dla struktury floty na 2021 rok

Norma emisji spalin	Przebieg W0, km	Przebieg W2, km
Euro I	0	0
Euro II	0	0
Euro III	5503849	5483869
Euro IV	65522	65284
Euro V	6683246	6658984
Euro VI	14218278	12860978
Elektryczne	0	1401780
SUMA	26470895	26470895

W tabeli 8.4 przedstawiono wyniki obliczeń emisji w g/km oraz rocznej dla poszczególnych zanieczyszczeń w wariancie W0, z kolei w tabeli 8.5 w wariancie W2.

Tab. 8.4 Wartości emisji obliczone dla wariantu W0 dla struktury floty w roku 2021

Norma emisji spalin	Emisja, g/km				Emisja, Mg/rok			
	CO ₂	NMHC/ NMVOC	NO _x	PM	CO ₂	NMHC/ NMVOC	NO _x	PM
Euro I	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Euro II	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Euro III	1608	3,96	30,00	0,60	8850,2	21,8	165,1	3,30
Euro IV	1206	2,07	15,75	0,09	79,0	0,1	1,0	0,01
Euro V	1286,4	2,208	9,60	0,10	8597,3	14,8	64,2	0,64
Euro VI	1206	0,585	1,80	0,05	17147,2	8,3	25,6	0,64
SUMA	5306,4	8,82	57,15	0,83	34673,8	45,0	255,9	4,59

Tab. 8.5 Wartości emisji obliczone dla wariantu W2 dla struktury floty w roku 2021

Norma emisji spalin	Emisja, g/km				
	CO ₂	NMHC/ NMVOC	NO _x	PM	SO ₂
Euro I	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Euro II	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Euro III	1608	3,96	30,00	0,60	0,00
Euro IV	1206	2,07	15,75	0,09	0,00
Euro V	1286,4	2,21	9,60	0,10	0,00
Euro VI	1206	0,59	1,80	0,05	0,00
Elektryczne	2015,0	0,01	2,13	0,14	2,11
SUMA	7321,4	8,84	59,28	0,97	2,11
Norma emisji spalin	Emisja, Mg/rok				
	CO ₂	NMHC/ NMVOC	NO _x	PM	SO ₂
Euro I	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Euro II	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Euro III	8818,1	21,72	164,52	3,29	0,00

Euro IV	78,7	0,14	1,03	0,01	0,00
Euro V	8566,1	14,70	63,93	0,64	0,00
Euro VI	15510,3	7,52	23,15	0,58	0,00
Elektryczne	2824,6	0,02	2,98	0,19	2,96
SUMA	35797,8	44,10	255,60	4,70	2,96

Zestawienie obliczonych wartości emisji rocznej do powietrza w poszczególnych latach dla obu wariantów wraz z obliczonymi wartościami emisji w roku 2017 przedstawiono w tabeli 8.6.

Tab. 8.6 Zestawienie emisji rocznej z całej floty pojazdów w poszczególnych latach w wariantach W0 i W2 oraz porównawczo z rokiem 2017 (w Mg)

Substancja	2021		2023		2025		2028		2017*
	W0	W2	W0	W2	W0	W2	W0	W2	
CO₂	34674	35798	34147	36482	33093	38958	31961	43940	32676
NMHC/ NMVOC	45,01	44,10	40,58	38,59	31,74	25,85	16,23	13,15	52,62
NO_x	255,90	255,60	218,95	217,74	145,04	137,56	51,23	80,99	318,98
PM	4,59	4,70	3,86	4,09	2,41	2,95	1,21	2,68	5,76
SO₂	0,00	2,96	0,00	6,16	0,00	15,61	0,00	30,57	0,00
SUMA	34979	36105	34410	36749	33273	39140	32029	44067	33053

* Emisja łączna dla floty MPK Sp. z o.o. oraz floty przeznaczonej na świadczenie usług komunikacji miejskiej przez firmę Michalczewski Sp. z o.o.

Jak można się było spodziewać, z tabeli 8.6 wynika, że podjęcie jakichkolwiek działań zmierzających do wymiany floty na pojazdy nowsze wpłynie korzystnie na jakość powietrza atmosferycznego we Wrocławiu w porównaniu ze stanem obecnym. Z obliczeń wynika, że roczna emisja poszczególnych zanieczyszczeń, a także sumaryczna, nie będzie się znacząco różniła w zależności od obranego wariantu i będzie spadała wraz z sukcesywną wymianą floty. Natomiast obliczenia dla ostatniego etapu zmian (rok 2028) wskazują wyraźnie, że wprowadzenie 30% autobusów elektrycznych do komunikacji miejskiej będzie mniej korzystne pod względem ilości wprowadzanych do środowiska zanieczyszczeń niż eksploatacja autobusów z silnikami spełniającymi normę EURO VI. Po tym etapie, dla wariantu W2 znacząco większa jest emisja nie tylko dwutlenku węgla, który jest gazem cieplarnianym i w przypadku energetyki zawodowej podlega pod Unijny system handlu przydziałami do emisji gazów cieplarnianych, ale również tlenków azotu, cząstek stałych oraz dwutlenku siarki, które podlegają opłatom za korzystanie ze środowiska i są substancjami toksycznymi dla organizmów żywych (rozdział 9.1). Dodatkowo należy zauważyć, że w przypadku autobusów napędzanych silnikami konwencjonalnymi problem emisji dwutlenku siarki nie występuje. Dwutlenek siarki SO₂, powstaje na skutek utleniania siarki zawartej w paliwie podczas jego spalania. W porównaniu do zawartości siarki w spalonym węglu, na którym obecnie oparta jest energetyka zawodowa, w oleju napędowym są jej śladowe ilości. Powyższe problemy z emisją wynikają jednak nie z samego faktu wykorzystania autobusów elektrycznych, a ze słabej kondycji energetyki zawodowej, w której

jak już wspomniano dominują elektrownie węglowe. Sukcesywne zwiększanie udziału źródeł odnawialnych w produkcji prądu lub budowa elektrowni atomowej spowoduje znaczną poprawę wskaźników środowiskowych dla autobusów elektrycznych. Dodatkowym atutem przemawiającym za autobusami elektrycznymi jest fakt „wyprowadzenia” liniowej niskiej emisji z ulic miasta do jednego punktu, jakim jest komin elektrowni.

9. Analiza społeczno-ekonomiczna uwzględniająca wycenę kosztów związanych z emisją szkodliwych substancji oraz ocenę komfortu życia mieszkańców Gminy Wrocław przy wykorzystaniu autobusów komunikacji miejskiej napędzanych za pomocą silników spalinowych oraz autobusów zeroemisyjnych

9.1. Identyfikacja dolegliwości i chorób związanych z emisją szkodliwych substancji

9.1.1. Tlenek węgla

Tlenek węgla, jest produktem niepełnego spalania substancji zawierających węgiel. W warunkach normalnych to bezbarwny, bezwonny gaz. Jest silnie toksyczny. W organizmie człowieka najszybciej uszkadza tkanki i narządy najbardziej podatne na niedotlenienie: ośrodkowy układ nerwowy, mięsień sercowy, płuca¹⁰⁴. Patomechanizm oddziaływania tlenku węgla na organizm polega na większym powinowactwie hemoglobiny do tlenku węgla, niż do tlenu (hemoglobina łączy się z tlenkiem węgla nawet 200-250 razy szybciej niż z tlenem). Wskutek tego powstaje kompleks hemoglobina-tlenek węgla, tzw. hemoglobina tlenkowęgłowa (HbCO), która nie jest zdolna do przyłączania i transportu tlenu. 10-15% wchłoniętego tlenku węgla łączy się z białkami osocza i mioglobina, dodatkowo pogłębiając deficyt tlenowy w organizmie poprzez zaburzenie procesu oddychania wewnątrzkomórkowego. Jeszcze większe powinowactwo do tlenku węgla od hemoglobiny ma hemoglobina płodowa (HbF). Niedotlenienie płodu może skutkować jego trwałym uszkodzeniem i/lub obumarciem.¹⁰⁵ Objawy zatrucia tlenkiem węgla są zależne od jego stężenia w powietrzu i czasu ekspozycji. Do najczęstszych objawów, wynikających głównie z ogólnoustrojowego niedotlenienia zalicza się: bóle głowy, zawroty głowy, nudności, senność, wymioty, przewlekłe zmęczenie, objawy grypopodobne, problemy z koncentracją, zaburzenia chodu, gorsza tolerancja wysiłku, zaburzenia pamięci. Wraz ze wzrostem stężenia HbCO pojawiają się: uczucie kołatania serca, zaburzenia rytmu (tachy lub bradykardie, częstoskurcze, bloki przewodzenia), omdlenia, zaburzenia świadomości łącznie z jej utratą, śpiączka, drgawki, niedokrwienie mięśnia sercowego mogące prowadzić do zawału, niewydolność serca, hipotonia. Przebywanie w środowisku bogatym w tlenek węgla może skutkować ogólnoustrojową odpowiedzią zapalną (*systemic inflammatory response syndrome* – SIRS), czego skutkiem może być niewydolność wielonarządowa i zgon¹⁰⁶.

¹⁰⁴ S. Farrell, D. Lee, *Tlenek węgla* [w:] *Medycyna Ratunkowa*, red. S. Plantz, Wrocław 2008, s. 752

¹⁰⁵ J. Ciećkiewicz, *Medycyna Ratunkowa. Zatrucie tlenkiem węgla*, Medycyna Praktyczna, <https://www.mp.pl/artykuly/31792,medycyna-ratunkowa-zatrucie-tlenkiem-wegla> [dostęp 10.10.2018]

¹⁰⁶ T. Janus, J. Piechocki, *Co warto pamiętać o zatruciu tlenkiem węgla?*, [w:] *Na Ratunek*, 5/2016, str. 12

9.1.2. Ditlenek siarki

Ditlenek siarki to wysoce toksyczny, bezbarwny, niepalny gaz o ostrym zapachu. Stosowany w przemyśle, jest również odpowiedzialny za zanieczyszczenie atmosfery, powstając w wyniku procesów spalania paliw ropopochodnych oraz zawierających siarkę. Zaliczany jest do gazów silnie drażniących. Do organizmu człowieka przedostaje przez drogi oddechowe wchłaniając się przez błony śluzowe. Ditlenek siarki może rozpuszczać się w wydzielinie z dróg oddechowych, tworząc kwas siarkowy, który potęguje drażniące działanie na tkanki. Próg wyczuwalności węchowej rozpoczyna się od stężenia $0,008\text{mg/dm}^3$, podczas gdy stężenia mogące powodować podrażnienie błon śluzowych jamy nosowo – gardłowej, spojówek oraz kaszel zawierają się w przedziale $0,02 - 0,05\text{mg/dm}^3$. Do śmierci natychmiastowej może dojść przy stężeniu ditlenku siarki w zakresie $1,4 - 1,5\text{ mg/dm}^3$.¹⁰⁷ Drażniące działanie ditlenku siarki na drogi oddechowe uruchamia kaskadę reakcji zapalnej. Za sprawą przeciwciał IgE wydzielane są mediatory reakcji zapalnej (m.in. histamina, leukotrieny, enzymy proteolityczne). Prowadzić to może do zagrażających życiu objawów: duszności, zwiększonego wysiłku oddechowego ze świstami, wzmożonego wydzielania śluzu w drogach oddechowych, obturacji oskrzeli, napadów kaszlu¹⁰⁸. Szczególnie podatne na opisaną reakcję są osoby chorujące na astmę oskrzelową – narażenie na wdychanie powietrza zanieczyszczonego ditlenkiem siarki prowadzi do dużo poważniejszego przebiegu klinicznego zaostrzeń tej choroby. Skrajnie wysokie stężenia ditlenku siarki mogą być przyczyną ostrej niewydolności oddechowej w przebiegu niekardiogennej obrzęku płuc. Długotrwałe narażenie na ditlenek siarki u osób zdrowych może prowadzić do przetrwałego stanu zapalnego dróg oddechowych, a to z kolei do przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (POChP)¹⁰⁹. Nie bez znaczenia jest drażniący wpływ ditlenku siarki na narząd wzroku. Narażenie nawet na niewielkie stężenia przez dłuższy czas może powodować przewlekły stan zapalny spojówek, objawiający się przekrwieniem, nadmiernym łzawieniem, pieczeniem oraz światłowstrętem.

9.1.3. Tlenki azotu

Tlenek i ditlenek azotu to gazy, których źródłem są procesy spalania paliw. To substancje, które w odpowiednio wysokich stężeniach mogą spowodować nagły zgon. Głównym niebezpieczeństwem jest depresyjny wpływ tlenków azotu na układ oddechowy i krążenia, jednakże jego oddziaływanie na organizm jest bardziej złożone. W kontakcie ze skórą, błonami śluzowymi i spojówką oka tlenki azotu wykazują działanie drażniące, powodując kaszel, uczucie duszności, zaczerwienienie oczu. Kontakt z płynami ustrojowymi (np. łzami, wydzieliną z dróg oddechowych) powoduje przemianę tlenku azotu do kwasu azotowego, co przy przedłużającym się narażeniu może wywołać stany zapalne i miejscową martwicę tkanek. Szczególnie groźny jest drażniący wpływ tlenków azotu na ścianki pęcherzyków płucnych oraz naczyń włosowatych w tychże strukturach – ich uszkodzenie

¹⁰⁷ Karta charakterystyki niebezpiecznej substancji. Ditlenek siarki. Przedsiębiorstwo EKOS, 2004, str. 4.

¹⁰⁸ *Choroby wewnętrzne*, red. A. Szczeklik, P. Gajewski, Kraków 2009, str. 350.

¹⁰⁹ J. Kasperczyk, Z. Stęplewski, *Przebieg kliniczny astmy oskrzelowej w zależności od stężeń gazowych i pyłowych zanieczyszczeń powietrza*, *Nowiny Lekarskie* 2006, 75, 1, str. 22 – 24.

może doprowadzić do ostrej niewydolności oddechowej w przebiegu toksycznego obrzęku płuc. Do wnętrza organizmu tlenki azotu w głównej mierze wchłaniają się przez drogi oddechowe. Pierwszymi objawami po narażeniu są duszność, zwiększony wysiłek oddechowy, napady kaszlu, wymioty, sinica, zwolnienie bądź przyspieszenie akcji serca. Przewlekłe narażenie na tlenek i ditlenek azotu może prowadzić do pojawienia się permanentnych zmian w układzie oddechowym: zwłóknienia tkanki płucnej, stanów obturacyjnych oskrzeli, wystąpienia pęcherzy rozedmowych w tkance płucnej. Powikłania infekcyjne w drogach oddechowych mogą mieć szczególnie ciężki charakter, bowiem fizycznie uszkodzony nabłonek dróg oddechowych narażony jest na infekcje bakteryjne, wirusowe i grzybicze, wobec czego dojść może do stanów zapalnych płuc (także do tzw. krwotocznego zapalenia płuc), oskrzeli i gardła. Tkanka płucna staje się mniej elastyczna, zmniejsza się powierzchnia wymiany gazowej a zwiększa tzw. objętość zalegająca. Wszystkie te schorzenia prowadzą do przewlekłej niewydolności oddechowej i duszności wysiłkowej, które często towarzyszą choremu do końca życia. Dodatkowo ekspozycja na tlenek azotu prowadzi do groźnych dla życia zmian we krwi. Po wnikięciu do organizmu tlenek azotu ulega przemianie do azotynów. Te z kolei oddziałują na hemoglobinę powodując jej utlenienie. Tym samym żelazo zawarte w cząsteczce hemoglobiny zmienia stopień utlenienia z II na III. Tak zmieniona cząsteczka hemoglobiny niezdolna jest do transportu tlenu, a proces ten jest nieodwracalny. Ogólnoustrojowa zawartość methemoglobiny już na poziomie 12% niesie za sobą hipoksję ze wszystkimi jej następstwami. Pojawić się może sinica, obniżone wartości saturacji krwi tętniczej tlenem, kwasica metaboliczna, uczucie zmęczenia, tachykardia. Najbardziej narażony na niedotlenienie jest centralny system nerwowy, co przejawiać się może bólem głowy, zawrotami głowy, pobudzeniem psychoruchowym, a nawet drgawkami¹¹⁰.

9.1.4. Ozon

Ozon jest odmianą tlenu w której cząsteczka składa się z trzech atomów tego pierwiastka. Jest gazem silnie utleniającym, ma działanie antyseptyczne, lecz przede wszystkim jest silnie toksyczny. Przy zawartości w powietrzu na poziomie 1 ppm ozon jest wyraźnie wyczuwalny i stanowi zagrożenie dla człowieka. Wdychanie ozonu powoduje podrażnienia nabłonka wyściełającego drogi oddechowe od jamy nosowo – gardłowej aż do najniższych partii płuc. Objawia się to kaszlem i zwiększonym wysiłkiem oddechowym. Ozon działa również drażniąco na oczy, powodując pieczenie, łzawienie, zaczerwienienie. Skutkami oddziaływania ozonu są też bóle głowy i możliwe nudności. Jako że ozon jest wysoce reaktywny, oddziałuje on silnie na błony biologiczne przyczyniając się do powstania tzw. stresu oksydacyjnego. Skutkiem działania ozonu na płuca może być uszkodzenie naczyń włosowatych w pęcherzykach płucnych, co przejawiać się będzie groźnym dla życia obrzękiem płuc. W podrażnionych błonach układu oddechowego wyzwalane są mediatory reakcji zapalnych, co skutkuje stanami zapalnymi gardła, oskrzeli i płuc. To z kolei przy dłuższym narażeniu może przyczyniać się do powstania astmy oskrzelowej, czy przewlekłych stanów zapalnych oskrzeli. Po przeniknięciu do wnętrza

¹¹⁰ P. Wyřebkowski, *Toksyczny wpływ tlenków azotu na organizm człowieka*, Płock 2001, str. 13-18.

ustroju ozon tworzy wolne rodniki, które przyczyniają się m.in. do wyzwalania niepożądanych procesów utleniania związków obecnych w organizmie, co skutkuje szeroko pojętym uszkodzeniem komórek, w tym także komórek układu odpornościowego¹¹¹ (powoduje to na przykład zwiększenie podatności na infekcje).

9.1.5. Pył zawieszony

Obecność w powietrzu pyłu zawieszonego niesie za sobą szereg groźnych dla zdrowia powikłań. Pył zawieszony PM 10 (którego cząstki są mniejsze niż 10 μm) zdolny jest dotrzeć do górnych dróg oddechowych i płuc, podczas gdy pył PM 2,5 (cząstki pyłu mniejsze niż 2,5 μm) są na tyle małe, iż z pęcherzyków płucnych mogą przeniknąć do krwiobiegu. Co więcej, organizm ludzki nie ma zdolności wydalania tak małych cząstek, w związku z tym, począwszy od PM10, cząstki pyłu kumulują się w płucach i zalegają. Wpływ pyłu zawieszonego na organizm człowieka ma charakter wielowymiarowy. Cząsteczki pyłu zawierać mogą szkodliwe dla zdrowia substancje, np. benzo(a)piren, czy metale ciężkie. Wdychanie powietrza zanieczyszczonego pyłem PM 2,5 prowadzi do wnikania toksycznych substancji bezpośrednio do krwiobiegu. Skutkiem tego procesu mogą być choroby w obrębie układu oddechowego, układu krążenia i nowotwory (patomechanizm opisano powyżej)¹¹². Pyły osiadające bezpośrednio w tkance płucnej mogą być przyczyną jej ogniskowego zwłóknienia. Włóknienie może przyjąć postać zmian drobnoogniskowych lub guzowatych. Po kilkuletniej, regularnej ekspozycji na pyły zawieszone u niektórych ludzi rozpoznaje się pylicę płuc. Choroba ta niesie ze sobą szereg powikłań, takich jak przewlekłe zapalenie oskrzeli, tworzenie się w zwłókniałej tkance płucnej pęcherzy rozedmowych, zmiany gruźlicze, zmiany w opłucnej (zgrubienia, zwapnienia). Drażniące działanie pyłu na miąższ płucny oraz nabłonek wyścielający drogi oddechowe powoduje wyzwalanie mediatorów reakcji zapalnych odpowiedzialnych za stany zapalne płuc, oskrzeli, gardła. Zapalna odpowiedź płuc na działanie pyłów prowadzić może do przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (POChP). Opisanym powyżej jednostkom chorobowym towarzyszyć mogą objawy przewlekłej niewydolności oddechowej, zwiększenie wysiłku oddechowego, niedotlenienie na skutek zmniejszenia powierzchni wymiany gazowej w płucach (obecność pęcherzy rozedmowych i zwłóknień). Pojawia się kaszel, zwiększone wydzielanie śluzu w drogach oddechowych, osłabienie i męczliwość. Nie bez znaczenia jest wpływ pyłów zawieszonych na osoby u których przewlekłe schorzenia układu oddechowego występowały już wcześniej. Drażnienie nabłonka dróg oddechowych oraz tkanki płucnej prowadzić może do zaostrzeń astmy czy POChP. Niekiedy zaostrzenia tych chorób mogą być groźne dla życia, bowiem przybierają obraz ostrej niewydolności oddechowej ze świszczącym oddechem, wydzielaniem dużej ilości śluzu, kaszlem, czasem sinicą¹¹³.

¹¹¹ S. Manahan, *Toksykologia środowiska. Aspekty chemiczne i biochemiczne*, Warszawa 2006, str. 289.

¹¹² Pyły drobne w atmosferze. Kompendium wiedzy o zanieczyszczeniu powietrza pyłem zawieszonym w Polsce, red. K. Juda-Rezler, B. Toczko, Warszawa 2016, str. 75-76.

¹¹³ *Choroby wewnętrzne*, red. A. Szczeklik, P. Gajewski, Kraków 2009, str. 381.

9.1.6. Węglowodory

Jednym z najpowszechniej występujących węglowodorów w powietrzu, którego źródłem jest między innymi transport jest benzen. Należy on do grupy lotnych związków organicznych (LZO). Benzen zdolny jest wnikać do organizmu przede wszystkim przez układ oddechowy, jednakże wchłania się również przez skórę i z przewodu pokarmowego. Bezpośrednie działanie benzenu na skórę i spojówki powoduje podrażnienie, ból, zaczerwienienie, świąd, czy łzawienie oczu. Właściwości benzenu sprzyjają wnikaniu do tkanek organizmu i kumulowaniu się, zwłaszcza w tkance tłuszczowej. Dlatego długotrwała, powtarzająca się ekspozycja niesie szereg powikłań. Pierwszymi niepokojącymi objawami są zmęczenie, bóle głowy, bóle mięśniowo stawowe. Kumulowanie się w strukturach centralnego systemu nerwowego powoduje działanie euforyzujące, z czasem przechodzące w senność z osłabieniem, zaburzeniami równowagi i widzenia, drżeniem mięśni. Po przedostaniu się do organizmu benzen ulega przemianom metabolicznym w wątrobie, jednocześnie mogąc prowadzić do uszkodzenia jej struktury wraz z tego następstwami. Część metabolitów benzenu, na przykład aldehyd mukonowy, nadal jest silnie toksyczna¹¹⁴. Najbardziej niebezpieczny jest jednak fakt dużego powinowactwa benzenu do szpiku kostnego. Kumulacja benzenu i jego metabolitów w szpiku powoduje łączenie się z białkami i przenikanie do komórek układu krwiotwórczego, co skutkuje jego uszkodzeniem. Finalnym skutkiem oddziaływania benzenu na organizm są zatem choroby krwi: niedokrwistość aplastyczna, skazy krwotoczne, ostre białaczki szpikowe. Te ostatnie są chorobami nowotworowymi spowodowanymi m.in. toksycznym działaniem benzenu i jego metabolitów na kwasy nukleinowe w komórkach szpikowych. Przebieg choroby jest ciężki, często kończy się zgonem. Wśród ogólnych objawów, takich jak osłabienie i gorączka pojawiają się również te związane z upośledzeniem odporności na skutek zmniejszonej ilości limfocytów, neutrofilów i białek odpornościowych. Brak dostatecznej ilości płytek krwi prowadzi do zaburzeń krzepnięcia objawiających się spontanicznymi krwawieniami, wybroczynami. Niedokrwistość natomiast objawia się osłabieniem, tachykardią, blednością powłok¹¹⁵.

Spośród wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych najistotniejszym ze zdrowotnego punktu widzenia jest benzo(a)piren. Znajduje się w wykazie substancji zaklasyfikowanych jako substancje o działaniu rakotwórczym lub mutagennym. Głównymi źródłami tej substancji są spaliny oraz dymy, w tym dym papierosowy. W związku z tym, do organizmu benzo(a)piren wnika głównie przez drogi oddechowe. Ma tendencję do kumulowania się w tkankach, szczególnie bogatych w lipidy. Po wniknięciu do ustroju benzo(a)piren podlega szeregowi przemian metabolicznych, wskutek których powstają aktywne metabolity o działaniu kancerogennym i mutagennym¹¹⁶. Oddziałują one na białka i kwasy nukleinowe zawarte w komórkach, zmieniając ich strukturę i powodując namnażanie się komórek nowotworowych. Najczęstszym miejscem powstawania zmian nowotworowych

¹¹⁴ Toksykologia współczesna, red. W Seńczuk, Warszawa 2005, str. 513.

¹¹⁵ Choroby wewnętrzne, red. A. Szczeklik, P. Gajewski, Kraków 2009, str. 744.

¹¹⁶ S. Manahan, *op. cit.*, str. 364-366.

są płuca, rzadziej przewód pokarmowy. Grupą szczególnie narażoną na rakotwórcze działanie benzo(a)pirenu są dzieci¹¹⁷.

9.1.7. Hałas

Hałas to nieprzyjemne i niepożądane dźwięki o natężeniu wywołującym uciążliwość dla otoczenia. Jednym z głównych źródeł hałasu jest transport drogowy¹¹⁸. Hałas drogowy stanowi główne zagrożenie na terenach zurbanizowanych. Narażenie człowieka na hałas jest obecnie istotnym problemem dla zdrowia publicznego, bowiem rosnąca skala problemu umiejscowiła hałas na drugim miejscu wśród przyczyn środowiskowego obciążenia chorobami, tuż za zanieczyszczeniem powietrza¹¹⁹. Zdrowotne skutki ekspozycji na hałas nie zamykają się jedynie w uszkodzeniach narządu słuchu, lecz mają wymiar ogólnoustrojowy. Oddziaływanie hałasu pobudza autonomiczny układ nerwowy oraz układ wydzielniczy, czego skutkiem jest wyrzut przez przysadkę mózgową i nadnercza tzw. hormonów stresu: adrenaliny, noradrenaliny, kortyzolu. Prowadzi to do tachykardii, podwyższonego ciśnienia tętniczego krwi, drażliwości, podwyższonego stężenia glukozy we krwi, hiperlipidemii (wtórnie prowadzącej do otyłości i chorób układu sercowo – naczyniowego). Przetrwale zwiększenie stężenia kortyzolu we krwi prowadzi do osłabienia mięśni, gorszej tolerancji wysiłku, nadmiernego apetytu, chwiejności emocjonalnej, skłonności do depresji, pogorszenia pamięci, bólów kostno-stawowych. U mężczyzn może pojawić się spadek potencji, a u kobiet skąpe miesiączki¹²⁰. Długotrwałe narażenie na hałas poprzez stymulację układu dokrewnego zwiększa ponadto ryzyko wystąpienia nadciśnienia tętniczego, także u dzieci¹²¹. Nadciśnienie tętnicze jest z kolei jedną z głównych przyczyn chorób układu sercowo – naczyniowego, a więc udarów mózgu, choroby wieńcowej, miażdżycy tętnic. Długotrwała ekspozycja na hałas jest również przyczyną zaburzeń snu. Do 90% wszystkich zaburzeń snu spowodowanych jest oddziaływaniem hałasu środowiskowego¹²². Oddziaływanie hałasu podczas snu zakłóca jego fazy, często uniemożliwiając przejście w fazę snu głębokiego, podczas której najpełniej zachodzi proces regeneracji organizmu. Ekspozycja na hałas powoduje wybudzanie się, nadmierną ruchliwość podczas snu, przyspieszenie oddechu i tętna. Szczególnie wrażliwe są tu osoby starsze oraz dzieci. Skutki zaburzeń snu objawiają się przewlekłym zmęczeniem, drażliwością, osłabieniem, mniejszą tolerancją wysiłku oraz obniżeniem sprawności psychomotorycznej. Uszkodzenie słuchu spowodowane przetrwałą ekspozycją na hałas swoje źródło mieć może w akumulacji mikrourazów ślimaka,

¹¹⁷ M. Trojanowska, R. Świątlik, *Ocena ryzyka nowotworowego związanego z narażeniem inhalacyjnym na benzo(a)piren w wybranych miastach Polski*, *Medycyna Środowiskowa* 2013, t. 16, nr 2, str. 14-22.

¹¹⁸ P. Gierasimiuk, M. Motylewicz, *Hałas w otoczeniu dróg i ulic – problemy oceny i działania ochronne*, [w:] *Inżynieria Środowiska – Młodym Okiem*, t. VII, Białystok 2014, str. 59-93.

¹¹⁹ *Ranking of environmental stressors by health impact in Europe*, <http://en.opasnet.org/w/EBODE>, [dostęp 10.10.2018].

¹²⁰ *Choroby wewnętrzne*, red. A. Szczeklika, P. Gajewski, Kraków 2009, str. 614.

¹²¹ W. Babish, *Health aspects of extra-aural noise research*, *Noise Health* 2004, 6: 69-81.

¹²² K. Pawlas, *Hałas jako czynnik zanieczyszczający środowisko – aspekty medyczne*, *Medycyna Środowiskowa* 2015, Vol. 18, Nr 4, str. 49-56.

upośledzeniu krążenia krwi w obrębie ucha środkowego, lub nagromadzeniu się szkodliwych metabolitów wskutek nadmiernej stymulacji narządu Cortiego¹²³.

W celu uzyskania statystyk zachorowalności na choroby związane z wpływem szkodliwych substancji emitowanych do atmosfery oraz oszacowania przybliżonych kosztów ich leczenia, zwrócono się do Dolnośląskiego Oddziału Wojewódzkiego Narodowego Funduszu Zdrowia, Urzędu Statystycznego we Wrocławiu, Dolnośląskiego Wojewódzkiego Ośrodka Medycyny Pracy oraz Wojewódzkiej Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej we Wrocławiu. Powyższe Instytucje nie dysponują statystykami ogólnej liczby zachorowalności na wybrane choroby w obrębie Gminy Wrocław, wobec czego ustalenie szacunkowych kosztów leczenia nie jest możliwe ze względu na brak pełnego spektrum danych. Większość Instytucji udzieliła informacji o braku danych lub braku możliwości do danych drogą telefoniczną. Pisemnie (drogą elektroniczną) zapytanie o możliwość udostępnienia danych wysłano jedynie do Wydziału Zdrowia i Polityki Społecznej Dolnośląskiego Urzędu Wojewódzkiego we Wrocławiu. W piśmie z dnia 25 października 2018 r., stanowiącym odpowiedź na zapytanie, poinformowano, że Wydział nie gromadzi danych w tym zakresie. Przebieg korespondencji zamieszczono w załączniku 6.

9.2. Wycena kosztów związanych z emisją szkodliwych substancji do powietrza oraz hałasem wynikających z wykorzystania i nie wykorzystania autobusów zeroemisyjnych w komunikacji miejskiej

Jak zostało to szczegółowo opisane w rozdziale 9.1 jakość powietrza oraz klimat akustyczny mają znaczący wpływ na zdrowie i życie ludzi oraz ich komfort mieszkania i przebywania w mieście. Jednym z kluczowych aspektów podejmowania inwestycji jest więc obniżenie emisji poszczególnych zanieczyszczeń w niższych warstwach atmosfery. W rozdziale 8 przedstawiono roczną emisję w tonach oszacowaną w latach realizacji kolejnych etapów inwestycji, tj. w roku 2021, 2023, 2025 oraz 2028. Kolejnym krokiem było oszacowanie emisji w całym okresie planu inwestycyjnego, czyli w latach 2018-2043. W tabelach 9.1 i 9.2 przedstawiono wielkość emisji w poszczególnych latach planu inwestycyjnego odpowiednio w wariantach W0 i W2. Obliczenia wykonano zgodnie z założeniami przedstawionymi w rozdziale 8, gdzie punktem wyjścia był stan floty na dzień 26.11.2018 r. Ponieważ zakończenie pierwszego etapu wymiany floty przewidziane jest na rok 2021, w latach 2018-2020 wzięto emisję obliczoną dla 2017 roku (tabela 8.6 w rozdziale 8).

Tab. 9.1 Emisja roczna (w Mg) w poszczególnych latach planu inwestycyjnego w wariantach W0

Rok	CO ₂	NMHC/N MVOC	NO _x	PM	SO ₂
2018	32676	52,62	318,98	5,76	0,00
2019	32676	52,62	318,98	5,76	0,00

¹²³ J. Nowak, B. Bilski, *Czynniki modyfikujące podatność na uszkodzenie słuchu spowodowane hałasem*, Medycyna Pracy 2003, nr 54, str. 81-86.

Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych...

2020	32676	52,62	318,98	5,76	0,00
2021	34674	45,01	255,90	4,59	0,00
2022	34674	45,01	255,90	4,59	0,00
2023	34147	40,58	218,95	3,86	0,00
2024	34147	40,58	218,95	3,86	0,00
2025	33093	31,74	145,04	2,41	0,00
2026	33093	31,74	145,04	2,41	0,00
2027	33093	31,74	145,04	2,41	0,00
2028	31961	16,23	51,23	1,21	0,00
2029	31961	16,23	51,23	1,21	0,00
2030	31961	16,23	51,23	1,21	0,00
2031	31961	16,23	51,23	1,21	0,00
2032	31961	16,23	51,23	1,21	0,00
2033	31961	16,23	51,23	1,21	0,00
2034	31961	16,23	51,23	1,21	0,00
2035	31961	16,23	51,23	1,21	0,00
2036	31961	16,23	51,23	1,21	0,00
2037	31961	16,23	51,23	1,21	0,00
2038	31961	16,23	51,23	1,21	0,00
2039	31961	16,23	51,23	1,21	0,00
2040	31961	16,23	51,23	1,21	0,00
2041	31961	16,23	51,23	1,21	0,00
2042	31961	16,23	51,23	1,21	0,00
2043	31961	16,23	51,23	1,21	0,00
SUMA	846321	683,91	3161,33	60,84	0,00

Tab. 9.2 Emisja roczna (w Mg) w poszczególnych latach planu inwestycyjnego w wariantcie W2

Rok	CO₂	NMHC/N MVOC	NO_x	PM	SO₂
2018	32676	52,62	318,98	5,76	0,00
2019	32676	52,62	318,98	5,76	0,00
2020	32676	52,62	318,98	5,76	0,00
2021	35798	44,10	255,60	4,70	2,96
2022	35798	44,10	255,60	4,70	2,96
2023	36482	38,59	217,74	4,09	6,16
2024	36482	38,59	217,74	4,09	6,16
2025	38958	25,85	137,56	2,95	15,61
2026	38958	25,85	137,56	2,95	15,61
2027	38958	25,85	137,56	2,95	15,61
2028	43940	13,15	80,99	2,68	30,57
2029	43940	13,15	80,99	2,68	30,57
2030	43940	13,15	80,99	2,68	30,57
2031	43940	13,15	80,99	2,68	30,57
2032	43940	13,15	80,99	2,68	30,57
2033	43940	13,15	80,99	2,68	30,57

2034	43940	13,15	80,99	2,68	30,57
2035	43940	13,15	80,99	2,68	30,57
2036	43940	13,15	80,99	2,68	30,57
2037	43940	13,15	80,99	2,68	30,57
2038	43940	13,15	80,99	2,68	30,57
2039	43940	13,15	80,99	2,68	30,57
2040	43940	13,15	80,99	2,68	30,57
2041	43940	13,15	80,99	2,68	30,57
2042	43940	13,15	80,99	2,68	30,57
2043	43940	13,15	80,99	2,68	30,57
SUMA	1062502	611,20	3612,09	86,64	554,18

Obliczenia wyceny kosztów dla zmian klimatu (emisja CO₂) oraz zanieczyszczeń niższych warstw atmosfery (emisja NMHC/NMVOC, NO_x, PM, SO₂) zostały wykonane w oparciu o koszty jednostkowe opublikowane przez Centrum Unijnych Projektów Transportowych pomnożone przez wartości emisji odpowiednie dla każdego roku. Pełne obliczenia znajdują się w arkuszu kalkulacyjnym, jako załącznik VIII pt. „Koszty_zanieczyszczenia”. W tabelach 9.3 i 9.4 przedstawiono koszty zanieczyszczenia powietrza w kolejnych latach planu inwestycyjnego odpowiednio w wariantach W0 i W2, natomiast w tabeli 9.5 przedstawiono sumaryczne koszty dla całego okresu planu inwestycyjnego, tj. dla lat 2018-2043.

Tab. 9.3 Koszty emisji spalin w kolejnych latach planu inwestycyjnego w wariantach W0

Rok	Wartość dla końca danego roku, PLN/rok				
	CO₂	NMHC/ NMVOC	NO_x	PM	SO₂
2018	5 377 218	476 335	23 118 652	6 883 660	0
2019	5 540 164	491 426	23 851 099	7 101 748	0
2020	5 703 110	506 643	24 589 647	7 321 654	0
2021	6 224 786	446 469	20 324 133	6 008 963	0
2022	6 397 697	459 680	20 925 498	6 186 760	0
2023	6 470 781	425 497	18 378 360	5 344 421	0
2024	6 641 064	436 499	18 853 571	5 482 612	0
2025	6 601 186	350 235	12 813 996	3 506 689	0
2026	6 766 216	359 115	13 138 864	3 595 593	0
2027	6 931 245	367 985	13 463 402	3 684 406	0
2028	6 853 407	192 859	4 873 279	1 904 782	0
2029	7 012 788	197 525	4 991 177	1 950 864	0
2030	7 172 170	202 331	5 112 631	1 998 336	0
2031	7 331 551	207 124	5 233 746	2 045 675	0
2032	7 490 933	211 896	5 354 306	2 092 797	0
2033	7 650 314	216 636	5 474 081	2 139 613	0
2034	7 809 696	221 335	5 592 824	2 186 025	0
2035	7 969 077	225 982	5 710 261	2 231 926	0

*Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu
usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych...*

2036	8 128 459	230 571	5 826 196	2 277 241	0
2037	8 287 840	235 274	5 945 041	2 323 693	0
2038	8 447 222	239 903	6 062 027	2 369 419	0
2039	8 606 604	244 641	6 181 739	2 416 209	0
2040	8 765 985	249 488	6 304 210	2 464 079	0
2041	8 925 367	254 443	6 429 419	2 513 018	0
2042	9 084 748	259 304	6 552 263	2 561 033	0
2043	9 244 130	264 270	6 677 725	2 610 072	0
SUMA	191 433 758	7 973 467	281 778 147	91 201 287	0

Tab. 9.4 Koszty emisji spalin w kolejnych latach planu inwestycyjnego w wariantcie W2

Rok	Wartość dla końca danego roku, PLN/rok				
	CO₂	NMHC/ NMVOC	NO_x	PM	SO₂
2018	5 377 218	476 335	23 118 652	6 883 660	0
2019	5 540 164	491 426	23 851 099	7 101 748	0
2020	5 703 110	506 643	24 589 647	7 321 654	0
2021	6 426 582	437 446	20 300 272	6 157 986	252 416
2022	6 605 098	450 390	20 900 931	6 340 192	259 884
2023	6 913 337	404 648	18 276 865	5 661 666	555 981
2024	7 095 267	415 111	18 749 451	5 808 060	570 357
2025	7 771 027	285 317	12 153 227	4 296 350	1 481 495
2026	7 965 303	292 551	12 461 344	4 405 273	1 519 054
2027	8 159 579	299 777	12 769 146	4 514 086	1 556 576
2028	9 422 102	156 264	7 704 807	4 206 587	3 124 941
2029	9 641 221	160 044	7 891 207	4 308 356	3 200 542
2030	9 860 339	163 939	8 083 230	4 413 194	3 278 423
2031	10 079 458	167 822	8 274 716	4 517 740	3 356 087
2032	10 298 577	171 688	8 465 325	4 621 807	3 433 395
2033	10 517 695	175 529	8 654 693	4 725 196	3 510 199
2034	10 736 814	179 336	8 842 429	4 827 693	3 586 342
2035	10 955 933	183 102	9 028 100	4 929 064	3 661 647
2036	11 175 051	186 820	9 211 397	5 029 139	3 735 989
2037	11 394 170	190 630	9 399 295	5 131 725	3 812 197
2038	11 613 289	194 382	9 584 253	5 232 707	3 887 213
2039	11 832 407	198 220	9 773 522	5 336 042	3 963 978
2040	12 051 526	202 147	9 967 152	5 441 758	4 042 511
2041	12 270 645	206 162	10 165 112	5 549 838	4 122 800
2042	12 489 763	210 101	10 359 332	5 655 876	4 201 572
2043	12 708 882	214 124	10 557 691	5 764 174	4 282 023
SUMA	244 604 558	7 019 957	333 132 896	138 181 571	65 395 622

Tab. 9.5 Zestawienie emisji oraz kosztów emisji spalin w latach 2018-2043

Zanieczyszczenie	Emisja, Mg		Różnica (W2-W0)	Koszt, PLN		Różnica (W2-W0)
	W0	W2		W0	W2	
CO₂	846321	1062499	216178	191 433 758	244 604 558	53 170 799
NMHC/NMVOC	684	611	-73	7 973 467	7 019 957	-953 510
NO_x	3161	3612	451	281 778 147	333 132 896	51 354 750
PM	61	87	26	91 201 287	138 181 571	46 980 284
SO₂	0	554	554	0	65 395 622	65 395 622
SUMA	850227	1067363	217136	572 386 659	788 334 604	215 947 945

Do obliczenia kosztów hałasu generowanego przez autobusy spalinowe i elektryczne w materiałach opublikowanych przez CUPT zaproponowane są dwie metody: metoda I – koszty krańcowe 1 pojazdo-km oraz metoda II – koszty średnie na osobę. W niniejszej analizie zastosowano metodę pierwszą, za pomocą której wyznaczono krańcowe koszty zewnętrzne hałasu na podstawie przebiegu poszczególnych rodzajów pojazdów (spalinowe i elektryczne) w kolejnych latach planu inwestycyjnego. W tabeli 9.6 przedstawiono roczny przebieg pojazdów w obu wariantach, zgodnie z planem inwestycyjnym.

Tab. 9.6 Roczny przebieg pojazdów spalinowych i elektrycznych w wariantach W0 i W2 w poszczególnych latach obejmujących plan inwestycyjny

Rok	Przebieg spalinowe, km		Przebieg elektryczne, km	
	W0	W2	W0	W2
2018	26470895	26470894,84	0	0
2019	26470895	26470894,84	0	0
2020	26470895	26470894,84	0	0
2021	26470895	25069115,24	0	1401779,6
2022	26470895	25069115,24	0	1401779,6
2023	26470895	23549469,84	0	2921425
2024	26470895	23549469,84	0	2921425
2025	26470895	19074872,96	0	7396021,88
2026	26470895	19074872,96	0	7396021,88
2027	26470895	19074872,96	0	7396021,88
2028	26470895	11982857,64	0	14488037,2
2029	26470895	11982857,64	0	14488037,2
2030	26470895	11982857,64	0	14488037,2
2031	26470895	11982857,64	0	14488037,2
2032	26470895	11982857,64	0	14488037,2
2033	26470895	11982857,64	0	14488037,2
2034	26470895	11982857,64	0	14488037,2
2035	26470895	11982857,64	0	14488037,2
2036	26470895	11982857,64	0	14488037,2
2037	26470895	11982857,64	0	14488037,2
2038	26470895	11982857,64	0	14488037,2
2039	26470895	11982857,64	0	14488037,2

2040	26470895	11982857,64	0	14488037,2
2041	26470895	11982857,64	0	14488037,2
2042	26470895	11982857,64	0	14488037,2
2043	26470895	11982857,64	0	14488037,2

Koszty zewnętrzne hałasu zostały wyznaczone jako iloczyn rocznego przebiegu autobusów poszczególnego typu oraz kosztu jednostkowego na 1 pojkm. Do obliczeń wzięto uśrednioną wartość kosztu, uwzględniającą średnią proporcję pór dnia (dzień 0,67 oraz noc 0,33). Dodatkowo, w przypadku autobusów elektrycznych obniżono koszty hałasu o 27%¹²⁴ w porównaniu do autobusów spalinowych, ponieważ autobusy te nie generują hałasu, którego źródłem jest silnik. W tabelach 9.7 i 9.8 przedstawiono koszty hałasu w poszczególnych latach planu inwestycyjnego odpowiednio w wariantach W0 i W2, z kolei w tabeli 9.9 przedstawiono zestawienie kosztów hałasu w latach 2018-2043.

Tab. 9.7 Koszty zewnętrzne hałasu w poszczególnych latach planu inwestycyjnego w wariantach W0

Rok	Wartość dla końca danego roku, PLN/rok	
	Spalinowe	Elektryczne
2018	8 611 919	0
2019	8 884 762	0
2020	9 159 878	0
2021	9 437 141	0
2022	9 716 374	0
2023	9 974 001	0
2024	10 231 900	0
2025	10 497 983	0
2026	10 764 134	0
2027	11 030 015	0
2028	11 304 107	0
2029	11 577 584	0
2030	11 859 310	0
2031	12 140 250	0
2032	12 419 902	0
2033	12 697 733	0
2034	12 973 169	0
2035	13 245 577	0
2036	13 514 501	0
2037	13 790 175	0
2038	14 061 537	0
2039	14 339 223	0
2040	14 623 308	0
2041	14 913 744	0
2042	15 198 693	0

¹²⁴ Koucky & Partners A.B "Quieter buses socio-economic effects", 2014

2043	15 489 716	0
SUMA	312 456 637	0

Tab. 9.8 Koszty zewnętrzne hałasu w poszczególnych latach planu inwestycyjnego w wariantcie W2

Rok	Wartość dla końca danego roku, PLN/rok	
	Spalinowe	Elektryczne
2018	8 611 919	0
2019	8 884 762	0
2020	9 159 878	0
2021	8 937 393	364 816
2022	9 201 838	375 611
2023	8 873 234	803 560
2024	9 102 670	824 338
2025	7 564 825	2 141 205
2026	7 756 613	2 195 490
2027	7 948 206	2 249 720
2028	5 117 149	4 516 479
2029	5 240 947	4 625 746
2030	5 368 478	4 738 307
2031	5 495 654	4 850 555
2032	5 622 247	4 962 288
2033	5 748 016	5 073 293
2034	5 872 700	5 183 342
2035	5 996 014	5 292 181
2036	6 117 751	5 399 627
2037	6 242 543	5 509 771
2038	6 365 384	5 618 192
2039	6 491 086	5 729 140
2040	6 619 686	5 842 644
2041	6 751 161	5 958 686
2042	6 880 152	6 072 535
2043	7 011 892	6 188 811
SUMA	182 982 200	94 516 339

Tab. 9.9 Zestawienie kosztów zewnętrznych hałasu w latach 2018-2043

Hałas zmonetyzowany, PLN		
W0	W2	Różnica (W2-W0)
312 456 637	277 498 539	-34 958 098

Z tabeli 9.5 wynika, że redukcja emisji oraz kosztów emisji przy zastosowaniu pojazdów elektrycznych obejmuje jedynie lotne związki organiczne, ich emisja w całym okresie planu inwestycyjnego. Poza tymi związkami, obserwuje się wyraźny wzrost emisji dwutlenku węgla i tlenków azotu oraz nieznaczny wzrost emisji cząstek stałych. Dodatkowo,

przy zastosowaniu autobusów elektrycznych dochodzą koszty związane z emisją dwutlenku siarki, której nie ma w wariancie W0. Jak już zaznaczono w rozdziale 8, należy wziąć pod uwagę, że taki stan rzeczy spowodowany jest faktem, że sektor energetyki zawodowej w Polsce oparty jest na spalaniu węgla. Wraz ze wzrostem udziału źródeł odnawialnych w procesie wytwarzania energii elektrycznej lub z wdrożeniem energetyki jądrowej, koszty związane z emisją spalin przy zastosowaniu autobusów elektrycznych będą się obniżać. Na obecną chwilę realizacja wariantu W2 spowoduje wzrost kosztów emisji spalin o ponad 215 mln zł. Tabela 9.9 wskazuje na znaczne korzyści wynikające z wykorzystania autobusów elektrycznych związane z kosztami hałasu. Co prawda zredukowane koszty hałasu nie rekompensują w pełni kosztów związanych z emisją zanieczyszczeń do powietrza, jednak zastosowanie autobusów elektrycznych na wybranych liniach przyniesie wiele korzyści społecznych. Ograniczony zostanie hałas generowany przez transport zbiorowy w ruchu miejskim, co poprawi klimat akustyczny wzdłuż tras poszczególnych linii, a także sprawi, że wzrośnie komfort podróżowania.

9.3. Ocena komfortu życia mieszkańców

Do przeprowadzenia oceny komfortu życia mieszkańców Wrocławia, w aspektach kluczowych z punktu widzenia zasadności zmniejszenia emisji spalin i poziomu zanieczyszczenia powietrza w mieście, zostały przeprowadzone badania ankietowe. Odpowiedzi były zbierane w dwóch formach: za pomocą wywiadu bezpośredniego z mieszkańcami miasta oraz z wykorzystaniem formularza elektronicznego umieszczonego w Internecie (załącznik 5). W obu formach wykorzystano ten sam wzór ankiety. Ankieta składała się z trzech części – tzw. metryczki, części poświęconej ocenie jakości powietrza i uciążliwości hałasu w mieście oraz części poświęconej ocenie komfortu i jakości podróżowania w mieście (z uwzględnieniem poziomu zawodności floty).

Badania prowadzone były w okresie 15-30 października 2018 roku. Badania prowadzone w formie wywiadu bezpośredniego realizowane były na wybranych przystankach autobusowych wśród pasażerów oczekujących na połączenia. Ankieta internetowa udostępniona została za pośrednictwem formularza Google. W badaniu wzięło udział ponad 500 mieszkańców Wrocławia. Szczegółowe informacje dotyczące próby badawczej zostały przedstawione na poniższych wykresach:

- wiek badanych osób w określonych w badaniu grupach wiekowych (18-25, 26-35, 36-45, 46-65, 65+) – rys. 9.1a;
- wykształcenie badanych – rys. 9.1b;
- płeć badanych – rys. 9.1c.
- Ponad połowę respondentów stanowiły kobiety (58%). Jednocześnie dokładnie połowę badanych stanowili respondenci z grupy wiekowej osób pomiędzy 18 a 25 rokiem życia, 21% to osoby w wieku 26-35 lat, po 13% stanowiły osoby w wieku 36-45 i 46-65, oraz 3% to osoby powyżej 65 roku życia. Większość badanych to osoby z wykształceniem wyższym (56%).



Rys. 9.1 Dane dotyczące próby badawczej przy ocenie komfortu życia mieszkańców Wrocławia

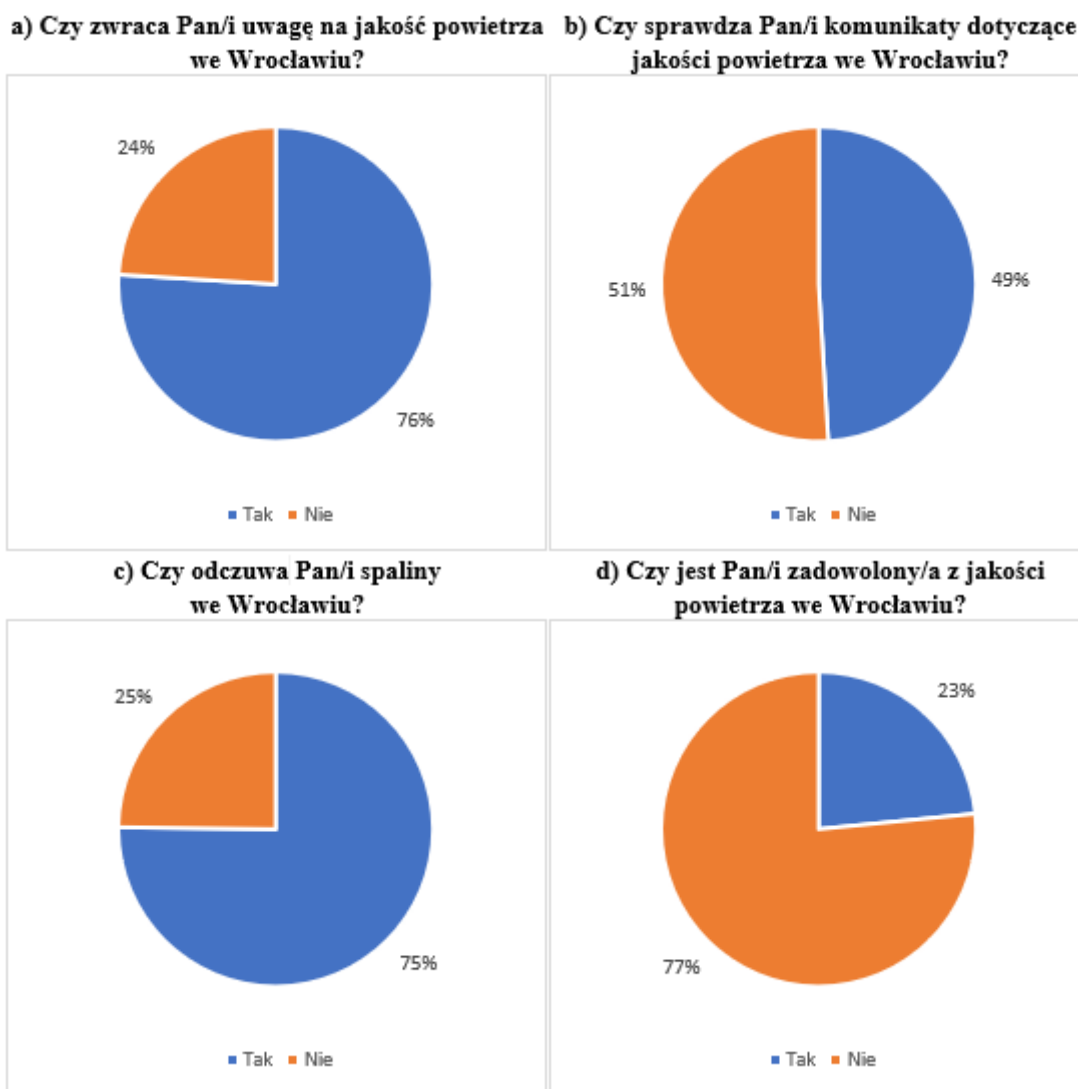
W zasadniczej części ankiety respondentom zostały zadane pytania, na podstawie których możliwe będzie dokonanie oceny komfortu życia Wrocławian. Wyniki wraz z komentarzem do poszczególnych sekcji pytań zostały przedstawione w kolejnych podrozdziałach.

9.3.1. Ocena jakości powietrza

Przeprowadzone badanie ankietowe skupiło się głównie na subiektywnym odbiorze jakości powietrza przez mieszkańców. Z przeprowadzonego badania wynika, że 3 na 4 osoby zwracają uwagę na jakość powietrza, którym oddychają (rys. 9.2a.). Taki wynik wskazuje, iż świadomość mieszkańców dotycząca tego czym oddychają jest na wysokim poziomie. Może to być punktem wyjścia przy podejmowaniu decyzji zmierzających do poprawy jakości powietrza oraz do uzyskania znaczącej akceptacji społeczeństwa w kwestii podjętych działań. Respondenci zostali dodatkowo zapytani, czy sprawdzają komunikaty dotyczące jakości

powietrza, którym oddychają. Wyniki (rys. 9.2b.) wskazują niemalże równy podział na osoby sprawdzające takie informacje oraz na osoby, które tego nie robią.

Pozostając w obszarze jakości powietrza zwrócono uwagę na jeden z zasadniczych czynników wpływających na pogorszenie jakości tego, czym oddychamy – spaliny. Pytanie o ich odczuwanie we Wrocławiu wskazuje, że jedynie $\frac{1}{4}$ respondentów ich nie odczuwa (rys. 9.2c.). Jeden z ostatnich wykresów przedstawia odpowiedzi na pytanie o zadowolenie z jakości powietrza, jakim oddychamy we Wrocławiu (rys. 9.2d.). Udział osób zadowolonych z jakości powietrza we Wrocławiu nie przekracza 25%.

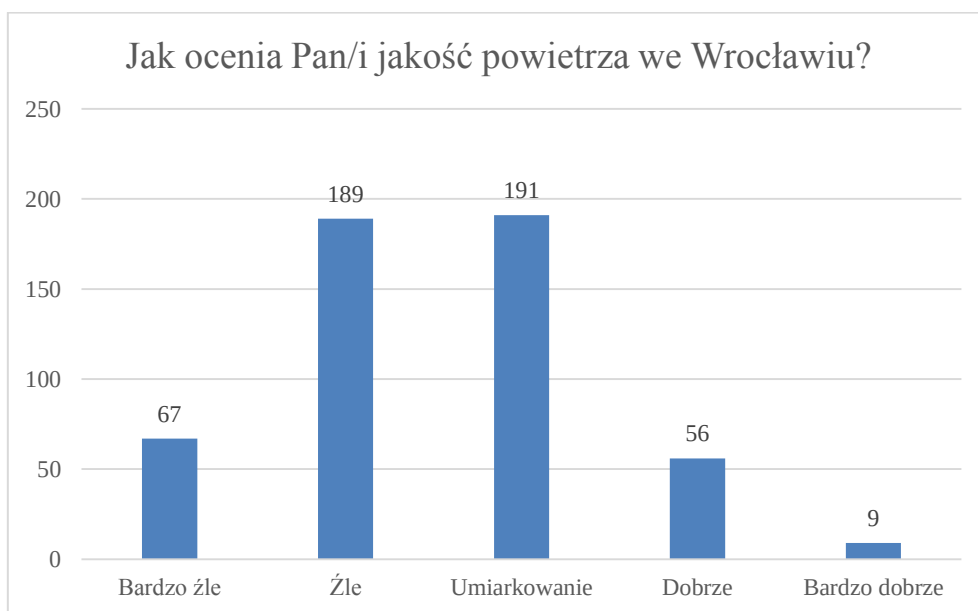


Rys. 9.2 Wyniki badań ankietowych dotyczących oceny jakości powietrza we Wrocławiu

W ostatnim pytaniu poproszono respondentów o ocenę jakości powietrza we Wrocławiu. Przewidziano 5 wariantów odpowiedzi, które pokrywają się z wyświetlanymi na tablicach DIP znajdujących się na przystankach komunikacji miejskiej. Skala oceny jakości powietrza jest następująca:

1. *Bardzo zła*
2. *Zła*
3. *Umiarkowana*
4. *Dobra*
5. *Bardzo dobra*

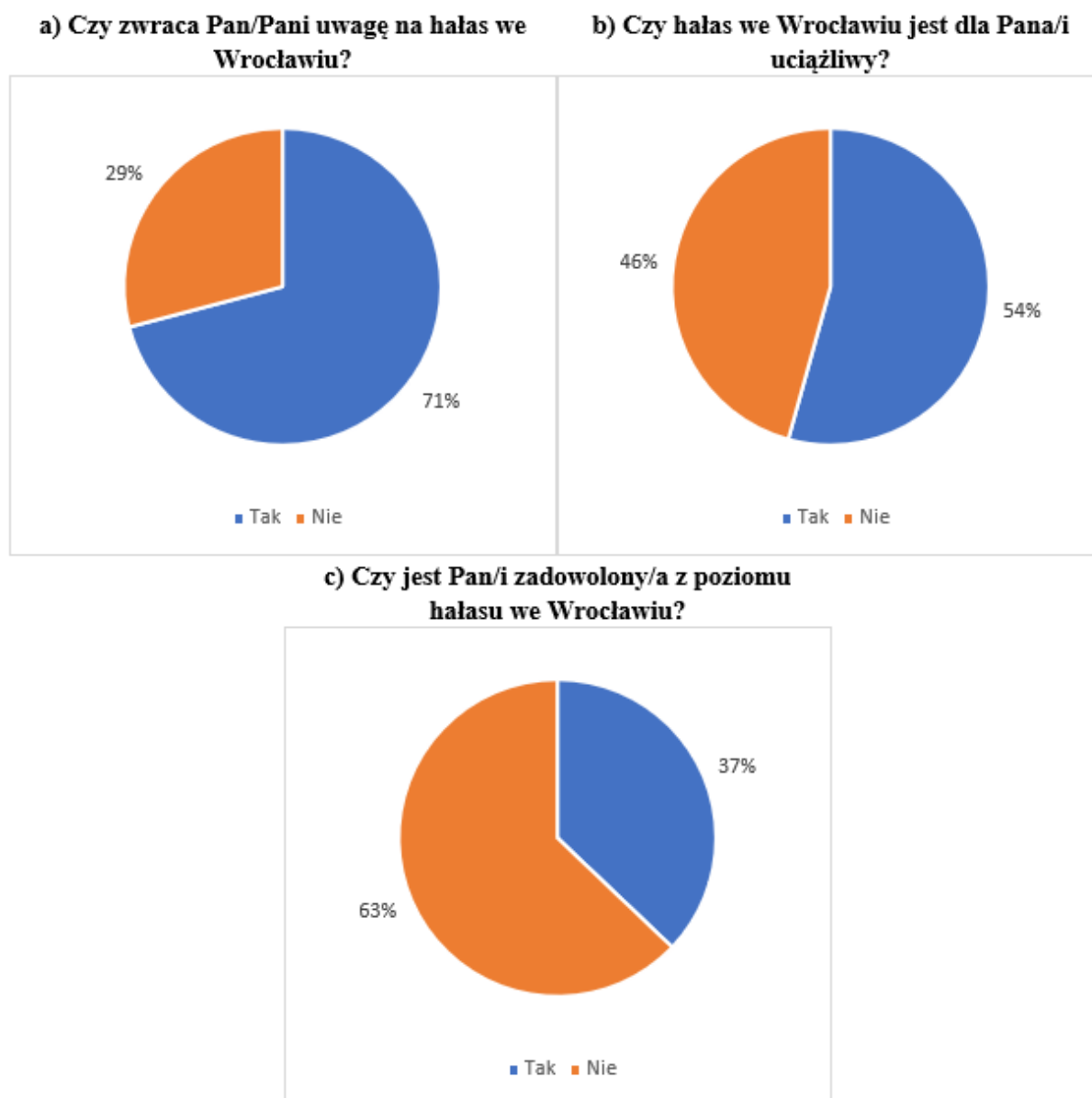
Rozkład odpowiedzi (rys. 9.3.) wskazuje, że przeważająca większość osób ocenia jakość powietrza we Wrocławiu negatywnie. Jednakże nieco ponad 12% respondentów uważa, iż jakość powietrza jest dobra lub bardzo dobra. Blisko 40% badanych wybrało odpowiedź umiarkowanie.



Rys. 9.3 Ocena jakości powietrza we Wrocławiu w skali 1-5 według grupy badawczej

9.3.2. Ocena hałasu w mieście

Kolejnym aspektem poruszonym w badaniu była ocena hałasu przez respondentów. W ramach tego obszaru zostały zadane cztery pytania, które były zbliżone formą do przedstawionych we wcześniejszej części pytań o jakość powietrza. Udział osób zwracających uwagę na poziom hałasu we Wrocławiu jest zbliżony do analogicznego pytania o jakość powietrza i wynosi 71% - rys 9.4a. Dla 54% przebadanych osób hałas w mieście jest uciążliwy – rys 9.4.b. Zaś ponad połowa przebadanych osób (65%) nie jest zadowolonych z poziomu hałasu w mieście – rys. 9.4.c.



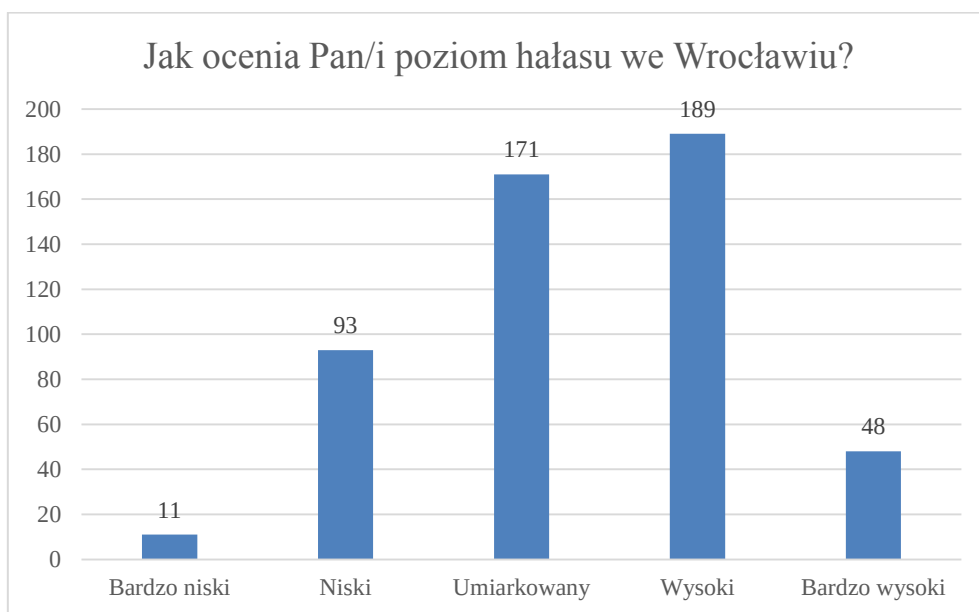
Rys. 9.4 Wyniki badań ankietowych dotyczących hałasu we Wrocławiu

Ostatnim pytaniem dotyczącym oceny hałasu we Wrocławiu było ocenienie jego poziomu w pięciostopniowej skali, która jest następująca:

1. *Bardzo niski*
2. *Niski*
3. *Umiarkowany*
4. *Wysoki*
5. *Bardzo wysoki*
(- poziom hałasu)

Na rys. 9.5. został przedstawiony wykres, na którym zostały zebrane odpowiedzi na pytanie o ocenę poziomu hałasu w mieście. Najwyższym udziałem, stanowiącym 37%, charakteryzuje się odpowiedź wskazująca na wysoki poziom hałasu. Kolejnymi odpowiedziami pod względem najwyższego udziału są następująco: umiarkowany poziom

hałasu (33%), niski (18%), bardzo wysoki (9%) i bardzo niski (2%). Udział negatywnych odpowiedzi powyżej wyniku średniego jest nieco wyższy niż w przypadku analogicznego pytania odnoszącego się do oceny jakości powietrza – rys. 9.3. W przypadku oceny hałasu udział odpowiedzi negatywnych, tj. *wysoki* i *bardzo wysoki* poziom hałasu, wynosi 46%. Porównując to z odpowiedziami określającymi jakość powietrza jako *złą* lub *bardzo złą* gdzie suma tych odpowiedzi wynosi 50% oraz zauważając wyższy udział odpowiedzi pozytywnych można stwierdzić, iż problem zanieczyszczenia powietrza w mieście jest istotniejszy niż kwestia związana z hałasem. Może to być związane z różnymi obszarami zamieszkania respondentów (centrum miasta/obrzeża). Pomimo to nie należy lekceważyć problemu i starać się podejmować działania, które będą ograniczać szkodliwe dla zmysłu słuchu bodźce, tzn. dążyć do redukcji poziomu hałasu w mieście.



Rys. 9.5 Ocena hałasu we Wrocławiu w skali 1-5 według grupy badawczej

9.3.3. Komfort i jakość podróżowania

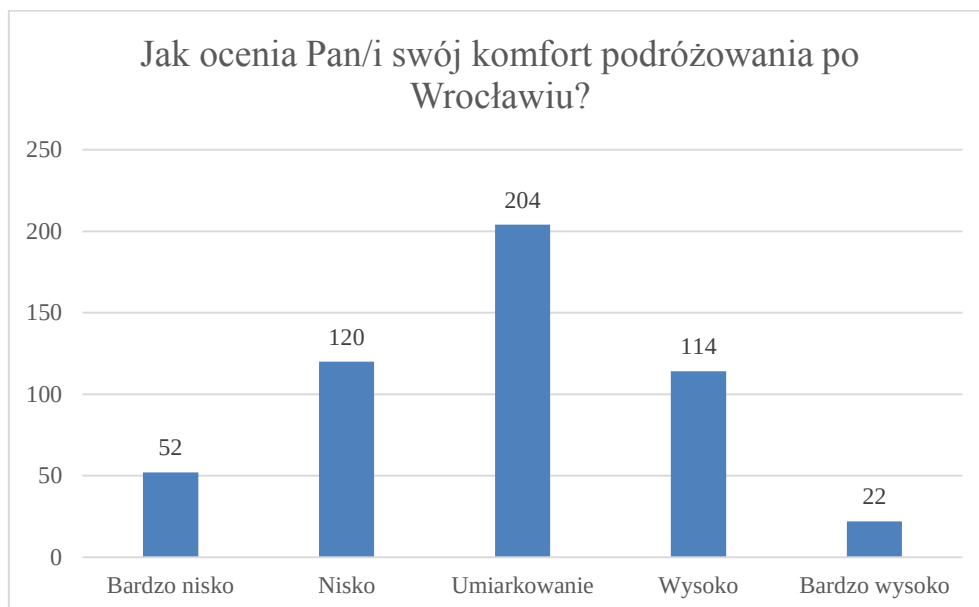
W tej części zbadano dwa podstawowe aspekty podróżowania po Wrocławiu. Komfort podróżowania po Wrocławiu został oceniony w skali pięciostopniowej a poszczególne warianty zostały opisane następująco:

1. *Bardzo niski*
2. *Niski*
3. *Umiarkowany*
4. *Wysoki*
5. *Bardzo wysoki*

(- komfort podróżowania po Wrocławiu).

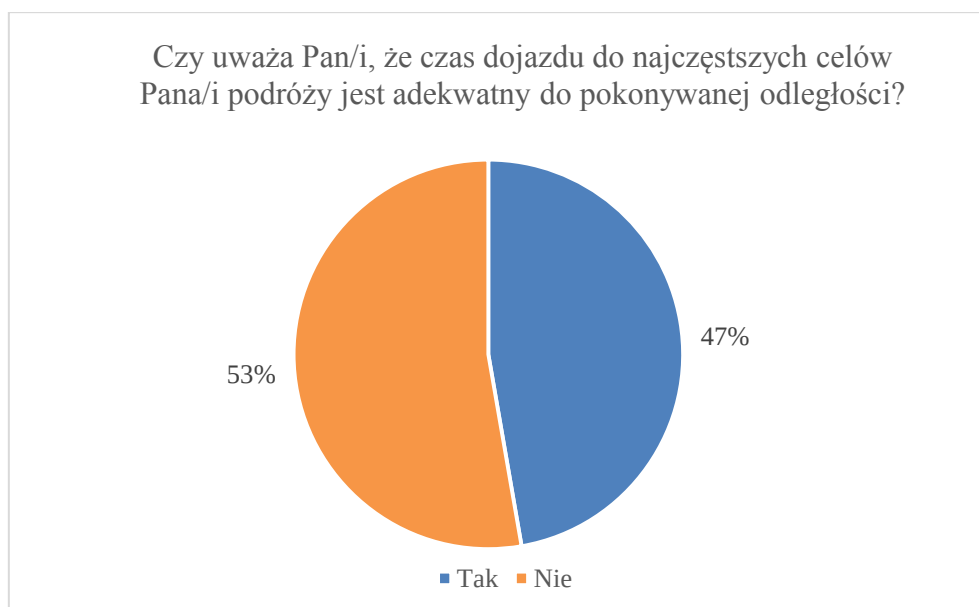
Ocena komfortu podróżowania została przedstawiona na wykresie ujętym na rys. 9.6. Widać na nim równomierny rozkład odpowiedzi z nieznaczną przewagą ocen negatywnych. Różnica sumy odpowiedzi *bardzo nisko* i *nisko* do odpowiedzi *wysoki* i *bardzo wysoki* wynosi

36. Najwyższym udziałem (40%) charakteryzuje się odpowiedź uśredniająca komfort podróżowania w mieście.



Rys. 9.6 Ocena komfortu podróżowania po Wrocławiu według grupy badawczej

Kolejnym elementem wpływającym na komfort i jakość podróżowania jest ocena czasu, jaki jest potrzebny na pokonanie trasy o określonej długości. Nieco ponad połowa (53%) ankietowanych uważa, że czas, w którym pokonują trasę do swojego głównego celu podróży jest nieadekwatny do odległości jaką mają do pokonania.



Rys. 9.7 Ocena adekwatności czasu podróży do pokonywanej odległości

Ocena ta jest zależna od wielu czynników, do których zaliczyć można między innymi:

- **Odległość** – różnie interpretowaną przez różne osoby, dla jednych 1 km to krótka droga do pokonania, którą można przejść pieszo, dla innych zaś jest inaczej;

- **Charakter badanych** – każdy z badanych jest inny, jedni oceniają mniej zaś inni zdecydowanie bardziej krytycznie;
- **Środek transportu** – ocena czasu podróży tramwajem, który ma w większości swojej trasy wydzielone torowisko w odniesieniu do samochodów, które często muszą stać w korku wpływa na pozyskanie różnych odpowiedzi.

W przeprowadzonym badaniu postarano się na wyeliminowanie wpływu wyboru środka transportu na ocenę adekwatności czasu podróży do pokonywanej odległości. Na rysunku 9.8. zostały zebrane odpowiedzi na to samo pytanie w zależności od środka transportu, którym dany ankietowany poruszał się najczęściej. Wyróżnione zostały następujące warianty odpowiedzi dla wyboru środka transportu:

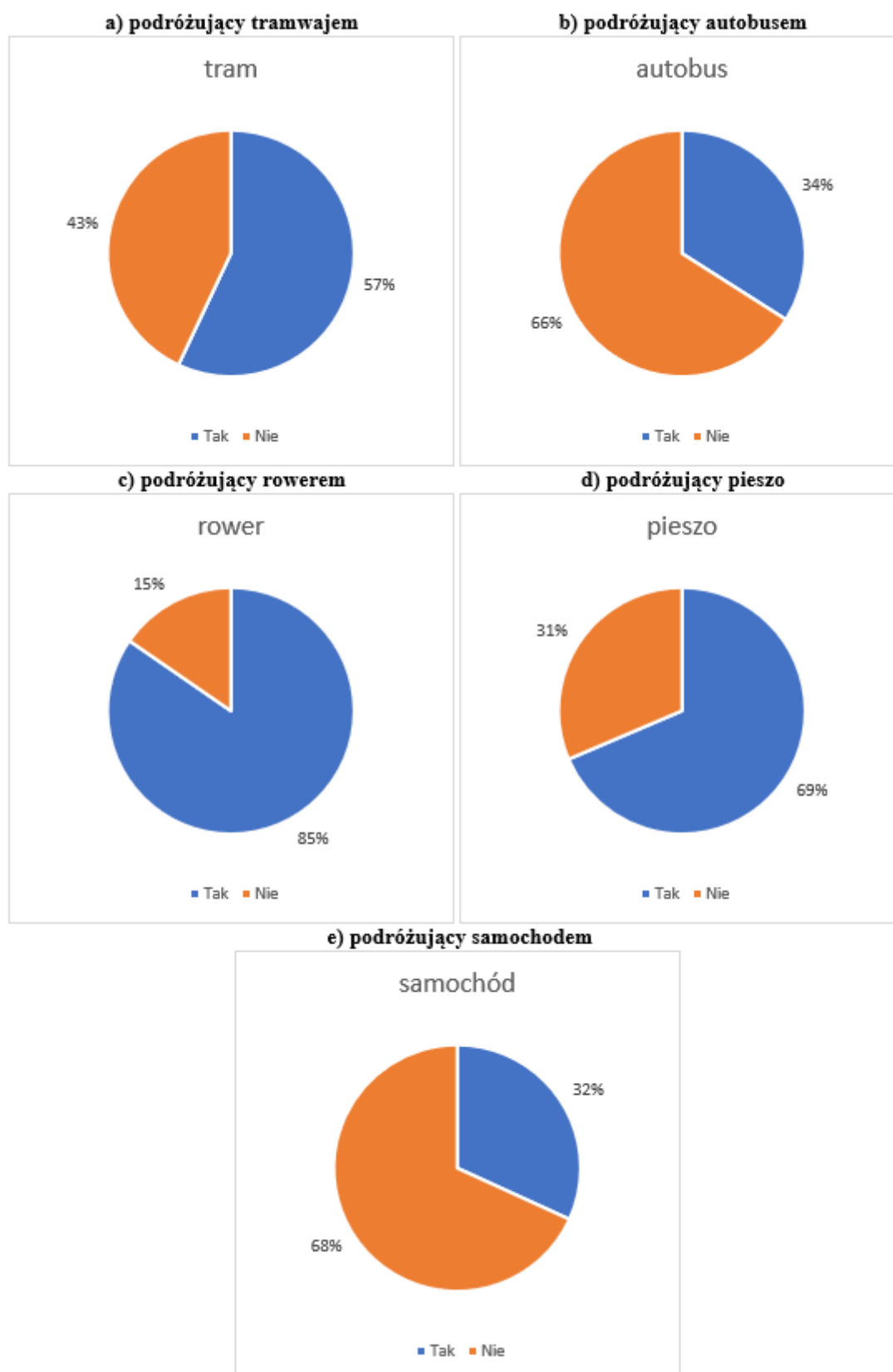
- Tramwaj – 39%
 - Autobus – 19%
 - Rower – 5%
 - Pieszo – 7%
 - Pozostałe pojazdy – 30%
- % spośród wszystkich ankietowanych

Ocena adekwatności czasu pokonywania drogi przez mieszkańców Wrocławia różni się w zależności od tego, jakim środkiem przemieszczają się oni po mieście. Największym zadowoleniem z czasu podróży charakteryzuje się grupa rowerzystów. Aż 85% uważa, że czas podróży jest adekwatny do pokonywanej odległości. Kolejną grupą są osoby podróżujące pieszo, gdzie poziom ten sięga 69%. Widać dużą rozbieżność w ocenie czasu do drogi podróżnych wybierających komunikację miejską. Osoby korzystające głównie z tramwaju są zadowolone z czasu podróży w 57% zaś te osoby, które korzystają głównie z autobusów wyrażają swoją aprobatę z czasu podróży już tylko w 34%. Rozbieżność ta jest najprawdopodobniej spowodowaną faktem, iż przejazd tramwajem jest zdecydowanie mniej zależny od warunków ruchu drogowego niżeli przejazd autobusem, dla którego udział buspasów w ogóle pokonywanych tras jest znikomy. Na ostatnim miejscu z oceną słuszności czasu do pokonywanej odległości i wynikiem 32% pozostaje grupa osób podróżująca pozostałymi pojazdami.

Wyżej opis układu:

ROWER > PIESZY > TRAMWAJ > AUTOBUS > SAMOCHÓD

jest adekwatny do tego, jaką swobodą przemieszczania się po Wrocławiu dysponują te grupy użytkowników drogi. Najbardziej mobilnym jest rower, który przemieszcza się zdecydowanie szybciej niżeli pieszy, jest w stanie ominąć korki i nie zatrzymuje się na przystankach jak pojazdy komunikacji miejskiej. Zaś najmniej mobilny dla użytkowników i często stojący w korku jest samochód, którego opisywana ocena jest najniższa spośród wszystkich pozostałych.



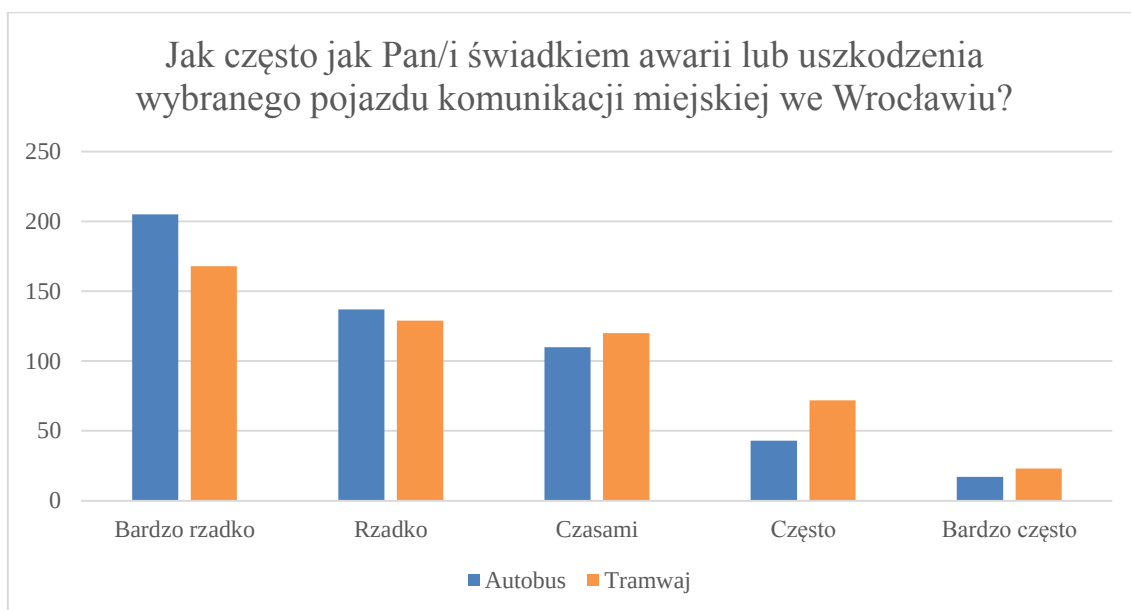
Rys. 9.8 Ocena adekwatności czasu podróży do pokonywanej odległości w zależności od wybranego środka transportu: Tak – czas adekwatny, Nie – czas nieadekwatny

9.3.4. Zawodność floty eksploatowanej w komunikacji miejskiej

W tej części skupiono się na ocenie awaryjności pojazdów wykorzystanych w komunikacji zbiorowej we Wrocławiu. W ocenie awaryjności wyróżniono osobno tramwaje, jak i autobusy. Ocena odnosi się do tego jak często ankietowani są świadkami awarii lub uszkodzenia wybranych typów pojazdów. Skala podobnie jak w poprzednich pytaniach jest pięciostopniowa, a opis poszczególnych ocen jest następujący:

1. *Bardzo rzadko*
2. *Rzadko*
3. *Czasami*
4. *Często*
5. *Bardzo często*

Odpowiedzi na pytanie o awaryjność pojazdów komunikacji miejskiej przedstawia rysunek 9.10. Tramwaje przedstawione są kolorem pomarańczowym, zaś autobusy kolorem niebieskim.



Rys. 9.9 Ocena awaryjności tramwajów we Wrocławiu według grupy badawczej

Jak widać na przedstawionym powyżej wykresie zdecydowanie częściej można zauważyć tramwaj, który uległ awarii niżeli autobus. Wpływ na to ma niewątpliwie charakter pojazdów. Uszkodzony autobus, który zatrzymał się na przystanku może być zwyczajnie niezauważony przez podróżnych w przeciwieństwie do tramwaju, którego zatrzymanie powoduje postój wszystkich pojazdów za nim.

Co ciekawe, jak wskazują badania¹²⁵ przeprowadzone we wrocławskim środowisku w latach 2017 i 2018, świadkami awarii pojazdu komunikacji miejskiej było

¹²⁵ Tubis A., Poskart A., Rydlewski M., *Ocena ryzyka podróżowania wrocławską komunikacją publiczną z uwzględnieniem aspektów bezpieczeństwa i logistyki*, Prace Naukowe Politechniki Wrocławskiej – X

aż 82% respondentów. Te same badania wskazują, że aż 55% podróżnych przed rozpoczęciem podróży komunikacją miejską rozpatruje możliwość wystąpienia awarii pojazdu, a 31% wypadku z udziałem pojazdu MPK.

9.3.5. Wnioski końcowe

Analiza wyników wskazuje, że większość respondentów postrzega w sposób raczej negatywny obecny stan jakości powietrza oraz hałasu w mieście. Potwierdzone jest to na wykresach (rys. 9.3 oraz 9.5). Stanowi to argument za wprowadzeniem rozwiązań proekologicznych, w tym w obszarze komunikacji miejskiej (m.in. inwestycje w zakup taboru nisko bądź zeroemisyjnego, zachęcanie mieszkańców do szerszego korzystania z oferty transportu zbiorowego).

Jednocześnie ważne jest również zwrócenie uwagi na poziom komfortu i jakości podróżowania po mieście z wykorzystaniem komunikacji zbiorowej. Analiza odpowiedzi uzyskanych w obszarze oceny komfortu podróżowania wyraźnie wskazuje na pośrednie zdanie respondentów (rozkład normalny dla uzyskanych odpowiedzi). Ponadto, jakość podróżowania w aspekcie czasu podróży również wskazuje, iż podróże autobusem są jedynie nieznacznie lepiej postrzegane w aspekcie czasu niż poruszanie się po Wrocławiu samochodem. Głównie związane jest to z dużą kongestią obserwowaną w mieście, zwłaszcza w godzinach szczytu. Jeżeli odnieść się teraz do badań przeprowadzonych w latach 2017 i 2018¹²⁶ w odniesieniu do kwestii poczucia bezpieczeństwa pasażerów – tu wrocławski przewoźnik może pochwalić się uzyskaniem pozytywnych opinii pasażerów. Ponadto, odsetek osób będących świadkami awarii pojazdów komunikacji miejskiej jest niewielki, co przy tak dużej flocie eksploatowanej na 115 liniach komunikacyjnych jest wynikiem dobrym.

Wyniki uzyskanych odpowiedzi wskazują, iż jeśli chodzi o czas podróży oraz sam komfort podróży, nadal jest to obszar w którym można wiele poprawić.

Podsumowując, przeprowadzona analiza poziomu komfortu życia mieszkańców w aspekcie realizowanych zadań komunikacji miejskiej potwierdza potrzebę inwestycji w nowe rozwiązania w tym obszarze, pozwalające na podniesienie jakości oferowanych usług oraz obniżenie poziomu negatywnego wpływu na środowisko. Należy również podkreślić, iż w tego typu badaniach ważnym aspektem jest powtarzalność i cykliczność ich przeprowadzania. W przypadku, gdy przeprowadzone zostaną działania na rzecz wprowadzenia założeń elektromobilności w transporcie zbiorowym, powtórne przeprowadzenie badań pozwoliłoby na ocenę zasadności wprowadzonych działań.

9.4. Analiza ryzyka

W niniejszym podpunkcie ocenione zostało potencjalne ryzyko związane z realizacją projektu inwestycyjnego, jakim jest wymiana floty autobusowej w Gminie Wrocław zgodnie

z wymogami ustawowymi w oparciu o zdefiniowane warianty inwestycyjne¹²⁷. W opracowanej analizie definicja ryzyka została określona w oparciu o normę ISO 31000¹²⁸, zgodnie z którą *ryzyko jest postrzegane jako efekt niepewności realizacji założonych celów*. Przegląd literatury w badanym obszarze¹²⁹ pozwala na stwierdzenie, że ryzyko jest kombinacją prawdopodobieństwa wystąpienia jakiegoś zdarzenia z jego następstwami. *Zatem ryzyko jest ściśle związane z niepewnością skutków, jakie niesie określone działanie. Skutki mogą mieć bowiem poważny wpływ na realizację założonych celów danej jednostki organizacyjnej*. Podsumowując, ryzyko jest to możliwość zaistnienia pewnego zdarzenia, które w przyszłości wpłynie na osiągnięcie celów przedsiębiorstwa.

W oparciu o przedstawione definicje, przyjętą miarą ryzyka w niniejszym opracowaniu jest iloczyn prawdopodobieństwa wystąpienia danego zdarzenia niepożądanego oraz jego skutków. W związku z tym w pierwszym etapie realizowanej analizy ryzyka należy zidentyfikować i ocenić potencjalne zagrożenia, jakie mogą wystąpić podczas procesu wdrożenia projektu (faza inwestycyjna) oraz w późniejszym okresie operacyjnym (faza powdrożeniowa).

Analiza i ocena ryzyka powodzenia projektu inwestycyjnego zostały przeprowadzone z wykorzystaniem metody jakościowej. Szczegółowe obliczenia dla przeprowadzonej analizy ujęto w arkuszu kalkulacyjnym, jako załącznik IX pt. „Analiza_ryzyka”.

W metodzie jakościowej wykorzystano wywiady bezpośrednie przeprowadzone wśród ekspertów, reprezentujących różne obszary dotyczące planowanej inwestycji. Etapy wstępne przeprowadzanej oceny ryzyka objęły:

- 1) określenie kontekstu przeprowadzanej analizy ryzyka,
- 2) identyfikację zdarzeń niepożądanych według przyjętej klasyfikacji,
- 3) określenie potencjalnych przyczyn wystąpienia zidentyfikowanych zdarzeń niepożądanych,
- 4) zdefiniowanie skutków wystąpienia każdego zdarzenia przy wykorzystaniu metody *what-if*.

Zaproponowana w analizie klasyfikacja zdarzeń niepożądanych obejmuje 4 podstawowe grupy zdarzeń, zgodnie z opracowaniem proponowanym przez Profesora Bukowskiego¹³⁰. Wyniki z przeprowadzonych badań wstępnych przedstawiono w tabeli 9.10. Ogółem zdefiniowano 24 zagrożenia, które następnie poddano szczegółowej analizie.

¹²⁷ Dz.U. 2018 poz. 317, USTAWA z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych, <http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20180000317/T/D20180317L.pdf>. [dostęp: 04.11.2018]

¹²⁸ ISO 31000:2009 Risk Management – Principles and Guidelines.

¹²⁹ Np. opracowany w pracy: Tubis A., Werbińska-Wojciechowska S., 2017, Operational risk assessment in road passenger transport companies performing at Polish market. W: Safety and reliability - theory and applications: proceedings of the 27th European Safety and Reliability Conference, ESREL 2017, Čepin M., Briš R. (eds.), Leiden: CRC Press/Balkema, s. 1477-1483.

¹³⁰ Bukowski L. Ryzyko w systemach logistycznych dużej skali. Logistyka nr 4/2015, s. 99-106.

Tab. 9.10 Zidentyfikowane zdarzenia niepożądane wraz z ich potencjalnymi przyczynami oraz skutkami

Lp.	Zdarzenie niepożądane	Przyczyna zdarzenia	Skutek dla realizacji projektu
Zagrożenia zewnętrzne (losowe)			
ZZ1	Zmiany regulacji prawnych	Zmiany priorytetów odnośnie prowadzonej polityki w zakresie technologii wspieranych	Opóźnienie w realizacji projektu lub zaprzestanie jego dalszej realizacji ze względu na ograniczone lub brak źródeł finansowania
ZZ2	Kradzież	Brak odpowiedniego zabezpieczenia, lokalizacja pętli w dzielnicach o wysokim poziomie przestępczości	Dodatkowe nakłady finansowe na odtworzenie stanu ilościowego i jakościowego taboru
ZZ3	Sabotaż/terroryzm	Brak możliwości pełnego zabezpieczenia przed działaniami o charakterze terrorystycznym	Dodatkowe nakłady finansowe na odtworzenie stanu ilościowego i jakościowego taboru
ZZ4	Zmiany klimatyczne (duże upały/mrozy)	Przeszacowany zasięg autobusów, nieuwzględniający zwiększonego zapotrzebowania na energię, zużywaną na procesy ogrzewania/klimatyzowania wnętrza autobusu	Zmiana zasięgu autobusu podczas nadzwyczajnych upałów lub mrozów skutkująca podniesionymi kosztami sprowadzenia autobusu do punktu ładowania
ZZ5	Pojawienie się nowej technologii	Stąły rozwój technologii alternatywnego zasilania pojazdów	Poniesione nakłady inwestycyjne na rozwiązanie, które nie jest w pełni ekonomiczne i które wkrótce wymagać będzie modyfikacji
ZZ6	Wandalizm – uszkodzenia infrastruktury znajdującej się na pętlach autobusowych	Brak odpowiedniego zabezpieczenia, lokalizacja pętli w dzielnicach o wysokim poziomie przestępczości / wandalizmu	Konieczność poniesienia dodatkowych nakładów finansowych na naprawy (odtworzenie stanu ilościowego i jakościowego infrastruktury)
Zagrożenia operacyjne			
ZO1	Uszkodzenia stacji wolnego ładowania	Błędnie zdefiniowana lub realizowana strategia obsługi stacji, awaryjność infrastruktury	Opóźnienia w realizacji kursów, konieczność wykorzystania taboru zastępczego (o konwencjonalnym napędzie) lub niepełna obsługa linii przez autobusy elektryczne akumulatorowe (brak możliwości doładowywania w określonym przedziale czasowym)
ZO2	Uszkodzenia stacji szybkiego ładowania	Błędnie zdefiniowana lub realizowana strategia obsługi stacji, awaryjność infrastruktury	Opóźnienia w realizacji kursów, konieczność wykorzystania taboru zastępczego (o konwencjonalnym napędzie) lub niepełna obsługa linii przez autobusy elektryczne akumulatorowe (brak możliwości doładowywania w określonym przedziale czasowym)
ZO3	Wysoki poziom uszkodzalności taboru	Błędnie zdefiniowana lub realizowana strategia obsługi taboru, zakup autobusów o zbyt niskich	Niska gotowość taboru do realizacji zadań transportowych, zwiększone koszty utrzymania taboru (koszty napraw), obniżenie jakości obsługi

		charakterystykach niezawodnościowych	klienta
ZO4	Przerwy w dostawie prądu	Awarie zasilania, zwiększone pobory energii w mieście wymuszające czasowe wyłączanie dostaw dla poszczególnych dzielnic	Opóźnienia w realizacji kursów, konieczność wykorzystania taboru zastępczego (o konwencjonalnym napędzie) lub niepełna obsługa linii przez autobusy elektryczne akumulatorowe (brak możliwości doładowywania w określonym przedziale czasowym), zaburzenie funkcjonowania systemu komunikacji zbiorowej
ZO5	Zmiany popytu na usługi transportowe (zwiększony/zmniejszony popyt na zelektryfikowanych liniach)	Mechanizmy gospodarcze, społeczne występujące na rynku, migracja ludności	Zbyt mała efektywność wykorzystania taboru na liniach zelektryfikowanych lub konieczność wykorzystania dodatkowych autobusów o napędzie konwencjonalnym
ZO6	Brak kierowców/pracowników stacji obsługi (niedobory kadrowe)	Mechanizmy popytowo-podażowe funkcjonujące na rynkach, sytuacja gospodarcza	Brak możliwości realizacji planowanych działań operacyjnych (np. wykonanie kursów na trasie, naprawa uszkodzonych pojazdów), skutkujący obniżoną gotowością do realizacji zadań transportowych na liniach komunikacyjnych – obniżenie efektywności projektu inwestycyjnego
ZO7	Brak systemu pomiarów badających poprawność funkcjonowania procesu	Brak wdrożonych systemów monitoringu, brak przeprowadzania analiz ilościowych posiadanych danych systemowych	Występowanie nierejestrowanych odchyleń od norm rzutujących na wzrost kosztów eksploatacji systemu
Zagrożenia finansowe			
ZF1	Brak możliwości finansowania zewnętrznego realizowanego projektu	Zaprzestanie prowadzenia programów wspierających rozwój elektromobilności w Polsce oraz Unii Europejskiej	Opóźnienie w realizacji projektu lub zaprzestanie jego dalszej realizacji ze względu na ograniczone lub brak źródeł finansowania
ZF2	Przekroczenie założonego budżetu nakładów inwestycyjnych	Wzrost kosztów zakupu autobusów elektrycznych akumulatorowych oraz infrastruktury wspierającej ze względu np. na rosnący popyt w danym obszarze	Opóźnienie w realizacji projektu i/lub zwiększenie kosztów realizacji projektu
ZF3	Wzrost prognozowanych kosztów operacyjnych	Mechanizmy popytowo-podażowe funkcjonujące na rynkach oraz cykle koniunkturalne	Opóźnienie w realizacji projektu i/lub zwiększenie kosztów realizacji projektu
ZF4	Wzrost prognozowanych kosztów odtworzeniowych	Niedoszacowanie kosztów nakładów odtworzeniowych wynikające np. z rosnącego popytu w danym obszarze lub zaniżonej wyceny wymienianych materiałów (np. baterii)	Zwiększenie kosztów realizacji projektu

ZF5	Nieprawidłowe zarządzanie inwestycją przez przewoźnika	Niewłaściwe oszacowanie dysponowanych budżetów na inwestycje, nieprawidłowe rozliczenie kosztów inwestycji	Utrata płynności finansowej przewoźnika
ZF6	Wzrost cen energii	Zmiana cen energii na rynku, nowi dostawcy oferujący inne warunki dostaw energii	Zwiększenie kosztów eksploatacji floty zasilanej energią elektryczną
ZF7	Obniżenie wartości dotacji otrzymywanych od miasta	Obniżony budżet miasta na realizację zadań transportowych	Obniżenie poziomu dysponowanego kapitału, możliwość utraty płynności finansowej
Zagrożenia logistyczne			
ZL1	Opóźnienia w dostawach autobusów	Zbyt mały potencjał produkcyjny dostawcy, błędne oszacowanie parametrów logistycznych po stronie dostawcy/odbiorcy	Opóźnienie w realizacji projektu i/lub zwiększenie kosztów realizacji projektu
ZL2	Opóźnienia w budowie infrastruktury wspierającej (ładowarek stacjonarnych)	Brak możliwości realizacji robót budowlanych np. ze względu na sezonowość popytu Brak odpowiedniego uzbrojenia terenu	Opóźnienie w realizacji projektu i/lub zwiększenie kosztów realizacji projektu, opóźnienia we wprowadzaniu autobusów zeroemisyjnych do ruchu lub niepełna obsługa linii przez autobusy elektryczne akumulatorowe (brak możliwości doładowywania ładowarek) Dodatkowe inwestycje w uzbrojenie terenu odpowiadające wymaganiom projektu
ZL3	Brak możliwości/opóźnienie w dostawach nowych akumulatorów	Zbyt mały potencjał produkcyjny dostawcy, błędne oszacowanie parametrów logistycznych po stronie dostawcy/odbiorcy	Opóźnienie w realizacji projektu i/lub zwiększenie kosztów realizacji projektu
ZL4	Opóźnienia związane z podłączeniem do sieci dystrybucyjnych	Problemy występujące w procesie negocjacji z dostawcą energii elektrycznej, brak odpowiedniej mocy przyłączeniowej w pobliżu planowanej infrastruktury ładowania	Opóźnienie w realizacji projektu i/lub zwiększenie kosztów realizacji projektu

W kolejnym etapie poszczególne zagrożenia zostały poddane analizie ilościowej. Wskaźnik ryzyka został obliczony na podstawie iloczynu częstotliwości występowania danego zagrożenia oraz skutków jego oddziaływania:

$$R = O \times E$$

gdzie:

R – wskaźnik ryzyka

O – częstotliwość występowania danego zagrożenia

E – skutki wystąpienia danego zagrożenia.

Ze względu na brak szczegółowych informacji pozwalających w sposób ilościowy wyliczyć prawdopodobieństwo wystąpienia danego zdarzenia oraz jego skutki, do oceny

wielkości obu parametrów zastosowano podejście lingwistyczne. Podejście to polega na użyciu werbalnych (lingwistycznych) określeń zmiennych i zależności między nimi. Najczęściej elementy te określa się ilościowo w kategoriach teorii zbiorów rozmytych.

Podejście lingwistyczne wymaga określenia następujących charakterystyk dla obu zmiennych:

1)

Nazwa zmiennej: O – częstotliwość występowania zdarzenia niepożądanego

$$O = \{o_1, o_2, \dots, o_n\}$$

gdzie:

$o_1, o_2, \dots, o_n$ – zdania proste wyrażające częstotliwość wystąpienia danego zagrożenia.

Zbiór terminów: $T = \{\text{sporadycznie, rzadko, często, bardzo często}\}$

Zakres zmiennej: $U = \{1, 2, \dots, 10\}$ (tabela 9.11)

Tab. 9.11 Zakres zmiennej O – częstotliwość występowania zdarzenia niepożądanego

Przedział liczbowy	Termin opisujący	Charakterystyka
1-2	<i>sporadycznie</i>	Nie częściej niż raz na 3 lata
3-5	<i>rzadko</i>	Nie częściej niż raz na rok
6-8	<i>często</i>	Kilka razy w roku
9-10	<i>bardzo często</i>	Kilka razy w miesiącu

2)

Nazwa zmiennej: E – skutki wystąpienia zdarzenia niepożądanego

$$E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$$

gdzie:

$e_1, e_2, \dots, e_n$ – zdania proste wyrażające skutki wystąpienia danego zagrożenia z uwzględnieniem wpływu i czasu oddziaływania na proces.

Zbiór terminów: $T = \{\text{bez znaczenia, mało istotne, istotne, bardzo istotne}\}$

Zakres zmiennej: $U = \{1, 2, \dots, 10\}$ (tabela 9.12)

Tab. 9.12 Zakres zmiennej E – skutki wystąpienia zdarzenia niepożądanego

Przedział liczbowy	Termin opisujący	Charakterystyka
1-2	<i>bez znaczenia</i>	Brak skutków finansowych
3-4	<i>mało istotne</i>	Mały wpływ na efektywność finansową projektu, nie wymagają działań zaradczych
5-8	<i>istotne</i>	Skutki finansowe zauważalne nawet w średnim i długim horyzoncie czasowym
9-10	<i>bardzo istotne</i>	Skutki finansowe zagrażają płynności finansowej przedsiębiorstwa; efekty projektu nie będą osiągnięte w średnim i długim horyzoncie czasowym

Dla tak zdefiniowanych zmiennych wskaźnik ryzyka został wyliczony, a wyniki przedstawiono w tabeli 9.13.

Tab. 9.13 Wskaźnik ryzyka *R* dla zdefiniowanych zagrożeń

Zagrożenie	O	E	R
ZZ1	2	9	18
ZZ2	8	7	56
ZZ3	3	7	21
ZZ4	5	4	20
ZZ5	4	6	24
ZZ6	6	6	36
ZO1	4	5	20
ZO2	4	5	20
ZO3	3	5	15
ZO4	4	6	24
ZO5	3	5	15
ZO6	6	6	36
ZO7	6	7	28
ZF1	2	9	18
ZF2	3	9	27
ZF3	4	9	36
ZF4	2	9	18
ZF5	5	9	45
ZF6	7	8	56
ZF7	4	9	36
ZL1	5	5	25
ZL2	5	5	25
ZL3	5	4	20
ZL4	5	5	25

Dla pełnego zobrazowania uzyskanych wyników, opracowano macierz ryzyka (tabela 9.14). Kolorem zielonym oznaczono zagrożenia o niskim ryzyku (niewymagające planowania działań zapobiegawczych), kolorem żółtym – zagrożenia o średnim poziomie ryzyka, natomiast na czerwono przedstawiono obszar zagrożeń o tzw. wysokim ryzyku.

Tab. 9.14 Macierz ryzyka

		Prawdopodobieństwo									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Skutek	1										
	2										
	3										
	4					ZZ4, ZL3					
	5			ZO3, ZO5	ZO1, ZO2	ZL1, ZL2, ZL4					
	6				ZZ5, ZO4		ZZ6, ZO6				

7			ZZ3			ZO7		ZZ2		
8							ZF6			
9		ZZ1, ZF1,ZF4	ZF2	ZF3, ZF7	ZF5					
10										

Zgodnie z przedstawionymi wynikami (tabela 9.14) jedynie 12 zagrożeń wymaga zaplanowania podstawowych działań zapobiegawczych. Propozycje działań ograniczających lub eliminujących wystąpienie zdefiniowanych zdarzeń przedstawiono w tabeli 9.15.

Tab. 9.15 Zidentyfikowane ryzyka wraz z działaniami zapobiegawczymi

Lp.	Zdarzenie niepożądane	Działania zapobiegawcze
Zagrożenia zewnętrzne (losowe)		
ZZ1	Zmiany regulacji prawnych	Brak
ZZ2	Kradzież	Realizacja inwestycji ukierunkowanych na ochronę mienia przedsiębiorstwa (np. system monitoringu, zatrudnienie pracowników kontroli), przeszkolenie pracowników w kierunku zapobiegania kradzieżom (np. procedury związane z zabezpieczeniem mienia przedsiębiorstwa) oraz na wypadek aktu kradzieży (np. procedura zgłoszenia kradzieży, sposób postępowania z potencjalnym podejrzanym)
ZZ6	Wandalizm – uszkodzenia infrastruktury znajdującej się na pętlach autobusowych	Realizacja inwestycji ukierunkowanych na ochronę mienia przedsiębiorstwa (np. system monitoringu, zatrudnienie pracowników kontroli), przeszkolenie pracowników na wypadek aktu wandalizmu (np. sposób postępowania z podejrzanym, zapewnienie bezpieczeństwa pasażerom, minimalizacja skutków na mieniu przedsiębiorstwa)
Zagrożenia operacyjne		
ZO6	Brak kierowców/pracowników stacji obsługi (niedobory kadrowe)	Analiza trendów na rynku pracy i dostosowanie systemu wynagrodzeń do aktualnych oczekiwań pracowników
ZO7	Brak systemu pomiarów badających poprawność funkcjonowania procesu	Przeszkolenie pracowników w zakresie controlingu procesów, opracowanie systemu monitoringu funkcjonowania procesów operacyjnych w przedsiębiorstwie wraz z procedurą raportowania danych
Zagrożenia finansowe		
ZF1	Brak możliwości finansowania zewnętrznego realizowanego projektu	Przyjęcie założenia o finansowaniu inwestycji ze środków własnych (planowanie rezerw budżetowych)
ZF2	Przekroczenie założonego budżetu nakładów inwestycyjnych	Przyjęcie wielkości wyższych nakładów inwestycyjnych przy prowadzeniu postępowania
ZF3	Wzrost prognozowanych kosztów operacyjnych	Okresowe przeprowadzanie analiz ekonomicznych prognozujących przyszłe koszty operacyjne
ZF4	Wzrost prognozowanych kosztów odtworzeniowych	Okresowe przeprowadzanie analiz ekonomicznych prognozujących przyszłe koszty odtworzeniowe
ZF5	Nieprawidłowe zarządzanie inwestycją	Okresowe kontrole nad poprawnością rozliczania kosztów inwestycji wraz z aktualizacją oszacowania dysponowanych budżetów

	przez przewoźnika	
ZF6	Wzrost cen energii	Okresowa analiza trendów na rynku energetycznym wraz z aktualizacją prognozy wielkości zapotrzebowania/kosztów energii elektrycznej
ZF7	Obniżenie wartości dotacji otrzymywanych od miasta	Przyjęcie założenia o finansowaniu inwestycji ze środków własnych (planowanie rezerw budżetowych)

Jednocześnie, przeprowadzona analiza ryzyka wykazała, iż największym ryzykiem odznaczają się dwa zagrożenia: ZZ2 – *Kradzież* oraz ZF6 – *Wzrost cen energii*. Oba zagrożenia są typu zewnętrznego o bardzo różnym charakterze, gdzie przedsiębiorstwo praktycznie nie ma wpływu na ich wystąpienie. Podejmowane działania powinny być zatem ukierunkowane na:

- minimalizację prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia (dla ZZ2)
- na minimalizację skutków jego wystąpienia (dla ZF6).

Ponadto, analiza trendów społeczno-gospodarczych potwierdza wyniki przeprowadzonej analizy ryzyka. Na chwilę obecną jednym z podstawowych problemów, przed którymi stoją przedsiębiorstwa z różnych branż jest planowany wysoki wzrost cen energii elektrycznej w kraju

10. Podsumowanie końcowe wyników przeprowadzonych analiz oraz ocena zasadności wykorzystania autobusów zeroemisyjnych w Gminie Wrocław

Niniejszy dokument stanowi analizę kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem, przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej, autobusów zeroemisyjnych. W ramach opracowania, zgodnie z art. 37 ust. 2 ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. 2018 poz. 317) wykonano:

- analizę finansowo-ekonomiczną,
- oszacowanie efektów środowiskowych,
- analizę społeczno-ekonomiczną.

Ponieważ wyżej wspomniana ustawa nie określa dokładnego zakresu powyższych zagadnień, korzystano z wielu opracowań dotyczących inwestycji transportowych, jak również z wiedzy i doświadczenia Autorów. Pierwszym etapem była charakterystyka stanu obecnego, która stanowiła punkt wyjścia do dalszych rozważań. Dokonano między innymi oceny jakości środowiska w Gminie Wrocław (przede wszystkim pod względem zanieczyszczenia powietrza oraz klimatu akustycznego w mieście), przeanalizowano sieć komunikacyjną w mieście, flotę autobusów obsługujących komunikację miejską, w tym koszty ponoszone w ostatnich trzech latach (2015-2017) w związku z funkcjonowaniem komunikacji miejskiej, oszacowano wpływ autobusów na jakość powietrza atmosferycznego oraz oceniono obecną infrastrukturę pod kątem możliwości wdrożenia autobusów zeroemisyjnych. Na tym etapie wyeliminowano możliwość wykorzystania trolejbusów ze względu na fakt, iż w tym rozwiązaniu konieczna byłaby budowa zupełnie nowej infrastruktury odpowiedniej dla tych pojazdów. Do najważniejszych konkluzji wynikających z tego etapu prac należą przede wszystkim:

- zła jakość powietrza atmosferycznego we Wrocławiu, szczególnie w okresach jesienno-zimowych (przekroczenia dopuszczalnych stężeń pyłu PM10, a także tlenków azotu NO_x, których to głównym źródłem emisji jest transport drogowy),
- niezadowalający poziom hałasu w mieście, z map akustycznych opracowanych w ramach systemu monitoringu środowiska wynika, że w wielu miejscach we Wrocławiu przekroczony jest dopuszczalny poziom hałasu, którego źródłem są szlaki komunikacyjne,
- sukcesywny roczny wzrost liczby pasażerów korzystających z komunikacji miejskiej,
- średni wiek pojazdów we flocie, którą eksploatuje Spółka MPK Wrocław wynosi 8,6 lat, a 66% stanowią pojazdy starsze niż 9 lat,
- obniżanie się części kosztów eksploatacyjnych (jak np. wysokość opłat za korzystanie ze środowiska) związanych z sukcesywną wymianą taboru poprzez zakup lub dzierżawę nowszych autobusów spełniających coraz wyższe normy emisji spalin EURO,
- obniżanie się z roku na rok emisji poszczególnych zanieczyszczeń do powietrza, przy czym zmiany te w skali roku są mało znaczące, np. roczna emisja NO_x w 2016 roku wynosiła 342 tony, a w 2017 roku 340 ton, co daje jedynie 2 tony różnicy,
- wstępne zaplanowanie możliwości budowy infrastruktury dla autobusów elektrycznych w ramach remontu zajezdni autobusowej przy ul. Obornickiej.

W związku z powyższym niezbędne jest podjęcie działań na rzecz poprawy jakości środowiska z uwagi na komunikację miejską oraz wymianę floty na nowszą. Zasadnymi wydają się inwestycje w pojazdy nisko lub zeroemisyjne.

Kolejnym etapem było wykonanie przeglądu możliwych do zastosowania w komunikacji miejskiej zeroemisyjnych środków transportu. Wykonano rozeznanie rynku pod względem dostępnych marek wraz z oszacowaniem kosztów zakupu pojazdów. Ze względu na zupełny brak infrastruktury na tym etapie odrzucono autobusy napędzane wodorem, a skupiono się na autobusach elektrycznych. Wskazanych zostało trzech najbardziej popularnych w Polsce producentów autobusów elektrycznych, tj. Solaris, Ursus oraz Volvo. Wykonano przegląd przetargów na autobusy zeroemisyjne w innych polskich miastach, które zdecydowały się wprowadzać ten typ napędów we flocie obsługującej transport publiczny. Na tej podstawie wskazano, że szacunkowa średnia wartość netto autobusu z ładowarkami Plug-in to 2,12 mln zł, a średnia cena netto za autobus elektryczny z całą infrastrukturą (ładowarki Plug-in i pantografy na pętlach i zajezdniach) to 2,89 mln zł. Wykonany został również przegląd dostępnych sposobów ładowania autobusów. Wymieniono trzy metody: ładowarki Plug-in, pantografy oraz pętlę indukcyjną. Było to niezbędne do przeprowadzenia analizy finansowo-ekonomicznej, ponieważ rodzaj infrastruktury związanej z ładowaniem pojazdów elektrycznych ma wpływ na ostateczną kwotę inwestycji.

Analiza finansowo-ekonomiczna składała się z kilku etapów. W pierwszym z nich założono trzy warianty, które zostały wstępnie rozpatrzone pod względem ceny zakupu. Były to:

- wykorzystanie autobusów elektrycznych akumulatorowych w modelu opartym o ładowanie pojazdów wyłącznie metodą Plug-in (Wariant W1),
- wykorzystanie autobusów elektrycznych akumulatorowych w modelu opartym o ładowanie pojazdów metodą Plug-in oraz pantografem (Wariant W2),
- wykorzystanie autobusów o napędzie konwencjonalnym, spełniających najwyższą normę emisji spalin (EURO VI) (Wariant W0).

Następnie określono plan wymiany taboru zgodnie z wymogami ustawy o elektromobilności i w oparciu o flotę eksploatowaną w ramach świadczenia usług komunikacji miejskiej. Wzięto pod uwagę łączną flotę, którą dysponuje Spółka MPK Wrocław (320 autobusów) oraz flotę przeznaczoną przez Spółkę Michalczewski na realizację tychże usług (80 autobusów). Łącznie analizowano więc flotę 400 pojazdów, przy czym, ze względu na fakt, iż firma Michalczewski dysponuje pojazdami napędzanymi silnikami spalinowymi spełniającymi najwyższe normy emisji spalin – EURO VI, zasugerowano, aby wymiana autobusów dotyczyła tylko floty MPK. Zgodnie z wielkością floty i harmonogramem wdrażania zapisów ustawy określono minimalną ilość wymienianych autobusów:

- w terminie od 01.01.2021r. – 20 pojazdów (tj. udział 5%),
- w terminie od 01.01.2023r. – 40 pojazdów (tj. udział 10%),
- w terminie od 01.01.2025r. – 80 pojazdów (tj. udział 20%),
- w terminie od 01.01.2028r. – 120 pojazdów (tj. udział 30%).

Zaproponowano również linie autobusowe przeznaczone do elektryfikacji w poszczególnych etapach inwestycyjnych. Są to:

- do roku 2021 – linie: A oraz 126,
- do roku 2023 – linie: 127 i 136,
- do roku 2025 – linie: K, D, 134 (częściowo), 141, 144,
- do roku 2028 – linie: N, 122, 124, 131, 134 (pełna), 142.

Wstępna analiza trzech wariantów wykazała, że najtańsza będzie realizacja inwestycji w wariantcie W0 (wymiana floty na autobusy o napędzie spalinowym, spełniającym normę EURO VI), a jej wartość wynosi łącznie 162 992 302,11 PLN netto, z kolei najdroższy będzie wariant W1 (wymiana floty na pojazdy elektryczne i infrastrukturze opartej wyłącznie o ładowarki Plug-in), którego łączna wartość wynosi 543 059 019,05 PLN netto, w tym zakup łączny pojazdów 528 059 019,05 PLN netto, natomiast koszt ładowarek oszacowano na poziomie 15 000 000,00 PLN netto. Pośrednim w odniesieniu do kosztów inwestycji okazał się wariant W2 (pojazdy o napędzie elektrycznym i infrastrukturze opartej o system mieszany – ładowarki Plug-in i pantografy), w którym łączna wartość całej inwestycji w wariantcie W2 wynosi 335 850 610,97 PLN netto, w tym zakup łączny pojazdów wyniesie 315 300 610,97 PLN netto, natomiast koszt ładowarek oszacowano łącznie na poziomie 20 550 000,00 PLN netto, w tym 9 000 000,00 PLN netto (ładowarki Plug in) oraz 11 550 000 PLN netto (pantografy). Wysoka wartość inwestycji w wariantcie W1 wiązała się z koniecznością zakupu większej ilości autobusów niż wynika ze stosunku 1:1.

W związku z powyższym, do szczegółowej analizy wytypowano dwa warianty:

- W0 – wariant bazowy, oparty o odtwarzanie autobusów z napędem konwencjonalnym, spełniającym normy emisji spalin Euro VI,
- W2 – wariant inwestycyjny, obejmujący wprowadzenie do floty użytkowanych pojazdów autobusów o napędzie elektrycznym, doładowywanych energią z ładowarek pantografowych (na krańcach trasy) oraz ładowarek typu Plug-in (w zajezdni).

W tym etapie dla obu wariantów przeanalizowano koszty związane z wielkością i wartością nakładów odtworzeniowych (okres ekonomicznej użyteczności pojazdów), koszty operacyjne (m.in. wielkość pracy eksploatacyjnej, średnie zużycie paliwa, średnie zużycie energii elektrycznej, pensje dla pracowników, koszty napraw, wzrost cen energii elektrycznej, itd.) oraz planowaną wartość rezydualną. W oparciu o planowany okres eksploatacyjny (do 2043 roku) wyznaczono podstawowe koszty inwestycyjne oraz operacyjne na poziomie:

- 4 554 834 917,67 zł netto dla wariantu W0,
- 4 648 02 824,73 zł netto dla wariantu W2.

Następnym punktem realizacji AKK było oszacowanie efektów środowiskowych dla obu z rozpatrywanych szczegółowo wariantów. Przy założeniu zapotrzebowania autobusu elektrycznego na energię na poziomie 250 kWh/100 km, korzystniejszym pod względem rocznej emisji do powietrza każdej substancji okazuje się być wariant W0, zakładający wymianę floty na autobusy spełniające normę EURO VI. Jedynie w przypadku lotnych związków organicznych (NMHC/NMVOC) w trzech pierwszych etapach obserwuje się niższą emisję roczną w wariantcie W2 niż w wariantcie W0. W wariantcie W2 natomiast dodatkowo brany jest pod uwagę ditlenek siarki, którego emisja wynika ze spalania paliwa stałego zawierającego siarkę. Autorzy zaznaczają jednak, że taki stan rzeczy wynika nie z samego faktu wykorzystania autobusów elektrycznych, a ze słabej kondycji energetyki zawodowej, w której dominują elektrownie węglowe. Sukcesywne zwiększanie udziału źródeł odnawialnych w produkcji prądu lub budowa elektrowni atomowej spowoduje znaczną poprawę wskaźników środowiskowych dla autobusów elektrycznych. Dodatkowym atutem przemawiającym za autobusami elektrycznymi jest fakt „wyprowadzenia” liniowej niskiej emisji z ulic miasta do jednego punktu, jakim jest wysoki komin elektrowni. W związku z tym do poziomu przebywania ludzi docierają zanieczyszczenia o wysokim stopniu rozcieńczenia w stosunku do stężeń emisyjnych (na wylocie z emitora).

Analiza społeczno-ekonomiczna składała się z czterech etapów. W pierwszym dokonano identyfikacji dolegliwości i chorób powodowanych ekspozycją ludzi na zanieczyszczenia powietrza oraz hałas. Wymieniono najważniejsze substancje toksyczne emitowane na skutek spalania oleju napędowego oraz węgla. W przypadku emisji liniowej na wysokości przebywania ludzi (emisja drogowa), narażenie na poszczególne dolegliwości lub na zapadnięcie na poszczególne choroby związane z dostawaniem się zanieczyszczeń powietrza poprzez układ oddechowy do organizmu człowieka jest bardziej znaczące niż w przypadku emisji punktowej na pewnej wysokości kilkunastu lub kilkudziesięciokrotnie większej niż wysokość przebywania ludzi.

Na podstawie kosztów jednostkowych zostały oszacowane koszty zanieczyszczenia powietrza (emisja gazów cieplarnianych i substancji toksycznych) oraz hałasu dla planu inwestycyjnego dla obu wariantów. Z obliczeń wynika, że podobnie jak w przypadku oszacowania efektu środowiskowego, dla większości substancji korzystniejszym jest wariant W0. Jedynie dla węglowodorów bilans jest in plus dla wariantu W2. Należy podkreślić, iż w tych analizach nie brano pod uwagę lokalizacji i typu źródła emisji. Niewątpliwie, dla ludzi przebywających w mieście (szczególnie w jego centrum, charakteryzującym się zwartą zabudową), w porównaniu do źródeł liniowych (drogowych) na wysokości ok. 30-50 cm, korzystniejszym jest źródło punktowe na dużej wysokości. Dużą korzyść, w wysokości 34 958 098 zł wykazano dla wariantu W2 w odniesieniu do emisji hałasu w mieście. Potwierdzają to wyniki ankiet przeprowadzonych wśród mieszkańców Wrocławia, stanowiące trzeci etap analizy społeczno-ekonomicznej.

Ankieta zawierała pytania dotyczące jakości powietrza we Wrocławiu, klimatu akustycznego, komfortu podróżowania komunikacją miejską, czy adekwatności czasu dojazdu do pokonywanej odległości w zależności od środka transportu. Analiza wyników wskazała, że większość respondentów postrzega raczej w sposób negatywny obecny stan jakości powietrza oraz hałasu w mieście, co stanowi argument za wprowadzeniem rozwiązań proekologicznych, w tym w obszarze komunikacji miejskiej (m.in. inwestycje w zakup taboru nisko bądź zeroemisyjnego, zachęcanie mieszkańców do szerszego korzystania z oferty transportu zbiorowego). Jednocześnie ważne jest również zwrócenie uwagi na poziom komfortu i jakości podróżowania po mieście z wykorzystaniem komunikacji zbiorowej. Analiza odpowiedzi uzyskanych w obszarze oceny komfortu podróżowania wyraźnie wskazuje na umiarkowaną ocenę respondentów. Wyniki uzyskanych odpowiedzi w zakresie czasu podróży wskazują, iż nadal w tym zakresie jest wiele do poprawienia. Przeprowadzona analiza poziomu komfortu życia mieszkańców w aspekcie realizowanych zadań komunikacji miejskiej potwierdza więc potrzebę inwestycji w nowe rozwiązania w tym obszarze, pozwalające na podniesienie jakości oferowanych usług oraz obniżenie poziomu negatywnego wpływu na środowisko.

Ostatnim etapem była analiza ryzyka związanego z realizacją projektu inwestycyjnego, jakim jest wymiana floty autobusowej w Gminie Wrocław zgodnie z wymogami ustawowymi w oparciu o zdefiniowane warianty inwestycyjne. Zdefiniowano i oceniono zagrożenia związane z ww. inwestycją. Wyniki analizy wskazują, że największym ryzykiem odznaczają się dwa spośród tych zagrożeń, tj. kradzież (zagrożenie zewnętrzne) oraz wzrost cen energii (zagrożenie finansowe). Każde z tych zagrożeń ma charakter zewnętrzny, w związku z tym przedsiębiorstwo niemalże nie ma wpływu na ich wystąpienie. Należy podjąć działania zmierzające do minimalizacji prawdopodobieństwa wystąpienia lub minimalizacji skutków wystąpienia tych zagrożeń.

Podsumowując, sporządzona analiza kosztów i korzyści wskazuje na wysokie koszty inwestycyjne związane z wdrożeniem autobusów komunikacji miejskiej. Jednakże ogólne koszty inwestycyjne i eksploatacyjne są na zbliżonym poziomie. **Przy dofinansowaniu zewnętrznym, zastosowanie pojazdów zeroemisyjnych w komunikacji miejskiej w zaproponowanym wariantcie W2 jest opłacalne z punktu widzenia analizy finansowo-ekonomicznej.** Oszacowanie wpływu wdrożenia wariantu W2 na jakość powietrza atmosferycznego wskazuje na jego pogorszenie, jednak Autorzy podkreślają, że w przypadku

zastosowania autobusów zeroemisyjnych, charakter i miejsce emisji zmienia się. Bardziej korzystna jest emisja punktowa na wysokości kilkunastu lub kilkadziesiątu metrów (komin elektrowni), jaka ma miejsce w wariancie W2, niż emisja liniowa na wysokości przebywania ludzi z pojazdów silnikowych, jak to jest w wariancie W0. Z analizy społeczno-ekonomicznej wynika dodatkowo wysoka korzyść związana z emisją hałasu przy zastosowaniu autobusów elektrycznych. Potrzebę poprawy jakości powietrza na wysokości przebywania ludzi oraz poprawy klimatu akustycznego wyrazili mieszkańcy miasta w przeprowadzonych w ramach AKK ankietach. Rekomenduje się więc wdrażanie autobusów zeroemisyjnych w komunikacji miejskiej zgodnie z zaproponowanym harmonogramem.

11. Przebieg udziału społeczeństwa w opracowaniu dokumentu

Na mocy artykułu 37 ust. 3 ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. 2018 poz. 317) w dniach 7-28 listopada 2018 r. odbyły się konsultacje z udziałem społeczeństwa w opracowaniu analizy kosztów i korzyści. Konsultacje zostały przeprowadzone zgodnie z zasadami określonymi w dziale III w rozdziałach 1 i 3 ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U. z 2017 r. poz. 1405, 1566 i 1999). Zainteresowanie analizą wyraziły trzy osoby, w tym dwie drogą elektroniczną, a jedna drogą telefoniczną.

Dnia 9 listopada 2018 r. jedna z zainteresowanych osób zwróciła się z prośbą o udostępnienie arkuszy kalkulacyjnych (.xlsx) w celu zapoznania się z tokiem obliczeń, jaki został obrany do sporządzenia dokumentu. Pliki zostały udostępnione Zainteresowanemu dnia 14 listopada. Również 9 listopada 2018 r. drogą elektroniczną zgłosiła się kolejna zainteresowana osoba z pytaniem o możliwość zapoznania się z treścią Analizy. Po uzgodnieniu terminu (15.11.2018 r.), Zainteresowany przybył na Politechnikę Wrocławską w celu przeczytania dokumentu. Dnia 21 listopada drogą telefoniczną wyraziła chęć zapoznania się z analizą kolejna, ostatnia osoba. Ustalono termin odbycia konsultacji na 28 listopada. Zainteresowany pojawił się w miejscu konsultacji i zapoznał się z dokumentem.

19 listopada wpłynął wniosek, w którym jedna z zainteresowanych osób wniosła uwagi do Analizy. Pełną treść pisma zamieszczono w załączniku 7 do niniejszego dokumentu. W tabeli 11.1 przedstawiono uwagi do opracowania zawarte w piśmie wraz z komentarzem Autorów niniejszej AKK.

Tab. 11.1 Uwagi szczegółowe wniesione do AKK w ramach udziału społeczeństwa
w opracowaniu dokumentu

Lp.	Nazwa pliku	Treść uwagi	Komentarz Autorów
1	Charakterystyki_eksploatacyjne	„Praca przewozowa i liczba pasażerów jest podana w liczbach ogólnych”	Praca przewozowa została podana w wzkm, z kolei liczba pasażerów w ilości osób korzystających z komunikacji miejskiej. Oba parametry zostały podane w skali roku na podstawie otrzymanych danych.
2		„Charakterystyka pojazdów bardzo szczegółowa (np. zwisy czy odległości między osiami – informacje nie istotne z punktu widzenia analizy ekonomiczno-finansowej)”	Autorzy zgadzają się, iż z punktu widzenia analizy ekonomiczno-finansowej informacja ta nie jest istotna. Autorzy podczas opracowania analizy korzystali z przewodnika dla samorządów wydanego przez Izbę Gospodarczą Komunikacji Miejskiej, w którym zasugerowano dokładną charakterystykę aktualnej floty. Jednocześnie zdaniem Autorów informacja ta nie przysłania istoty AKK i nie zaburza odbioru Zainteresowanych.
3		„Normy emisji spalin – pokazana emisja ale czego? (normy emisji spalin dla silnika EURO: CO, HC, NOx itp. - pojęcie ogólne) brak również jednostek emisji.”	W zakładce „Normy emisji spalin” nie podano wartości emisji, a liczbę pojazdów we flocie Spółki MPK spełniających poszczególne normy zużycia paliwa. Tabela ta została opracowana na potrzeby analizy struktury pojazdów pod względem spełniania norm EURO.
4	Flota_emisja	„[Emisja W0] – np. wiersz 33 wyliczenie CO ₂ - ((2,68 (CO ₂ kg/l)x 48 (l/100km))/100)*1000=1286,4 zamiana CO ₂ kg/l na g/km a potem na Mg/km - nie bardzo jasny cel wyliczenia”	W obliczeniach celem było wyznaczenie emisji rocznej z floty. Obliczenia zostały wykonane na podstawie wskaźników zamieszczonych przez CUPT w „Kalkulatorze emisji”. Niezbędnym było obliczenie emisji najpierw w g/km (na podstawie zużycia paliwa podawanego w dm ³ /100 km), aby następnie na tej podstawie wyliczyć roczną emisję bazując na średnim rocznym przebiegu autobusów. Dokładny opis toku obliczeń został przedstawiony w rozdziałach 8 oraz 9.2 niniejszej AKK.
5		„[Roczna_zestawienie](Mg) – w kolumnie opłaty środ. 2017 (np. NOx) zsumowano NOx 339,97 (Mg) z [MPK_roczna] z 8,8 [Michalczewski_roczna] – czy na pewno nagłówek odpowiada wyliczonym wartościom (Mg)”	Tak, jednakże w wyliczeniu emisji rocznej z opłat za korzystanie ze środowiska jest pewna nieścisłość związana z dostępnością danych i zmianą liczby pojazdów obsługujących komunikację miejską przez Spółkę Michalczewski: roczna emisja z floty MPK została policzona dla roku kalendarzowego 2017, z kolei emisja z floty firmy Michalczewski (80 pojazdów) została obliczona dla roku, ale w okresie 1.09.2017 – 31.08.2018 (Spółka Michalczewski od 1.09.2017 przeznacza flotę 80 autobusów na podwykonawstwo dla MPK). Z tego powodu: 1) w podrozdziale 5.3.2 tabele z roczną emisją z floty MPK oraz z roczną

			emisją z floty firmy Michalczewski zostały przedstawione oddzielnie 2) do porównań wariantów W0 i W2 z sytuacją obecną obliczono dodatkowo emisję na podstawie zużycia paliwa (kolumna „2017 wskaźniki”)
6		„W arkuszu [Emisja_2017_wskaźniki] wstawiono tabelę z liczbą autobusów na lata 2021, 2023, 2025, 2028 nie wiadomo w jakim celu”	Tabela została usunięta
7	Koszty eksploatacji floty 2015-2017	„podano wartości napraw w ujęciu bardzo ogólnym”	Podano koszty napraw odniesione do całej floty Spółki MPK bez wskazywania szczegółów napraw, gdyż Autorzy nie stwierdzili takiej konieczności.
8	Warianty inwestycyjne	W pliku tym przedstawiono przewidywaną wartość zakupów autobusów w 2021, 2023, 2025 oraz 2028 roku co wydaje się bardzo ryzykowne ze względu na postęp technologiczny i zmiany w prawie	Zgodnie z art. 37 ust. 1 ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych, jednostka samorządu terytorialnego ma obowiązek sporządzania AKK co 36 miesięcy. W związku z tym wszelki postęp technologiczny oraz zmiany w prawie będą uwzględniane w kolejnych analizach. Jednocześnie niezbędnym było wykonanie oceny dla całego okresu planu inwestycyjnego

Zainteresowany wniósł również uwagi ogólne do Analizy, które dotyczyły między innymi:

- lokalizacji punktów ładowania autobusów – lokalizacja punktów ładowania autobusów (ładowarek Plug-in oraz pantografów) została określona,
- kosztów wykupu gruntu – nie przewidziano konieczności wykupu gruntów pod ładowarki,
- uwzględnienia dodatkowych kosztów (ubezpieczeń, pensji kierowców, itp.) – koszty zostały uwzględnione w podrozdziale 7.3.2,
- uwzględnienia kosztów obsługi autobusów elektrycznych – koszty zostały uwzględnione w podrozdziale 7.3.2,
- dochodów z biletów – dochody nie zostały uwzględnione, gdyż nie przewiduje się zmian ceny biletów uzależnionych od wprowadzenia lub nie do eksploatacji autobusów elektrycznych,
- wzrostu cen energii elektrycznej – wzrost ten został wzięty pod uwagę.

Żadna z pozostałych zainteresowanych osób nie wniosła uwag.

AUTORZY

dr inż. Maria Skrętowicz – kierownik zlecenia

dr hab. inż. Zbigniew Sroka

mgr inż. Joanna Świeściak

dr Agnieszka Tubis

dr inż. Sylwia Werbińska-Wojciechowska

Spis rysunków

Rys. 5.1 Lokalizacja punktów pomiarowych jakości powietrza na terenie Wrocławia w 2017 roku

Rys. 5.2 Mapa punktów pomiarowych do badań PEM wraz z wynikami pomiarów wykonywanych w 2016 roku (opracowanie własne, mapa bazowa: www.geoportal.gov.pl)

Rys. 5.3 Liczba pasażerów korzystających z usług spółki MPK Wrocław Sp. z o.o. oraz jej podwykonawcy (dane: MPK Wrocław Sp. z o.o, stan na dzień 05.10.2018)

Rys. 5.4 Struktura pojazdów wykorzystywanych przez MPK Wrocław Sp. z o.o. wraz z udziałem procentowym poszczególnych marek pojazdów.

Rys. 5.5 Struktura floty autobusów pod kątem roku ich produkcji w ujęciu ilościowym oraz procentowym (stan na dzień 26.11.2018)

Rys. 5.6 Struktura procentowa pojazdów według ich wieku (stan na dzień 26.11.2018)

Rys. 5.7 Koszty eksploatacji floty w latach 2015-2017 ze względu na markę autobusów (stan na dzień 22.10.2018)

Rys. 5.8 Koszty materiałowe floty w latach 2015-2017 (stan na dzień 22.10.2018)

Rys. 5.9 Koszty materiałowe ogółem poniesione w latach 2015-2017 (stan na dzień 22.10.2018)

Rys. 5.10 Koszty poniesione na robociznę w latach 2015-2017 z wyróżnieniem źródła kosztów (stan na dzień 22.10.2018)

Rys. 5.11 Koszty poniesione na robociznę ogółem w latach 2015-2017 (stan na dzień 22.10.2018)

Rys. 5.12 Koszty zużytej energii w latach 2016-2018 dla zajezdni autobusowej (przy uwzględnieniu 9 miesięcy pracy w roku 2018) (stan na dzień 22.10.2018)

Rys. 5.13 Koszty zakupu netto oleju napędowego oraz jego zużycie ilościowe w latach 2015-2018 (przy uwzględnieniu 6 miesięcy w roku 2018) (stan na dzień 22.10.2018)

Rys. 5.14 Koszty opłat za korzystanie ze środowiska z tytułu spalania paliw w silnikach spalinowych autobusów - lata 2015-2017 (stan na dzień 22.10.2018)

Rys. 5.15 Udział sektorów w emisji dwutlenku azotu NO₂ i pyłu zawieszonego PM₁₀, według danych Europejskiej Agencji Środowiska z roku 2018 (opracowanie własne, źródło: EEA 2018h)

Rys. 5.16. Procentowy udział pojazdów MPK spełniających poszczególne normy emisji spalin EURO (stan na dzień 26.11.2018, opracowanie własne na podstawie danych MPK Sp. z o.o.)

Rys. 5.17. Procentowy udział pojazdów obsługujących komunikację miejską w Gminie Wrocław spełniających poszczególne normy emisji spalin EURO (stan na dzień 26.11.2018, opracowanie własne na podstawie danych MPK Sp. z o.o.)

Rys. 5.18 Lokalizacja zajezdni autobusowej MPK Wrocław Sp. z o.o.

Rys. 5.19 Miejsca postojowe autobusów w zajezdni MPK Wrocław Sp. z o.o. (źródło: „Zajezdnia przy Obornickiej na nowo” www.wroclaw.pl [dostęp 06.11.2018])

Rys. 5.20 Hala techniczna na zajezdni MPK Wrocław Sp. z o.o. (źródło: „Zajezdnia przy Obornickiej na nowo” www.wroclaw.pl [dostęp 06.11.2018])

Rys. 6.1 Licznik autobusów zeroemisyjnych eksploatowanych obecnie w Polsce i licznik E-busów w realizacji do roku 2019

Rys. 6.2 Ładowarka typu Plug-in zlokalizowana na terenie MPK Kraków

Rys. 6.3 System ładowania Volvo przy użyciu pantografu

Rys. 6.4 Pantograf firmy Schunk Carbon Technology

Rys. 6.5 Pantograf odwrócony firmy Schunk Carbon Technology

Rys. 6.6 System ładowarek pantografowych na zajezdni

Rys. 6.7 Ładowarka indukcyjna wbudowana w jezdnię

Rys. 6.8 Element ładowarki indukcyjnej wbudowanej w jezdnię

Rys. 7.1 Ceny prądu w Polsce w latach 2016 – 2018

Rys. 7.2 Wzrost cen paliw i energii na dzień 19 lipca 2018 roku w porównaniu do 19 lipca 2017 roku

Rys. 7.3 Koszty operacyjne ogółem dla badanych wariantów w założonym okresie eksploatacji

Rys. 9.1 Dane dotyczące próby badawczej przy ocenie komfortu życia mieszkańców Wrocławia

Rys. 9.2 Wyniki badań ankietowych dotyczących oceny jakości powietrza we Wrocławiu

Rys. 9.3 Ocena jakości powietrza we Wrocławiu w skali 1-5 według grupy badawczej

Rys. 9.4 Wyniki badań ankietowych dotyczących hałasu we Wrocławiu

Rys. 9.5 Ocena hałasu we Wrocławiu w skali 1-5 według grupy badawczej

Rys. 9.6 Ocena komfortu podróżowania po Wrocławiu według grupy badawczej

Rys. 9.7 Ocena adekwatności czasu podróży do pokonywanej odległości

Rys. 9.8 Ocena adekwatności czasu podróży do pokonywanej odległości w zależności od wybranego środka transportu. Tak – czas adekwatny, Nie – czas nieadekwatny

Rys. 9.9 Ocena awaryjności tramwajów we Wrocławiu według grupy badawczej

Spis tabel

Tab. 5.1 Wykaz i zakres pomiarowy stacji monitoringu jakości powietrza we Wrocławiu w 2017 roku

Tab. 5.2 Dopuszczalne poziomy hałasu wyrażone wskaźnikami L_{DWN} i L_N

Tab. 5.3 Dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych określone dla miejsc dostępnych dla ludzi

Tab. 5.4 Zestawienie linii komunikacyjnych z podziałem na przewoźnika

Tab. 5.5 Wielkość zrealizowanej pracy eksploatacyjnej w wozokilometrach w latach 2015-2017

Tab. 5.6 Liczba autobusów realizujących kursy na poszczególnych liniach komunikacyjnych z podziałem na dni robocze oraz dni wolne (dla linii komunikacyjnych obsługiwanych przez Spółkę MPK Wrocław)

Tab. 5.7 Liczba pojazdów rezerwowych utrzymywanych przez MPK Wrocław Sp. z o.o. według typu dnia oraz zmiany

Tab. 5.8 Liczba wozokilometrów oraz prędkości komunikacyjne i eksploatacyjne z podziałem na linie dla dnia roboczego szkolnego (dane z dnia 4.10.2018)

Tab. 5.9 Liczba wozokilometrów oraz prędkości komunikacyjne i eksploatacyjne z podziałem na linie dla dnia wolnego szkolnego (dane z dnia 4.10.2018)

Tab. 5.10 Autobusy eksploatowane przez Spółkę MPK realizujące zadania transportu zbiorowego we Wrocławiu (stan na dzień 05.10.2018)

Tab. 5.11 Autobusy eksploatowane przez Spółkę Michalczewski realizujące zadania transportu zbiorowego we Wrocławiu (stan na dzień 05.10.2018)

Tab. 5.12 Autobusy eksploatowane przez pozostałych podwykonawców Gminy Wrocław realizujących zadania transportu zbiorowego we Wrocławiu (stan na dzień 05.10.2018)

Tab. 5.13 Struktura pojazdów według roku ich produkcji (stan na dzień 24.09.2018)

Tab. 5.14 Struktura pojazdów według wieku i typu pojazdów (stan na dzień 24.09.2018)

Tab. 5.15 Struktura pojazdów według norm emisji spalania i typu pojazdów Spółki MPK (stan na dzień 24.09.2018, opracowanie własne na podstawie danych MPK Sp. z o.o.)

Tab. 5.16 Struktura kosztów eksploatacyjnych floty poniesionych w latach 2015-2017 z podziałem na markę i typ autobusu [PLN] (stan na dzień 22.10.2018)

Tab. 5.17 Koszty i ilość zużytej energii w latach 2016-2018 (stan na dzień 22.10.2018)

Tab. 5.18 Koszty zakupu netto oleju napędowego oraz jego zużycie ilościowe w latach 2015-2018 (przy uwzględnieniu 6 miesięcy w roku 2018) (stan na dzień 22.10.2018)

Tab. 5.19 Koszty opłat za korzystanie ze środowiska z tytułu spalania paliw w silnikach spalinowych autobusów w latach 2015-2017 (stan na dzień 22.10.2018)

Tab. 5.20 Planowane inwestycje Spółki związane z infrastrukturą przewozową oraz wymianą taboru na lata 2019-2023 (stan na dzień 22.10.2018)

Tab. 5.21 Pierwsze rejestracje nowych autobusów w Polsce, styczeń – wrzesień 2018 rok, według segmentów (opracowanie własne, źródło: PZPM i JMK na podstawie Centralnej Ewidencji Pojazdów)

Tab. 5.22 Poziomy dopuszczalne i częstości przekraczania dla niektórych substancji w powietrzu oraz okresy uśredniania wyników pomiarów

Tab. 5.23 Poziomy docelowe i częstości przekraczania stężeń niektórych substancji w powietrzu oraz okres uśredniania wyników

Tab. 5.24 Poziomy informowania dla niektórych substancji w powietrzu oraz okres uśredniania wyników pomiarów

Tab. 5.25 Poziomy alarmowe dla niektórych substancji w powietrzu oraz okres uśredniania wyników pomiarów

Tab. 5.26 Wysokość opłat za korzystanie ze środowiska oraz zużycie paliwa dla pojazdów spełniających poszczególne normy emisji spalin za rok 2015

Tab. 5.27 Wysokość opłat za korzystanie ze środowiska oraz zużycie paliwa dla pojazdów spełniających poszczególne normy emisji spalin za rok 2016

Tab. 5.28 Wysokość opłat za korzystanie ze środowiska oraz zużycie paliwa dla pojazdów spełniających poszczególne normy emisji spalin za rok 2017

Tab. 5.29 Roczna emisja CO₂, w Mg

Tab. 5.30 Wskaźniki emisji substancji szkodliwych innych niż gazy cieplarniane przyjęte do obliczeń emisji, w g/kWh

Tab. 5.31 Emisja roczna substancji szkodliwych innych niż gazy cieplarniane w latach 2015-2017, w Mg

Tab. 5.32 Roczna wielkość emisji z floty Spółki Michalczewski w okresie 1.09.2017-31.08.2018, w Mg

Tab. 5.33 Moc przyłączeniowa dla zajezdni operatora (stan na dzień 08.10.2018)

Tab. 6.1 Autobusy elektryczne wyprodukowane w Polsce – stan na pierwszą połowę 2018 roku

Tab. 6.2 Informacje dotyczące zakupu autobusów w dziesięciu wybranych miastach Polski

Tab. 6.3 Dane kontaktowe producentów i dostawców autobusów elektrycznych

Tab. 7.1 Koszty zakupu netto pojazdów o napędzie konwencjonalnym

Tab. 7.2 Analizowane linie komunikacyjne z uwzględnieniem podstawowych parametrów eksploatacyjnych oraz liczby obsługujących je autobusów z podziałem na rodzaj autobusu (stan na dzień 04.10.2018r.)

Tab. 7.3 Analizowane linie komunikacyjne z uwzględnieniem przerw międzykursowych w kluczowych przedziałach godzinowych w dzień roboczy szkolny (stan na dzień 04.10.2018r.)

Tab. 7.4 Analizowane linie komunikacyjne z uwzględnieniem przerw międzykursowych w kluczowych przedziałach godzinowych w dzień wolny szkolny (stan na dzień 04.10.2018r.)

Tab. 7.5 Koszty zakupu netto pojazdów o napędzie elektrycznym dla wybranych miast Polski

Tab. 7.6 Parametry przykładowej ładowarki stacjonarnej Plug-in oferowanej przez firmę Medcom

Tab. 7.7 Parametry przykładowej ładowarki ze złączem pantografowym oferowanej przez firmę Medcom

Tab. 7.8 Etapy inwestycyjne w podziale na poszczególne linie autobusowe

Tab. 7.9 Lokalizacja i liczba proponowanych pantografów.

Tab. 7.10 Rozkład wymiany autobusów w wariancie W0

Tab. 7.11 Koszty przypadające na kolejne okresy inwestycyjne w wariancie W0

Tab. 7.12 Podsumowanie ilościowo-wartościowe planowanych inwestycji w wariancie W0

Tab. 7.13 Rozkład wymiany autobusów i towarzyszący mu zakup ładowarek typu Plug-in dla wariantu W1

Tab. 7.14 Koszty przypadające na kolejne okresy inwestycyjne w wariantcie W1

Tab. 7.15 Podsumowanie ilościowo-wartościowe planowanych inwestycji w wariantcie W1

Tab. 7.16 Rozkład wymiany autobusów i towarzyszący mu zakup ładowarek typu Plug-in oraz pantografów dla wariantu W2

Tab. 7.17 Koszty przypadające na kolejne okresy inwestycyjne w wariantcie W2

Tab. 7.18 Podsumowanie ilościowo-wartościowe planowanych inwestycji w wariantcie W2

Tab. 7.19 Zestawienie wariantów inwestycyjnych w ujęciu ilościowym i wartościowym.

Tab. 7.20 Przyjęte okresy ekonomiczne użyteczności w ewidencji bilansowej dla autobusów liniowych własnych i ulepszeniach w obcych środkach trwałych wg typów pojazdu na dzień 31.10.2018r.

Tab. 7.21 Podstawowe założenia dla obliczeń wartości odtworzeniowej środków trwałych w wariantach W0 i W2

Tab. 7.22 Harmonogram i wysokość nakładów odtworzeniowych w wariantach W0 i W2 dla przyjętego okresu inwestycji

Tab. 7.23 Podstawowe założenia w zakresie ponoszonych jednostkowych kosztów eksploatacyjnych w okresie operacyjnym

Tab. 7.24 Planowane koszty operacyjne w badanym horyzoncie czasu dla obu wariantów inwestycyjnych

Tab. 7.25 Planowana wartość rezydualna dla wariantów W0 i W2

Tab. 7.26 Wyznaczone koszty wdrożenia wybranych wariantów w badanym okresie eksploatacji

Tab. 8.1 Struktura floty autobusów ze względu na spełnianie norm emisji spalin oraz elektrycznych (w szt.) wraz ze średnim zużyciem paliwa dla poszczególnej grupy pojazdów

Tab. 8.2 Wskaźniki emisji przyjęte dla autobusów elektrycznych

Tab. 8.3 Łączny przebieg pojazdów spełniających daną normę emisji spalin lub elektrycznych dla struktury floty na 2021 rok

Tab. 8.4 Wartości emisji obliczone dla wariantu W0 dla struktury floty w roku 2021

Tab. 8.5 Wartości emisji obliczone dla wariantu W2 dla struktury floty w roku 2021

Tab. 8.6 Zestawienie emisji rocznej z całej floty pojazdów w poszczególnych latach w wariantach W0 i W2 oraz porównawczo z rokiem 2017 (w Mg)

Tab. 9.1 Emisja roczna (w Mg) w poszczególnych latach planu inwestycyjnego w wariantcie W0

Tab. 9.2 Emisja roczna (w Mg) w poszczególnych latach planu inwestycyjnego w wariantcie W2

Tab. 9.3 Koszty emisji spalin w kolejnych latach planu inwestycyjnego w wariantcie W0

Tab. 9.4 Koszty emisji spalin w kolejnych latach planu inwestycyjnego w wariantcie W2

Tab. 9.5 Zestawienie emisji oraz kosztów emisji spalin w latach 2018-2043

Tab. 9.6 Roczny przebieg pojazdów spalinowych i elektrycznych w wariantcie W0 i W2 w poszczególnych latach obejmujących plan inwestycyjny

Tab. 9.7 Koszty zewnętrzne hałasu w poszczególnych latach planu inwestycyjnego w wariantcie W0

Tab. 9.8 Koszty zewnętrzne hałasu w poszczególnych latach planu inwestycyjnego w wariantcie W2

Tab. 9.9 Zestawienie kosztów zewnętrznych hałasu w latach 2018-2043

Tab. 9.10 Zidentyfikowane zdarzenia niepożądane wraz z ich potencjalnymi przyczynami oraz skutkami

Tab. 9.11 Zakres zmiennej O – częstotliwość występowania zdarzenia niepożądanego

Tab. 9.12 Zakres zmiennej E – skutki wystąpienia zdarzenia niepożądanego

Tab. 9.13 Wskaźnik ryzyka R dla zdefiniowanych zagrożeń

Tab. 9.14 Macierz ryzyka

Tab. 9.15 Zidentyfikowane ryzyka wraz z działaniami zapobiegawczymi

Spis załączników Excel

Załącznik I „Charakterystyka_linii”

Załącznik II „Charakterystyki_eksploatacyjne”

Załącznik III „Koszty_eksploatacji_floty_2015-2017”

Załącznik IV „Linie_długości_czasy_prędkości”

Załącznik V „Warianty_inwestycyjne_analiza_finansowa”

Załącznik VI „Analiza_finansowa”

Załącznik VII „Flota_emisja”

Załącznik VIII „Koszty_zanieczyszczenia”

Załącznik IX „Analiza_ryzyka”

Spis załączników

Załącznik 1 Układ stały komunikacji zbiorowej we Wrocławiu – komunikacja dzienna (autobusy i tramwaje) – ważny od 02.09.2018

Załącznik 2 Układ stały komunikacji zbiorowej we Wrocławiu – komunikacja nocna (autobusy) – ważny od 02.09.2018

Załącznik 3 Charakterystyka linii obsługiwanych przez MPK Wrocław Sp. z o.o. i jego głównego podwykonawcę – Michalczewski Sp. z o.o.

Załącznik 4 Podstawowe wymiary i parametry techniczne autobusów (własnych i dzierżawionych) MPK Sp. z o. o. Wrocław (stan na dzień 5.10.2018)

Załącznik 5 Ankieta do oceny komfortu życia mieszkańców Gminy Wrocław

Załącznik 6 Korespondencja z Wydziałem Zdrowia i Polityki Społecznej Dolnośląskiego Urzędu Wojewódzkiego we Wrocławiu w sprawie udostępnienia danych

Załącznik 7 Uwagi wniesione podczas konsultacji społecznych

Załącznik 3

Charakterystyka linii obsługiwanych przez MPK Wrocław Sp. z o.o. i jego głównego podwykonawcę – Michalczewski Sp. z o.o.

Numer linii	Trasa podstawowa (podstawowe trasy dodatkowe)	Długość linii [km]	Typ linii
100	MOKRY DWÓR - Batorego - Starodworska - Księska - Opolska - Karwińska - Tarnogajska - Gazowa - Świeradowska - GAJ - PEŁTLA GAJ - PEŁTLA - Morwowa - Gazowa - Opolska - Księska - Starodworska - Batorego - MOKRY DWÓR	6,4/6,45	normalna
101	LEŚNICA - Płońskiego - Trzmielowicka - Średzka - Jeleniogórska - Stabłowicka - Brodzka - Królewiecka - Pilczycka - Wejherowska - Legnicka - KWISKA KWISKA - Pilczycka - Królewiecka - Brodzka - Stabłowicka - Jeleniogórska - Płońskiego - LEŚNICA (Zajezdnia IX - LEŚNICA-Zajezdnia IX, KWISKA-LEŚNICA-KWISKA, KWISKA-PRACZE ODRZAŃSKIE-KWISKA)	13,39/14,45	normalna
102	GRABOWA - Kosmonautów - Fieldorfa - Wojanowska - Jeleniogórska - Główna - Maślicka - Pilczycka - Legnicka - Zachodnia - Rybacka - Sokolnicza - PL. JANA PAWŁA II PL. JANA PAWŁA II - Zachodnia - Legnicka - Pilczycka - Maślicka - Główna - Stabłowicka - Jeleniogórska - Wojanowska - Fieldorfa - Kosmonautów - GRABOWA (Zajezdnia IX-GRABOWA-Zajezdnia IX, GRABOWA-Jana Pawła II-GRABOWA, Jana Pawła II-JANÓWEK-Jana Pawła II)	16,9/17,25/ 21,95	normalna
103	PRACZE ODRZAŃSKIE - Brodzka - Stabłowicka - Główna - Maślicka - Pilczycka - Popowicka - Starogroblowa - Długa - Poznańska - Zachodnia - Rybacka - Sokolnicza - PL. JANA PAWŁA II PL. JANA PAWŁA II - Legnicka - Zachodnia - Poznańska - Długa - Starogroblowa - Popowicka - Pilczycka - Maślicka - Główna - Stabłowicka - Brodzka - PRACZE ODRZAŃSKIE (Jana Pawła II-JANÓWEK-Jana Pawła II, Zajezdnia IX-JANÓWEK, Zajezdnia IX, Zajezdnia IX-PRACZE ODRZAŃSKIE-Zajezdnia IX)	16,55/17,1/ 21,8	normalna
104	RĘDZIŃSKA - Rędzińska - Maślicka - Pilczycka - Kozanowska - Popowicka - Starogroblowa - Długa - Poznańska - Zachodnia - Rybacka - Legnicka - PL. JANA PAWŁA II PL. JANA PAWŁA II - Zachodnia - Poznańska - Długa - Starogroblowa - Popowicka - Kozanowska - Pilczycka - Maślicka - Rędzińska - RĘDZIŃSKA (Zajezdnia IX-RĘDZIŃSKA-Zajezdnia IX)	10,5/10,7	normalna
105	ŚWINIARY - Pęgowska - Zajączkowska - Pelczyńska - Obornicka - Broniewskiego - Kasprowicza - Berenta - al. M. Kromera - KROMERA KROMERA - Boya-Żeleńskiego - Berenta - Kasprowicza - Broniewskiego - Obornicka - Pelczyńska - Zajączkowska - Pęgowska - ŚWINIARY (Zajezdnia IX-ŚWINIARY-Zajezdnia IX, Zajezdnia IX-KROMERA-Zajezdnia IX)	11,45/11,7	normalna
106	PORT LOTNICZY - Skarżyńskiego - Graniczna - Strzegomska - Wagonowa - Fabryczna - Robotnicza - Podwale - Dworcowa - DWORCOWA DWORCOWA - Podwale - Robotnicza - Strzegomska - Skarżyńskiego - Graniczna - PORT LOTNICZY (Zajezdnia IX_PORT LOTNICZY- Zajezdnia IX, Zajezdnia IX-	14,36/15,44	normalna

	DWORCOWA-Zajezdnia IX, PORT LOTNICZY-DWORZEC AUTOBUSOWY)		
107	KRZYKI - Karkonoska - Krzycka - Wałbrzyska - Giełdowa - Karmelkowa - Solskiego - Grabiszyńska - Ostrowskiego - Krzemieniecka - Stanisławowska - Mińska - Strzegomska - Wagonowa - Fabryczna - Robotnicza - DW. ŚWIEBODZKI DW. ŚWIEBODZKI - Strzegomska - Mińska - Stanisławowska - Krzemieniecka - Ostrowskiego - Grabiszyńska - Solskiego - Giełdowa - Karmelkowa - Wałbrzyska - Krzycka - Karkonoska - KRZYKI (Zajezdnia IX-KRZYKI-Zajezdnia IX)	16,75/16,8	normalna
108	PRACZE WIDAWSKIE - Zduńska - Kominiarska - Pełczyńska - Obornicka - Broniewskiego - Żmigrodzka - Trzebnicka - pl. Powstańców Wielkopolskich - DWORZEC NADODRZE DWORZEC NADODRZE - Trzebnicka - Broniewskiego - Obornicka - Pełczyńska - Kominiarska - Zduńska - PRACZE WIDAWSKIE (Zajezdnia IX-DWORZEC NADODRZE-Zajezdnia IX, Zajezdnia IX- PRACZE WIDAWSKIE-Zajezdnia IX)	8,2/8,25	normalna
109	JARNOŁTÓW - Jarnołtowska - Jerzmanowska - Żernicka - Zemska - Rogowska - Gubińska - Strzegomska - Wagonowa - Fabryczna - Robotnicza - DW. ŚWIEBODZKI DW. ŚWIEBODZKI - Strzegomska - Chociebuska - Rogowska - Żernicka - Jerzmanowska - Jarnołtowska - JARNOŁTÓW (Zajezdnia IX-JARNOŁTÓW-Zajezdnia IX, Zajezdnia IX-DW. ŚWIEBODZKI-Zajezdnia IX)	14,0/14,05	normalna
110	IWINY (RONDO) - Strzelińska - Buforowa - Bardzka - Kamienna - Gajowa - Sucha - Peronowa - Stawowa - DWORZEC GŁÓWNY (STAWOWA) DWORZEC GŁÓWNY (STAWOWA) - Sucha - Gajowa - Kamienna - Bardzka - Buforowa - Strzelińska - IWINY (RONDO) (Zajezdnia IX-IWINY (RONDO)-Zajezdnia IX, Zajezdnia IX-IWINY (Pętla)-Zajezdnia IX)	7,5/13,8/14,52/15,97	normalna
111	PL. GRUNWALDZKI - Piastowska - Sienkiewicza - Bema - Poniatowskiego - Jedności Narodowej - Słonimskiego - Zakładowa - Broniewskiego - Obornicka - Pełczyńska - Cynamonowa - Kminkowa - KMINKOWA KMINKOWA - Cynamonowa - Pełczyńska - Obornicka - Broniewskiego - Żmigrodzka - Zakładowa - Jedności Narodowej - Poniatowskiego - Sienkiewicza - Szczytnicka - Piastowska - PL. GRUNWALDZKI (Zajezdnia IX-KMINKOWA-Zajezdnia IX, Zajezdnia IX- PL.GRUNWALDZKI-Zajezdnia IX)	11,73/11,91	normalna
112	KRZYKI - Karkonoska - Waligórskiego - Wojszycka - Oltaszyńska - Radosna - Chabrowa - Kutrzeby - Parafialna - Grota-Roweckiego - Borowska - Peronowa - DWORZEC GŁÓWNY	11,2/11,75	normalna
113	KRZYKI - Karkonoska - Zwycięska - Strachowskiego - Kurpiów - Grota-Roweckiego - Borowska - Peronowa - DWORZEC GŁÓWNY DWORZEC GŁÓWNY - Ślężna - Gliniana - Borowska - Grota-Roweckiego - Kurpiów - Strachowskiego - Zwycięska - Karkonoska - KRZYKI	10,2/11,55	normalna
114	GALERIA DOMINIKAŃSKA - Słowackiego - Kościuszki - Krakowska - Karwińska - Semaforowa - Centralna - Chińska - Mościckiego - Ziemniaczana - BIEŃKOWICE BIEŃKOWICE - Chińska - Mościckiego - Krakowska - Kościuszki - Komuny	9,0/9,25	normalna

*Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem przy świadczeniu
usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych*

	Paryskiej - Podwale - Słowackiego - GALERIA DOMINIKAŃSKA		
115	WOJNÓW (PĘTLA) - Strachocińska - Swojczycka - Mickiewicza - pl. Grunwaldzki - Skłodowskiej-Curie - REJA PL. GRUNWALDZKI - pl. Grunwaldzki - Skłodowskiej-Curie - Mickiewicza - Swojczycka - Strachocińska - WOJNÓW (PĘTLA)	9,45/12,57	normalna
116	SOŁTYSOWICE - Redycka - Sołtysowicka - Koszarowa - Przybyszewskiego - Kasprowicza - Boya-Żeleńskiego - Toruńska - Brücknera - Kochanowskiego - pl. Grunwaldzki - PL. GRUNWALDZKI PL. GRUNWALDZKI - Kochanowskiego - Toruńska - Boya-Żeleńskiego - Kasprowicza - Czajkowskiego - Sołtysowicka - Redycka - SOŁTYSOWICE	8,75/8,8	normalna
118	SĘPOLNO - Mickiewicza - Swojczycka - Miłoszycka - Kowalska - Krzywoustego - Brücknera - Toruńska - Boya-Żeleńskiego - Berenta - Kasprowicza - Broniewskiego - Obornicka - Bezpieczna - Łużycka - Osobowicka - Wędkarzy - RĘDZIN RĘDZIN - Osobowicka - Łużycka - Bezpieczna - Obornicka - Broniewskiego - Kasprowicza - Berenta - Toruńska - Brücknera - Kowalska - Miłoszycka - Swojczycka - Mickiewicza - SĘPOLNO	21,1/21,7/2 2,35	normalna
119	BLACHARSKA - Blacharska - Lakiernicza - Ojca Beyzyma - Hallera - Ostrowskiego - Krzemieniecka - Stanisławowska - Mińska - Strzegomska - Muchoborska - Klecińska - Na Ostatnim Groszu - Legnicka - Popowicka - Milenijna - most Milenijny - Osobowicka - Łużycka - Bezpieczna - Obornicka - Broniewskiego - Kasprowicza - Czajkowskiego - Sołtysowicka - Redycka - SOŁTYSOWICE SOŁTYSOWICE - Sołtysowicka - Koszarowa - Przybyszewskiego - Kasprowicza - Broniewskiego - Obornicka - Bezpieczna - Łużycka - Osobowicka - most Milenijny - Milenijna - Wejherowska - Legnicka - Na Ostatnim Groszu - Estakada - Strzegomska - Mińska - Stanisławowska - Krzemieniecka - Petuniowa - Hallera - Ojca Beyzyma - Lakiernicza - Blacharska - BLACHARSKA	20,55/21,5	normalna
120	TRESTNO (PĘTLA) - Nadodrzańska - Opatowicka - Międzyrzecka - Na Niskich Łąkach - Kościuszki - Komuny Paryskiej - Podwale - Słowackiego - GALERIA DOMINIKAŃSKA GALERIA DOMINIKAŃSKA - Kościuszki - Na Niskich Łąkach - Międzyrzecka - Opatowicka - Nadodrzańska - TRESTNO (PĘTLA)	10,55/10,6	normalna
121	KIELCZOWSKA (CMENTARZ) - Kielczowska - Żmudzka - Litewska - Gorlicka - ks. Mariana Stanety - Krzywoustego - Brücknera - Kochanowskiego - pl. Grunwaldzki - Skłodowskiej-Curie - REJA PL. GRUNWALDZKI - pl. Grunwaldzki - Kochanowskiego - Brücknera - Krzywoustego - ks. Mariana Stanety - Gorlicka - Litewska - Żmudzka - Kielczowska - KIELCZOWSKA (CMENTARZ)	9,52/10,02	normalna

122	NOWY DWÓR (PĘTLA) - Rogowska - Strzegomska - Gubińska - Chociebuska - Hermanowska - Koszalińska - Bystrzycka - Balonowa - Horbaczewskiego - Na Ostatnim Groszu - Popowicka - Starogroblowa - Długa - Poznańska - Zachodnia - Rybacka - Legnicka - Piłsudskiego - Zielińskiego - Swobodna - Ślężna - Sucha - DWORZEC AUTOBUSOWY DWORZEC AUTOBUSOWY - Swobodna - Zielińskiego - Piłsudskiego - Zachodnia - Poznańska - Długa - Starogroblowa - Popowicka - Wejherowska - Legnicka - Orlińskiego - Horbaczewskiego - Balonowa - Bystrzycka - Hermanowska - Gubińska - Strzegomska - Rogowska - NOWY DWÓR (PĘTLA)	14,5/15,5	normalna
124	NOWY DWÓR (PĘTLA) - Rogowska - Strzegomska - Klecińska - Grabiszyńska - Stalowa - Grochowa - Zaporoska - Kamienna - Bardzka - Armii Krajowej - Tarnogajska - Gazowa - Opolska - Tyska - KSIEŻE WIELKIE KSIEŻE WIELKIE - Opolska - Karwińska - Gazowa - Tarnogajska - Armii Krajowej - Bardzka - Kamienna - Zaporoska - Grochowa - Grabiszyńska - Klecińska - Strzegomska - Rogowska - NOWY DWÓR (PĘTLA)	16,3/17,15	normalna
125	BROCHÓW - Chińska - Mościckiego - Gazowa - Tarnogajska - Armii Krajowej - Bardzka - Kamienna - Gajowa - Sucha - Komandorska - Wielka - Krucza - Inżynierska - Hallera - Grabiszyńska - Solskiego - Aleja Piastów - Raławicka - Skarbowców - Sowia - Karkonoska - KRZYKI KRZYKI - Sowia - Skarbowców - Raławicka - Aleja Piastów - Solskiego - Grabiszyńska - Hallera - Aleja Pracy - Inżynierska - Krucza - Wielka - Komandorska - Sucha - Gajowa - Kamienna - Bardzka - Armii Krajowej - Tarnogajska - Gazowa - Mościckiego - Semaforowa - Centralna - Chińska - BROCHÓW	18,65/18,75	normalna
126	RACŁAWICKA - Raławicka - Gajowicka - Hallera - Powstańców Śl. - Zaporoska - Grabiszyńska - Klecińska - Strzegomska - Chociebuska - Hermanowska - Koszalińska - Bystrzycka - Bajana - Lotnicza - Kozanowska - KOZANÓW KOZANÓW - Lotnicza - Bajana - Bystrzycka - Hermanowska - Gubińska - Strzegomska - Klecińska - Grabiszyńska - Zaporoska - Powstańców Śl. - Raławicka - RACŁAWICKA	17,15/18,55	normalna
127	ZWYCIĘSKA - Zwycięska - Ołtaszyńska - Wojszycka - Ślężna - Wiśniowa - Hallera - Gajowicka - Zaporoska - Tęczowa - Legnicka - Zachodnia - Poznańska - Długa - Starogroblowa - Popowicka - Kozanowska - KOZANÓW KOZANÓW - Popowicka - Starogroblowa - Długa - Poznańska - Zachodnia - Rybacka - Legnicka - Tęczowa - Zaporoska - Gajowicka - Wiśniowa - Ślężna - Wojszycka - Ołtaszyńska - Zwycięska - ZWYCIĘSKA	15,1/15,35	normalna
128	PILCZYCE - Lotnicza - Metalowców - Bystrzycka - Balonowa - Horbaczewskiego - Na Ostatnim Groszu - Legnicka - Popowicka - Starogroblowa - Długa - Dmowskiego - Dubois - Drobnera - Sienkiewicza - Wyszyńskiego - al. M. Kromera - Krzywoustego - Bora-Komorowskiego - Okulickiego - ZAKRZÓW ZAKRZÓW - Bora-Komorowskiego - Krzywoustego - al. M. Kromera - Wyszyńskiego - Sienkiewicza - Drobnera - Dubois - Dmowskiego - Długa - Starogroblowa - Popowicka - Wejherowska - Legnicka - Orlińskiego - Horbaczewskiego - Balonowa - Bystrzycka - Metalowców - Lotnicza - PILCZYCE	18,55/19,0	normalna

129	JERZMANOWO (CMENTARZ I) - Jerzmanowska - Żernicka - Kołobrzaska - Koszalińska - Bystrzycka - Balonowa - Horbaczewskiego - Na Ostatnim Groszu - Legnicka - Popowicka - Milenijna - most Milenijny - Osobowicka - Broniewskiego - Żmigrodzka - Poświęcka - POŚWIĘCKA (OŚRODEK ZDROWIA) POŚWIĘCKA (OŚRODEK ZDROWIA) - Kuklińskiego - Żmigrodzka - Broniewskiego - Bałtycka - Osobowicka - most Milenijny - Milenijna - Wejherowska - Legnicka - Orlińskiego - Horbaczewskiego - Balonowa - Bystrzycka - Hermanowska - Kołobrzaska - Żernicka - Jerzmanowska - JERZMANOWO (CMENTARZ I)	16,85/17,05	normalna
130	PAWŁOWICE (WIDAWSKA) - Widawska - Pawłowicka - Przedwiośnie - Starodębowa - Azaliowa - Bora-Komorowskiego - Krzywoustego - al. M. Kromera - Boya-Żeleńskiego - Berenta - Kasprowicza - Żmigrodzka - Kamińskiego - POLANOWICE POLANOWICE - Żmigrodzka - Kasprowicza - Berenta - al. M. Kromera - Krzywoustego - Bora-Komorowskiego - Przedwiośnie - Starodębowa - Pawłowicka - Widawska - PAWŁOWICE (WIDAWSKA)	15,5/16,05	normalna
131	LITEWSKA - Litewska - Żmudzka - Kielczowska - Krzywoustego - Brücknera - Kochanowskiego - pl. Grunwaldzki - Skłodowskiej-Curie - REJA PL. GRUNWALDZKI - pl. Grunwaldzki - Kochanowskiego - Brücknera - Krzywoustego - Kielczowska - Żmudzka - Litewska - LITEWSKA	9,33/10,39	normalna
132	POCZTA POLSKA - Ibn Siny Avicenny - Stanisławowska - Mińska - Strzegomska - Wagonowa - Fabryczna - Śrubowa - Legnicka - Kazimierza Wlk. - Pomorska - pl. Powstańców Wielkopolskich - Trzebnicka - Kasprowicza - Berenta - al. M. Kromera - KROMERA KROMERA - Boya-Żeleńskiego - Berenta - Kasprowicza - Żmigrodzka - Trzebnicka - pl. Powstańców Wielkopolskich - Pomorska - Nowy Świat - Legnicka - Robotnicza - Strzegomska - Mińska - Stanisławowska - Ibn Siny Avicenny - POCZTA POLSKA	15,25/15,85	normalna
133	BROCHÓW - Chińska - Centralna - Konduktorska - Buforowa - Bardzka - Armii Krajowej - Borowska - Kamienna - Powstańców Śl. - Raclawicka - Skarbowców - Sowia - Krzycka - Wałbrzyska - Czekoladowa - Francuska - AUCHAN AUCHAN - Czekoladowa - Wałbrzyska - Krzycka - Sowia - Skarbowców - Raclawicka - Gajowicka - Hallera - Powstańców Śl. - Kamienna - Borowska - Armii Krajowej - Bardzka - Buforowa - Konduktorska - Centralna - Chińska - BROCHÓW	10,8/14,55/ 14,95	normalna
134	NOWY DWÓR (PĘTLA) - Rogowska - Strzegomska - Klecińska - Grabiszyńska - Stalowa - Grochowa - Zaporoska - Kamienna - Bardzka - Armii Krajowej - Krakowska - Opolska - Tyska - KSIĘŻE WIELKIE KSIĘŻE WIELKIE - Opolska - Krakowska - Armii Krajowej - Bardzka - Kamienna - Zaporoska - Grochowa - Grabiszyńska - Klecińska - Strzegomska - Rogowska - NOWY DWÓR (PĘTLA)	15,75/16,75	normalna

136	TARNOGAJ - Tarnogajska - Gazowa - Świeradowska - Borowska - Armii Krajowej - Wiśniowa - Hallera - Klecińska - Na Ostatnim Groszu - Orlińskiego - Horbaczewskiego - Balonowa - Bajana - Górnica - Gwarecka - Dokerska - Kozanowska - KOZANÓW KOZANÓW - Dokerska - Pilczycka - Hutnicza - Bajana - Bystrzycka - Balonowa - Horbaczewskiego - Na Ostatnim Groszu - Estakada - Klecińska - Hallera - Wiśniowa - Armii Krajowej - Borowska - Świeradowska - Morwowa - Gazowa - TARNOGAJ	15,85/15,95	normalna
140	ŚLAZOWA - Ślázowa - Lipska - Osobowicka - most Milenijny - Milenijna - Wejherowska - Legnicka - KWISKA KWISKA - Milenijna - most Milenijny - Osobowicka - Lipska - Ślázowa - ŚLAZOWA	5,1/5,25	normalna
141	OSIEDLE SOBIESKIEGO - Królewska - Bora-Komorowskiego - Krzywoustego - Brücknera - Kochanowskiego - pl. Grunwaldzki - Skłodowskiej-Curie - REJA PL. GRUNWALDZKI - pl. Grunwaldzki - Kochanowskiego - Brücknera - Krzywoustego - Bora-Komorowskiego - Królewska - OSIEDLE SOBIESKIEGO	9,05/9,81	normalna
142	NOWY DWÓR (PĘTLA) - Rogowska - Strzegomska - Wagonowa - Fabryczna - Śrubowa - Legnicka - Kazimierza Wlk. - Pomorska - Reymonta - Osobowicka - Łużycka - Bezpieczna - Obornicka - Broniewskiego - Żmigrodzka - KARŁOWICE KARŁOWICE - Broniewskiego - Obornicka - Bezpieczna - Łużycka - Osobowicka - Reymonta - Pomorska - Nowy Świat - Legnicka - Robotnicza - Strzegomska - Rogowska - NOWY DWÓR (PĘTLA)	13,4/13,45	normalna
144	WOJSZYCKA - Wojszycka - Sudecka - Wiśniowa - Hallera - Gajowicka - Szczęśliwa - Zielińskiego - Piłsudskiego - Podwale - mosty Mieszczańskie - Dubois - Drobnera - Chrobrego - pl. Powstańców Wielkopolskich - Trzebnicka - Żmigrodzka - Kamińskiego - KAMIENSKIEGO (PĘTLA) KAMIENSKIEGO (PĘTLA) - Żmigrodzka - Trzebnicka - pl. Powstańców Wielkopolskich - Chrobrego - Dubois - Mostowa - Podwale - Piłsudskiego - Zielińskiego - Gajowicka - Wiśniowa - Sudecka - Wojszycka - WOJSZYCKA	12,4/12,49/ 13,44	normalna
145	SĘPOLNO - Mickiewicza - Monte Cassino - Dembowskiego - Wróblewskiego - Wajdy - Skłodowskiej-Curie - pl. Grunwaldzki - Oławska - Dworcowa - Peronowa - Ślężna - Gliniana - Borowska - Armii Krajowej - Tarnogajska - Gazowa - TARNOGAJ TARNOGAJ - Tarnogajska - Armii Krajowej - Borowska - Peronowa - Kościuszki - Krasieńskiego - pl. Powstańców Warszawy - pl. Grunwaldzki - Skłodowskiej-Curie - Wróblewskiego - Dembowskiego - Monte Cassino - Mickiewicza - SĘPOLNO	11,88/12,31	normalna
146	BARTOSZOWICE - Bacciarrello - Dembowskiego - Wróblewskiego - Wajdy - Skłodowskiej-Curie - pl. Grunwaldzki - Oławska - Dworcowa - Peronowa - Ślężna - Gliniana - Borowska - Świeradowska - GAJ - PĘTLA GAJ - PĘTLA - Borowska - Peronowa - Kościuszki - Krasieńskiego - pl. Powstańców Warszawy - pl. Grunwaldzki - Skłodowskiej-Curie - Wróblewskiego - Dembowskiego - Bacciarrello - BARTOSZOWICE	11,13/11,26	normalna
147	KŁOKOCZYCE - Kłokoczycka - Zakrzowska - Krzywoustego - Gorlicka - ks. Mariana Stanety - MULICKA MULICKA - Bora-	2,8/3,15	normalna

*Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem przy świadczeniu
usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych*

	Komorowskiego - Zakrzowska - Kłokoczyska - KŁOKOCZYCE		
148	LEŚNICA - Płońskiego - Trzmielowicka - Średzka - Kosmonautów - Złotnicka - Małopolska - Halicka - Żernicka - Zemska - Rogowska - Gubińska - Strzegomska - Wagonowa - Fabryczna - Robotnicza - Podwale - Dworcowa - DWORCOWA DWORCOWA - Podwale - Robotnicza - Strzegomska - Chociebuska - Rogowska - Żernicka - Małopolska - Wielkopolska - Złotnicka - Kosmonautów - Płońskiego - LEŚNICA	15,81/15,93	normalna
149	KUŹNIKI - Hermanowska - Kołobrzaska - Zemska - Rogowska - Strzegomska - Wagonowa - Fabryczna - Robotnicza - Podwale - Kościuszki - Krasińskiego - pl. Powstańców Warszawy - pl. Grunwaldzki - PL. GRUNWALDZKI PL. GRUNWALDZKI - Oławska - Podwale - Robotnicza - Strzegomska - Rogowska - Żernicka - Kołobrzaska - KUŹNIKI	11,69/12,06	normalna
150	LITEWSKA - Litewska - Żmudzka - Kiełczowska - Gorlicka - ks. Mariana Stanety - Bierutowska - Królewska - OSIEDLE SOBIESKIEGO OSIEDLE SOBIESKIEGO - Dobroszycka - Bierutowska - ks. Mariana Stanety - Gorlicka - Kiełczowska - Żmudzka - Litewska - LITEWSKA	7,26/8,1	normalna
A	KOSZAROWA (SZPITAL) - Koszarowa - Przybyszewskiego - Berenta - al. M. Kromera - Wyszyńskiego - pl. Powstańców Warszawy - Oławska - Podwale - Świdnicka - Krucza - Inżynierska - Hallera - Grabiszyńska - Solskiego - Aleja Piastów - Racławicka - RACŁAWICKA RACŁAWICKA - Aleja Piastów - Solskiego - Grabiszyńska - Hallera - Aleja Pracy - Inżynierska - Krucza - Wielka - Świdnicka - Kościuszki - Krasińskiego - pl. Powstańców Warszawy - Wyszyńskiego - Boya-Żeleńskiego - Berenta - Czajkowskiego - Koszarowa - KOSZAROWA (SZPITAL)	14,09/16,05	pośpieszna
C	KOZANÓW - Kozanowska - Popowicka - Długa - Dubois - Sienkiewicza - Szczytnicka - pl. Grunwaldzki - PL. GRUNWALDZKI PL. GRUNWALDZKI - Wyszyńskiego - Drobniera - Dubois - Długa - Popowicka - Kozanowska - KOZANÓW	9,23/9,68	pośpieszna
D	OSIEDLE SOBIESKIEGO - Królewska - Bora-Komorowskiego - Krzywoustego - Brücknera - Kochanowskiego - pl. Grunwaldzki - Oławska - Piotra Skargi - Świdnicka - Powstańców Śl. - Krzycka - Wałbrzyska - Karmelkowa - Giełdowa - GIEŁDOWA (CENTRUM HURTU) GIEŁDOWA (CENTRUM HURTU) - Karmelkowa - Wałbrzyska - Krzycka - Powstańców Śl. - Świdnicka - Oławska - pl. Powstańców Warszawy - pl. Grunwaldzki - Kochanowskiego - Brücknera - Krzywoustego - Bora-Komorowskiego - Królewska - OSIEDLE SOBIESKIEGO	18,74/19,09	pośpieszna
K	GAJ - PĘTLA - Świeradowska - Borowska - Peronowa - Kazimierza Wlk. - Pomorska - Osobowicka - Łużycka - Bezpieczna - Obornicka - Broniewskiego - Żmigrodzka - Kamińskiego - KAMIENSKIEGO (PĘTLA) KAMIENSKIEGO (PĘTLA) - Żmigrodzka - Broniewskiego - Obornicka - Bezpieczna - Łużycka - Osobowicka - Pomorska - Nowy Świat - Kazimierza Wlk. - Piotra Skargi - Peronowa - Ślężna - Borowska - Świeradowska - GAJ - PĘTLA	13,95/14,12	pośpieszna

*Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem przy świadczeniu
usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych*

N	LITEWSKA - Litewska - Żmudzka - Kielczowska - Krzywoustego - al. M. Kromera - Wyszyńskiego - pl. Powstańców Warszawy - Oławska - Piotra Skargi - Peronowa - Ślężna - Petruszewicza - PETRUSEWICZA PETRUSEWICZA - Borowska - Peronowa - Oławska - pl. Powstańców Warszawy - Wyszyńskiego - al. M. Kromera - Krzywoustego - Kielczowska - Żmudzka - Litewska - LITEWSKA	13,18/13,4	pośpieszna
319	TYNIECKA (PĘTLA) - Wiejska - Solskiego - Grabiszyńska - Ostrowskiego - Krzemieniecka - Stanisławowska - Mińska - Strzegomska - Muchoborska - Klecińska - Na Ostatnim Groszu - Legnicka - Popowicka - Milenijna - most Milenijny - Osobowicka - Łużycka - Bezpieczna - Obornicka - Bałtycka - Kamieńskiego - KAMIEŃSKIEGO (PĘTLA) KAMIEŃSKIEGO (PĘTLA) - Bałtycka - Obornicka - Bezpieczna - Łużycka - Osobowicka - most Milenijny - Milenijna - Wejherowska - Legnicka - Na Ostatnim Groszu - Estakada - Strzegomska - Mińska - Stanisławowska - Krzemieniecka - Ostrowskiego - Grabiszyńska - Solskiego - Mokronoska - Tyniecka - Kwiatkowskiego - TYNIECKA (PĘTLA)	19,3/19,85	szczytowa
325	BROCHÓW - Chińska - Mościckiego - Gazowa - Tarnogajska - Armii Krajowej - Bardzka - Kamienna - Gajowa - Sucha - Komandorska - Wielka - Krucza - Inżynierska - Hallera - Grabiszyńska - Solskiego - Ibn Siny Avicenny - POCZTA POLSKA POCZTA POLSKA - Wiejska - Solskiego - Grabiszyńska - Hallera - Aleja Pracy - Inżynierska - Krucza - Wielka - Komandorska - Sucha - Gajowa - Kamienna - Bardzka - Armii Krajowej - Tarnogajska - Gazowa - Mościckiego - Semaforowa - Centralna - Chińska - BROCHÓW	15,8/16,3	szczytowa
602	BISKUPICE PODGÓRNE LG DISPLAY - LG - Seulska - Współpracy - Koreańska - Karkonoska - Powstańców Śl. - Peronowa - DWORZEC GŁÓWNY DWORZEC GŁÓWNY - Powstańców Śl. - Karkonoska - Koreańska - Seulska - Współpracy - LG - BISKUPICE PODGÓRNE LG DISPLAY	20,65/21,55 /29,25	podmiejska
607	KWISKA - Legnicka - Klecińska - Grabiszyńska - Solskiego - Seulska - Współpracy - Koreańska - LG - BISKUPICE PODGÓRNE LG DISPLAY	23,25/23,85	podmiejska
609	SAMOTWÓR-PALAC - Główna - Samotworska - Jarnołtowska - Jerzmanowska - Żernicka - Zemska - Rogowska - Gubińska - Strzegomska - Wagonowa - Fabryczna - Robotnicza - DW. ŚWIEBODZKI DW. ŚWIEBODZKI - Strzegomska - Chociebuska - Rogowska - Żernicka - Jerzmanowska - Jarnołtowska - Samotworska - Główna - SAMOTWÓR-PALAC	16,15/16,25	podmiejska
612	KRZYKI - Karkonoska - Wrocławska - Kolejowa - Przystankowa - Pszenna - Chabrowa - Kutrzeby - Parafialna - Grota-Roweckiego - Borowska - Peronowa - DWORZEC GŁÓWNY DWORZEC GŁÓWNY - Ślężna - Gliniana - Borowska - Grota-Roweckiego - Parafialna - Kutrzeby - Chabrowa - Pszenna - Przystankowa - Kolejowa - Wrocławska - Karkonoska - KRZYKI	17,6/18,55	podmiejska
206	PORT LOTNICZY - Graniczna - Strzegomska - Wagonowa - Fabryczna - Robotnicza - Podwale - Kołłątaja - Peronowa - Ślężna - Sucha - DWORZEC AUTOBUSOWY DWORZEC AUTOBUSOWY - Peronowa - Świdnicka - Podwale - Robotnicza	13,6/14,65	nocna

*Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem przy świadczeniu
usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych*

	- Strzegomska - Graniczna - PORT LOTNICZY		
240	DWORZEC AUTOBUSOWY - Swobodna - Świdnicka - Piłsudskiego - Podwale - mosty Mieszczańskie - Dubois - Drobnera - Chrobrego - pl. Powstańców Wielkopolskich - Słowiańska - Jedności Narodowej - Nowowiejska - Piastowska - pl. Grunwaldzki - pl. Powstańców Warszawy - Pułaskiego - Peronowa - Ślężna - Sucha - DWORZEC AUTOBUSOWY	12,95	nocna
241	NOWY DWÓR (PĘTLA) - Rogowska - Gubińska - Strzegomska - Mińska - Stanisławowska - Krzemieniecka - Petuniowa - Hallera - Aleja Pracy - Inżynierska - Krucza - Gajowicka - Szczęśliwa - Zielińskiego - Swobodna - Sucha - Gliniana - Petruszewicza - Borowska - Peronowa - Kołłątaja - Oławska - pl. Powstańców Warszawy - pl. Grunwaldzki - Kochanowskiego - Kwidzyńska - Działdowska - Kowalska - Krzywoustego - Bora-Komorowskiego - Królewska - OSIEDLE SOBIESKIEGO OSIEDLE SOBIESKIEGO - Okulickiego - Bora-Komorowskiego - Krzywoustego - Kowalska - Działdowska - Kwidzyńska - Brücknera - Kochanowskiego - pl. Grunwaldzki - Oławska - Piotra Skargi - Kołłątaja - Peronowa - Ślężna - Gliniana - Petruszewicza - Sucha - Swobodna - Zielińskiego - Gajowicka - Krucza - Inżynierska - Hallera - Ostrowskiego - Krzemieniecka - Stanisławowska - Mińska - Strzegomska - Gubińska - Chociebuska - Rogowska - NOWY DWÓR (PĘTLA)	29,34/35,06	nocna
243	KSIEŻE WIELKIE - Tyska - Opolska - Krakowska - Traugutta - Pułaskiego - Piotra Skargi - Kołłątaja - Peronowa - Ślężna - Gliniana - Petruszewicza - Sucha - Swobodna - Świdnicka - Kazimierza Wlk. - Legnicka - Orlińskiego - Horbaczewskiego - Balonowa - Bajana - Lotnicza - Kosmonautów - Fieldorfa - Wojanowska - Jeleniogórska - Średzka - Trzmielowicka - Płońskiego - LEŚNICA LEŚNICA - Jeleniogórska - Wojanowska - Fieldorfa - Kosmonautów - Lotnicza - Bajana - Bystrzycka - Balonowa - Horbaczewskiego - Na Ostatnim Groszu - Legnicka - Kazimierza Wlk. - Krupnicza - Podwale - Świdnicka - Swobodna - Sucha - Gliniana - Petruszewicza - Borowska - Peronowa - Kołłątaja - Oławska - Traugutta - Krakowska - Opolska - Tyska - KSIEŻE WIELKIE	27,69/29,37	nocna
245	PRACZE ODRZAŃSKIE - Brodzka - Stabłowicka - Główna - Maślicka - Pilczycka - Gwarecka - Dokerska - Kozanowska - Popowicka - Starogroblowa - Długa - Poznańska - Zachodnia - Rybacka - Legnicka - Kazimierza Wlk. - Piotra Skargi - Kołłątaja - Peronowa - Ślężna - Borowska - Petruszewicza - Gliniana - Kamienna - Bardzka - Armii Krajowej - Tarnogajska - Gazowa - Semaforowa - Centralna - Chińska - Mościckiego - Ziemniaczana - BIENKOWICE BIENKOWICE - Chińska - Mościckiego - Gazowa - Tarnogajska - Armii Krajowej - Bardzka - Kamienna - Gliniana - Petruszewicza - Borowska - Peronowa - Kołłątaja - Kazimierza Wlk. - Legnicka - Zachodnia - Poznańska - Długa - Starogroblowa - Popowicka - Kozanowska - Dokerska - Pilczycka - Maślicka - Główna - Stabłowicka - Brodzka - PRACZE ODRZAŃSKIE	27,4/29,27	nocna

246	KOZANÓW - Kozanowska - Dokerska - Pilczycka - Hutnicza - Bajana - Bystrzycka - Hermanowska - Gubińska - Strzegomska - Klecińska - Grabiszyńska - Piłsudskiego - Świdnicka - Swobodna - Sucha - Gliniana - Petruszewicza - Borowska - Peronowa - Kołłątaja - Oławska - pl. Powstańców Warszawy - Wyszyńskiego - Boya-Żeleńskiego - Berenta - Kasprowicza - Broniewskiego - Obornicka - Pełczyńska - Zajązkowska - Pęgowska - ŚWINIARY ŚWINIARY - Zajązkowska - Pełczyńska - Obornicka - Broniewskiego - Kasprowicza - Berenta - al. M. Kromera - Wyszyńskiego - pl. Powstańców Warszawy - Oławska - Piotra Skargi - Kołłątaja - Peronowa - Ślężna - Gliniana - Petruszewicza - Sucha - Swobodna - Świdnicka - Grabiszyńska - Klecińska - Strzegomska - Chociebuska - Hermanowska - Koszalińska - Bystrzycka - Bajana - Lotnicza - Górnicza - Gwarecka - Dokerska - Kozanowska - KOZANÓW	33,15/33,82	nocna
247	GIEŁDOWA (CENTRUM HURTU) - Giełdowa - Karmelkowa - Wałbrzyska - Przyjaźni - Karkonoska - Powstańców Śl. - Swobodna - Sucha - Gliniana - Petruszewicza - Borowska - Peronowa - Świdnicka - Kazimierza Wlk. - Drobnera - Chrobrego - pl. Powstańców Wielkopolskich - Trzebnicka - Żmigrodzka - Kamieńskiego - POLANOWICE POLANOWICE - Żmigrodzka - Trzebnicka - pl. Powstańców Wielkopolskich - Chrobrego - Drobnera - Grodzka - Nowy Świat - Kazimierza Wlk. - Krupnicza - Podwale - Kołłątaja - Peronowa - Ślężna - Gliniana - Petruszewicza - Sucha - Swobodna - Powstańców Śl. - Karkonoska - Letnia - Krzycka - Wałbrzyska - Karmelkowa - Giełdowa - GIEŁDOWA (CENTRUM HURTU)	18,66/19,0	nocna
248	RACŁAWICKA - Raclawicka - Skarbowców - Sowia - Powstańców Śl. - Swobodna - Sucha - Gliniana - Petruszewicza - Borowska - Peronowa - Świdnicka - Kazimierza Wlk. - Drobnera - Chrobrego - pl. Powstańców Wielkopolskich - Trzebnicka - Żmigrodzka - Poświęcka - POŚWIĘCKA (OŚRODEK ZDROWIA) POŚWIĘCKA (OŚRODEK ZDROWIA) - Kuklińskiego - Żmigrodzka - Trzebnicka - pl. Powstańców Wielkopolskich - Chrobrego - Drobnera - Grodzka - Nowy Świat - Kazimierza Wlk. - Krupnicza - Podwale - Kołłątaja - Peronowa - Ślężna - Gliniana - Petruszewicza - Sucha - Swobodna - Powstańców Śl. - Krzycka - Sowia - Skarbowców - Raclawicka - RACŁAWICKA	17,46/17,65	nocna
249	JARNOŁTÓW - Jarnołtowska - Jerzmanowska - Żernicka - Zemska - Rogowska - Strzegomska - Wagonowa - Fabryczna - Robotnicza - Podwale - Kołłątaja - Peronowa - Ślężna - Gliniana - Petruszewicza - Borowska - Grota-Roweckiego - Kurpiów - Strachowskiego - Zwycięska - Wyścigowa - Waligórskiego - Karkonoska - KRZYKI KRZYKI - Waligórskiego - Wyścigowa - Zwycięska - Strachowskiego - Kurpiów - Grota-Roweckiego - Petruszewicza - Borowska - Peronowa - Świdnicka - Podwale - Robotnicza - Strzegomska - Rogowska - Żernicka - Jerzmanowska - Jarnołtowska - JARNOŁTÓW	28,35/29,55	nocna
250	DWORZEC GŁÓWNY - Pułaskiego - pl. Powstańców Warszawy - Piastowska - Nowowiejska - Jedności Narodowej - Słowiańska - pl. Powstańców Wielkopolskich - Chrobrego - Dubois - Mostowa -	10,85	nocna

	Podwale - Piłsudskiego - Świdnicka - Swobodna - Peronowa - DWORZEC GŁÓWNY		
251	KRZYKI - Karkonoska - Sowia - Skarbowców - Raclawicka - Aleja Piastów - Solskiego - Grabiszyńska - Piłsudskiego - Świdnicka - Swobodna - Sucha - Gliniana - Petruszewicza - Borowska - Peronowa - Kołłątaja - Św. Katarzyny - Piaskowa - Bema - Poniatowskiego - Jedności Narodowej - Wyszyńskiego - al. M. Kromera - Krzywoustego - ks. Mariana Stanety - Gorlicka - Kielczowska - Żmudzka - Litewska - LITEWSKA LITEWSKA - Żmudzka - Kielczowska - Gorlicka - ks. Mariana Stanety - Krzywoustego - al. M. Kromera - Jedności Narodowej - Poniatowskiego - Św. Jadwigi - Piaskowa - Piotra Skargi - Kołłątaja - Peronowa - Ślężna - Gliniana - Borowska - Petruszewicza - Sucha - Swobodna - Świdnicka - Grabiszyńska - Solskiego - Aleja Piastów - Raclawicka - Skarbowców - Sowia - Karkonoska - KRZYKI	26,3/27,6	nocna
253	LEŚNICA - Płońskiego - Złotnicka - Małopolska - Kamiennogórska - Kosmonautów - Lotnicza - Legnicka - Kazimierza Wlk. - Krupnicza - Podwale - Świdnicka - Swobodna - Sucha - Gliniana - Petruszewicza - Borowska - Peronowa - Kołłątaja - Oławska - pl. Powstańców Warszawy - Szczytnicka - pl. Grunwaldzki - Skłodowskiej-Curie - Wróblewskiego - Olszewskiego - Bacciarellego - BARTOSZOWICE SĘPOLNO - Mickiewicza - Monte Cassino - Bacciarellego - Olszewskiego - Wróblewskiego - Wajdy - pl. Grunwaldzki - Skłodowskiej-Curie - Wyszyńskiego - pl. Powstańców Warszawy - Oławska - Piotra Skargi - Kołłątaja - Peronowa - Ślężna - Gliniana - Borowska - Petruszewicza - Sucha - Swobodna - Świdnicka - Kazimierza Wlk. - Legnicka - Lotnicza - Kamiennogórska - Małopolska - Wielkopolska - Złotnicka - Kosmonautów - Średzka - Trzmielowicka - Płońskiego - LEŚNICA	26,4/30,07	nocna
255	IWINY (RONDO) - Strzelińska - Buforowa - Bardzka - Świeradowska - Ślężna - Petruszewicza - Borowska - Peronowa - Kołłątaja - Oławska - pl. Powstańców Warszawy - Szczytnicka - pl. Grunwaldzki - Skłodowskiej-Curie - Wróblewskiego - Olszewskiego - Spółdzielcza - Monte Cassino - Mickiewicza - SĘPOLNO BARTOSZOWICE - Bacciarellego - Mickiewicza - Monte Cassino - Spółdzielcza - Olszewskiego - Wróblewskiego - Wajdy - pl. Grunwaldzki - Skłodowskiej-Curie - Wyszyńskiego - pl. Powstańców Warszawy - Oławska - Piotra Skargi - Kołłątaja - Peronowa - Ślężna - Gliniana - Petruszewicza - Borowska - Świeradowska - Bardzka - Buforowa - Strzelińska - IWINY (RONDO)	19,25/19,62	nocna
257	FAT - Hallera - Powstańców Śl. - Swobodna - Sucha - Gliniana - Petruszewicza - Borowska - Peronowa - Świdnicka - Kazimierza Wlk. - Pomorska - Reymonta - Obornicka - Bezpieczna - Łużycka - Osobowicka - Wędkarzy - RĘDZIN RĘDZIN - Osobowicka - Łużycka - Bezpieczna - Obornicka - Bałtycka - Reymonta - Pomorska - Nowy Świat - Kazimierza Wlk. - Krupnicza - Podwale - Kołłątaja - Peronowa - Ślężna - Gliniana - Petruszewicza - Sucha - Swobodna - Powstańców Śl. - Grabiszyńska - Hallera - FAT	20,2/20,85	nocna

*Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem przy świadczeniu
usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych*

259	WOJNÓW (PĘTLA) - Strachocińska - Swojczycka - Mickiewicza - Paderewskiego - Moniuszki - Kochanowskiego - Piastowska - Sienkiewicza - Św. Jadwigi - Piaskowa - Piotra Skargi - Kołłątaja - Peronowa - Gliniana - Borowska - Petruszewicza - Ślężna - Wojszycka - WOJSZYCKA WOJSZYCKA - Ślężna - Petruszewicza - Borowska - Peronowa - Kołłątaja - Św. Katarzyny - Piaskowa - Sienkiewicza - pl. Grunwaldzki - Kochanowskiego - Moniuszki - Paderewskiego - Mickiewicza - Swojczycka - Strachocińska - WOJNÓW (PĘTLA)	18,4/20,51	nocna
------------	--	------------	-------

Załącznik 4

Podstawowe wymiary i parametry techniczne autobusów (własnych i dzierzawionych) MPK
Sp. z o. o. Wrocław (stan na dzień 5.10.2018)

Marka / typ autobusu	Rodzaj autobusu	Liczba autobusów	Wysokość autobusu mm	Szerokość autobusu mm	Dzwi autobusu		Długość pojazdu mm	Długość członów		Minimalna średnica zawracania		Promienie skrętu		Masa własna pojazdu kg	Dop. Masa Calk. kg	Maksymalna masa całkowita pojazdu kg	Liczba osi	Najw. dop. nacisk osi kN	Liczba miejsc (miejsc pasażerskie-miejsce kierowcy)		
					Liczba drzwi	Szerokość drzwi		I-szy człon	II-gi człon			Wewnętrzny	Zewnętrzny						siedz.	stojące	ogółem
VOLVO 7000	solo	2	2965	2550	3	1355	11944	11944	-	20450	b.d.	10225	10225	10875	18000	18000	2	112,7	32+1=33	73	105+1=106
VOLVO 7700	solo	23	3050	2550	3	1200	11944	11944	-	22324	b.d.	11162	11162	10710	18000	18000	2	112,7	32+1=33	73	105+1=106
VOLVO 7700H	solo	1	3205	2550	3	1200	12044	12044	-	21412	b.d.	10706	10706	11315	18000	19000	2	112,7	30+1=31	66	96+1=97
VOLVO 7000A	przegubowy	50	2965	2550	4	1250	17944	9739	8205	23724	b.d.	11862	11862	16080	28000	28000	3	112,7	42+1=43	133	175+1=176
VOLVO 7700A	przegubowy	25	3050	2550	4	1250	17944	9739	8205	23724	b.d.	11862	11862	16080	28000	29600	3	112,7	42+1=43	133	175+1=176
Mercedes-Benz O 530 K Citaro	MIDI	1	3400	2550	3	1250	10503	10503	-	17284	5584	8642	8642	10725	18000	18745	2	112,7	24+1=25	62	86+1=87
Mercedes-Benz O 530 Citaro	solo	58	3076	2550	3	1250	11950	11950	-	21030	1548	10515	10515	10860	18000	19000	2	112,7	30+1=31	71	101+1=102
Mercedes-Benz O 530 G Citaro	przegubowy	42	3076	2550	4	1250	17940	10375	7565	22850	2113	11425	11425	16625	28000	29000	3	112,7	41+1=42	125	166+1=167
Mercedes-Benz O 530 G Citaro 2	przegubowy	1	3200	2550	4	1250	18095	10530	7565	22970	b.d.	11485	11485	16815	28000	29000	3	112,7	36+1=37	111	147+1=148
Solaris Urbino 12	solo	45	3250	2550	3	1200	12000	12000	-	21400	13342	10700	10700	11600	18000	18600	2	112,7	28+1=29	52	80+1=81
Solaris Urbino 18	przegubowy	12	3250	2550	4	1200	18000	9710	8290	23000	13200	11500	11500	17050	28000	28600	3	112,7	38+1=39	107	145+1=146
Mercedes-Benz 628 02 Citaro	solo	20	3120	2550	3	1250	12135	12135	-	21214	b.d.	10607	10607	11173	18745	19000	2	112,7	28+1=29	62	90+1=91
Mercedes-Benz 628 03 Citaro G	przegubowy	40	3120	2550	4	1250	18125	10530	7595	22970	b.d.	11485	11485	16599	28000	29000	3	112,7	39+1=40	102	141+1=142

Załącznik 5

Ankieta do oceny komfortu życia mieszkańców Gminy Wrocław

Ankieta – Ocena komfortu życia mieszkańców miasta Wrocław

DATA i GODZINA:

MIEJSCE:

Płeć: Mężczyzna ☐ Kobieta ☐

Wiek: 18-25 ☐ 26-35 ☐ 36-45 ☐ 46-65 ☐ powyżej 65 ☐

Wykształcenie:

Podstawowe ☐ Gimnazjalne ☐ Zasadnicze zawodowe ☐

Średnie ☐ Wyższe ☐

1. Czy zwraca Pan/Pani uwagę na jakość powietrza we Wrocławiu?
Tak ☐ Nie ☐
2. Czy korzysta Pan/Pani z aplikacji bądź sprawdza komunikaty dotyczące jakości powietrza we Wrocławiu?
Tak ☐ Nie ☐
3. Czy odczuwa Pan/Pani spaliny we Wrocławiu?
Tak ☐ Nie ☐
4. Czy jest Pan/Pani zadowolony/a z jakości powietrza we Wrocławiu?
Tak ☐ Nie ☐
5. Jak ocenia Pan/Pani jakość powietrza we Wrocławiu?
Bardzo źle ☐ Źle ☐ Umiarkowanie ☐ Dobrze ☐ Bardzo dobrze ☐
6. Czy zwraca Pan/Pani uwagę na hałas we Wrocławiu?
Tak ☐ Nie ☐
7. Czy hałas we Wrocławiu jest dla Pana/Pani uciążliwy?
Tak ☐ Nie ☐
8. Czy jest Pan/Pani zadowolony/a z poziomu hałasu we Wrocławiu?
Tak ☐ Nie ☐
9. Jak ocenia Pan/Pani poziom hałasu we Wrocławiu? (gdzie 1 to bardzo niski a 5 bardzo wysoki)
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐
10. Jakim środkiem transportu przemieszcza się Pan/Pani najczęściej po Wrocławiu?
Tramwajem ☐ Autobusem ☐
Korzystam z wypożyczalni pojazdów (rower, samochód lub skuter) ☐
Własnym rowerem ☐ Pieszo ☐
Samochodem ☐ Motocyklem / skuterem ☐
11. W jakich godzinach najczęściej Pan/Pani podróżuje? (proszę wybrać 2)
Przed 7.00 ☐ 7.00-9.00 ☐ 9.00-14.00 ☐ 14.00-16.00 ☐ 16.00-18.00 ☐ Po 18.00 ☐
12. Jakie są najczęstsze cele Pana/Pani podróży we Wrocławiu? (proszę wybrać maksymalnie 2 odpowiedzi)

*Analiza kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem przy świadczeniu
usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych*

do pracy ☐ do szkoły / na uczelnie ☐ do urzędów / ośrodków medycznych ☐ na zakupy ☐
na imprezę ☐ Inne _____

13. Czy uważa Pan/Pani, że czas dojazdu do celów wybranych w poprzednim pytaniu jest adekwatny do pokonywanej odległości?

Tak ☐ Nie ☐

14. Jak ocenia Pan/Pani swój komfort podróżowania po Wrocławiu? (gdzie 1 oznacza bardzo nisko a 5 bardzo wysoko)

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐

15. Jak często jest Pan/Pani świadkiem awarii lub uszkodzenia autobusu we Wrocławiu? (gdzie 1 oznacza bardzo rzadko a 5 bardzo często)

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐

16. Jak często jest Pan/Pani świadkiem awarii lub uszkodzenia tramwaju we Wrocławiu? (gdzie 1 oznacza bardzo rzadko a 5 bardzo często)

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐

Dziękujemy za wypełnienie ankiety.

Załącznik 6

Korespondencja z Wydziałem Zdrowia i Polityki Społecznej Dolnośląskiego Urzędu
Wojewódzkiego we Wrocławiu w sprawie udostępnienia danych

Załącznik 7

Uwagi wniesione podczas konsultacji społecznych

temat [Elektromobilność] prośba o dane
od Maria Skretowicz <maria.skretowicz@pwr.edu.pl>
data piątek, październik 19, 2018 18:13
do a.blazejewicz@duw.pl

Szanowna Pani,

W związku ze sporządzaną w Katedrze Inżynierii Pojazdów Politechniki Wrocławskiej na zlecenie Gminy Wrocław (umowa nr WTR/W/2/2018 z dnia 31.08.2018 r.) analizą kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej, zwracam się z uprzejmą prośbą o udostępnienie danych wyspecyfikowanych poniżej. Analiza kosztów i korzyści jest obligatoryjna dla wszystkich gmin o liczbie mieszkańców przekraczającej 50 tys. zgodnie z art. 37 Ustawy z dnia 11 stycznia 2018 roku o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2018, poz. 317).

W związku z powyższym zwracam się z prośbą o udostępnienie danych na temat zachorowalności w latach 2015-2017 na terenie Gminy Wrocław na następujące jednostki chorobowe:

- astma oskrzelowa
- przewlekła obturacyjna choroba płuc
- nadciśnienie tętnicze
- trwałe ubytek słuchu spowodowany hałasem
- pylica płuc
- zapalenie płuc

Uprzejmie proszę również o określenie przybliżonego czasu oczekiwania na dane. Ze względu na termin określony w ww. Ustawie, sprawa jest pilna.

Z wyrazami szacunku,
Maria Skretowicz

dr inż. Maria Skretowicz
Katedra Inżynierii Pojazdów
Wydział Mechaniczny
Politechnika Wrocławska
ul. Braci Gierymskich 164
51-640 Wrocław
tel/fax: 71 347 79 18
tel. kom. 603 42 76 76
maria.skretowicz@pwr.edu.pl

Dolnośląski Urząd Wojewódzki we Wrocławiu
Wydział Zdrowia i Polityki Społecznej
pl. Powstańców Warszawy 1, 50-153 Wrocław

Wrocław, dnia 25 października 2018 r.

ZP-ZPSM.0442.164/2018.EC

Pani
Maria Skrętowicz
Katedra Inżynierii Pojazdów
Wydział Mechaniczny
Politechnika Wrocławska

Odpowiadając na Pani wniosek (pismo z dnia 19.10.2018 r. otrzymane drogą elektroniczną) dot. udostępnienia danych statystycznych dotyczących zachorowalności w latach 2015-2017 na terenie Gminy Wrocław na wskazane jednostki chorobowe informuję, że tut. Wydział nie gromadzi danych w tym zakresie.

DYREKTOR WYDZIAŁU
Iwona Drelichowska-Stopa



Wrocław 19.11.2018 r.

Uwagi do opracowania: „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, zgodnie z wymogami art. 37 ust. 1 ustawy z dnia 11 stycznia 2018 roku o elektromobilności i paliwach alternatywnych”

1. Uwagi do opracowania wykonanego przez Politechnikę Wrocławską

Plik- Charakterystyka linii OK

Plik – Charakterystyka eksploatacyjna

- a) Praca przewozowa i liczba pasażerów jest podana w liczbach ogólnych
- b) Charakterystyka pojazdów bardzo szczegółowa (np. zwisy czy odległości między osiami – informacje nie istotne z punktu widzenia analizy ekonomiczno-finansowej)
- c) Normy emisji spalin – pokazana emisja ale czego? (normy emisji spalin dla silnika EURO: CO, HC, NOx itp. - pojęcie ogólne) brak również jednostek emisji.

Przytoczono olbrzymią ilość danych o emisjach ale nie wiadomo w jakim celu. Nie widać żadnego związku tych danych z analizą ekonomiczną.

Plik – Flota_emisja

- a) [Emisja W0] – np. wiersz 33 wyliczenie CO2
$$- ((2,68 \text{ (CO}_2 \text{ kg/l)} \times 48 \text{ (l/100 km)}) / 100) * 1000 = 1286,4$$

zamiana CO2 kg/l na g/km a potem na Mg/km - nie bardzo jasny cel wyliczenia
- b) [Roczna_zestawienie](Mg) – w kolumnie opłaty środ. 2017 (np. NOx) zsumowano NOx 339,97 (Mg) z [MPK_roczna] z 8,8 [Michalczewski_roczna] – czy na pewno nagłówek odpowiada wyliczonym wartościom (Mg) ?
- c) W arkuszu [Emisja_2017_wskaźniki] wstawiono tabelę z liczbą autobusów na lata 2021, 2023, 2025, 2028 nie wiadomo w jakim celu

Plik – Koszty_eksploatacji_floty-2015-2017

podano wartości napraw w ujęciu bardzo ogólnym

Plik – Warianty inwestycyjne

W pliku tym przedstawiono przewidywaną wartość zakupów autobusów w 2021, 2023, 2025 oraz 2028 roku co wydaje się bardzo ryzykowne ze względu na postęp technologiczny i zmiany w prawie.

2. Uwagi ogólne

Zgodnie z ustawą o elektromobilności (Dz.U.2018 poz.317) analizy ekonomiczne mają być wykonywane co 36 miesięcy. Trzyletnie okresy wskazują, że okres wymiany powinien być przeprowadzany etapami i analizy ekonomiczne powinny być wykonane dla poszczególnych etapów. Co oznacza, że przedmiotem analizy powinny być wyraźnie określone autobusy spalinowe (z wyraźnie określonym nr bocznym) i proponowane zamienniki autobusów zeroemisyjnych. Ponadto analizowanie zakupu autobusów za np. 10 lat jest obciążone zbyt dużym błędem odnośnie do cen zakupu.

Analizę należy przeprowadzić dla np. wyraźnie określonej linii autobusowej lub określonej liczby autobusów. Rezultatami analizy ekonomicznej są wskaźniki ekonomiczne np.: ERR, ENPV czy B/C a ich

brak w opracowaniu wykonanym przez Politechnikę Wrocławską („Założenia do projektu...”) jest co najmniej zastanawiający (podstawowy cel opracowania - art. 37)

2.1 Analiza powinna zawierać liczbę i lokalizację punktów ładowania (czy na pewno 120 sztuk na ul. Obornickiej plik [Warianty_inwestycyjne]?)

2.2. Należy przewidzieć koszt wykupu gruntów pod ładowarki (jeśli mają być rozproszone)

2.3. Kalkulacja w przeliczeniu na zł/wozkm powinna opierać się o koszty: płac, ubezpieczeń, energii, k. części itp.

2.4. Należy również uwzględnić w przypadku autobusów elektrycznych koszt ich obsługi, który zupełnie odbiega od spalinowych (np. wymiana baterii)

2.5. W analizie należy uwzględnić dochody z biletów

2.6. Należy również dokładnie przewidzieć wzrost kosztów energii elektrycznej.

Decyzja o zakupie autobusów elektrycznych powinna być podjęta bardzo ostrożnie. Nie należy łatwo ulegać presji ekologów oraz „modzie” na pojazdy elektryczne (inni też kupują). W dniu 30 listopada 2016 roku Komisja Europejska opublikowała dokument „Czyste powietrze dla wszystkich Europejczyków” (tzw. „Pakiet zimowy”). Na podstawie tego dokumentu dokona się rewolucja w energetyce, która już się dokonuje. „Pakiet zimowy” jest bardzo zdecydowanie realizowany przez Parlament Europejski (rozporządzenia, dyrektywy). Przeprowadzono już reformę rynku ETS (handel pozwoleniami na emisję CO₂) w wyniku czego tona CO₂ w ciągu roku wzrosła z 5 euro do ponad 20. W 2021 roku ma mieć dalsza jego reforma co podniesie cenę do 30 a następnie może i 40 euro za tonę CO₂. Kilka dni temu PE podniósł cele do roku 2030 w zakresie redukcji emisji CO₂ z 40% do 55%, a w zakresie udziału OZE z 30% do 32%.

Wszystkie decyzje podejmowane przez Parlament Europejski w zakresie energetyki są bardzo trudne do realizacji przez polską energetykę. Polski mix energetyczny jest oparty na węglu w ok. 84%. Energia pozyskiwana ze spalania węgla jest obciążona opłatami za emisję CO₂. Produkcja 1 MWh powoduje emisję do atmosfery ok. 1 tony CO₂ i to doprowadzi, że energia (z węgla) w Polsce w perspektywie kilku najbliższych lat będzie najdroższa w Europie. Obecnie niższy koszt energii elektrycznej w stosunku do energii z paliw (komunikacja samochodowa) jest bardzo iluzoryczny. Gdy bardziej wzrośnie liczba pojazdów samochodowych napędzanych elektrycznie wzrośnie zapotrzebowanie na tą energię i należy zakładać, że wzrośnie jej opodatkowanie. W przypadku paliw ciekłych podatki stanowią ok. 50%, które w większości idą na finansowanie infrastruktury drogowej, natomiast energii elektrycznej ok. 20%. Wzrost opodatkowania spowoduje wzrost cen energii elektrycznej.

Mając powyższe na uwadze w opracowaniu wykonanym przez Politechnikę Wrocławską jest bardzo dużo danych, które jednak nie mają wymiaru finansowego. Analizy ekonomiczne i finansowe powinny być wykonane dla wymiany konkretnych autobusów w wymiarze finansowym. Rzetelne przygotowanie cen jednostkowych np. zł/wozkm czy sposobu finansowania zakupu powinno być podstawą wyliczenia wskaźników ekonomicznych (np. ERR, ENP czy B/C). Analizy ekonomiczne i finansowe będą wiarygodne gdy rozwiązania techniczne zostaną prawidłowo wycenione oraz prognozy cen energii będą realne. Szczególnie wysokie ceny energii elektrycznej mogą być powodem wysokich kosztów eksploatacji autobusów elektrycznych (w porównaniu do spalinowych) i problemów finansowych gminy w przyszłości.

t. [REDACTED]