

Zamawiający:



„Komunikacja Miejska Łomianki” Sp. z o.o.

05-092 Łomianki, Kiełpin ul. Rolnicza 248

KONCEPCJA WYBUDOWANIA BUSPASA NA DRODZE KRAJOWEJ NR 7 POMIĘDZY ŁOMIANKAMI A WARSZAWĄ W CIĄGU ULIC KOLEJOWEJ I PUŁKOWEJ

Wykonawca:
Biuro Projektowo-Konsultingowe



00-656 Warszawa,
ul. Śniadeckich 20/13
www.transeko.pl

Warszawa, październik 2018 r.

SPIS TREŚCI:

1	WSTĘP	4
2	ZAKRES OPRACOWANIA	4
3	ANALIZA STANU ISTNIEJĄCEGO.....	6
3.1	Linie autobusowe obsługujące gminę Łomianki	6
3.2	Pozostałe linie autobusowe na odcinku planowanego pasa autobusowego	8
3.3	Charakterystyka analizowanego odcinka.....	9
4	POMIARY RUCHU	14
4.1	Potoki pasażerów w komunikacji autobusowej	14
4.2	Natężenia ruchu samochodowego	25
	Ul. Kolejowa.....	26
	Skrzyżowanie ul. Pułkowej i Wóycickiego	28
4.3	Średni czas przejazdu komunikacją autobusową i samochodową na odcinku węzeł "Brukowa" - węzeł przesiadkowy Młociny	35
4.3.1	Średni czas przejazdu komunikacją autobusową	35
4.3.2	Straty czasu autobusów, w stosunku do ruchu swobodnego (dla linii 150 i 750)	39
4.3.3	Średni czas przejazdu samochodami	40
4.4	Porównanie komunikacji zbiorowej i indywidualnej	42
5	KONCEPCJA PASA AUTOBUSOWEGO	46
6	PROGNOZY.....	68
6.1	Analiza podróży w aglomeracji na podstawie danych z kart SIM.....	68
6.2	Kalibracja modelu podróży.....	72
6.3	Założenia do prognoz ruchu.....	75
6.4	Wyniki prognoz ruchu	80
7	ANALIZA EKONOMICZNA	95
7.1	Cel analizy ekonomicznej.....	95
7.2	Koszty inwestycyjne.....	96
7.3	Koszty utrzymania i odtworzenia.....	96
7.4	Kategorie oddziaływań ekonomicznych.....	97
7.4.1	Oddziaływanie na czas podróży użytkowników transportu	97
7.4.2	Oddziaływanie na koszty eksploatacji pojazdów	100
7.4.3	Wartość wypadków drogowych i ofiar śmiertelnych	103
7.4.4	Oddziaływanie zanieczyszczenia powietrza	105
7.4.5	Oddziaływanie zmian klimatycznych.....	107
7.4.6	Oddziaływanie hałasu	109
7.5	Wartość rezydualna	111
7.6	Określenie przepływów ekonomicznych projektu w okresie odniesienia.....	112
7.7	Wskaźniki efektywności społeczno-ekonomicznej	117
8	OCENA WRAŻLIWOŚCI.....	121
8.1	Analiza wrażliwości	121

9	ANALIZA ZYSKÓW ZTM	122
10	ANALIZA SKRZYŻOWANIA ULIC: PUŁKOWA - WÓYCICKIEGO	123
11	ANALIZA MOŻLIWOŚCI ADAPTACJI PARKINGU PRZY CH ŁOMIANKI	131
12	FINANSOWANIE	135
	12.1 Źródła finansowania – Oś Priorytetowa VI	135
	12.2 Źródła finansowania – inne źródła finansowania.....	137
13	WNIOSKI I REKOMENDACJE	138

1 WSTĘP

Raport przedstawia wyniki opracowania pt.: „Koncepcja wybudowania buspasa na drodze krajowej nr 7 pomiędzy Łomiankami a Warszawą w ciągu ulic Kolejowej i Pułkowej”. Opracowanie zostało wykonane przez Biuro Projektowo-Konsultingowe TRANSEKO sp.j. na zamówienie Komunikacji Miejskiej Łomianki Spółka z o.o.

Zespół autorski:

dr inż. Andrzej Brzeziński – autor prowadzący

mgr inż. Paweł Dąbkowski

mgr inż. Maciej Dobrosielski

dr inż. Tomasz Dybicz

mgr inż. Karolina Jesionkiewicz-Niedzińska

mgr inż. Magdalena Rezwow-Mosakowska

mgr inż. Dominika Panuciak

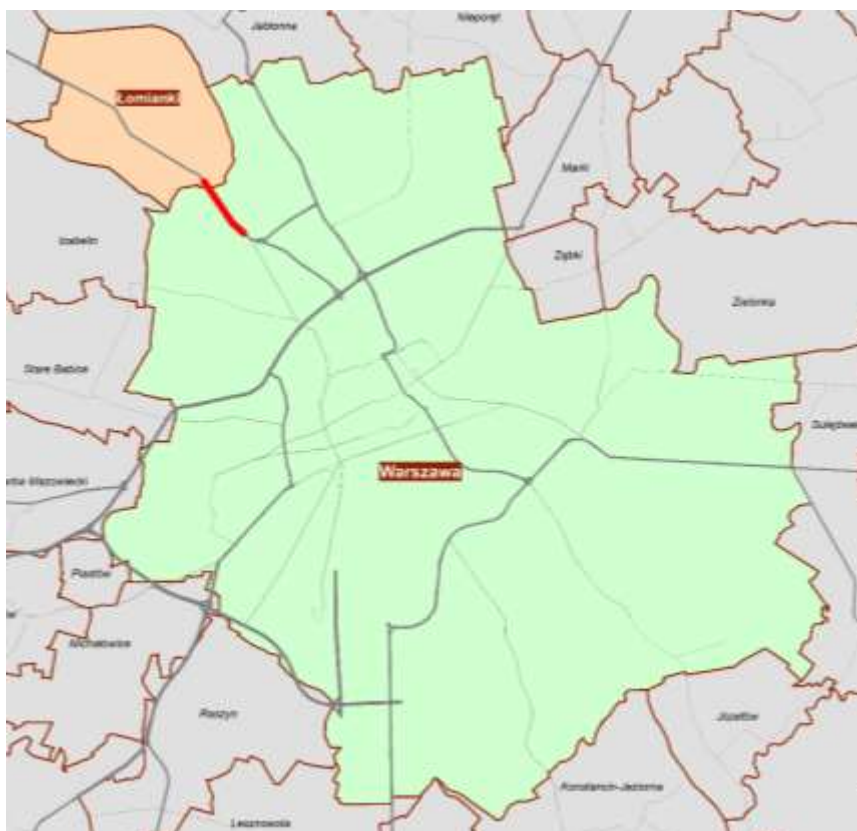
dr inż. Piotr Szagała

mgr inż. Łukasz Szymański

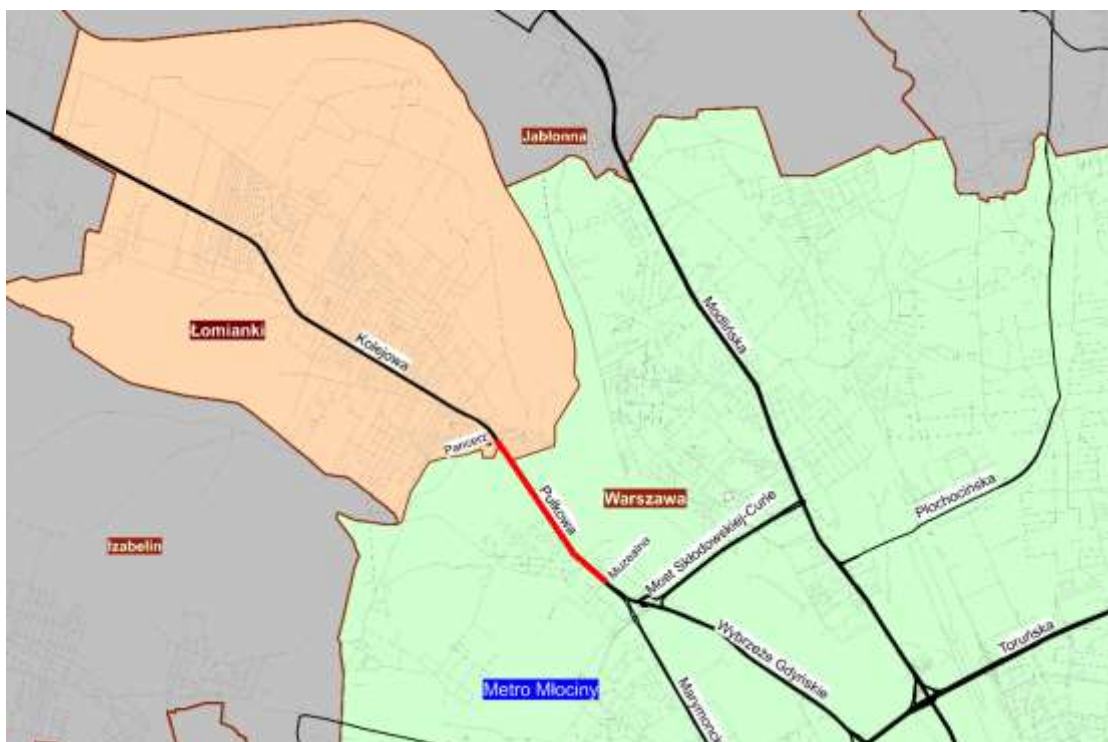
mgr inż. Paweł Włodarek

2 ZAKRES OPRACOWANIA

Opracowanie przedstawia koncepcję wybudowania pasa autobusowego w ciągu ulic Kolejowej i Pułkowej (droga krajowa nr 7), na odcinku od ulicy Pancerz w Łomiankach do ulicy Muzealnej w Warszawie (ok. 2,6 km). Lokalizację analizowanego odcinka przedstawiono na rysunkach poniżej.



Rys. 2.1 Analizowany pas autobusowy w ciągu ulic Kolejowa - Pułkowa, na tle podstawowego układu drogowego aglomeracji warszawskiej.



Rys. 2.2 Analizowany pas autobusowy w ciągu ulic Kolejowa - Pułkowa, zbliżenie analizowanego obszaru.

W ramach opracowania:

- wykonano analizę stanu istniejącego, w zakresie:
 - tras linii autobusowych ZTM w gminie Łomianki,
 - pozostałych tras linii autobusowych na analizowanym odcinku ul. Pułkowej,
 - potoków pasażerskich w komunikacji autobusowej w godzinach szczytu porannego i popołudniowego w ulicy Kolejowej i Pułkowej,
 - natężeń ruchu na ulicy Kolejowej, Pułkowej i Wóycickiego w godzinach szczytu porannego i popołudniowego,
 - średniego czasu przejazdu autobusami i samochodami na odcinku od węzła "Brukowa" do węzła przesiadkowego Młociny;
- przedstawiono propozycję 4 głównych wariantów wytyczenia pasa autobusowego wraz z oceną możliwości ich realizacji,
- wykonano optymalizację linii autobusowych,
- wykonano prognozy potoków pasażerskich w komunikacji autobusowej i prognozy natężeń ruchu samochodowego,
- wykonano analizę ekonomiczną analizowanej inwestycji,
- przeanalizowano możliwość wydłużenia wydzielonego pasa do skrzyżowania z ulicą Pułkową w ul. Wóycickiego i wykonano optymalizację sygnalizacji świetlnej na tym skrzyżowaniu wraz z wyznaczeniem słuz dla komunikacji autobusowej,
- wykonano analizę możliwości adaptacji parkingu przy CH Łomianki na potrzeby parkingu Parkuj i Jedź,
- przeanalizowano możliwości dofinansowania inwestycji,
- przedstawiono rekomendacje i wnioski wraz z uzasadnieniem.

3 ANALIZA STANU ISTNIEJĄCEGO

3.1 Linie autobusowe obsługujące gminę Łomianki

Gmina Łomianki znajduje się w I strefie biletowej warszawskiej komunikacji miejskiej. Za organizację komunikacji miejskiej na terenie gminy Łomianki odpowiada Zarząd Transportu Miejskiego w Warszawie, a usługi przewozowe realizuje Komunikacja Miejska Łomianki Spółka z o. o.

W dniu powszednim, gmina jest obsługiwana następującymi połączeniami autobusowymi:

- **Linia 150 (zwykła)**, której autobusy kursują na trasie: Metro Młociny – Dziekanów Leśny, ulicami: Metro Młociny – Kasprzowicza – al. Wittek – Pułkowa – Warszawska (Łomianki) – Warszawska (Kielpin) – Konopnickiej (Dziekanów Leśny); część kursów jest realizowana z podjazdem do Dziekanowa Polskiego i Sadowej ulicami: Kolejowa (Dziekanów Polski) – Turystyczna (Sadowa). Natomiast w kierunku Warszawy w okresie szczytu porannego, w godzinach 6.00-7.00 3 kursy są realizowane z podjazdem do metra Marymont (ulicami: Pułkowa, Marymoncka, Słowackiego, Włociańska).

W kierunku Łomianek autobusy linii 150 zjeżdżają z ulicy Pułkowej przed przystankiem autobusowym „Buraków” na ul. Warszawską. Natomiast w kierunku Warszawy autobusy wjeżdżają w ul. Pułkową poprzez ulice: Brukową i Kolejową.

Autobusy linii 150 kursują zasadniczo z częstotliwością co 10 minut w godzinach szczytów komunikacyjnych oraz co 30 minut w pozostałym okresie (przy czym w godzinie szczytu porannego, pomiędzy 6.00-7.00 kursują dodatkowo kursy do metra Marymont, zwiększając w tym okresie częstotliwość do 5 minut).

- **Linia 750 (strefowa)**, której autobusy kursują na trasie Metro Młociny – Dębina/Palmiry/Sadowa (w zależności od wariantu trasy): Metro Młociny – Kasprzowicza – al. Wittek – Pułkowa – Łomianki (Warszawska – Armii Poznań) – Kielpin (Rolnicza) – Dziekanów Leśny (Rolnicza) – Dziekanów Polski (Rolnicza) – i dalej w zależności od wariantu:
 - Nowy Dziekanów (Rolnicza) – Pieńków (Kochanowskiego) - Łomna (Kochanowskiego) – Częstków (Wiejska – Wyszyńskiego) – Czosnów (Warszawska) – Dębina (Pańska),
 - Nowy Dziekanów (Rolnicza) – Pieńków (Kochanowskiego) - Łomna (Kochanowskiego, Przykościelna) – Palmiry (Kusocińskiego),
 - Sadowa (turystyczna) – Dziekanów Polski (Rolnicza) – Nowy Dziekanów (Rolnicza) – Pieńków (Kochanowskiego) – Łomna (Kochanowskiego – Przykościelna) – Palmiry (Kusocińskiego).

W kierunku Łomianek autobusy linii 750 zjeżdżają z ulicy Pułkowej przed przystankiem autobusowym „Buraków” na ul. Warszawską. Natomiast w kierunku Warszawy autobusy wjeżdżają w ul. Pułkową poprzez ulice: Brukową i Kolejową.

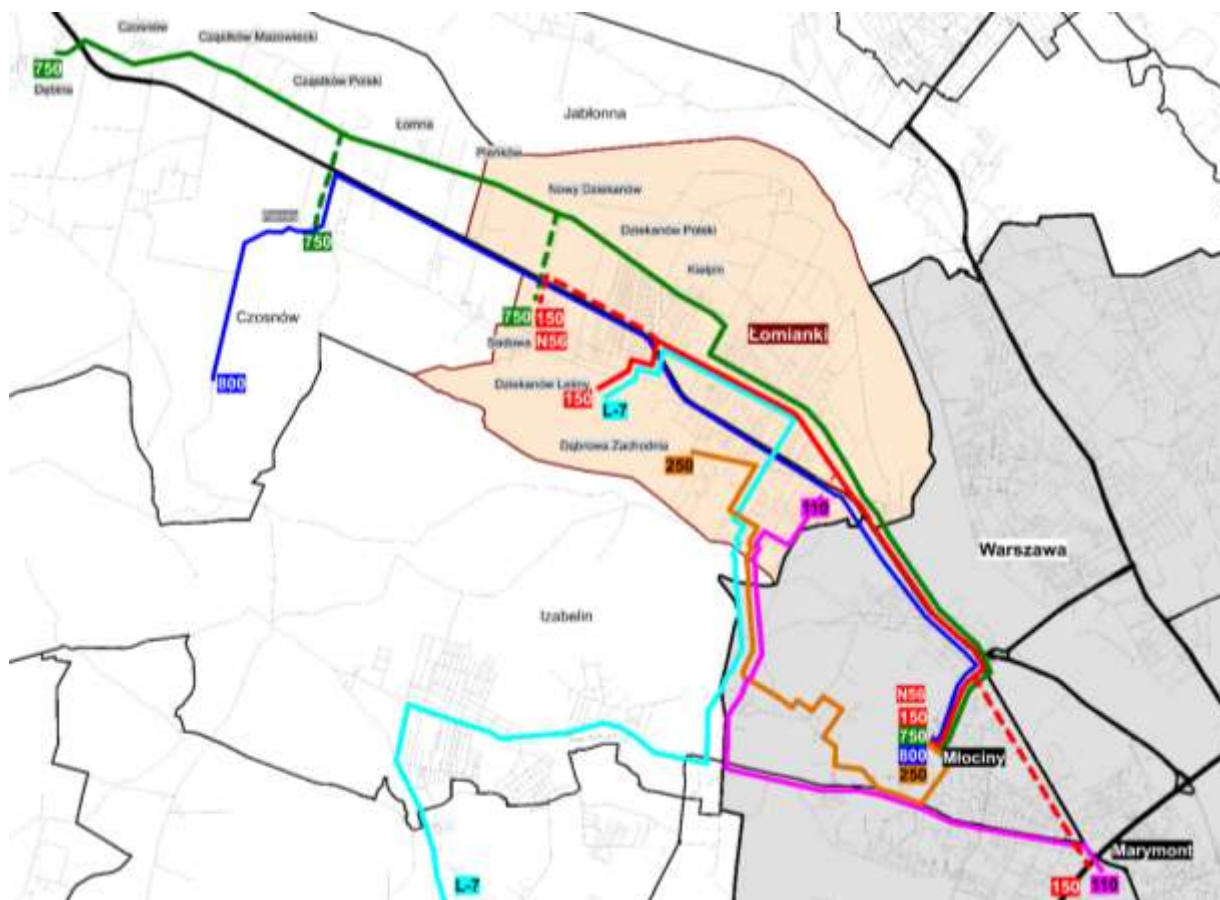
Autobusy linii 750 kursują z częstotliwością co ok. 10-15 minut w godzinach szczytów komunikacyjnych oraz co ok. 30 minut w pozostałym okresie.

- **Linia 110 (zwykła)**, której autobusy kursują poza analizowanym korytarzem ul. Pułkowej - Kolejowej, na trasie CH Łomianki – Metro Marymont, ulicami: Brukowa (Łomianki) – Partyzantów (Łomianki) – Kampinoska (Łomianki) – Trenów (Laski) – Warszawa (Dziekanowska – Estrady – Arkuszowa – Wólczyńska – Żeromskiego – Słowackiego – Włociańska – metro Marymont). Autobusy linii 110 kursują z częstotliwością co 15 minut w godzinach szczytów komunikacyjnych oraz co 20 minut w pozostałym okresie.
- **Linia 250 (zwykła)**, której autobusy kursują poza analizowanym korytarzem ul. Pułkowej - Kolejowej, na trasie Metro Młociny – Dąbrowa Zachodnia, ulicami: Metro Młociny – Kasprzowicza – Wólczyńska – Oplówek – Palisadowa – Wóycickiego – Wólczyńska – Estrady – Trenów – Łomianki (Kampinoska – Partyzantów – Akacyjowa – Wiśłana – Zachodnia). Autobusy linii 250 kursują z częstotliwością co 20 minut w godzinach szczytów komunikacyjnych oraz co 30 minut w pozostałym okresie.

- **Linia L-7 (strefowa uzupełniająca)**, której autobusy kursują poza analizowanym korytarzem ul. Pułkowej - Kolejowej, na trasie: Dziekanów Leśny (Konopnickiej) – Kielpin (Warszawska) – Łomianki (Warszawska – Wiśłana – Akacyjowa – Partyzantów – Kampinoska) – Laski (Trenów) – Warszawa (Estrady) – Mościska (3 Maja) – Laski (3 Maja) -Izabelin (3 Maja – Fedorowicza) – Hornówek (Fedorowicza) – Lipków (Jakubowicza) – Zielonki (Warszawska) – Stare Babice (Warszawska – Rynek) – Nowe Babice (Ogrodnicza) – Wieruchów (Sochaczewska) – Strzykuły (Sochaczewska) – Piotrówek Mały (Strzykulska) – Ożarów Mazowiecki (Strzykulska – Poznańska – Kolejowa - Radziwiłłów). Autobusy linii L-7 kursują z częstotliwością co 60 minut w okresie 6.00-17.00)
- **Linia nocna N56**, której autobusy kursują na trasie: Metro Młociny – Dziekanów Leśny, ulicami: Metro Młociny – Kasprowicza – al. Wittek – Pułkowa – Warszawska (Łomianki) – Warszawska (Kielpin) – Konopnickiej (Dziekanów Leśny).

Dodatkowo gminę obsługuje linia okresowa: 800, która funkcjonuje w soboty, niedziele i święta oraz w wybrane dni między świętami (w roku 2018 linia była uruchamiana w dniach: 30.04, 2.05., 4.05.2018, 1.06.2018). Linia obsługuje trasę: Metro Młociny - Młociny – Kasprowicza – al. Wittek – Pułkowa – Łomianki (Kolejowa) – Kielpin Stary (Kolejowa) – Dziekanów Leśny (Kolejowa) – Dziekanów Polski (Kolejowa) – Sadowa – Nowy Dziekanów – Pieńków – Łomna Las – Palmiry – Palmiry Muzeum.

Dla analizowanego pasa autobusowego z punktu widzenia obsługi w dniu powszednim kluczowe znaczenie mają dwie linie 150 i 750. Częstotliwości oraz koordynacja rozkładów jazdy tych linii na odcinku wspólnym (w tym obejmującym analizowany pas autobusowy) zapewniają częstotliwość na poziomie 5-10 minut w godzinach szczytu oraz 15 minut poza szczytem.



Rys. 3.1 Schemat przebiegu linii autobusowych organizowanych przez ZTM, obsługujących gminę Łomianki.

3.2 Pozostałe linie autobusowe na odcinku planowanego pasa autobusowego

Poza liniami obsługującymi gminę Łomianki z analizowanego odcinka ulicy Pułkowej korzystają autobusy linii:

- **114**, której autobusy kursują zasadniczo na trasie Bródno Podgródzie – Młociny UKSW (część kursów jest skróconych do trasy Metro Młociny – Młociny UKSW). Na analizowanym odcinku autobusy jadące w kierunku północnym wjeżdżają od strony al. Wittek (metra Młociny) a zjeżdżają w ul. Dzierżonowską. W kierunku południowym wjeżdżają z ul. Wóycickiego i zjeżdżają w kierunku Metra Młociny. Częstotliwość kursowania wynosi od 5 do 15 minut w zależności od pory dnia.
- **181**, której autobusy kursują pomiędzy pl. Wilsona a Cm. Północnym (ulicami: Mickiewicza, Marymoncką, Pułkową, Dzierżonowską, Dankowicką, Żubrową, Wóycickiego). Na ul. Pułkową autobusy wjeżdżają od strony ul. Marymonckiej i zjeżdżają w ul. Dzierżonowską, w obu kierunkach poruszając się tą samą trasą. Częstotliwość kursowania wynosi ok.10-15 minut w zależności od pory dnia.
- **303**, której autobusy kursują pomiędzy pl. Wilsona a Cm. Północnym (ulicami: Kasińskiego, Broniewskiego, Perzyńskiego, Żeromskiego, Przybyszewskiego, Kasprowicza, Przy Agorze, Marymoncką, Pułkową, Dzierżonowską, Dankowicką, Żubrową, Wóycickiego). Na ul. Pułkową autobusy wjeżdżają od strony ul. Marymonckiej i zjeżdżają w ul. Dzierżonowską; w obu kierunkach poruszając się tą samą trasą. Częstotliwość kursowania wynosi 30 minut w całym okresie funkcjonowania.
- **409**, która jest linią okresową, funkcjonującą w soboty, niedziele i święta, na trasie Bródno-Podgródzie – Cm. Północny. Autobusy wjeżdżają na analizowany odcinek od strony al. Wittek (metra Młociny) a zjeżdżają w ul. Dzierżonowską, w obu kierunkach poruszając się tą samą trasą.

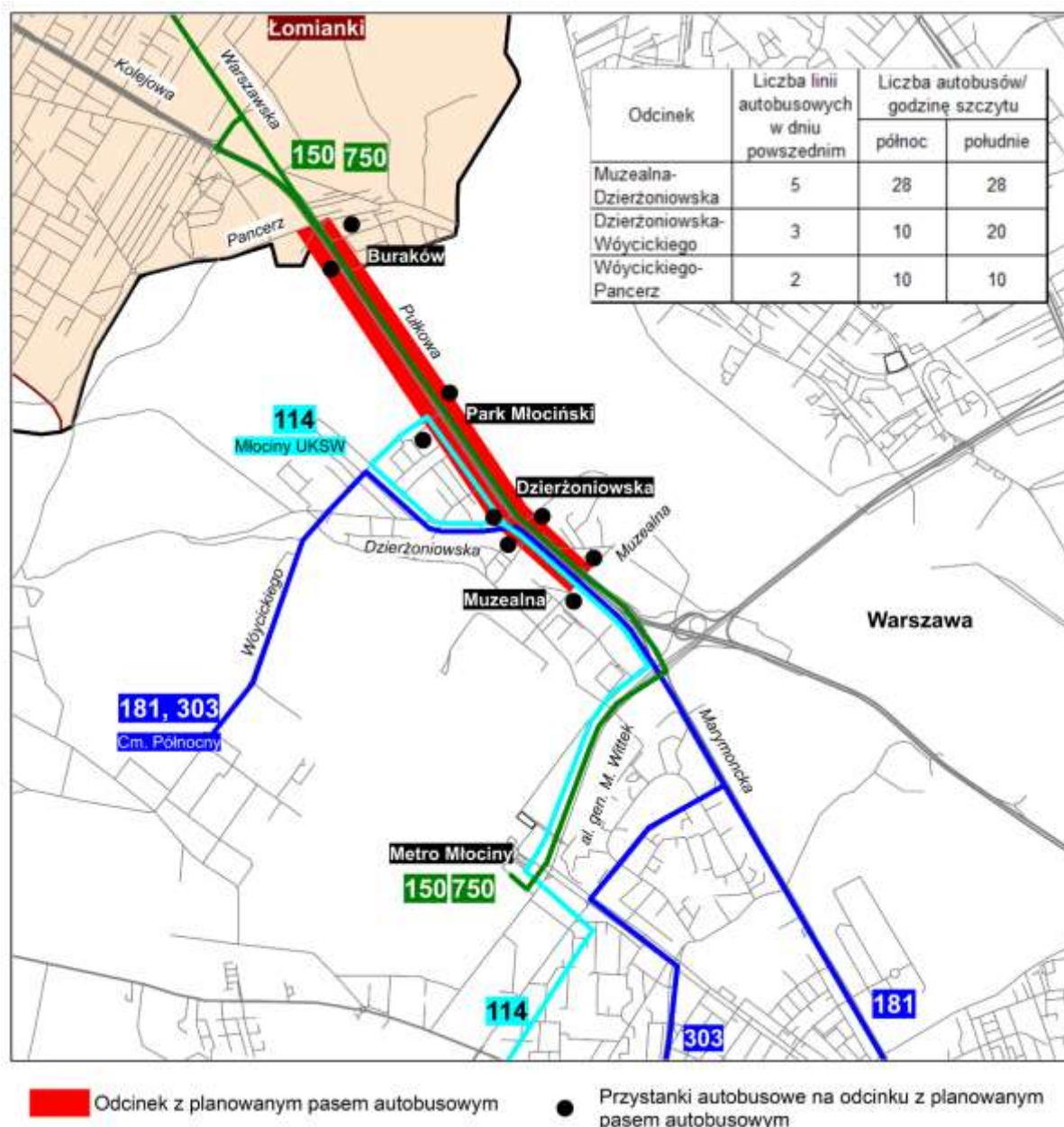
Podsumowując, w dniu powszednim (na podstawie rozkładów jazdy z października 2018, ze strony www.ztm.waw.pl):

- **z odcinka ul. Pułkowej pomiędzy ul. Muzealną a Dzierżonowską korzysta 5 linii autobusowych** – łączne maksymalne natężenie autobusów w godzinach szczytu wynosi 28 A/h w kierunku północnym oraz 28 A/h w kierunku południowym,
- **z odcinka pomiędzy ul. Dzierżonowską a ul. Wóycickiego korzystają 3 linie autobusowe** – łączne maksymalne natężenie autobusów w godzinach szczytu wynosi: 10 A/h w kierunku północnym oraz 20 A/h w kierunku południowym,
- **z odcinka pomiędzy ul. Wóycickiego a ul. Pancerz korzystają 2 linie autobusowe** o łącznym natężeniu autobusów w godzinie szczytu wynoszącym 10 A/h.

Na odcinku, gdzie planowany jest pas autobusowy funkcjonują 4 zespoły przystanków autobusowych:

- „Muzealna” – przystanek stały, zlokalizowany na ul. Pułkowej na wylotach ze skrzyżowania z ul. Muzealną na prawych pasach ruchu (bez zatok autobusowych).
- „Dzierżonowska” – przystanek na żądanie, zlokalizowany:
 - w kierunku Warszawy na ul. Pułkowej na wylocie ze skrzyżowania z ul. Dzierżonowską, w zatoce autobusowej,
 - w kierunku Łomianek na ul. Pułkowej na wlocie na skrzyżowanie z ul. Dzierżonowską, w zatoce półotwartej,
 - w kierunku ul. Wóycickiego na ul. Dzierżanowskiej, na wylocie ze skrzyżowania z ul. Pułkową (na jezdni – ok. 100m od skrzyżowania).
- „Park Młociński” – przystanek na żądanie, zlokalizowany na ul. Pułkowej na wylotach ze skrzyżowania z ul. Wóycickiego, w tym w kierunku Warszawy na prawym pasie służącym do skrętu w prawo do stacji benzynowej, a w kierunku Łomianek w zatoce autobusowej.
- „Buraków” – przystanek stały, zlokalizowany na granicy Warszawy; w kierunku Łomianek zlokalizowany jest na ul. Warszawskiej, w rejonie skrzyżowania z ul. Wólczyńską (przystanek na jezdni), a w kierunku Warszawy – w zatoce autobusowej, na ul. Pułkowej.

Przebieg wszystkich linii autobusowych korzystających z analizowanego odcinka, na którym planowany jest pas autobusowy oraz położenie przystanków przedstawiono na schemacie poniżej.



Rys. 3.2 Linie autobusowe organizowane przez ZTM na odcinku planowanego pasa autobusowego (linie dzienne, funkcjonujące w dni powszednie) oraz maksymalne natężenia autobusów (określone na podstawie rozkładów jazdy z października 2018r.).

3.3 Charakterystyka analizowanego odcinka

Ulica Pułkowa jest ciągiem komunikacyjnym klasy GP, stanowiącym przedłużenie na terenie Warszawy drogi krajowej nr 7, przebiegającej w kierunku północnym przez Łomianki (jako ul. Kolejowa).

Ciąg Pułkowa - Kolejowa pełni ważne funkcje komunikacyjne z uwagi na:

- obsługę transportu publicznego (komunikacja autobusowa) i ruchu indywidualnego z północno-zachodnich obszarów miasta położonych po lewej stronie Wisły (dzielnica Bielany) w kierunku do i z ważnego węzła przesiadkowego – Młociny (pętla autobusowa, pętla tramwajowa, stacja metra, parking Parkuj i Jedź oraz strefa Kiss and Ride),
- obsługę transportu publicznego (komunikacja autobusowa) i ruchu indywidualnego z miejscowości podwarszawskich usytuowanych po lewej stronie Wisły takich jak Łomianki, Kiełpin, Dziekanów Leśny, Dziekanów Polski, Nowy Dziekanów, Pieńków, Łomna, Częstków Polski, Częstków Mazowiecki, Czosnów, Dębina,

- obsługę ruchu dalekiego zasięgu o charakterze źródłowo-docelowym i tranzytowym wynikającą z przynależności tej trasy do układu dróg krajowych, łączącej się obszarze Warszawy z układem tras obwodowych (Trasa Armii Krajowej).

Analizę możliwości wyznaczenia pasa autobusowego wykonano w celu poprawienia warunków obsługi komunikacją autobusową w szczycie porannym i popołudniowym, w obu kierunkach, na odcinku pomiędzy skrzyżowaniem ul. Pułkowej i Muzealnej w Warszawie a Kolejowej i Pancerz w Łomiankach.

Na odcinku od ul. Muzealnej do granicy Warszawa/Łomianki, ulica Pułkowa ma dwie jezdnie, zasadniczo po dwa pasy ruchu (dodatkowe pasy występują na odcinkach, gdzie są relacje skrajne, pasy włączeń itp.) rozdzielone pasem dzielącym, o szerokości:

- powyżej 10m na odcinku pomiędzy ul. Muzealną a Wóycickiego; szerokość pasa dzielącego zmniejsza się w rejonie skrzyżowań, gdzie wydzielone są pasy dla relacji skrajnych, w tym:
 - do min. 6.8 m, po południowej stronie skrzyżowania z Dzierżonowską,
 - do min. 7m, po południowej stronie skrzyżowania z Wóycickiego,
- powyżej 9.4m na odcinku pomiędzy ul. Wóycickiego a granicą miasta; szerokość pasa zmniejsza się na skrzyżowaniu z ul. Dziwów po północnej stronie skrzyżowania do min. szerokości 7,1m, gdzie zlokalizowany jest wydzielony jest pas do relacji skrajnej.

Na krótkim odcinku ul. Kolejowej, pomiędzy granicą Warszawy a ul. Pancerz przekrój również jest dwujezdniowy oddzielony pasem dzielącym, przy czym: jezdnia wschodnia posiada 2 pasy ruchu, jezdnia zachodnia poszerza się do 3 psów ruchu, a pas dzielący zwęża się w kierunku północnym i na wysokości ul. Pancerz wynosi ok. 2m.

W odniesieniu do uzbrojenia terenu, w pasie dzielącym (na podstawie mapy zasadniczej):

- na całym odcinku zlokalizowana jest: linia napowietrzna (oświetlenie), sieć energetyczna niskiego napięcia,
- na odcinku od ul. Dzierżonowskiej do granicy miasta – sieć gazowa,
- odcinkowo (ok. 130m, na północ od ul. Muzealnej) – sieć kanalizacyjna.

Poniżej przedstawiono szczegółową charakterystykę przekroju i występujących skrzyżowań, wjazdów, zjazdów itp.



Rys. 3.3 Skrzyżowanie ulic: Pułkowa, Muzealna
źródło: www.mapa.um.warszawa.pl

Skrzyżowanie Pułkowa – Muzealna:

- skrzyżowanie z sygnalizacją świetlną,
- wlot południowy: 4 pasy ruchu, w tym: pas prawy wspólny do skrętu w prawo w ul. Muzealną i na wprost, dwa pasy dla ruchu na wprost oraz pas lewy wydzielony do skrętu w ul. Heroldów,
- wylot północny: 3 pasy ruchu, w tym na prawym pasie nakaz zjazdu w lewo na sąsiedni pas (pas ten przechodzi w pas do skrętu w prawo na stację benzynową),
- wlot północny: 4 pasy ruchu, w tym 3 dla relacji na wprost i 1 wydzielony dla ruchu na wprost i skrętu w prawo; na tym wlocie jest zakaz skrętu w lewo,
- wylot południowy: 4 pasy ruchu – przekrój w kierunku południowym poszerza się w związku z relacjami skrajnymi na węźle ul. Pułkowej z al. Wittek.



Rys. 3.4 Odcinek Muzealna – Farysa/wjazd do stacji benzynowej [źródło: www.mapa.um.warszawa.pl]



Rys. 3.5 Odcinek wyjazd ze stacji benzynowej - Papirusów [źródło: www.mapa.um.warszawa.pl]



Rys. 3.6 Skrzyżowanie ulic: Pułkowa - Dzierżoniowska [źródło: www.mapa.um.warszawa.pl]

Odcinek: Muzealna - Dzierżoniowska:

- jezdnia wschodnio-północna: 2 główne pasy ruchu i 1 pas prawy, który początkowo funkcjonuje jako pas włączeń z ul. Muzealnej, a następnie przechodzi w wydzielony pas do skrętu w prawo w ul. Farysa i do stacji benzynowej; następnie na odcinku na północ od stacji benzynowej pojawia się ponownie trzeci pas, który funkcjonuje jako pas włączeń dla wyjeżdżających ze stacji, a następnie przechodzi w wydzielony pas do skrętu w prawo w ul. Papirusów; na północ od ul. Papirusów prawy pas przechodzi w pas włączeń;
- jezdnia zachodnio-południowa – dwa pasy ruchu, brak jest na tym odcinków wjazdów/zjazdów.

Skrzyżowanie

Pułkowa – Dzierżoniowska:

- skrzyżowanie z sygnalizacją świetlną,
- wlot południowy: 3 pasy ruchu, w tym wydzielony pas do skrętu w lewo w ul. Dzierżoniowską i 2 pasy do jazdy na wprost,
- wylot północny: 2 pasy ruchu,
- wlot północny: 2 pasy ruchu, w tym pas prawy do jazdy na wprost i skrętu w prawo, pas lewy do jazdy na wprost,
- wylot południowy – 2 pasy ruchu; na wylocie tym zlokalizowana jest zatoka autobusowa.



Rys. 3.7 Odcinek: Dzierżonowska - Wóycickiego
[źródło: www.mapa.um.warszawa.pl]



Rys. 3.8 Skrzyżowanie ulic: Pułkowa - Wóycickiego
[źródło: www.mapa.um.warszawa.pl]

Odcinek:

Dzierżonowska-Wóycickiego:

- jezdnia wschodnio-północna: – dwa pasy ruchu, na tym odcinku brak jest wjazdów/wjazdów
- jezdnia zachodnio-południowa – na większości odcinka dwa pasy ruchu; ok. 100m na południe od ul. Wóycickiego zlokalizowana jest stacja benzynowa, do której wydzielony jest trzeci pas do skrętu w prawo (dla wjeżdżających na stację), który następnie przechodzi w pas włączeń (dla wyjeżdżających ze stacji).

Skrzyżowanie Pułkowa – Wóycickiego:

- skrzyżowanie z sygnalizacją świetlną,
- wlot południowy: 3 pasy ruchu, w tym wydzielony pas do skrętu w lewo w ul. Wóycickiego i 2 pasy do jazdy na wprost,
- wylot północny: 2 pasy ruchu, na tym wylocie jest zlokalizowana zatoka autobusowa,
- wlot północny: 3 pasy ruchu, w tym wydzielony pas do skrętu w prawo w ul. Wóycickiego i 2 pasy do jazdy na wprost,
- wylot południowy: 2 pasy ruchu, na tym wylocie jest również wydzielony pas do skrętu w prawo na stację benzynową i na tym pasie zlokalizowany jest przystanek autobusowy.



Rys. 3.9 Odcinek: Wóycickiego - Dziwożony
[źródło: www.mapa.um.warszawa.pl]



Rys. 3.10 Skrzyżowanie ulic: Pułkowa - Dziwożony
[źródło: www.mapa.um.warszawa.pl]



Rys. 3.11 Odcinek: Dziwożony – granica miasta
[źródło: www.mapa.um.warszawa.pl]

Odcinek: Wóycickiego - Dziwożony:

- jezdnia wschodnio-północna: – dwa pasy ruchu, na tym odcinku nie ma wjazdów/zjazdów,
- jezdnia zachodnio-południowa – dwa pasy ruchu + pas awaryjny, brak wjazdów/zjazdów.

Skrzyżowanie Pułkowa – Dziwożony:

- skrzyżowanie bez sygnalizacji świetlnej,
- wlot południowy: 2 pasy ruchu bez wydzielonych relacji – możliwość skrętu w prawo i zakaz zawracania,
- wylot północny: 2 pasy ruchu,
- wlot północny: 3 pasy ruchu, w tym 1 wydzielony do skrętu w lewo, 2 na wprost,
- wylot południowy: 2 pasy ruchu

Odcinek: Dziwożony – granica miasta:

- jezdnia wschodnio-północna: – dwa pasy ruchu; na tym odcinku występuje zjazd na ul. Warszawską (na którą zjeżdżają autobusy linii 150 i 750) oraz zatoka autobusowa na północ od zjazdu na ul. Warszawską,
- jezdnia zachodnio-południowa – dwa pasy ruchu, na tym odcinku występuje zatoka autobusowa,
- na wysokości przystanku „Buraków” przejście dla pieszych z sygnalizacją świetlną



Rys. 3.12 Odcinek: granica miasta - Brukowa

[źródło: www.mapa.um.warszawa.pl]

Odcinek: granica miasta - Brukowa:

- przekrój na tym odcinku poszerza się, w związku z pobliskim węzłem ul. Kolejowej z ul. Brukową do 2 jezdni po 4 pasy ruchu, w tym:
 - dwa lewe pasy ruchu na każdej jezdni biegną górą estakadą (jazda na wprost),
 - dwa prawe pasy ruchu na każdej jezdni służą do relacji skrzyżnych na węźle – w poziomie terenu, skrzyżowanie z wyspą centralną, z sygnalizacją świetlną,
- autobusy od strony Łomianek wjeżdżają na ciąg: Kolejowa - Pułkowa poprzez ul. Brukową i skręt w lewo na skrzyżowaniu z wyspą centralną.

4 POMIARY RUCHU

4.1 Potoki pasażerów w komunikacji autobusowej

Pomiar potoków pasażerów w komunikacji autobusowej przeprowadzono w dniach 20-21 czerwca 2018 r. (środa-czwartek), w godzinach szczytu porannego, tj. 6:30-9:00 oraz szczytu popołudniowego w godz. 15:30-18:00, w określonych przekrojach. W przypadku pomiaru na wysokości przystanku autobusowego pomiaru dokonywano przed wymianą pasażerów.

Pomiar napełnienia w kierunku do Warszawy powtórzono 10 października 2018 r. (środa) zarówno w szczycie porannym jak i popołudniowym. Związane to było z wątpliwościami dotyczącymi wyników pomiarów w jednym z przekrojów pomiarowych, znacznie odbiegającymi od wyników w pozostałych przekrojach pomiarowych. Wyniki z października uznano za prawidłowe i przyjęto do dalszych analiz.

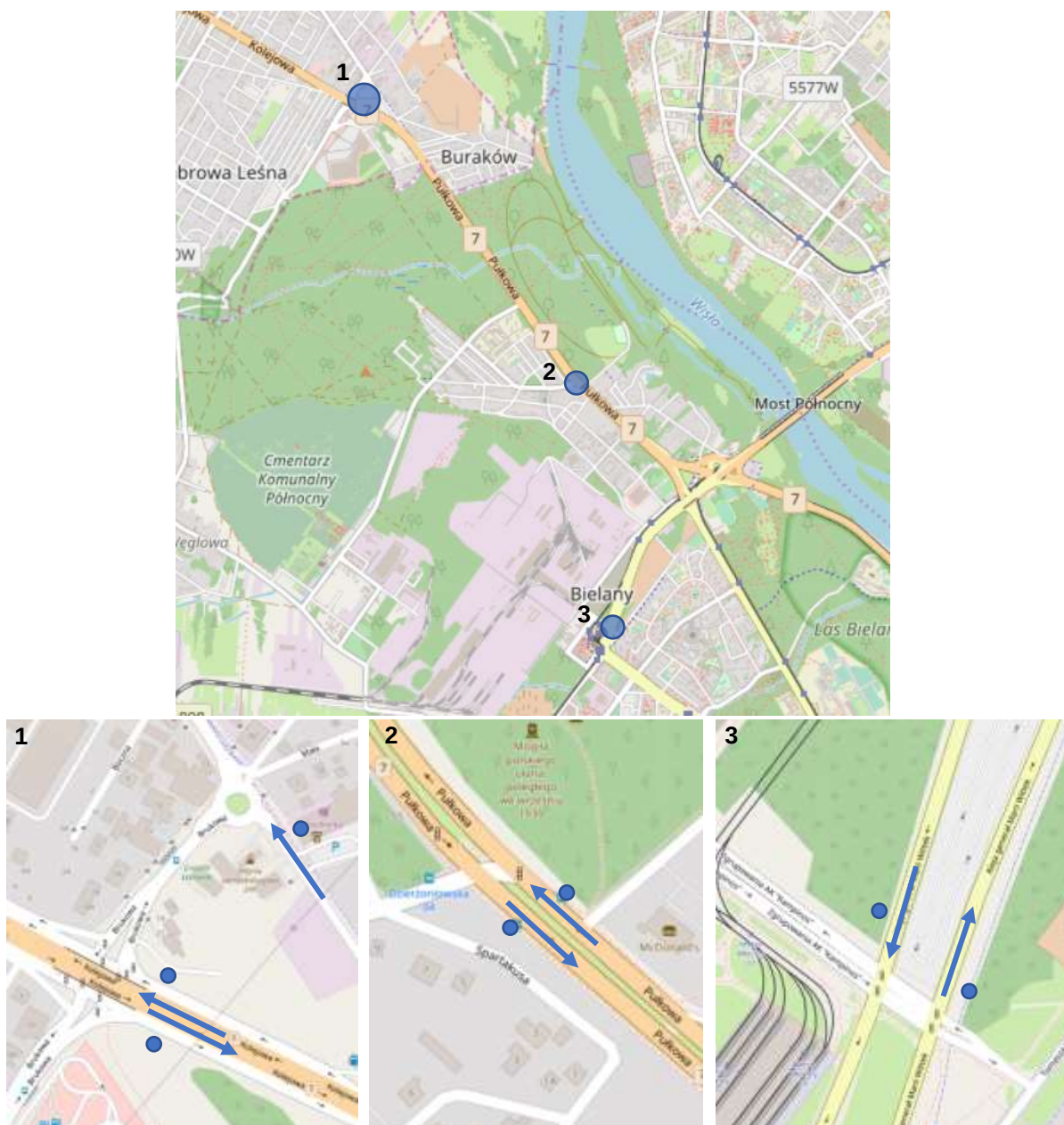
Przed pomiarem dokonano wstępnej analizy typów autobusów poruszających się po analizowanym odcinku. Podzielono je na 6 grup w zależności od pojemności (liczba miejsc ogółem, liczba miejsc siedzących i stojących), w tym grupy 1-5 obejmowały autobusy miejskie, zaś grupa 6 obejmowała autobusy dalekobieżne, turystyczne, kursujące do/z lotniska Modlin, linię bezpłatną kursującą na trasie Metro – CH Łomianki oraz busy. Typy autobusów przedstawiono w załączniku 1.

Pomiar polegał na określeniu stopnia zapełnienia danego autobusu wraz z określeniem danych identyfikujących poszczególne autobusy, tj. godziny przyjazdu z dokładnością do sekundy, numeru linii, numeru bocznego pojazdu oraz przypisanie do odpowiedniej grupy (lub określenie dokładnego typu pojazdu). W przypadku pojazdów z grupy 6 nie odnotowywano napełnienia pojazdu ze względu na trudności związane z wyposażeniem w przyciemniane szyby i oklejeniem reklamami.

Przekroje pomiarowe zlokalizowano wzdłuż ciągu Pułkowa - Kolejowa oraz na al. Generał Marii Witek:

- przekrój nr 1 – zlokalizowany przy skrzyżowaniu ul. Kolejowej z ul. Brukową oraz ul. Warszawskiej z ul. Brukową (na północ od przystanków autobusowych „Brukowa”) – w tym przekroju pomiar przeprowadzono w 3 miejscach, ze względu na trasy przejazdu autobusów – trasa autobusów linii miejskich nr 150 i 750 w kierunku do Łomianek biegnie wzdłuż ul. Warszawskiej, zaś w kierunku do Warszawy wzdłuż Brukowej - Kolejowej. Natomiast autobusy dalekobieżne, autobusy kursujące do lotniska Modlin oraz busy, poruszające się w kierunku północnym odnotowano wzdłuż ul. Kolejowej;
- przekrój nr 2 – zlokalizowany przy skrzyżowaniu ul. Pułkowej z ul. Dzierżoniowską, na południe od przystanków autobusowych „Dzierżoniowska”, w obu kierunkach;
- przekrój nr 3 – zlokalizowany przy skrzyżowaniu Trasy Mostu Północnego z ul. Zgrupowania AK „Kampinos”, przed zajezdnią autobusową metro Młociny (przystanek końcowy m.in. dla linii nr 150, 750).

Lokalizację punktów pomiarowych przedstawiono na rys. 4.1.



Rys. 4.1 Lokalizacja przekrojów pomiarowych – pomiar napętnienia autobusów
[źródło tła: © autorzy OpenStreetMap]

Pomiar napętnienia w przekrojach nr 1 oraz 3 wykonano dla linii miejskich nr 150 oraz 750, zaś w przekroju nr 2 pomiar napętnienia obejmował wszystkie autobusy miejskie (linie nr 114, 150, 181, 303, 750). Jak wspomniano wyżej w przypadku autobusów dalekobieżnych, autobusów kursujących do lotniska Modlin oraz busów, odnotowywano jedynie ich przejazd.

Wyniki pomiarów napętnienia autobusów, w przedziałach półgodzinnych, w podziale na poszczególne linie ZTM, przedstawiono w tabelach poniżej.

Tabl. 4.1 Wyniki pomiaru napełnienia autobusów w szczycie porannym (przedziały półgodzinne) w kierunku do Warszawy oraz do Łomianek.

Kierunek	Punkt	Nr linii	6:30-7:00	7:00-7:30	7:30-8:00	8:00-8:30	8:30-9:00
do Warszawy	1	150	227	183	105	80	82
		750	79	178	132	58	89
		Suma	306	360	236	138	171
	2	114	9	17	12	24	15
		150	250	248	208	136	193
		181	12	28	20	25	19
		303	0	10	4	0	0
		750	151	104	312	147	104
		Suma	422	407	556	332	331
	3	150	200	208	121	235	85
		750	149	195	275	85	91
		Suma	349	403	395	320	176
do Łomianek	1	150	50	55	138	65	54
		750	50	104	62	27	63
		Suma	100	159	200	92	117
	2	114	8	22	422	116	162
		150	86	78	88	70	41
		181	7	27	129	50	65
		303	7	4	31	20	14
		750	11	29	93	43	71
		Suma	119	160	762	299	353
	3	150	40	140	65	66	60
		750	19	60	44	23	56
		Suma	59	200	109	89	116

Tabl. 4.2 Liczba autobusów odnotowana w trakcie pomiarów, oszacowana podaż przewozowa oraz średnie napełnienie, szczyt poranny.

Kierunek	Punkt	Nr linii	6:30-7:00			7:00-7:30			7:30-8:00			8:00-8:30			8:30-9:00		
			Liczba autobusów	Podaż przewozowa	Średnie napełnienie	Liczba autobusów	Podaż przewozowa	Średnie napełnienie	Liczba autobusów	Podaż przewozowa	Średnie napełnienie	Liczba autobusów	Podaż przewozowa	Średnie napełnienie	Liczba autobusów	Podaż przewozowa	Średnie napełnienie
do Warszawy	1	150	5	728	45	4	416	46	2	208	53	2	208	40	2	208	41
		750	2	208	40	3	312	59	2	208	66	1	104	58	1	104	89
		Suma	7	936	-	7	728	-	4	416	-	3	312	-	3	312	-
	2	114	3	479	3	2	352	9	4	681	3	5	880	5	4	681	4
		150	5	520	50	3	312	83	2	208	104	2	208	68	3	312	64
		181	3	294	4	2	196	14	3	294	7	4	392	6	3	294	6
		303	0	0	-	1	98	10	1	104	4	0	0	-	0	0	-
		750	2	208	76	1	104	104	3	312	104	2	208	74	1	104	104
		Suma	13	1501	-	9	1062	-	13	1599	-	13	1688	-	11	1391	-
		150	3	312	67	2	208	104	2	208	61	3	312	78	1	104	85
	3	750	2	208	75	2	208	98	3	312	92	1	104	85	1	104	91
		Suma	5	520	-	4	416	-	5	520	-	4	416	-	2	208	-
do Łomianek	1	150	2	208	25	3	312	18	4	416	35	3	312	22	2	208	27
		750	2	208	25	1	104	104	3	312	21	2	208	14	2	208	32
		Suma	4	416	-	4	416	-	7	728	-	5	520	-	4	416	-
	2	114	2	326	4	2	277	11	6	1056	70	4	678	29	5	857	32
		150	3	312	29	3	293	26	4	416	22	3	312	23	2	208	21
		181	1	98	7	3	294	9	3	294	43	3	294	17	3	294	22
		303	1	104	7	1	104	4	1	104	31	1	104	20	1	104	14
		750	1	104	11	1	104	29	3	312	31	2	208	22	2	208	36
		Suma	8	944	-	10	1072	-	17	2182	-	13	1596	-	13	1671	-
		150	3	312	13	2	208	70	2	208	33	3	312	22	2	208	30
	3	750	1	104	19	2	208	30	2	208	22	2	208	12	2	208	28
		Suma	4	416	-	4	416	-	4	416	-	5	520	-	4	416	-

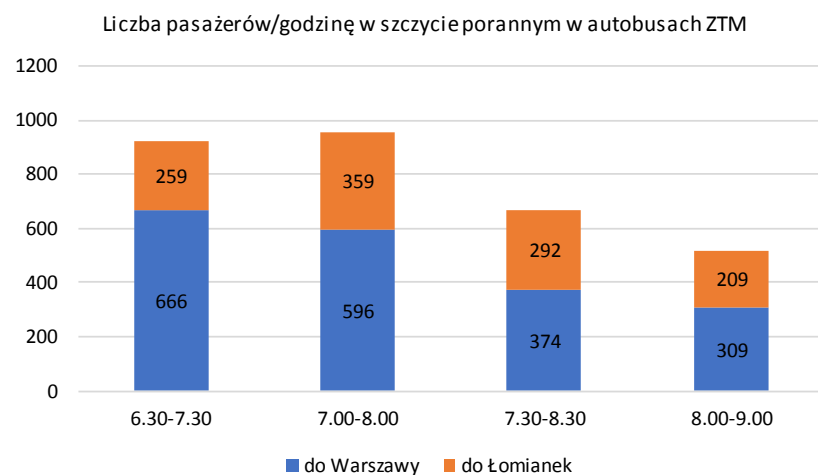
Tabl. 4.3 Wyniki pomiaru napelnienia autobusów w szczycie popołudniowym (przedziały półgodzinne) w kierunku do Warszawy oraz do Łomianek.

Kierunek	Punkt	Nr linii	15:30-16:00	16:00-16:30	16:30-17:00	17:00-17:30	17:30-18:00
do Warszawy	1	150	89	81	53	85	43
		750	44	0	72	41	12
		Suma	133	81	125	126	55
	2	114	23	60	79	224	14
		150	25	55	152	125	95
		181	36	47	31	36	118
		303	26	9	10	1	7
		750	27	17	59	34	52
		Suma	137	188	331	420	286
	3	150	85	200	119	58	83
		750	52	46	104	99	104
		Suma	137	246	223	157	187
do Łomianek	1	150	49	98	312	171	150
		750	31	118	31	104	136
		Suma	80	216	343	275	286
	2	114	29	112	133	21	49
		150	312	147	397	208	168
		181	43	72	8	26	24
		303	7	5	8	8	1
		750	104	208	104	150	32
		Suma	495	544	650	413	274
	3	150	162	214	257	218	256
		750	78	85	145	31	132
		Suma	240	298	402	249	388

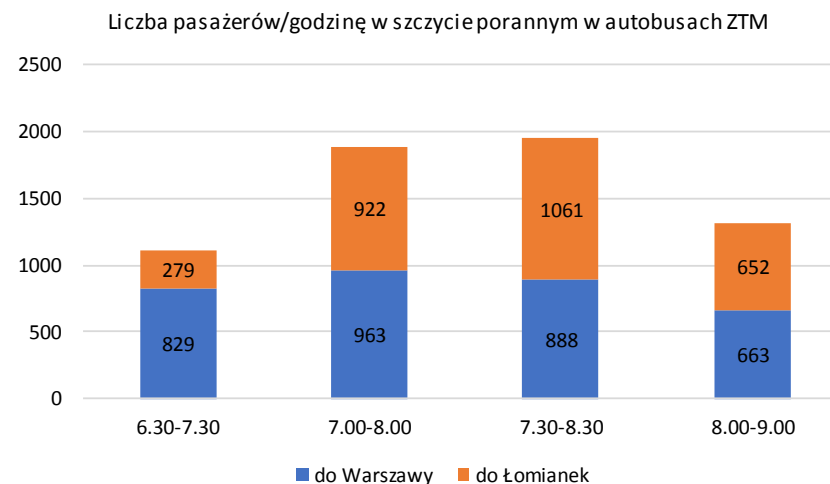
Tabl. 4.4 Liczba autobusów odnotowana w trakcie pomiarów, oszacowana podaż przewozowa oraz średnie napełnienie, szczyt popołudniowy.

Kierunek	Punkt	Nr linii	15:30-16:00			16:00-16:30			16:30-17:00			17:00-17:30			17:30-18:00		
			Liczba autobusów	Podaż przewozowa	Średnie napełnienie	Liczba autobusów	Podaż przewozowa	Średnie napełnienie	Liczba autobusów	Podaż przewozowa	Średnie napełnienie	Liczba autobusów	Podaż przewozowa	Średnie napełnienie	Liczba autobusów	Podaż przewozowa	Średnie napełnienie
do Warszawy	1	150	3	312	30	3	312	27	3	312	18	3	312	28	3	312	14
		750	2	208	22	0	0	0	2	208	36	2	208	21	1	104	12
		Suma	5	520	-	3	312	-	5	520	-	5	520	-	4	416	-
	2	114	3	528	8	5	828	12	5	880	16	5	883	45	5	854	3
		150	2	208	13	2	189	28	3	312	51	3	312	42	4	416	24
		181	1	98	36	3	294	16	3	294	10	3	294	12	3	294	39
		303	1	98	26	1	104	9	1	104	10	1	98	1	1	104	7
		750	1	104	27	1	104	17	2	208	30	1	104	34	2	208	26
		Suma	8	1036	-	12	1519	-	14	1798	-	13	1691	-	15	1876	-
		150	3	312	28	3	312	67	3	312	40	3	312	19	3	312	28
	3	750	2	208	26	1	104	46	1	104	104	2	208	50	1	104	104
		Suma	5	520	-	4	416	-	4	416	-	5	520	-	4	416	-
do Łomianek	1	150	3	312	16	3	312	33	3	312	104	3	312	57	3	312	50
		750	1	104	31	2	208	59	1	104	31	1	104	104	2	208	68
		Suma	4	416	-	5	520	-	4	416	-	4	416	-	5	520	-
	2	114	4	681	7	5	880	22	5	883	27	5	854	4	5	857	9.8
		150	3	312	104	3	208	49	3	397	132	2	208	104	3	312	56
		181	3	294	14	3	294	24	2	196	4	3	294	9	2	196	12
		303	1	98	7	1	98	5	1	104	8	1	98	8	1	98	1
		750	1	104	104	2	208	104	1	104	104	2	208	75	1	104	32
		Suma	12	1489	-	14	1688	-	12	1684	-	13	1662	-	12	1567	-
		150	3	312	54	3	312	71	3	312	86	3	312	73	3	312	85
	3	750	2	208	39	1	104	85	2	208	73	1	104	31	2	208	66
		Suma	5	520	-	4	416	-	5	520	-	4	416	-	5	520	-

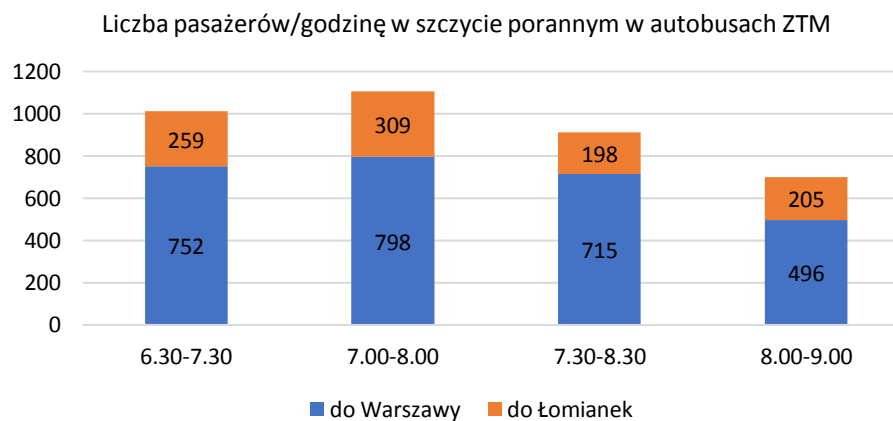
Szczyt poranny



Rys. 4.2. Liczba pasażerów w autobusach ZTM w ciągu godziny szczytu porannego – przekrój pomiarowy nr 1 – po północnej stronie przystanków autobusowych „Buraków” (dwie linie autobusowe 150 i 750).

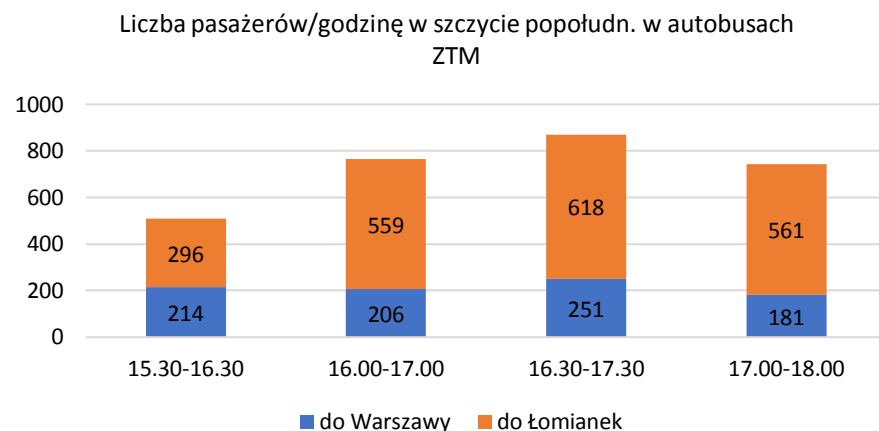


Rys. 4.3. Liczba pasażerów w autobusach ZTM w ciągu godziny szczytu porannego – przekrój pomiarowy nr 2 – po południowej stronie przystanków autobusowych „Dzierżoniowska” (linie autobusowe: 150, 750, 114, 118, 303).

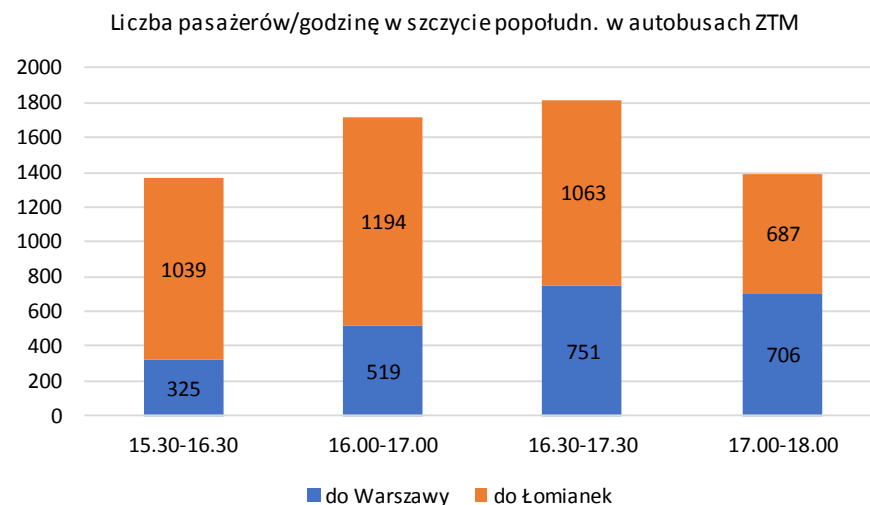


Rys. 4.4. Liczba pasażerów w autobusach ZTM w ciągu godziny szczytu porannego –przekrój pomiarowy nr 3 – przed węzłem przesiadkowym Młociny (dwie linie autobusowe 150 i 750).

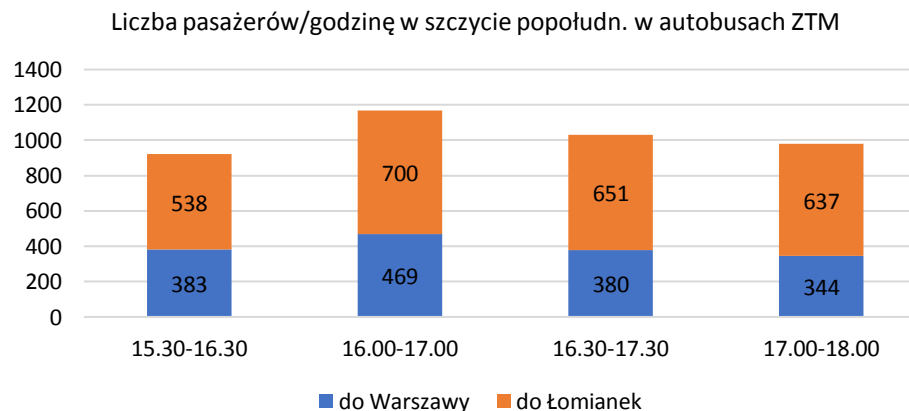
Szczyt popołudniowy



Rys. 4.5. Liczba pasażerów w autobusach ZTM w ciągu godziny szczytu popołudniowego – przekrój pomiarowy nr 1 – po północnej stronie przystanków autobusowych „Buraków” (dwie linie autobusowe 150 i 750).



Rys. 4.6. Liczba pasażerów w autobusach ZTM w ciągu godziny szczytu popołudniowego – przekrój pomiarowy nr 2 – po południowej stronie przystanków autobusowych „Dzierżonowska” (linie autobusowe: 150, 750, 114, 118, 303).



Rys. 4.7. Liczba pasażerów w autobusach ZTM w ciągu godziny szczytu popołudniowego – przekrój pomiarowy nr 3 – przed węzłem przesiadkowym Młociny (dwie linie autobusowe 150 i 750).

Podsumowując wyniki pomiarów liczby pasażerów:

• **W przekroju pomiarowym nr 1, tj. po północnej stronie przystanków „Buraków” (linie 150 i 750):**

- w okresie szczytu porannego (6:30 – 9:00):
 - odnotowano 24 autobusy ZTM zarówno w kierunku do Warszawy jak i do Łomianek;
 - oszacowano, że oferowana podaż miejsc w tym przekroju, w badanym okresie, wyniosła ok. 2,7 tys. miejsc w kierunku do Warszawy oraz ok. 2,5 tys. miejsc, w kierunku do Łomianek; natomiast liczba pasażerów ok. 1,2 tys. w kierunku Warszawy oraz ok. 670 w kierunku Łomianek;
 - w kierunku szczytowym tj. do Warszawy, godzina szczytu przypadła na okres pomiędzy 6:30-7:30 – w okresie tym odnotowano ok. 670 pasażerów,
 - w kierunku szczytowym, tj. do Warszawy, średnie napełnienie autobusów w badanym okresie, kształtowało się na poziomie: 45 pasażerów/autobus na linii 150 (wykorzystanie podaży przewozowej wyniosło 38%) oraz 63 pasażerów/autobus na linii 750 (wykorzystanie podaży przewozowej wyniosło 57%);
 - w kierunku do Łomianek średnie napełnienie wyniosło 26 pasażerów/autobus w linii 150 (wykorzystanie podaży przewozowej wyniosło 25%) oraz 40 pasażerów/autobus w linii 750 (wykorzystanie podaży przewozowej wyniosło 29%);
- w okresie szczytu popołudniowego (15:30 – 18:00):
 - odnotowano 22 autobusy ZTM zarówno w kierunku do Warszawy jak i do Łomianek;
 - oszacowano, że oferowana podaż miejsc w tym przekroju, w badanym okresie wyniosła ok. 2,3 tys. miejsc w kierunku do Warszawy oraz ok. 2,3 tys. miejsc, w kierunku do Łomianek; natomiast liczba pasażerów ok. 520 w kierunku Warszawy oraz ok. 1,2 tys. w kierunku Łomianek;
 - w kierunku szczytowym tj. do Łomianek, godzina szczytu przypadła na okres pomiędzy 16:30-17:30 – w okresie tym odnotowano ok. 620 pasażerów;
 - w kierunku szczytowym, tj. do Łomianek, średnie napełnienie autobusów w badanym okresie, kształtowało się na poziomie: 52 pasażerów/autobus na linii 150 (wykorzystanie podaży przewozowej wyniosło 50%) oraz 59 pasażerów/autobus na linii 750 (wykorzystanie podaży przewozowej wyniosło 58%);
 - w kierunku do Warszawy średnie napełnienie wyniosło 24 pasażerów/autobus w linii 150 (wykorzystanie podaży przewozowej wyniosło 23%) oraz 19 pasażerów/autobus w linii 750 (wykorzystanie podaży przewozowej wyniosło 23%).

• **w przekroju pomiarowym nr 2, tj. po południowej stronie przystanków autobusowych „Dzierżoniowska” (linie autobusowe: 150, 750, 114, 118, 303):**

- w okresie szczytu porannego (6:30 – 9:00):
 - odnotowano 59 autobusów ZTM w kierunku do Warszawy oraz 61 autobusów w kierunku do Łomianek;
 - oszacowano, że oferowana podaż miejsc w tym przekroju, w badanym okresie, wyniosła ok. 7,2 tys. miejsc w kierunku do Warszawy oraz ok. 7,5 tys. miejsc, w kierunku do Łomianek; natomiast liczba pasażerów ok. 2,1 tys. w kierunku Warszawy oraz ok. 1,7 tys. w kierunku Łomianek;
 - w kierunku szczytowym tj. do Warszawy, godzina szczytu przypadła na okres pomiędzy 7:00-8:00 – w okresie tym odnotowano ok. 960 pasażerów,
 - w przekroju tym w kierunku Łomianek odnotowano wyższy potok pasażerski niż w kierunku Warszawy, w okresie pomiędzy 7.30-9.00 sięgający 1000 pasażerów/godzinę (dominującą linią w przewozach jest tu linia 114, łącząca Młociny z UKSW),
 - w kierunku szczytowym, tj. do Warszawy, średnie napełnienie autobusów w badanym okresie, kształtowało się na poziomie: 74 pasażerów/autobus na linii 150 (wykorzystanie podaży przewozowej wzrosło do 66%) oraz 93 pasażerów/autobus na linii 750 (wykorzystanie podaży przewozowej wzrosło do 87%); w przypadku pozostałych linii średnie napełnienie kształtowało się na poziomie poniżej 8 pasażerów/autobus (wykorzystanie linii poniżej 7%);
 - w kierunku do Łomianek średnie napełnienie wyniosło 25 pasażerów/autobus w linii 150 (wykorzystanie podaży przewozowej wyniosło 24%) oraz 26 pasażerów/autobus w linii 750 (wykorzystanie podaży przewozowej wyniosło 26%); w przypadku pozostałych linii największe średnie napełnienie wyniosło na linii 14: 29 pasażerów/autobus (wykorzystanie linii na poziomie 23%), przy czym w poszczególnych okresach półgodzinnych ulegało ono

znacznym wahaniami: z 4 osób/autobus w okresie 6.30-7.00 do 70 osób/autobus w okresie 7.30-8.00; w odniesieniu do linii 181 i 303 średnie napełnienie z badanego okresu wyniosło: 19 osób/autobus (linia 181) i 15 osób/autobus (linia 303); w przypadku tych dwóch linii również zauważalny jest wzrost napełnienia w okresie pomiędzy 7.30 a 8.00;

- w okresie szczytu popołudniowego (15:30 – 18:00):
 - odnotowano 62 autobusy ZTM zarówno w kierunku do Warszawy jak oraz 63 autobusy w kierunku do Łomianek;
 - oszacowano, że oferowana podaż miejsc w tym przekroju, w badanym okresie wyniosła ok. 7,9 tys. miejsc w kierunku do Warszawy oraz ok. 8,1 tys. miejsc, w kierunku do Łomianek; natomiast liczba pasażerów ok. 1,4 tys. w kierunku Warszawy oraz ok. 2,4 tys. w kierunku Łomianek;
 - w kierunku szczytowym tj. do Łomianek, godzina szczytu przypadła na okres pomiędzy 16:00-17:00 – w okresie tym odnotowano ok. 1200 pasażerów;
 - w kierunku szczytowym, tj. do Łomianek, średnie napełnienie autobusów w badanym okresie, kształtowało się na poziomie: 89 pasażerów/autobus na linii 150 (wykorzystanie podaży przewozowej wyniosło 86%) oraz 84 pasażerów/autobus na linii 750 (wykorzystanie podaży przewozowej wyniosło 82%); w przypadku pozostałych linii średnie napełnienie kształtowało się na poziomie od 6 pasażerów/autobus (linia 303 - wykorzystanie na poziomie 6%) do 13-14 pasażerów na autobus (linie 114 i 181 – wykorzystanie na poziomie 8% - 14%),
 - w kierunku do Warszawy średnie napełnienie wyniosło 32 pasażerów/autobus w linii 150 (wykorzystanie podaży przewozowej wyniosło 31%) oraz 27 pasażerów/autobus w linii 750 (wykorzystanie podaży przewozowej wyniosło 26%); w odniesieniu do pozostałych linii średnie napełnienie wyniosło: linia 114 - 17 pasażerów/autobus (10% wykorzystania), linie 181 – 23 pasażerów/autobus (21% wykorzystania), 303 – 11 pasażerów/autobus (10% wykorzystania).

Powyższe wyniki potwierdzają, że kluczowe znaczenie na analizowanym odcinku ul. Pułkowej mają linie autobusowe obsługujące gminę Łomianki, tj. linie 150 i 750, które dominują w przewozach w okresach i kierunkach szczytowych, tj. w szczycie porannym do Warszawy oraz w szczycie popołudniowym do Łomianek. W odniesieniu do pozostałych linii autobusowych korzystających z ewentualnego planowanego pasa autobusowego mniejsze znaczenie mają linie 181 i 303 biorąc pod uwagę ich przebieg w analizowanym obszarze (obsługa niezabudowanych terenów wzdłuż ul. Wóycickiego oraz korytarza ul. Dzierżonowskiej, gdzie głównie zlokalizowana jest zabudowa jednorodzinna niska). Przy czym należy zauważyć wzrost znaczenia linii 181 w szczycie porannym w kierunku od Młocin (7.30-8.00) oraz w szczycie popołudniowym w kierunku do Młocin (17.00-17.30). Natomiast znaczenie linii 114 jest zdecydowanie większe biorąc pod uwagę, że łączy ona obszar węzła przesiadkowego Młociny z Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie, co przekłada się na zwiększające się potoki pasażerskie w konkretnych okresach np. w okresie 7.30-9.00 w kierunku do UKSW.

• **w przekroju pomiarowym nr 3, tj. przed węzłem przesiadkowym Młociny (zbadano dwie linie autobusowe 150 i 750):**

- w okresie szczytu porannego (6:30 – 9:00):
 - odnotowano 20 autobusów ZTM w kierunku do Warszawy oraz 21 autobusów w kierunku do Łomianek;
 - oszacowano, że oferowana podaż miejsc w tym przekroju, w badanym okresie (linie 150 i 750), wyniosła ok. 2,1 tys. miejsc w kierunku do Warszawy oraz ok. 2,2 tys. miejsc, w kierunku do Łomianek; natomiast liczba pasażerów ok. 1,7 tys. w kierunku Warszawy oraz ok. 600 w kierunku Łomianek;
 - w kierunku szczytowym tj. do Warszawy, godzina szczytu przypadła na okres pomiędzy 7:00-8:00 – w okresie tym odnotowano ok. 800 pasażerów (linie 150 i 750),
 - w kierunku szczytowym, tj. do Warszawy, średnie napełnienie autobusów w badanym okresie, kształtowało się na poziomie: 79 pasażerów/autobus na linii 150 (wykorzystanie podaży przewozowej wyniosło 74%) oraz 89 pasażerów/autobus na linii 750 (wykorzystanie podaży przewozowej wyniosło 85%);

- w kierunku do Łomianek średnie napełnienie wyniosło 34 pasażerów/autobus w linii 150 (wykorzystanie podaży przewozowej wyniosło 30%) oraz 23 pasażerów/autobus w linii 750 (wykorzystanie podaży przewozowej wyniosło 22%).

W odniesieniu do pozostałych autobusów poruszających się w analizowanym korytarzu ul. Pułkowej, w trakcie pomiarów zidentyfikowano łącznie:

- w okresie 6:30-9:00:
 - 33 autobusy w kierunku Warszawy oraz 66 autobusów w kierunku Łomianek,
 - w kierunku Warszawy, najczęściej odnotowano w godzinie pomiędzy 8:00 a 9:00 – 19 autobusów/godzinę/kierunek,
 - w kierunku Łomianek najczęściej autobusów odnotowano również w godzinie 8:00 a 9:00 – 29 autobusów/godzinę/kierunek,
- w okresie 15:30-17:00:
 - 51 autobusów w kierunku Warszawy oraz 53 autobusów w kierunku Łomianek,
 - w kierunku Warszawy, najczęściej odnotowano w godzinie pomiędzy 17:00 a 18:00 – 25 autobusy/godzinę/kierunek,
 - w kierunku Łomianek najczęściej autobusów odnotowano również w godzinie 17:00 a 18:00 – 24 autobusy/godzinę/kierunek.

Szczegółowe wyniki przedstawione są w tabelkach poniżej. Na ich podstawie można wywnioskować, że maksymalne natężenie pozostałych autobusów w korytarzu ulicy Pułkowej (autobusy dalekobieżne, autobusy kursujące do lotniska Modlin, autobusy kursujące pomiędzy Młocinami a Galerią Łomianki oraz busów) jest na poziomie 25-30 autobusów/godzinę/kierunek. Przeprowadzone badania wykazały, że natężenie autobusów ZTM w godzinach szczytów sięga w zależności odcinka, maksymalnie od 14 autobusów/godzinę/kierunek (odcinek na północ od ul. Wóycickiego) do 30 autobusów/godzinę/kierunek (odcinek na południe od ul. Dzierżoniowskiej).

Przyjmując średnie napełnienia autobusów na podstawie Niebieskiej Księgi (Infrastruktura drogowa, lipiec 2015) na poziomie 30 osób/autobus, można oszacować, że potok pasażerski w pozostałych autobusach sięga w godzinach szczytu 750-900 pasażerów/godzinę/kierunek.

Tabl. 4.5 Wyniki pomiaru natężenia pozostałych autobusów poruszających się w korytarzu ul. Pułkowej – szczyt poranny.

Kierunek	Rodzaj	6:30-7:00	7:00-7:30	7:30-8:00	8:00-8:30	8:30-9:00
Warszawa	Modlinbus	0	0	0	0	0
	CH Łomianki	0	0	0	0	0
	Turystyczne	4	2	2	4	7
	Busy	3	2	1	3	5
	Suma	7	4	3	7	12
Łomianki	Modlinbus	0	2	0	0	0
	CH Łomianki	0	0	0	0	1
	Turystyczne	8	8	5	12	9
	Busy	2	5	7	4	3
	Suma	10	15	12	16	13

Tabl. 4.6 Wyniki pomiaru natężenia pozostałych autobusów poruszających się w korytarzu ul. Pułkowej – szczyt popołudniowy.

Kierunek	Rodzaj	15:30-16:00	16:00-16:30	16:30-17:00	17:00-17:30	17:30-18:00
Warszawa	Modlinbus	0	0	1	0	0
	CH Łomianki	1	0	1	0	1
	Turystyczne	5	5	7	8	13
	Busy	0	4	2	2	1
	Suma	6	9	11	10	15
Łomianki	Modlinbus	0	1	2	0	0
	CH Łomianki	0	0	0	1	0
	Turystyczne	7	7	6	11	8
	Busy	4	2	0	2	2
	Suma	11	10	8	14	10

4.2 Natężenia ruchu samochodowego

Pomiary ruchu wykonano 13 czerwca 2018 r. (środa) podczas dwóch i pół godziny w szczycie porannym i popołudniowym (6.30 – 9.00 i 15.30 – 18.00), w interwałach 15 – minutowych. Do pomiarów użyto kamer MioVision automatycznie rejestrujących pojazdy. Przykład obrazu rejestrowanego przez kamery przedstawiono na rys. 4.9. Pomiary przeprowadzono na ul. Kolejowej (z rozróżnieniem pasów ruchu prowadzących na wiadukt nad ul. Brukową i jadących dołem) oraz na skrzyżowaniu ul. Pułkowej i Wóycickiego (rys. 4.8).



Rys. 4.8 Miejsca w których wykonano pomiary ruchu
(źródło: opracowanie własne, © autorzy OpenStreetMap)



Rys. 4.9 Ulica Kolejowa, obraz zarejestrowany przez kamery MioVision.
(źródło: opracowanie własne)

Pomiary ruchu wykonano z rozróżnieniem następujących kategorii pojazdów:

- motocykle,
- samochody osobowe z wyróżnieniem taksówek,
- samochody dostawcze,
- samochody ciężarowe bez przyczepy/naczepy (Single-Unit Trucks),
- samochody ciężarowe z przyczepą/ naczepą (Articulated Trucks).
- autobusy z podziałem na:
 - autobusy ZTM (linie 150 i 750),
 - Modlinbus (Port lotniczy Modlin – Warszawa),
 - linia prywatna, bezpłatna (CH Łomianki – Metro Młociny),
 - autobusy turystyczne,
 - minibusy (np. Contbus, itp.).

Szczegółowe wyniki pomiarów ruchu przedstawiono w postaci tabelarycznej w tabl. 4.1 - tabl. 4.4 oraz na rys. 4.10 - rys. 4.26. Do raportu dołączono także pliki Excela ze szczegółowymi wynikami pomiarów ruchu (załącznik 2).

Ul. Kolejowa

Tabl. 4.1 Wyniki pomiarów ruchu na ul. Kolejowej, interwały 15 minutowe, wszystkie pojazdy.

Godz.	ul. Kolejowa do Warszawy			ul. Kolejowa do Łomianek		
	estakada	dołem	suma	estakada	dołem	suma
06:30	320	292	612	243	49	292
06:45	275	329	604	272	61	333
07:00	231	282	513	289	55	344
07:15	188	208	396	367	70	437
07:30	230	305	535	381	96	477
07:45	201	285	486	344	129	473
08:00	196	196	392	313	153	466
08:15	229	192	421	314	120	434
08:30	264	158	422	331	128	459
08:45	278	156	434	358	139	497
15:30	175	203	378	343	200	543
15:45	236	199	435	326	194	520
16:00	169	224	393	309	210	519
16:15	189	243	432	308	260	568
16:30	189	235	424	342	218	560
16:45	202	248	450	298	261	559
17:00	228	234	462	324	214	538
17:15	181	239	420	327	246	573
17:30	229	233	462	323	231	554
17:45	297	193	490	309	198	507

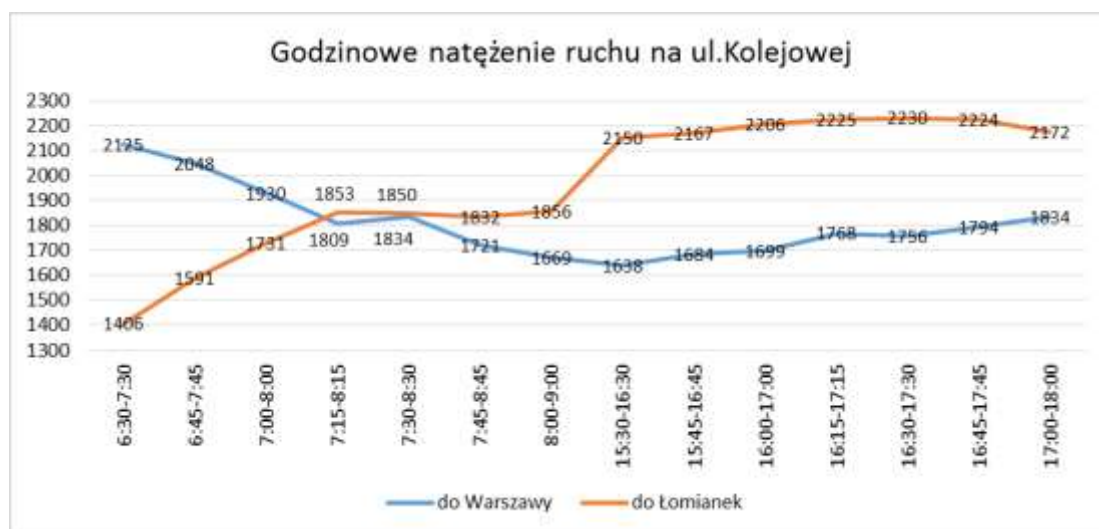
(źródło: opracowanie własne)

Tabl. 4.2 Wyniki pomiarów ruchu na ul. Kolejowej, interwały godzinowe, wszystkie pojazdy.

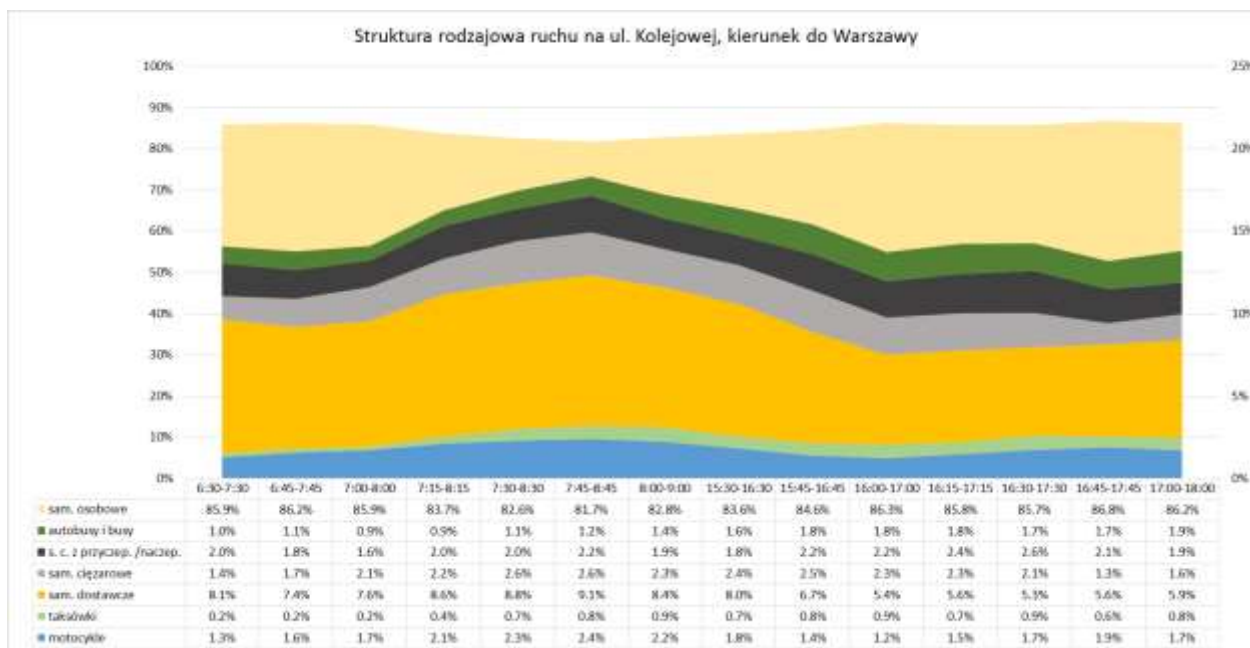
Godz.	ul. Kolejowa do Warszawy			ul. Kolejowa do Łomianek		
	estakada	dołem	suma	estakada	Dołem	suma
6:30-7:30	1014	1111	2125	1171	235	1406
6:45-7:45	924	1124	2048	1309	282	1591
7:00-8:00	850	1080	1930	1381	350	1731
7:15-8:15	815	994	1809	1405	448	1853
7:30-8:30	856	978	1834	1352	498	1850

Godz.	ul. Kolejowa do Warszawy			ul. Kolejowa do Łomianek		
	estakada	dołem	suma	estakada	Dołem	suma
7:45-8:45	890	831	1721	1302	530	1832
8:00-9:00	967	702	1669	1316	540	1856
15:30-16:30	769	869	1638	1286	864	2150
15:45-16:45	783	901	1684	1285	882	2167
16:00-17:00	749	950	1699	1257	949	2206
16:15-17:15	808	960	1768	1272	953	2225
16:30-17:30	800	956	1756	1291	939	2230
16:45-17:45	840	954	1794	1272	952	2224
17:00-18:00	935	899	1834	1283	889	2172

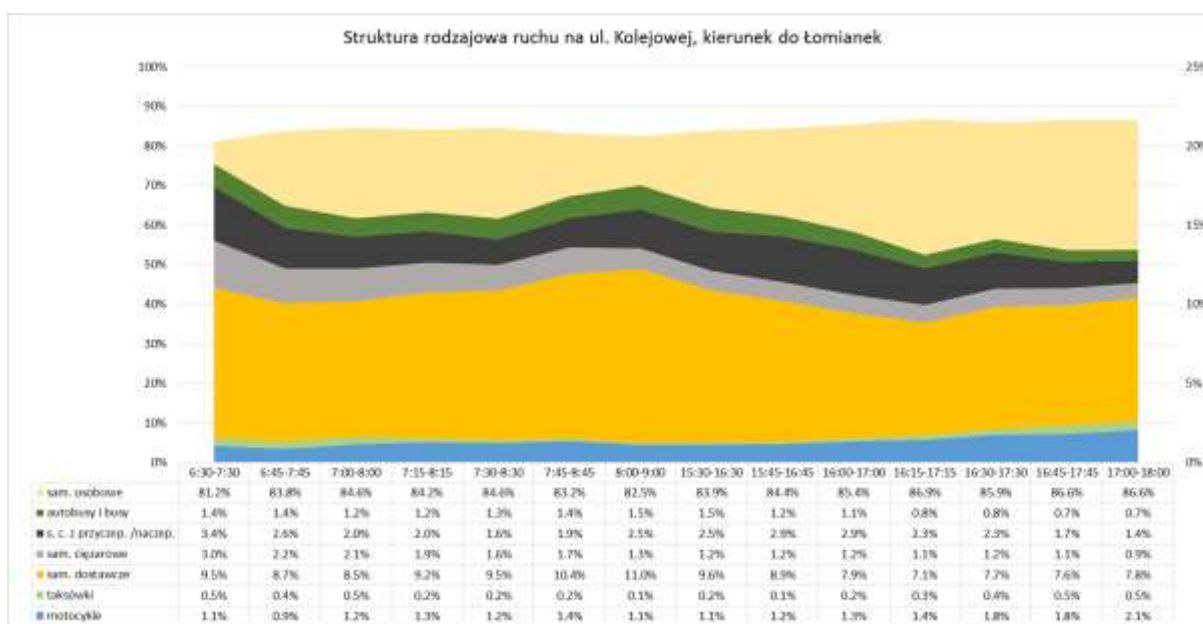
(źródło: opracowanie własne)



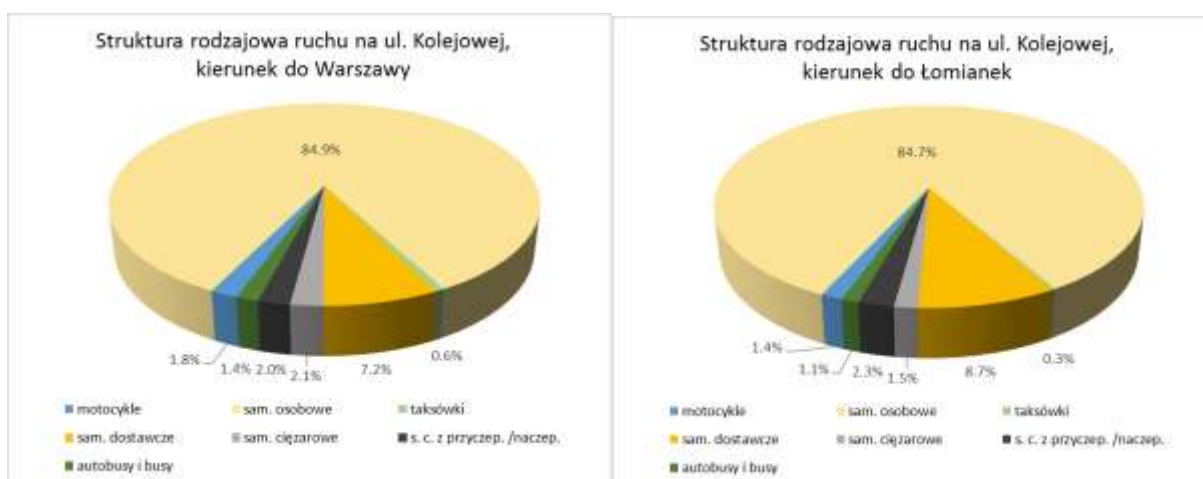
Rys. 4.10 Wyniki pomiarów ruchu na ul. Kolejowej, interwały godzinowe, wszystkie pojazdy.



Rys. 4.11 Wyniki pomiarów ruchu, struktura rodzajowa ruchu na ul. Kolejowej, kierunek do Warszawy (źródło: opracowanie własne)



Rys. 4.12 Wyniki pomiarów ruchu, struktura rodzajowa ruchu na ul. Kolejowej, kierunek do Łomianek (źródło: opracowanie własne)



Rys. 4.13 Wyniki pomiarów ruchu, struktura rodzajowa ruchu na ul. Kolejowej w całym okresie pomiarowym (źródło: opracowanie własne)

Skrzyżowanie ul. Pułkowej i Wóycickiego

Tabl. 4.3 Wyniki pomiarów ruchu na skrzyżowaniu ul. Pułkowej i Wóycickiego, interwały 15 min., wszystkie pojazdy.

Godz.	ul. Pułkowa			ul. Pułkowa			ul. Wóycickiego		
	wlot N			wlot S			wlot W		
	w prawo	na wprost	zawrotka	na wprost	w lewo	zawrotka	w prawo	w lewo	zawrotka
06:30	6	599	0	312	34	0	25	10	0
06:45	12	629	0	378	41	1	26	14	0
07:00	16	521	0	335	35	0	28	12	0
07:15	34	533	0	435	53	0	25	14	0
07:30	45	560	0	497	53	0	31	26	0
07:45	59	524	0	542	61	0	52	29	0
08:00	33	479	0	510	44	0	52	34	0
08:15	24	480	0	424	38	0	28	21	0
08:30	31	430	0	439	56	0	31	33	0

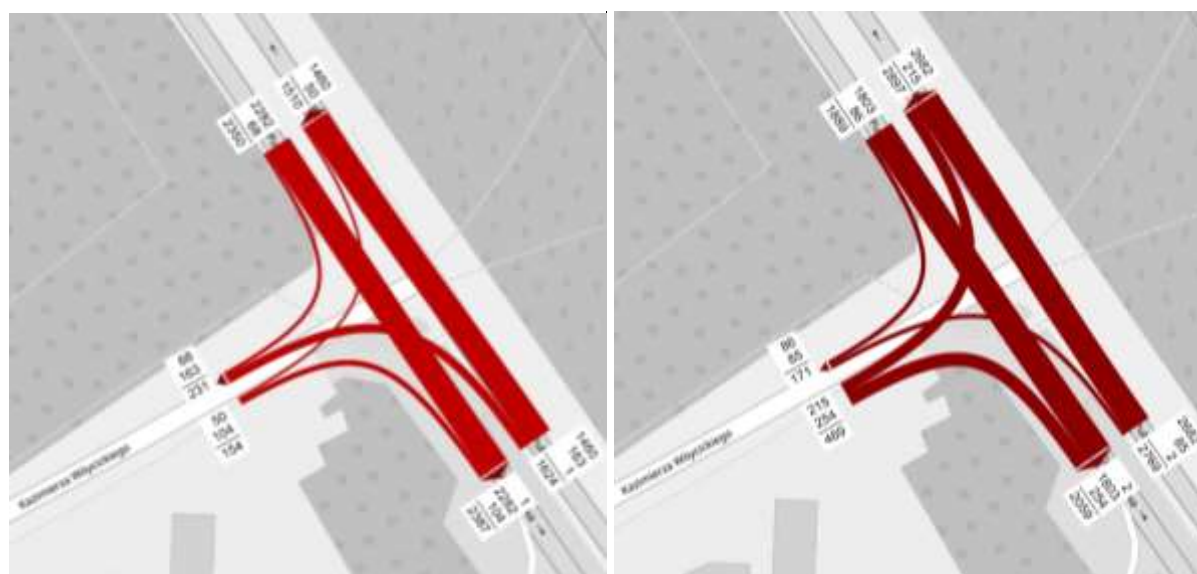
	ul. Pułkowa			ul. Pułkowa			ul. Wóycickiego		
	wlot N			wlot S			wlot W		
08:45	25	469	0	489	48	1	34	27	0
15:30	15	376	0	590	22	1	58	28	0
15:45	11	398	0	666	28	0	48	57	0
16:00	10	383	0	564	18	0	88	62	0
16:15	15	468	0	700	26	1	92	44	0
16:30	27	524	0	584	28	0	72	65	0
16:45	27	455	0	711	21	0	58	54	0
17:00	25	420	0	629	27	2	63	63	0
17:15	17	497	0	657	18	0	72	52	0
17:30	17	431	0	685	19	0	61	46	0
17:45	20	468	0	625	24	1	38	27	0

(źródło: opracowanie własne)

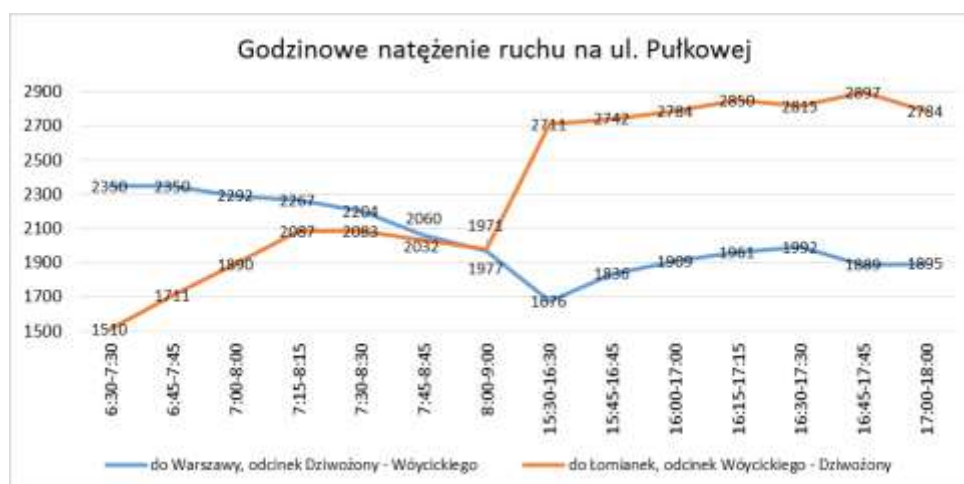
Tabl. 4.4 Wyniki pomiarów ruchu na skrzyż. ul. Pułkowej i Wóycickiego, interwały godzinowe, wszystkie pojazdy.

	ul. Pułkowa			ul. Pułkowa			ul. Wóycickiego		
	wlot N			wlot S			wlot W		
Godz.	w prawo	na wprost	zawrotka	na wprost	w lewo	zawrotka	w prawo	w lewo	zawrotka
6:30-7:30	68	2282	0	1460	163	1	104	50	0
6:45-7:45	107	2243	0	1645	182	1	110	66	0
7:00-8:00	154	2138	0	1809	202	0	136	81	0
7:15-8:15	171	2096	0	1984	211	0	160	103	0
7:30-8:30	161	2043	0	1973	196	0	163	110	0
7:45-8:45	147	1913	0	1915	199	0	163	117	0
8:00-9:00	113	1858	0	1862	186	1	145	115	0
15:30-16:30	51	1625	0	2520	94	2	286	191	0
15:45-16:45	63	1773	0	2514	100	1	300	228	0
16:00-17:00	79	1830	0	2559	93	1	310	225	0
16:15-17:15	94	1867	0	2624	102	3	285	226	0
16:30-17:30	96	1896	0	2581	94	2	265	234	0
16:45-17:45	86	1803	0	2682	85	2	254	215	0
17:00-18:00	79	1816	0	2596	88	3	234	188	0

(źródło: opracowanie własne)



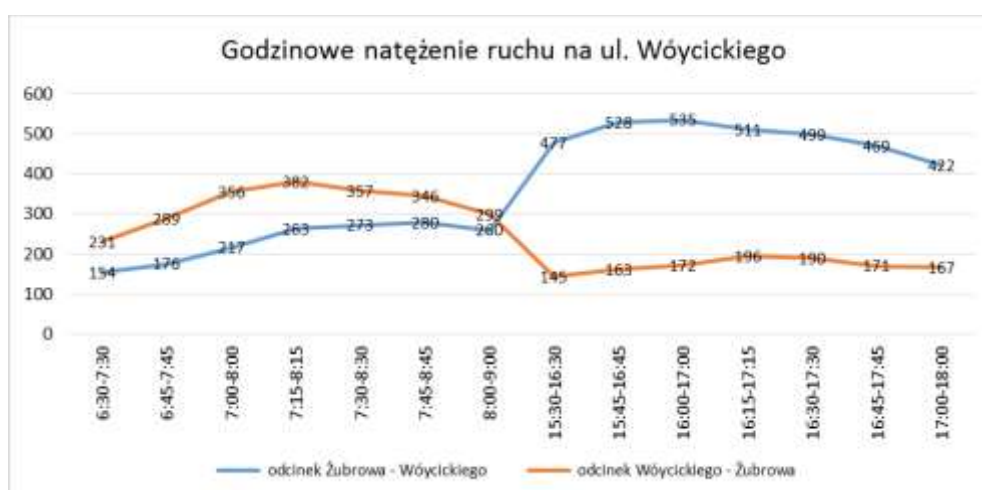
Rys. 4.14 Wyniki pomiarów ruchu na skrzyżowaniu ul. Pułkowej i Wóycickiego, godzina szczytu porannego 6:30-7:30 (po lewej) i popołudniowego 16:45-17:45 (po prawej), wszystkie pojazdy.



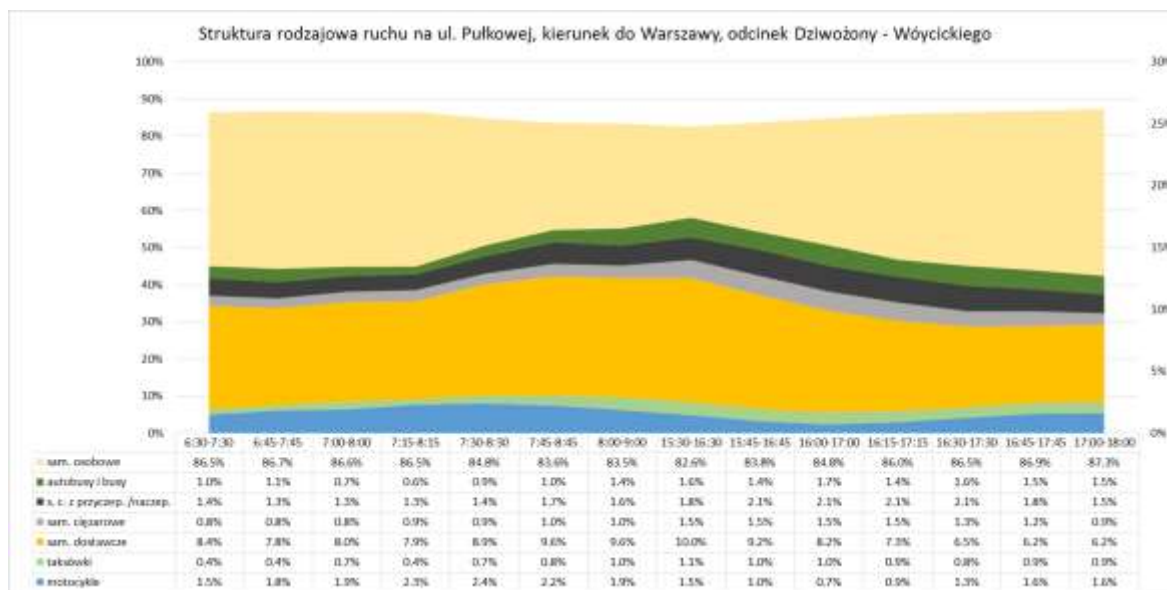
Rys. 4.15 Wyniki pomiarów ruchu na ul. Pułkowej pomiędzy ul. Wóycickiego i Dziwożony, interwały godzinowe, wszystkie pojazdy.



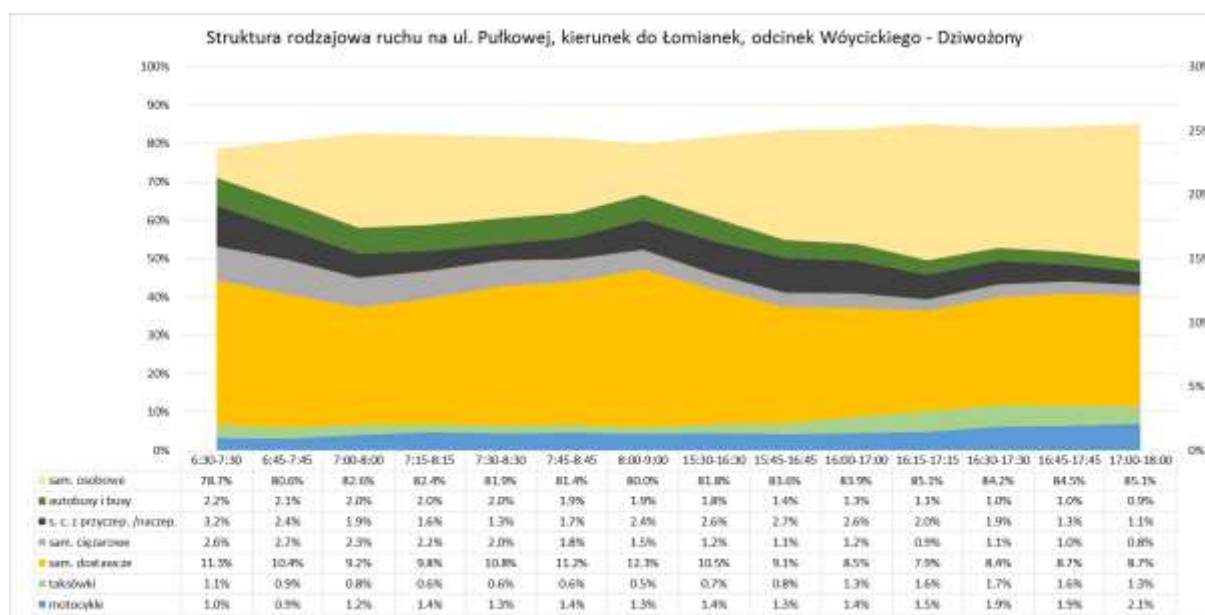
Rys. 4.16 Wyniki pomiarów ruchu na ul. Pułkowej pomiędzy ul. Wóycickiego i Dzierżonowską, interwały godzinowe, wszystkie pojazdy.



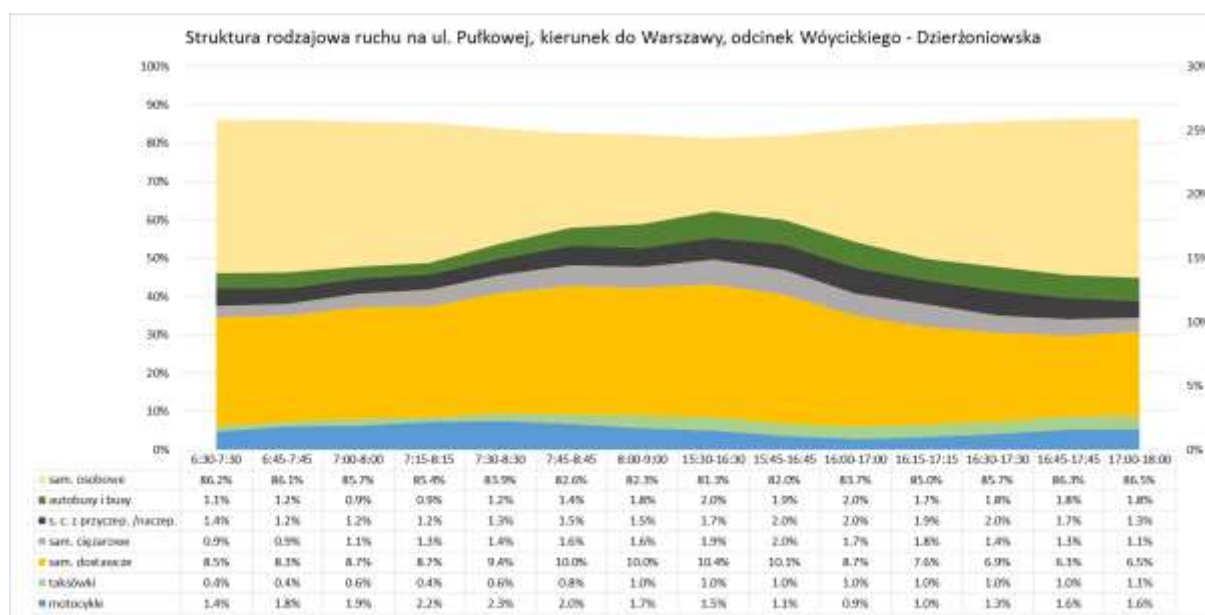
Rys. 4.17 Wyniki pomiarów ruchu na ul. Wóycickiego pomiędzy ul. Wóycickiego i Dzierżonowską, interwały godzinowe, wszystkie pojazdy.



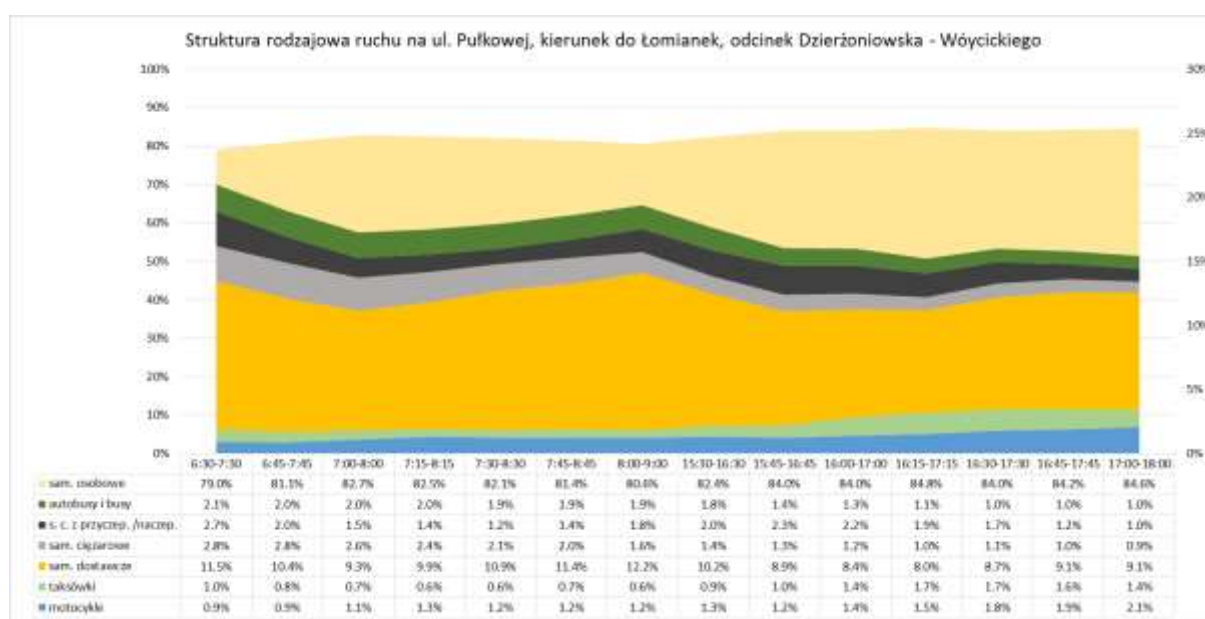
Rys. 4.18 Wyniki pomiarów ruchu, struktura rodzajowa ruchu na ul. Pułkowej, kierunek do Warszawy, odcinek Dziwożony – Wóycickiego
(źródło: opracowanie własne)



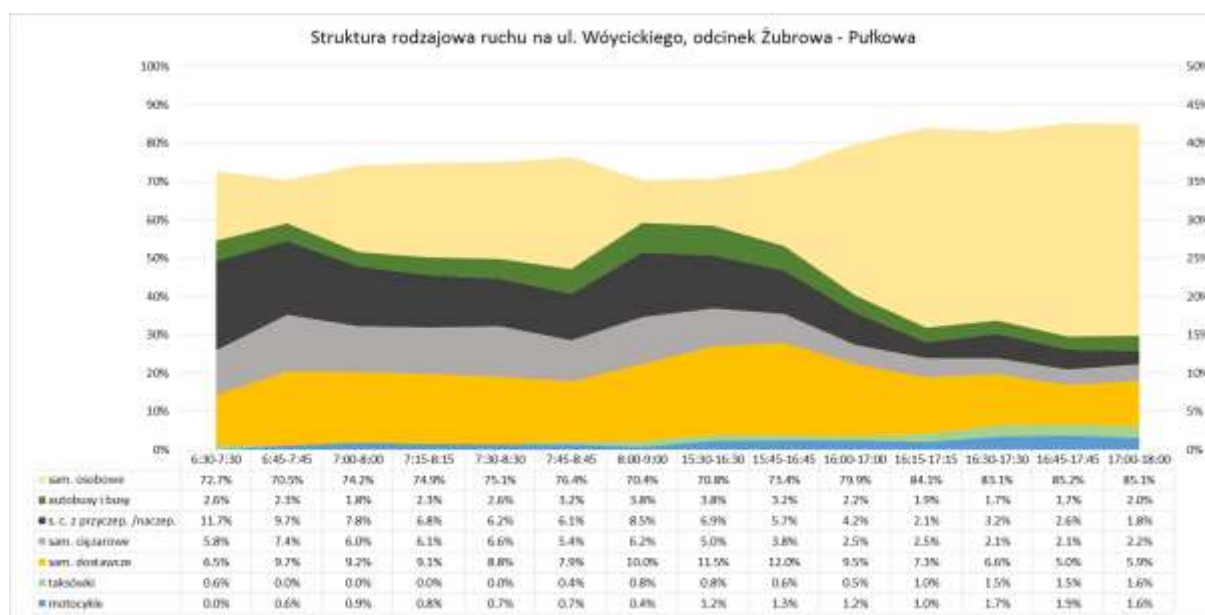
Rys. 4.19 Wyniki pomiarów ruchu, struktura rodzajowa ruchu na ul. Pułkowej, kierunek do Łomianek, odcinek Wóycickiego - Dziwożony
(źródło: opracowanie własne)



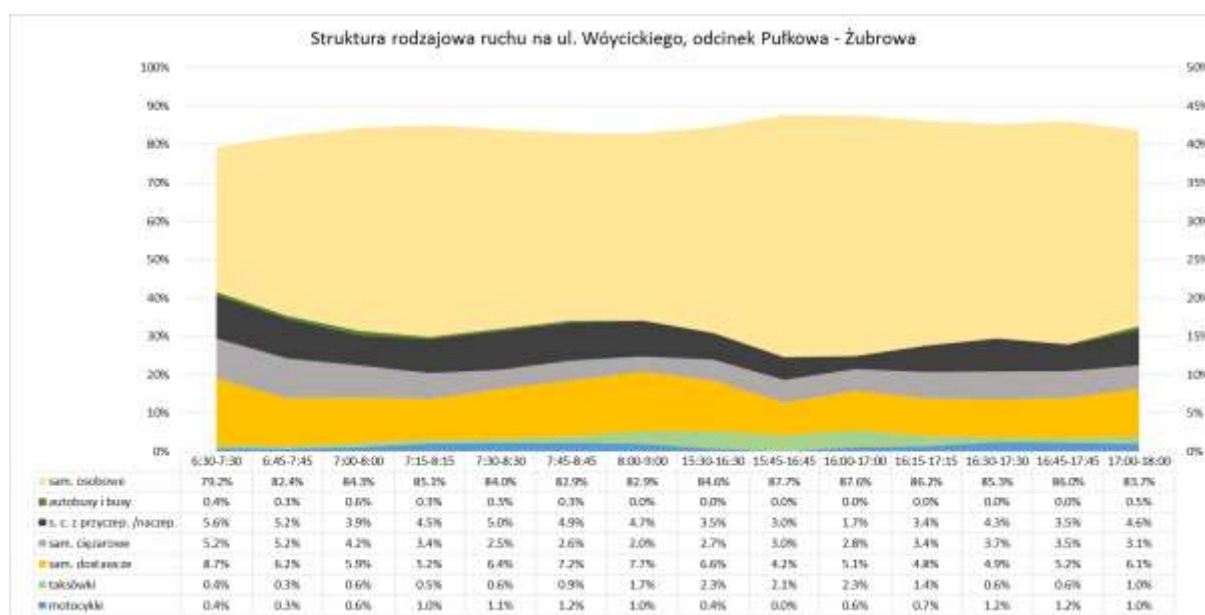
Rys. 4.20 Wyniki pomiarów ruchu, struktura rodzajowa ruchu na ul. Pułkowej, kierunek do Warszawy, odcinek Wóycickiego - Dzierżoniewska
(źródło: opracowanie własne)



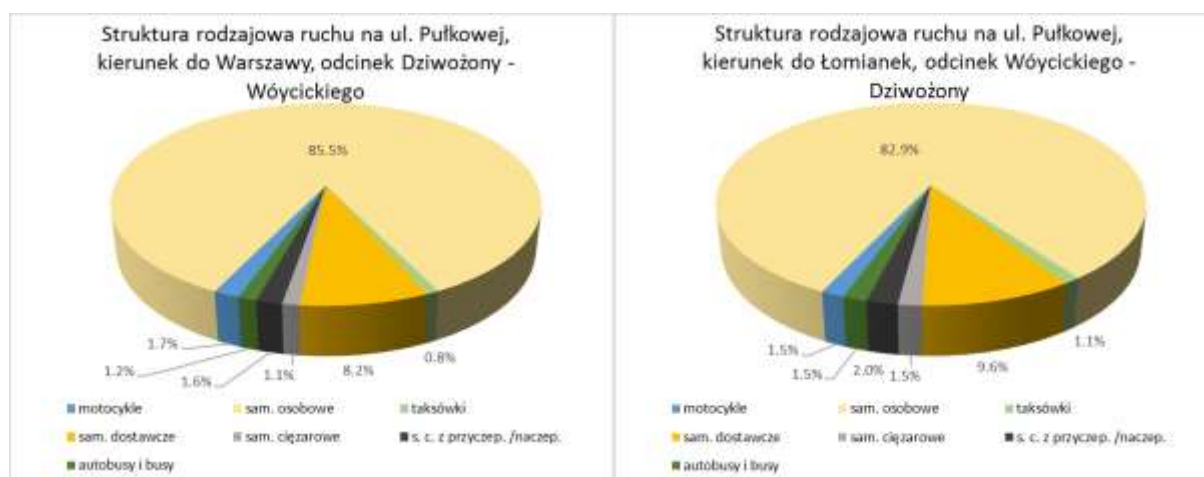
Rys. 4.21 Wyniki pomiarów ruchu, struktura rodzajowa ruchu na ul. Pułkowej, kierunek do Łomianek, odcinek Dzierżoniewska - Wóycickiego
(źródło: opracowanie własne)



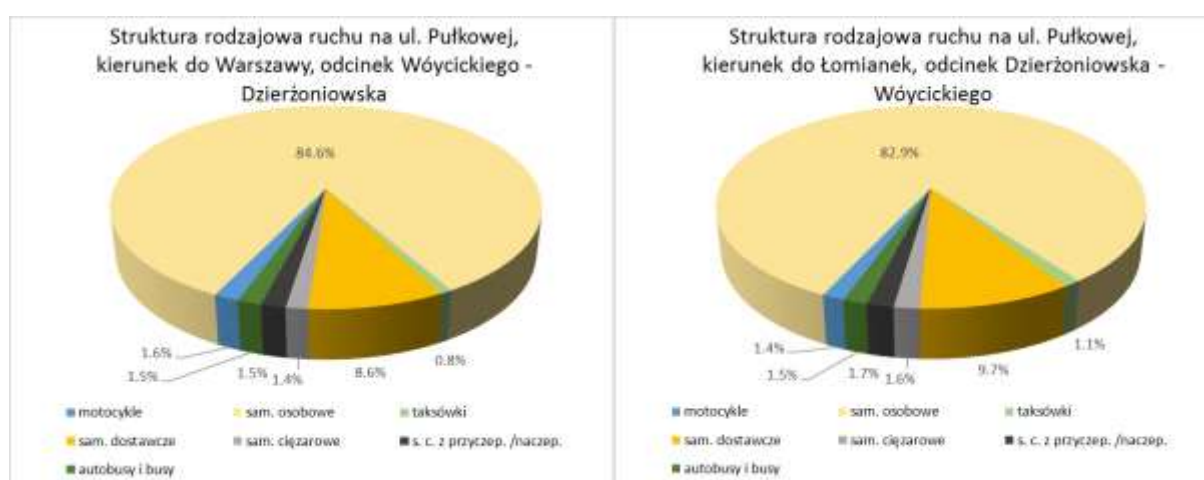
Rys. 4.22 Wyniki pomiarów ruchu, struktura rodzajowa ruchu na ul. Wóycickiego, odcinek Żubrowa - Pułkowa (źródło: opracowanie własne)



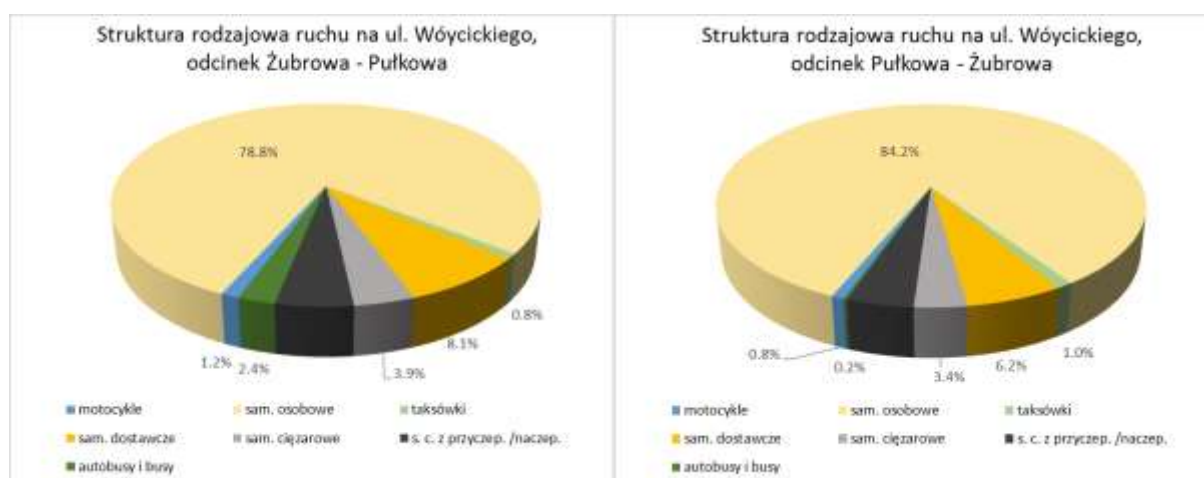
Rys. 4.23 Wyniki pomiarów ruchu, struktura rodzajowa ruchu na ul. Wóycickiego, odcinek Pułkowa - Żubrowa (źródło: opracowanie własne)



Rys. 4.24 Wyniki pomiarów ruchu, struktura rodzajowa ruchu na ul. Pułkowej, pomiędzy ul. Dziwożony i Wóycickiego w całym okresie pomiarowym
(źródło: opracowanie własne)



Rys. 4.25 Wyniki pomiarów ruchu, struktura rodzajowa ruchu na ul. Pułkowej, pomiędzy ul. Dzierżonowską i Wóycickiego w całym okresie pomiarowym
(źródło: opracowanie własne)



Rys. 4.26 Wyniki pomiarów ruchu, struktura rodzajowa ruchu na ul. Wóycickiego, pomiędzy ul. Pułkową i Żubrową w całym okresie pomiarowym
(źródło: opracowanie własne)

Podsumowując wyniki pomiarów ruchu, można stwierdzić, że natężenia pojazdów na ul. Pułkowej i Kolejowej są bardzo duże i wynoszą średnio od 1808 do 2338 poj./godz./kierunek (w całym pomiarze), a w szczytach osiągają wartości od 2125 do 2897 poj./godz./kierunek. Natężenie ruchu na ul. Wóycickiego jest znacznie mniejsze i średnio wynosi 247 – 362 poj./godz./kierunek, a maksymalnie 382 – 535 poj./godz./kierunek. Maksymalne natężenia ruchu w kierunku do Warszawy uzyskano bardzo wcześnie tj. w godz. 6:30 – 7:30. Z obserwacji wynika, że dochodzi wtedy do załamania warunków ruchu – wyczerpuje się przepustowość wlotu ul. Pułkowej na skrzyżowaniu z ul. Wóycickiego. Na kierunku do Łomianek szczyt natężenia ruchu przypada na okres pomiędzy godz.: 16:30 a 17:45 (w zależności od przekroju). Podobnie jak w szczycie porannym (choć w mniejszym stopniu) wlotu ul. Pułkowej na skrzyżowaniu z ul. Wóycickiego osiąga swoją przepustowość i zaczyna się tworzyć kolejka pojazdów na tym kierunku.

Udział autobusów i busów w ruchu na ul. Pułkowej i Kolejowej jest niewielki i wynosi średnio 1.1 – 1.5%, udział taksówek kształtuje się na poziomie 0.3 - 1.1%, a motocykli 1.4 – 1.8%. Zestawienie średnich i maksymalnych natężeń ruchu oraz udziału poszczególnych środków transportu przedstawiono w tabl. 4.5.

Tabl. 4.5 Zestawienie wyników pomiarów ruchu.

Ulica	ul. Kolejowa		ul. Pułkowa				ul. Wóycickiego	
Kierunek	do Warszawy	do Łomianek	do Warszawy	do Łomianek	do Warszawy	do Łomianek	do Pułkowej	do Żubrowej
Odcinek	Warszawska - Brukowa		Dziwożony - Wóycickiego		Wóycickiego - Dzierżonowska		Żubrowa - Pułkowa	
średnie natężenie ruchu	1808	1964	2047	2348	2151	2338	362	247
maksymalne natężenie ruchu	2125	2230	2350	2897	2387	2769	535	382
godz. wystąpienia maksymalnego natężenia ruchu	6:30 - 7:30	16:30 - 17:30	6:30 - 7:30	16:45 - 17:45	6:30 - 7:30	16:45 - 17:45	16:00 - 17:00	7:15 - 8:15
średni udział w ruchu w całym pomiarze:								
motocykle	1.8%	1.4%	1.7%	1.5%	1.6%	1.4%	1.2%	0.8%
sam. Osobowe	84.9%	84.7%	85.5%	82.9%	84.6%	82.9%	78.8%	84.2%
Taksówki	0.6%	0.3%	0.8%	1.1%	0.8%	1.1%	0.8%	1.0%
sam. dostawcze	7.2%	8.7%	8.2%	9.6%	8.6%	9.7%	8.1%	6.2%
sam. ciężarowe	2.1%	1.5%	1.1%	1.5%	1.4%	1.6%	3.9%	3.4%
s. c. z przyczep. /naczep.	2.0%	2.3%	1.6%	2.0%	1.5%	1.7%	4.9%	4.3%
autobusy i busy	1.4%	1.1%	1.2%	1.5%	1.5%	1.5%	2.4%	0.2%

(źródło: opracowanie własne)

Średnia wartość napelnienia w samochodach osobowych, w korytarzu ul. Pułkowej, wyniosła 1,37 osoby/samochód.

4.3 Średni czas przejazdu komunikacją autobusową i samochodową na odcinku węzeł "Brukowa" - węzeł przesiadkowy Młociny

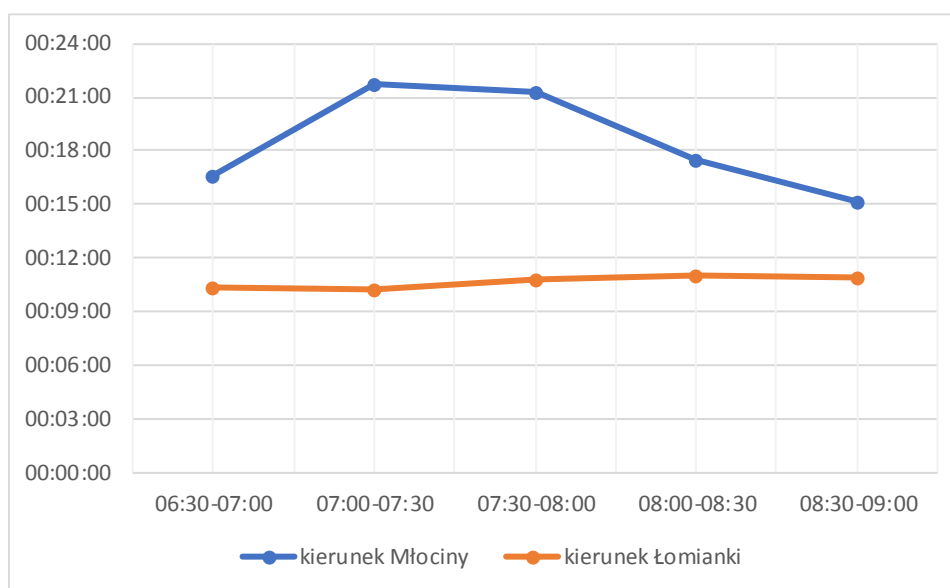
4.3.1 Średni czas przejazdu komunikacją autobusową

Pomiar czasu przejazdu wykonano dla autobusów linii 150 i 750 na odcinku od węzła „Brukowa” do węzła przesiadkowego Młociny (pomiędzy przekrojami nr 1 i 3, zaznaczonymi na rys. 4.1), w tym odnotowywano czas również w przekroju środkowym tj. przekrój nr 2 zaznaczonymi na rys. 4.1. W wyznaczonych przekrojach odnotowywano: czas pojawienia się danego autobusu w przekroju z dokładnością do gg:mm:ss, numer linii główny oraz numer linii boczny.

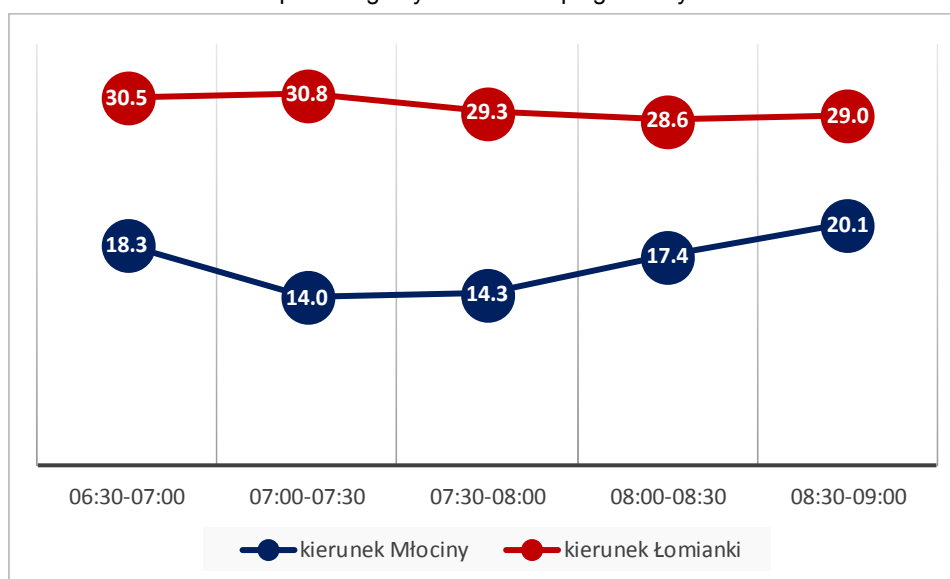
Wyniki, w postaci średnich czasów przejazdu oraz średnich prędkości autobusów dla odcinka: węzeł Brukowa – Młociny, przedstawiono w poniższych tabelach oraz na wykresach, w podziale na półgodzinne przedziały.

Tabl. 4.7 Czas przejazdu na odcinku od węzła „Brukowa” do węzła przesiadkowego Młociny w przedziałach półgodzinnych oraz w całym okresie pomiarowym w szczycie porannym.

SZCZYT PORANNY							
Nr linii	Kierunek	Średni czas przejazdu między punktem nr 1 i 3					Średni czas przejazdu 6.30-9.00
		06:30-07:00	07:00-07:30	07:30-08:00	08:00-08:30	08:30-09:00	
150	Młociny	00:16:09	00:20:00	00:20:21	00:17:24	-	00:18:24
750	Młociny	00:17:05	00:23:32	00:22:20	00:17:36	00:15:12	00:19:32
średni	Młociny	00:16:37	00:21:46	00:21:21	00:17:30	00:15:12	00:18:58
150	Łomianki	00:10:39	00:10:48	00:10:46	00:11:08	00:11:28	00:10:59
750	Łomianki	00:10:03	00:09:42	00:10:45	00:10:54	00:10:15	00:10:29
średni	Łomianki	00:10:21	00:10:15	00:10:46	00:11:01	00:10:52	00:10:44



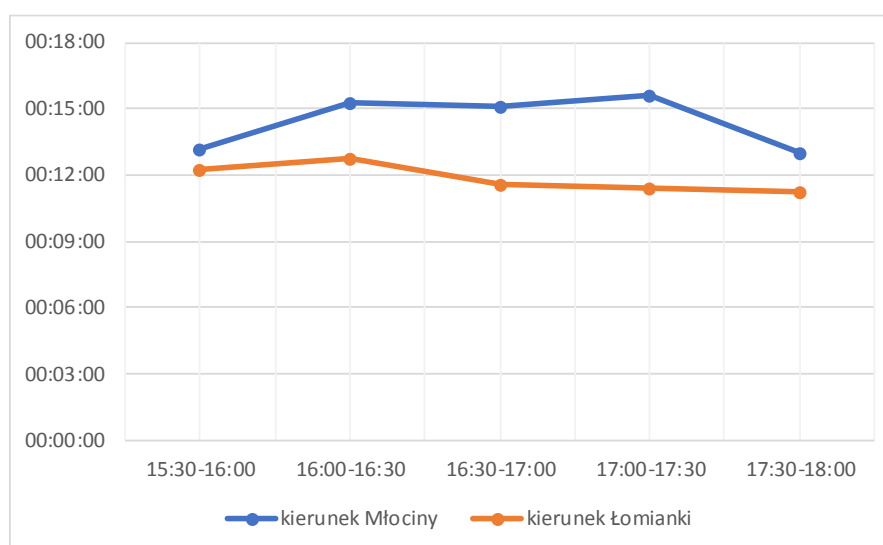
Rys. 4.27. Średnie czasy przejazdu autobusami odcinka: węzeł Brukowa – Młociny, w okresie szczytu porannego w poszczególnych okresach półgodzinnych.



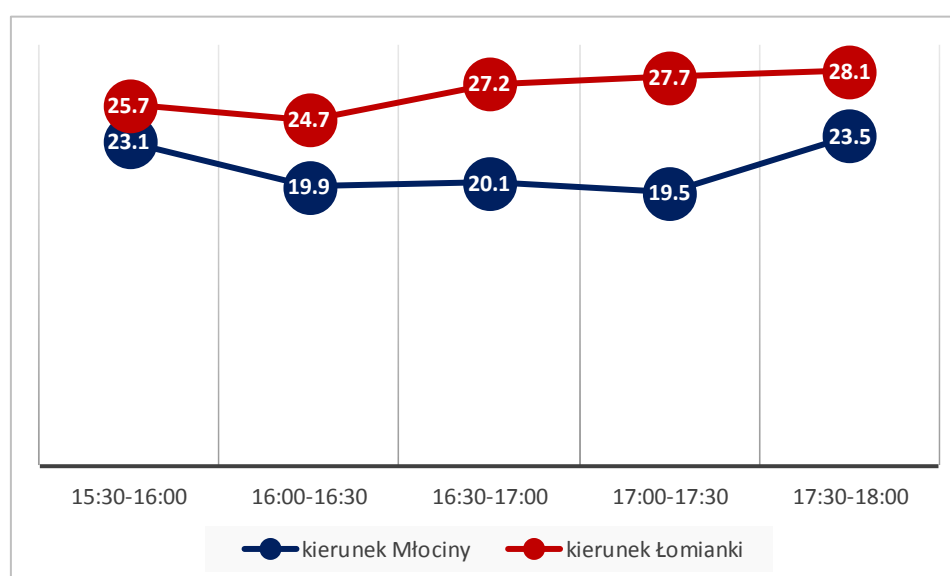
Rys. 4.28. Średnie prędkości autobusów na odcinku: węzeł Brukowa – Młociny, w okresie szczytu porannego w poszczególnych okresach półgodzinnych (km/h).

Tabl. 4.8 Czas przejazdu na odcinku od węzła „Brukowa” do węzła przesiadkowego Młociny w przedziałach półgodzinnych oraz w całym okresie pomiarowym w szczycie popołudniowym.

SZCZYT POPOŁUDNIOWY							
Nr linii	Kierunek	15:30-16:00	16:00-16:30	16:30-17:00	17:00-17:30	17:30-18:00	Średni czas przejazdu 15.30-18.00
150	Młociny	00:13:12	00:13:49	00:15:39	00:15:39	00:12:34	00:14:09
750	Młociny	-	00:16:47	00:14:37	00:15:37	00:13:23	00:14:45
średni	Młociny	00:13:12	00:15:18	00:15:08	00:15:38	00:12:58	00:14:27
150	Łomianki	00:12:17	00:14:15	00:10:58	00:12:13	00:11:06	00:12:09
750	Łomianki	-	00:11:20	00:12:12	00:10:35	00:11:21	00:11:21
średni	Łomianki	00:12:17	00:12:47	00:11:35	00:11:24	00:11:13	00:11:45



Rys. 4.29. Średnie czasy przejazdu autobusami odcinka: węzeł Brukowa – Młociny, w okresie szczytu popołudniowego w poszczególnych okresach półgodzinnych.



Rys. 4.30. Średnie prędkości autobusów na odcinku: węzeł Brukowa – Młociny, w okresie szczytu popołudniowego w poszczególnych okresach półgodzinnych (km/h).

Podsumowując, wyniki pomiarów dla odcinka pomiędzy węzłem Brukowa a Młocinami:

- **W okresie szczytu porannego:**

- W całym okresie pomiarowym tj. 6.30-9.00 średnia prędkość autobusów jest na poziomie 16,1km/h w kierunku Młocin i 29,4km/h w kierunku Łomianek.
- W kierunku Młocin najgorsze warunki ruchu odnotowano w przedziale 7.00 – 7.30, kiedy to średnia prędkość spadła do poziomu 14km/h. Analiza czasów przejazdu autobusów i średnich prędkości wskazuje na pogarszanie się warunków ruchu autobusów w okresie szczytu porannego, w tym w szczególności w okresie 7.00-8.00. Przed godziną 7.00 prędkość była na poziomie 18,1km/h, a po godzinie 8.00 wzrosła ponownie do wartości 17,5km/h.
- W kierunku Łomianek panują dobre warunki ruchu autobusów, na co wskazują dość zbliżone do siebie czasy jazdy i prędkości autobusów w poszczególnych okresach półgodzinnych – prędkości wahają się w przedziale 29km/h-30,8km/h.

- **W okresie szczytu popołudniowego:**

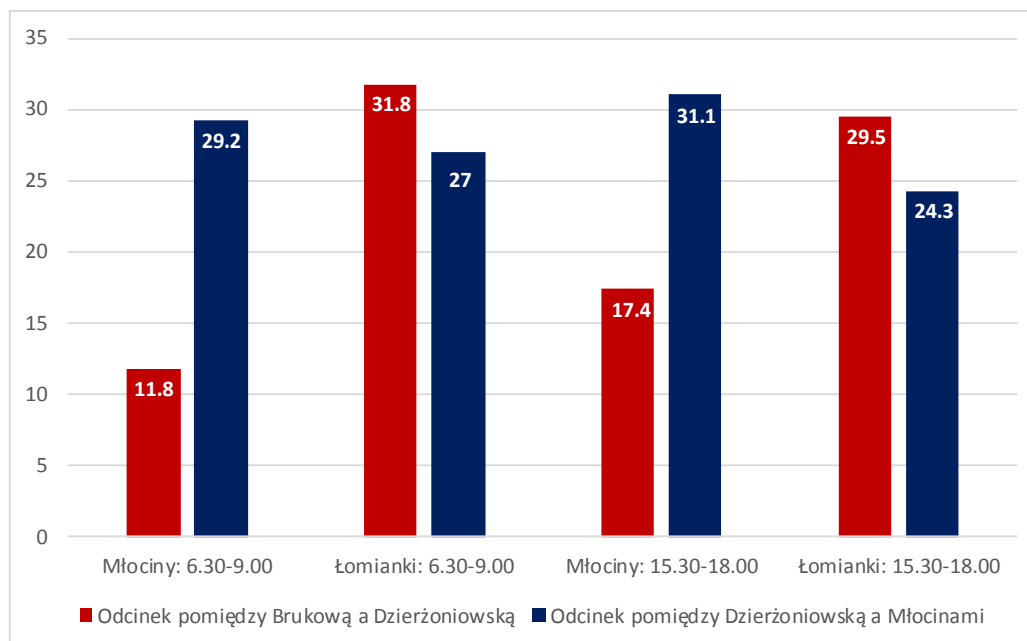
- Warunki ruchu autobusów są bardziej jednostajne i dość dobre.
- W całym okresie pomiarowym tj. 15.30-18.00 średnia prędkość autobusów jest na poziomie 21,1km/h w kierunku Młocin i 26,9km/h w kierunku Łomianek.
- W kierunku Młocin najgorsze warunki ruchu odnotowano w przedziale 16.00 – 17.30, gdzie prędkość autobusów spadła do poziomu ok. 20km/h; w pozostałym okresie wynosiła ponad 23km/h.
- W kierunku Łomianek panują dość dobre warunki ruchu autobusów, na co wskazują dość zbliżone do siebie czasy jazdy i prędkości autobusów w poszczególnych okresach półgodzinnych – prędkości wahają się w przedziale 25,7km/h-28,1km/h; przy czym należy dodać, że prędkości mają mniejsze wartości niż w szczycie porannym.

W celu analizy warunków ruchu na poszczególnych odcinkach porównano średnie prędkości autobusów dla odcinków: węzeł „Brukowa” – Dzierżoniewska oraz Dzierżoniewska – Młociny. Wyniki przedstawione w poniższej tabeli oraz na rysunku wskazują, że **najtrudniejsze warunki ruchu panują na ul. Pułkowej, na odcinku pomiędzy ulicą Brukową a ulicą Dzierżoniewską, w kierunku Warszawy. Na odcinku tym średnia prędkość autobusów spada do poziomu 11,8km/h w okresie szczytu porannego oraz do 17,4km/h w okresie szczytu popołudniowego.** W odniesieniu do kierunku przeciwnego warunki ruchu autobusów, na odcinku pomiędzy ul. Dzierżoniewską a Brukową były dobre w całym badanym okresie, a średnia prędkość autobusów w okresie pomiędzy 6.30 a 9.00 osiągnęła 31,8km/h oraz 29,5km/h w okresie 15.30 – 18.00.

W odniesieniu do odcinka w ciągu ul. Pułkowej i al. Wittek, pomiędzy ul. Dzierżoniewską a ul. Zgrupowania AK „Kampinos” warunki ruchu w szczycie porannym są dobre w obu kierunkach, a średnie prędkości autobusów sięgają 27-29km/h. Natomiast w godzinach popołudniowych, w kierunku do Warszawy warunki ruchu są bardzo dobre (średnia prędkość 31,1km/h), a w kierunku Łomianek nieco gorsze (średnia prędkość wynosi 24,3km/h).

Tabl. 4.9 Porównanie czasów przejazdu oraz średnich prędkości komunikacyjnych na poszczególnych w obu okresach pomiarowych i obu kierunkach,

Okres badania	Kierunek	Odcinek pomiędzy Brukową a Dzierżoniewską			Odcinek pomiędzy Dzierżoniewską a Młocinami		
		Odległość [km]	Średni czas [mm:ss]	Średnia prędkość [km/h]	Odległość [km]	Średni czas [mm:ss]	Średnia prędkość [km/h]
Szczyt poranny 6.30-9.00	Młociny	2,8	14:17	11,8	2,3	04:41	29,2
	Łomianki	2,9	05:24	31,8	2,4	05:50	27,0
Szczyt popołudniowy 15.30-18.00	Młociny	2,8	09:38	17,4	2,3	04:49	31,1
	Łomianki	2,9	05: 49	29,5	2,4	05:56	24,3



Rys. 4.31. Porównanie średnich prędkości autobusów linii 150 i 750, na poszczególnych odcinkach i w poszczególnych okresach pomiarowych (km/h).

4.3.2 Straty czasu autobusów, w stosunku do ruchu swobodnego (dla linii 150 i 750)

W celu oszacowania strat czasu, jakie ponoszą autobusy linii 150 i 750, na odcinku pomiędzy ul. Brukową w Łomiankach a węzłem przesiadkowym Młociny porównano średnie czasy jazdy, jakie uzyskano z pomiarów do czasu jazdy jaki uzyskuje autobus w warunkach ruchu swobodnego.

Czas jazdy oraz prędkość w warunkach ruchu swobodnego oszacowano na podstawie porannych, niedzielnych rozkładów jazdy. Oszacowano, że średnia prędkość komunikacyjna autobusu w warunkach ruchu swobodnego wynosi ok. 30km/h.

Przyjmując powyższe założenia, średnie straty czasu jakie ponosi pojedynczy autobus, na odcinku pomiędzy ul. Brukową a węzłem przesiadkowym Młociny są na poziomie:

- 528 sekund, tj. 8 minut i 48 sekund w okresie szczytu porannego (6:30 – 9:00), w kierunku do Warszawy,
- 257 sekund, tj. 4 minuty i 17 sekund w okresie szczytu popołudniowego (15.30 – 18.00), w kierunku do Warszawy,
- 73 sekundy w okresie szczytu popołudniowego (15.30 – 18.00), w kierunku do Łomianek.

W okresie szczytu porannego, w kierunku do Łomianek autobusy mają bardzo dobre warunki ruchu i nie ponoszą strat czasu.

Uwzględniając pomierzone natężenia autobusów ZTM linii 150 i 750 (na granicy miasta – w przekroju pomiarowym nr 1), straty czasu są na poziomie:

- 3,5 godzin w okresie 6:30 – 9:00, w kierunku do Warszawy,
- 1,6 godziny w okresie 15.30 – 18.00, w kierunku do Warszawy,
- 26,8 minut w okresie 15.30 – 18.00, w kierunku do Łomianek.

Natomiast biorąc pod uwagę potok pasażerski, odnotowany na granicy miasta (w przekroju pomiarowym nr 1), straty czasu pasażerów są na poziomie:

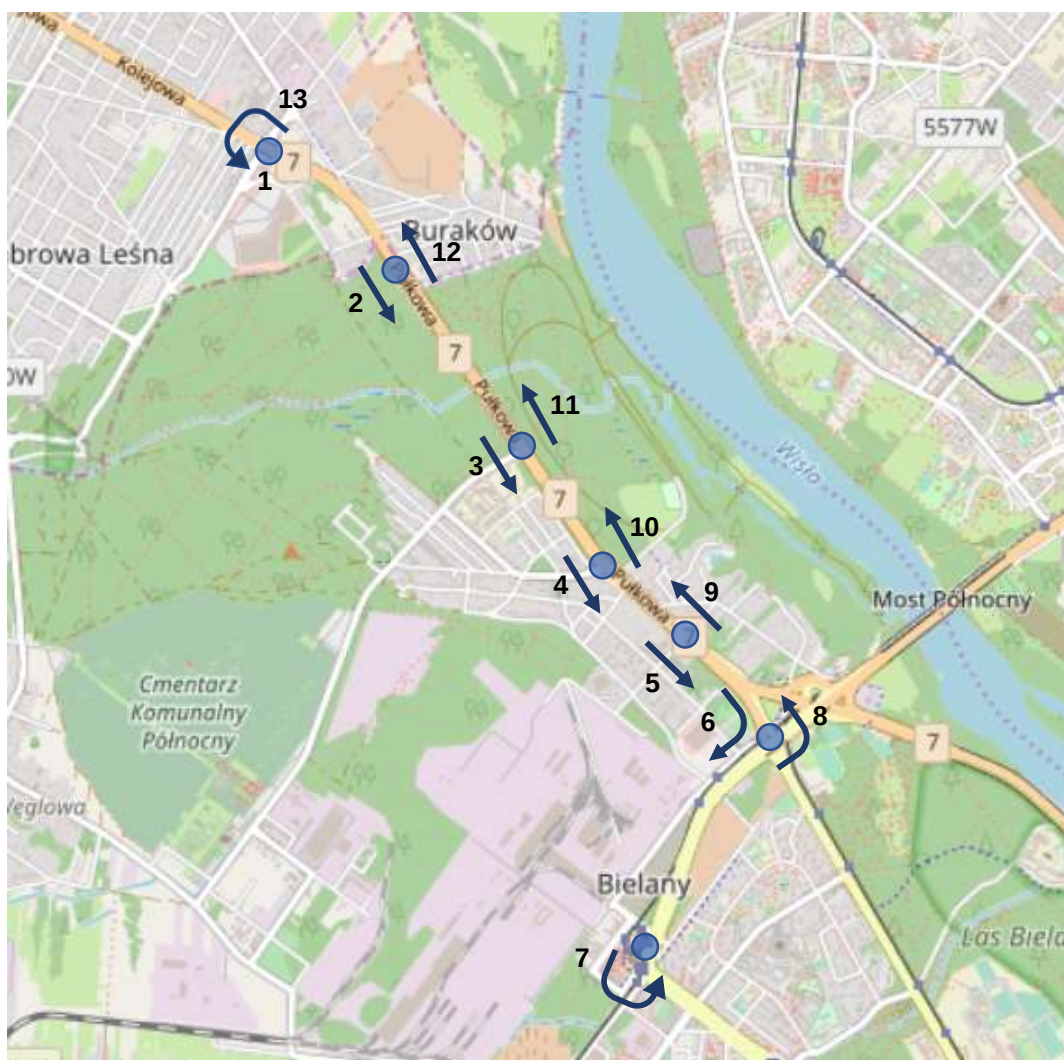
- 177,6 pasażero-godzin w okresie 6:30 – 9:00, w kierunku do Warszawy,
- 37,1 pasażero-godzin w okresie 15.30 – 18.00, w kierunku do Warszawy,
- 24,3 pasażero-godzin w okresie 15.30 – 18.00, w kierunku do Łomianek.

4.3.3 Średni czas przejazdu samochodami

Pomiar średniego czasu przejazdu samochodami przeprowadzono dnia 13 czerwca 2018 r., w godz. 7.30 – 9.00 oraz 15.30-18.00. Pomiar wykonywano metodą „car following”, na odcinku od węzła "Brukowa" do węzła przesiadkowego Młociny w obu kierunkach. Wyznaczono również 5 punktów pośrednich (punkty 2-6 oraz 8-12):

- punkty nr 1, 13 – węzeł Brukowa, przy skrzyżowaniu ul. Kolejowej z ul. Brukową,
- punkty nr 2, 12 – w rejonie skrzyżowania drogi serwisowej ul. Warszawskiej z ul. Józefa Przyłuskiego,
- punkty nr 3, 11 – na skrzyżowaniu ul. Pułkowej z ul. Wóycickiego,
- punkty nr 4, 10 – na skrzyżowaniu ul. Pułkowej z ul. Dzierżoniowską,
- punkty nr 5, 9 – na skrzyżowaniu ul. Pułkowej z ul. Muzealną i Heroldów,
- punkty nr 6, 8 – na skrzyżowaniu ul. Pułkowej z Trasą Mostu Północnego,
- punkt nr 7 – zawrotka na skrzyżowaniu ul. Zgrupowania AK „Kampinos” z ul. 30 Pułku Strzelców Kaniowskich,

przy czym w przypadku pomiarów na skrzyżowaniu, pomiaru dokonywano po przejechaniu tego skrzyżowania.

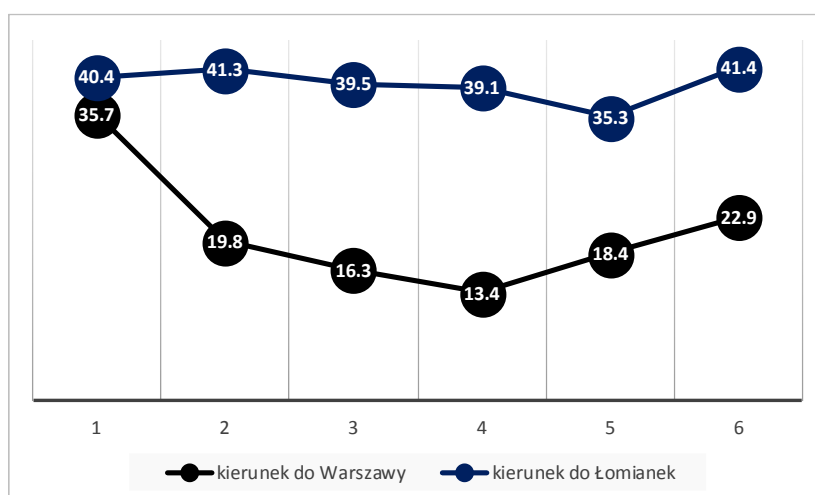


Rys. 4.32. Lokalizacja punktów pomiarowych przy pomiarze napętnienia w komunikacji indywidualnej
[źródło tła: © autorzy OpenStreetMap]

Wyniki pomiarów czasu przejazdu, z wyszczególnieniem czasu każdego z sześciu przejazdów oraz średnim czasem przejazdu, przedstawiono w tabeli poniżej.

Tabl. 4.10 Czas przejazdu na odcinku od węzła Brukowa do węzła przesiadkowego Młociny, dla poszczególnych przejazdów wraz ze średnim czasem przejazdu w szczycie porannym.

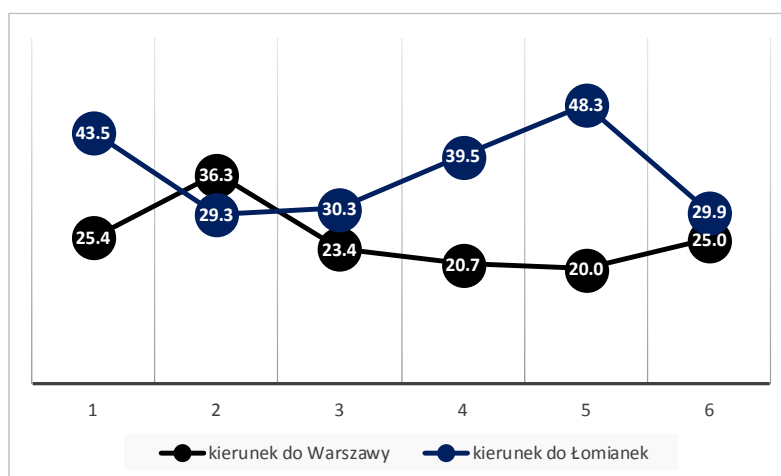
SZCZYT PORANNY							
Przejazd	1	2	3	4	5	6	Średni czas przejazdu
Czas przejazdu w kierunku do Warszawy	00:08:50	00:15:30	00:18:20	00:22:00	00:16:40	00:13:55	00:15:53
Czas przejazdu w kierunku do Łomianek	00:07:35	00:07:25	00:07:45	00:07:50	00:08:40	00:07:23	00:07:46



Rys. 4.33. Prędkości samochodów w kolejnych przejazdach na odcinku: węzeł Brukowa – Młociny, w okresie szczytu porannego (6.30-9.00) (km/h).

Tabl. 4.11 Czas przejazdu na odcinku od węzła Brukowa do węzła przesiadkowego Młociny, dla poszczególnych przejazdów wraz ze średnim czasem przejazdu w szczycie popołudniowym.

SZCZYT POPOŁUDNIOWY							
Przejazd	1	2	3	4	5	6	Średni czas przejazdu
Czas przejazdu w kierunku do Warszawy	00:12:58	00:08:44	00:13:50	00:14:50	00:15:10	00:12:30	00:13:00
Czas przejazdu w kierunku do Łomianek	00:07:02	00:10:26	00:10:05	00:07:45	00:06:20	00:10:15	00:08:39



Rys. 4.34. Prędkości samochodów w kolejnych przejazdach na odcinku: węzeł Brukowa – Młociny, w okresie szczytu popołudniowego (15.30-18.00) (km/h).

Wyniki pomiarów wskazują, że:

- w okresie porannym (6.30-9.00):
 - w kierunku do Warszawy średnia prędkość samochodów osobowych, na odcinku od węzła „Brukowa” do Młocin jest na poziomie 19,4 km/h; warunki ruchu pogarszają się w godzinie 7.00-7.30, kiedy to prędkość spada do wartości 13,4km/h,
 - w kierunku Łomianek średnia prędkość samochodów osobowych, na odcinku od Młocin do węzła „Brukowa” jest na poziomie 39,4km/h; warunki ruchu i prędkości w całym okresie są na podobnym poziomie 35-41km/h;
- w okresie popołudniowym (15.30-18.00):
 - w kierunku do Warszawy średnia prędkość samochodów osobowych, na odcinku od węzła „Brukowa” do Młocin jest na poziomie 22,4 km/h; warunki ruchu w badanym okresie były dość zmienne, a wartości prędkości w poszczególnych przejazdach wahały się od 20km/h (17.00-17.30) do 36,3 km/h (ok. 15.45-16.00),
 - w kierunku Łomianek, na odcinku od Młocin do węzła Brukowa, średnie prędkości samochodów osobowych są na poziomie 35,4km/h; warunki ruchu i prędkości są również dość zmienne, a wartości prędkości w poszczególnych przejazdach wahały się od 29,3km/h (16.00-16.30) do 48,3 km/h (ok. 17.30-18.00).

4.4 Porównanie komunikacji zbiorowej i indywidualnej

Na podstawie wyników badań ruchu porównano komunikację autobusową ZTM oraz pojazdy indywidualne pod względem warunków ruchu i liczby przewożonych osób. W odniesieniu do prędkości porównano średnie wartości uzyskane dla całego okresu pomiarowego, z odcinka pomiędzy węzłem „Brukowa” a Młocinami. Wyniki wskazują, że warunki ruchu dla wszystkich pojazdów są znacznie gorsze w kierunku do Warszawy i dotyczy to zarówno okresu szczytu porannego jak i popołudniowego.

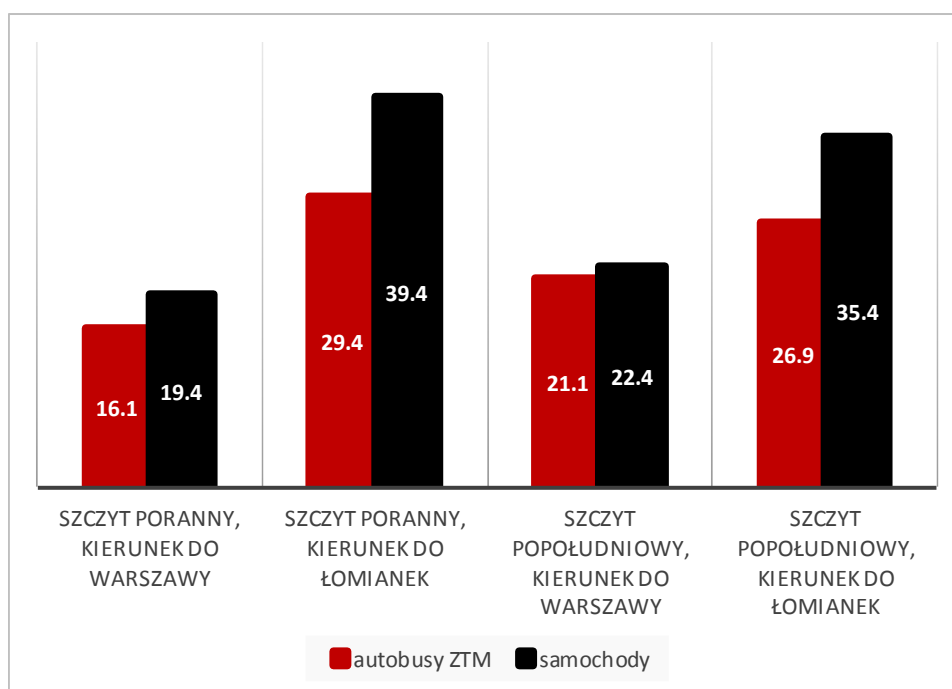
W kierunku do Warszawy średnia prędkość:

- w okresie 6:30 – 9:00 jest na poziomie: 16,1 km/h dla autobusów ZTM oraz 19,4 km/h dla pojazdów indywidualnych; średnia prędkość samochodów osobowych jest o ok. 20% wyższa niż autobusów ZTM, czego efektem jest krótszy czas podróży pomiędzy węzłem „Brukowa” a Młocinami o ok. 3 minuty,
- w okresie 15:30 – 18:00 jest na poziomie: 21,1 km/h dla autobusów ZTM oraz 22,4km/h dla pojazdów indywidualnych; średnia prędkość samochodów osobowych jest tylko o ok. 6% wyższa niż autobusów ZTM, a czas podróży pomiędzy węzłem „Brukowa” a Łomiankami jest na tym samym poziomie (średnio 30 sekund krótszy samochodami).

W kierunku do Łomianek, różnice w prędkościach są większe, przy czym należy dodać, że w obu okresach pomiarowych warunki ruchu autobusów ZTM należy uznać jako dobre. Średnia prędkość:

- w okresie 6:30 – 9:00 jest na poziomie: 29,4 km/h dla autobusów ZTM oraz 39,4 km/h dla pojazdów indywidualnych; średnia prędkość samochodów osobowych jest o ok. 34% wyższa niż autobusów ZTM, czego efektem jest krótszy czas podróży pomiędzy Młocinami a węzłem „Brukowa” o ok. 3 minuty;
- w okresie 15:30 – 18:00 jest na poziomie: 26,9 km/h dla autobusów ZTM oraz 35,4km/h dla pojazdów indywidualnych; średnia prędkość samochodów osobowych o ok. 32% wyższa niż autobusów ZTM, a czas podróży pomiędzy Młocinami a węzłem „Brukowa” jest krótszy o ok. 3 minuty

Na poniższym rysunku przedstawiono porównanie średnich prędkości autobusów ZTM i samochodów osobowych, na odcinku pomiędzy węzłem „Brukowa” a Młocinami, dla poszczególnych okresów pomiarowych i kierunków.



Rys. 4.35. Porównanie średnich prędkości autobusów ZTM (linie 150 i 750) dla całych okresów pomiarowych tj. w szczycie porannym 7.30-9.00 i w szczycie popołudniowym 15.30-18.00. Odcinek Brukowa – Młociny [km/h].

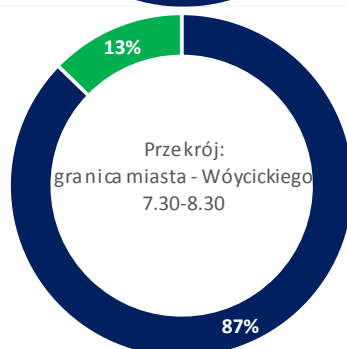
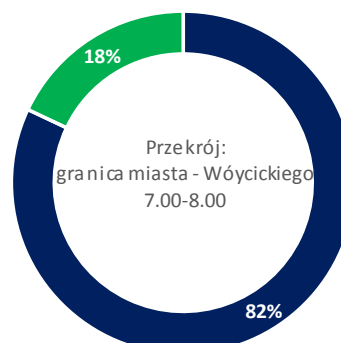
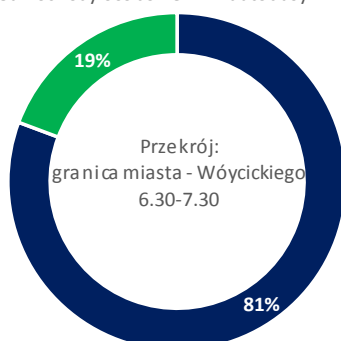
Potoki pasażerskie porównano w dwóch przekrojach pomiarowych na ul. Pułkowej: (na odcinku pomiędzy granicą miasta a ul. Wóycickiego, dwie linie autobusowe: 150 i 750) oraz po południowej stronie ul. Dzierżonowskiej (pięć linii autobusowych: 150, 750, 114, 181 i 303). W przypadku samochodów osobowych przyjęto średnie napełnienia zbadane podczas pomiarów wynoszące 1,37 osoby/samochód.

Tabl. 4.6. Porównanie liczby osób podróżujących w autobusach ZTM i samochodach osobowych, na odcinku pomiędzy granicą miasta a ul. Wóycickiego.

	Do Warszawy		Do Łomianek	
	samochody osobowe	autobusy ZTM	samochody osobowe	autobusy ZTM
6.30-7.00	1454	306	741	100
7.00-7.30	1332	360	886	159
7.30-8.00	1386	236	1252	200
8.00-8.30	1175	138	1084	92
8.30-9.00	1078	171	1084	117
15.30-16.00	936	133	1582	80
16.00-16.30	1038	81	1580	216
16.30-17.00	1233	125	1643	343
17.00-17.30	1143	126	1622	275
17.30-18.00	1107	55	1630	286

Odcinek: granica miasta – Wóycickiego (dwie linie autobusowe ZTM: 150 i 750 o łącznym natężeniu ok. 10A/h/kierunek), szczyt poranny, kierunek do Warszawy

■ Samochody osobowe ■ autobusy ZTM

**Odcinek: granica miasta – Wóycickiego (dwie linie autobusowe ZTM: 150 i 750 o łącznym natężeniu ok. 10A/h/kierunek), szczyt popołudniowy, kierunek do Łomianek**

■ Samochody osobowe ■ autobusy ZTM

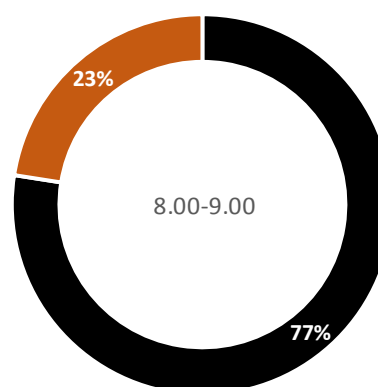
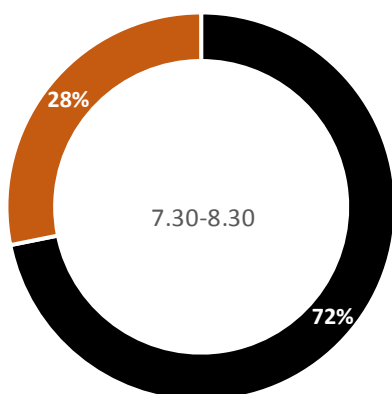
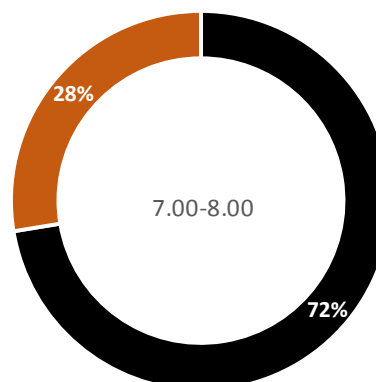
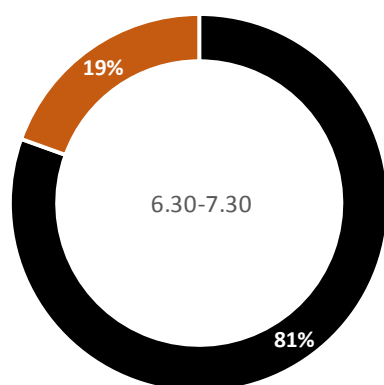


Tabl. 4.7. Porównanie liczby osób podróżujących w autobusach ZTM i samochodach osobowych, na odcinku na południe od ul. Dzierżoniowskiej.

	Do Warszawy		Do Łomianek	
	Samochody osobowe	autobusy ZTM	Samochody osobowe	autobusy ZTM
6.30-7.00	1489	422	807	119
7.00-7.30	1329	407	951	160
7.30-8.00	1340	556	1329	762
8.00-8.30	1195	332	1110	299
8.30-9.00	1066	331	1154	353
15.30-16.00	1008	137	1539	495
16.00-16.30	1219	188	1500	544
16.30-17.00	1311	331	1560	650
17.00-17.30	1245	420	1523	413
17.30-18.00	1169	286	1602	274

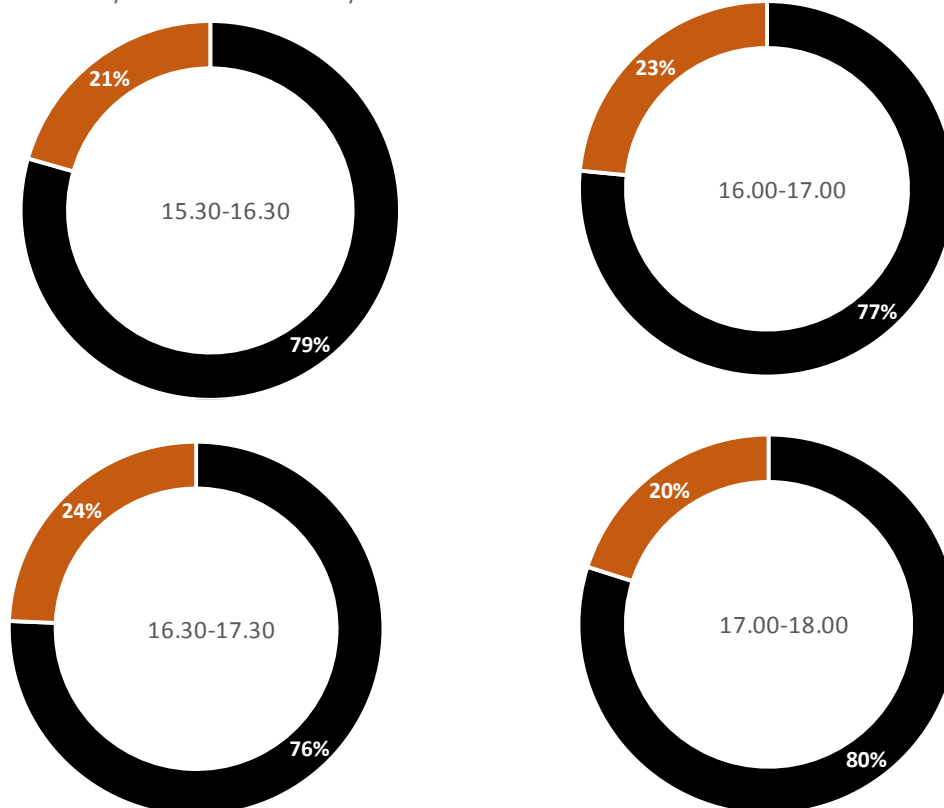
Odcinek: Dzierżoniowska-Muzealna (pięć linii autobusowych ZTM: 150, 750, 224, 181 i 3030 o łącznym natężeniu ok. 28A/h/kierunek), szczyt poranny – oba kierunki (porównanie dla całego przekroju)

■ Samochody osobowe ■ autobusy ZTM



Odcinek: Dzierżoniowska-Muzealna (pięć linii autobusowych ZTM: 150, 750, 224, 181 i 3030 o łącznym natężeniu ok. 28A/h/kierunek), szczyt popołudniowy – oba kierunki (porównanie dla całego przekroju)

■ Samochody osobowe ■ autobusy ZTM



5 KONCEPCJA PASA AUTOBUSOWEGO

Koncepcję wyznaczenia pasa autobusowego przedstawiono w czterech wariantach, w tym:

- **Wariant 1a** – pas autobusowy, tylko w kierunku Warszawy, wyznaczony jako prawy pas skrajny w ulicy Pułkowej, po poszerzeniu jej do 3 pasów ruchu na jezdni południowo-zachodniej wraz z koniecznymi służami dla autobusów.
- **Wariant 1b** – pasy autobusowe w obu kierunkach, wyznaczone jako pasy skrajne prawe w ulicy Pułkowej, po poszerzeniu jej do przekroju 2x3 wraz z koniecznymi służami dla autobusów.
- **Wariant 2a** – pas autobusowy tylko w kierunku Warszawy, wyznaczony w pasie dzielącym jezdnie ul. Pułkowej (jednokierunkowy BRT).
- **Wariant 2b** – pas autobusowy jako dwukierunkowy BRT w pasie dzielącym jezdnie ul. Pułkowej.

Poniżej przedstawiony jest opis poszczególnych wariantów oraz schematy rozwiązań w wybranych miejscach. Rysunki dla całego odcinka w skali 1:1000 przedstawione są w załączniku 3.

WARIANT 1a

pas autobusowy tylko w kierunku W-wy, wyznaczony jako pas skrajny prawy w ulicy Pułkowej

Przyjęto, że pas autobusowy zostanie wyznaczony jako prawy skrajny pas ruchu wzdłuż ul. Pułkowej poprzez poszerzenie jej przekroju do 2x3 pasy ruchu. Poszerzenie nastąpi poprzez rozbudowę jezdni z wykorzystaniem pasa terenu na zewnątrz. Propozycja rozbudowy przekroju na zewnątrz wynika z analizy uzbrojenia podziemnego i nadziemnego przebiegającego w korytarzu ul. Pułkowej (w pasie dzielącym na całym odcinku zlokalizowana jest: linia napowietrzna (oświetlenie), sieć energetyczna niskiego napięcia oraz na odcinku od ul. Dzierżoniowskiej do granicy miasta – sieć gazowa).

W odniesieniu do pojazdów dopuszczonych do poruszania się po wydzielonym pasie autobusowym, wg. wariantu 1a, przyjęto, że będą to wszystkie typy autobusów, taksówki oraz motocykle. Wyniki przeprowadzonych pomiarów wskazują, że maksymalne natężenia jakie uzyskano w przypadku tych kategorii pojazdów są na poziomie:

- inne autobusy: 25-30/godzinę/kierunek,
- taksówki: 40/godzinę/kierunek,
- motocykle: 50/godzinę/kierunek.

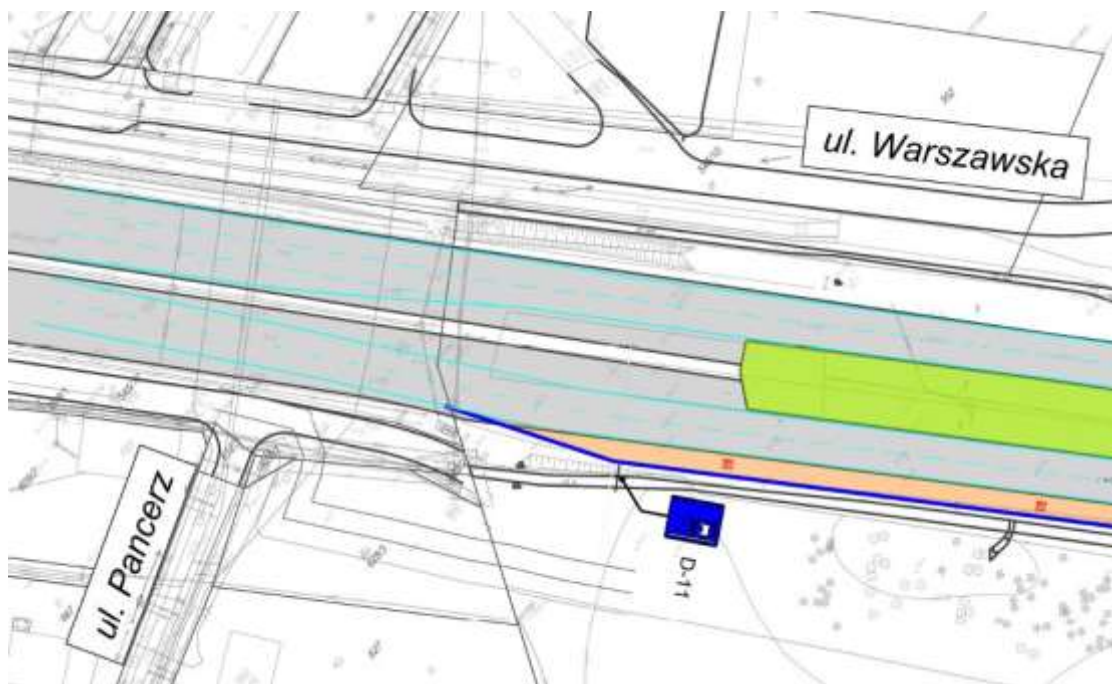
Poniżej przedstawiono koncepcję wyznaczenia pasa autobusowego wraz ze schematami proponowanych rozwiązań. Poniższa legenda odnosi się do wszystkich schematów przedstawionych w opisie.

LEGENDA:

	projektowany przebieg buspasa		D-11 projektowane znaki pionowe
	projektowana zieleń		istniejąca organizacja ruchu
	projektowana nowa nawierzchnia		projektowana organizacja ruchu
	projektowane perony		projektowana krawędź jezdni
	projektowane chodniki		

Rys. 5.1. Legenda do rysunków przedstawiających koncepcję pasa autobusowego dla wariantu 1a.

- 1) **Początek pasa autobusowego** - pas autobusowy rozpoczyna się po południowej stronie ul. Pancerz (w odległości ok. 40m) – proponuje się, aby południowo-zachodnia jezdnia poszerzona została na zewnątrz z wykorzystaniem części pobocza i pasa zieleni – zakładana szerokość pasa autobusowego to 3,5m.



Rys. 5.2. Początek pasa autobusowego – wariant 1a.

- 2) **Odcinek: początek pasa autobusowego – ul. Wóycickiego** – pas autobusowy jest kontynuowany wzdłuż prawej krawędzi jezdni. Pas wyznaczono poprzez poszerzenie południowo-zachodniej jezdni ul. Pułkowej o jeden pas ruchu „na zewnątrz” z wykorzystaniem pobocza oraz pasa zieleni. Na tym odcinku nie ma zjazdów/wjazdów w związku z tym nie będzie zakłóceń w funkcjonowaniu pasa oraz zmian w organizacji ruchu. Występuje przystanek autobusowy „Buraków”, którego lokalizację zakłada się tak jak w stanie istniejącym z zatrzymywaniem się autobusów na pasie autobusowym. Rozwiązanie wiąże się z wydłużeniem przejścia dla pieszych przez południowo-zachodnią jezdnię ul. Pułkowej, które obecnie występuje na wysokości tego przystanku autobusowego. Przejście to

wyposażone jest w sygnalizację świetlną co oznacza konieczność zmiany cyklu sygnalizacji świetlnej (w związku z wydłużeniem czasu przejścia przez przejście i czasu ewakuacji pieszego).



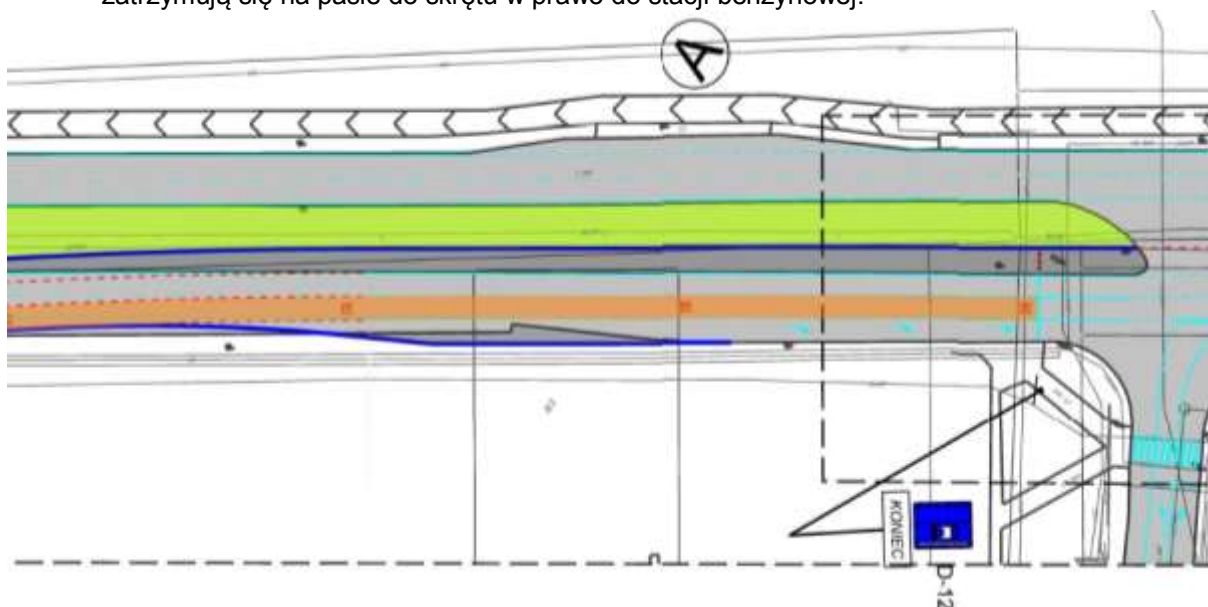
Rys. 5.3. Pas autobusowy, w rejonie przystanku „Buraków” i przejścia dla pieszych, wymagającego wydłużenia – wariant 1a.



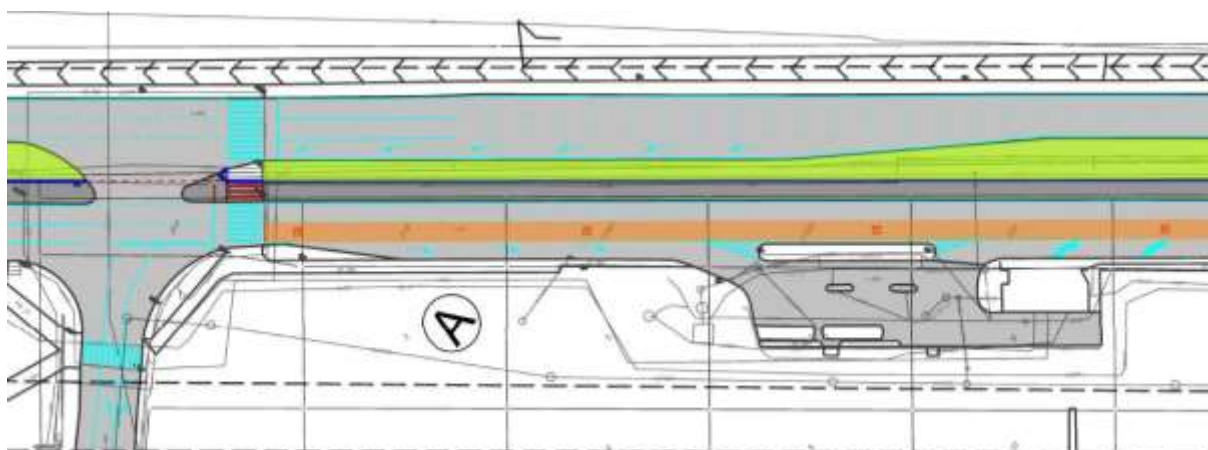
Rys. 5.4. Pas autobusowy na wysokości skrzyżowania bez sygnalizacji świetlnej z ul. Dziwożony – bez zmian w organizacji ruchu – wariant 1a.

3) Skrzyżowanie z ul. Wóycickiego. Na tym skrzyżowaniu występują dwa czynniki istotne z punktu widzenia sposobu rozwiązania przebiegu pasa autobusowego: na wlocie skrzyżowania występuje wydzielony pas do skrętu w prawo w ul. Wóycickiego, a na wylocie skrzyżowania zlokalizowany jest wydzielony pas do skrętu w prawo do stacji benzynowej oraz przystanek autobusowy „Park Młociński”. W zawiązku z powyższym proponuje się następujące rozwiązania alternatywne:

- Wariant z poszerzeniem wlotu z wykorzystaniem pasa dzielącego (rozwiązanie rekomendowane) – pas autobusowy doprowadzony do skrzyżowania z wykorzystaniem prawego pasa ruchu przeznaczonego obecnie do jazdy na wprost. Zakłada się, następującą organizację wlotu: dwa pasy ruchu do jazdy na wprost ogólnodostępne (w tym lewy wyznaczony poprzez poszerzenie wlotu ul. Pułkowej z wykorzystaniem pasa dzielącego), pas autobusowy, wydzielony pas do skrętu w lewo (w śladzie istniejącego obecnie), przy czym zakłada się jego wydłużenie. Na wylocie ze skrzyżowania zakłada się pozostawienie dwóch ogólnodostępnych pasów ruchu na wprost (pas lewy wyznaczony poprzez poszerzenie jezdni z wykorzystaniem pasa dzielącego), pasa autobusowego i pasa do skrętu w prawo na stację benzynową. Dwa pasy ruchu ogólnodostępne ponownie złączą się w śladzie obecnych pasów ruchu, na południe od stacji benzynowej, w miejscu, gdzie zakończony jest pas włączy dla wyjeżdżających ze stacji benzynowej. W rozwiązaniu tym zakłada się funkcjonowanie przystanku autobusowego „Park Młociński” tak jak w stanie istniejącym – na wylocie ze skrzyżowania – autobusy zatrzymują się na pasie do skrętu w prawo do stacji benzynowej.



Rys. 5.5. Pas autobusowy na wlocie skrzyżowania ul. Pułkowej z ul. Wóycickiego – wariant 1a, podwariant z poszerzeniem wlotu z wykorzystaniem pasa dzielącego (rozwiązanie rekomendowane).

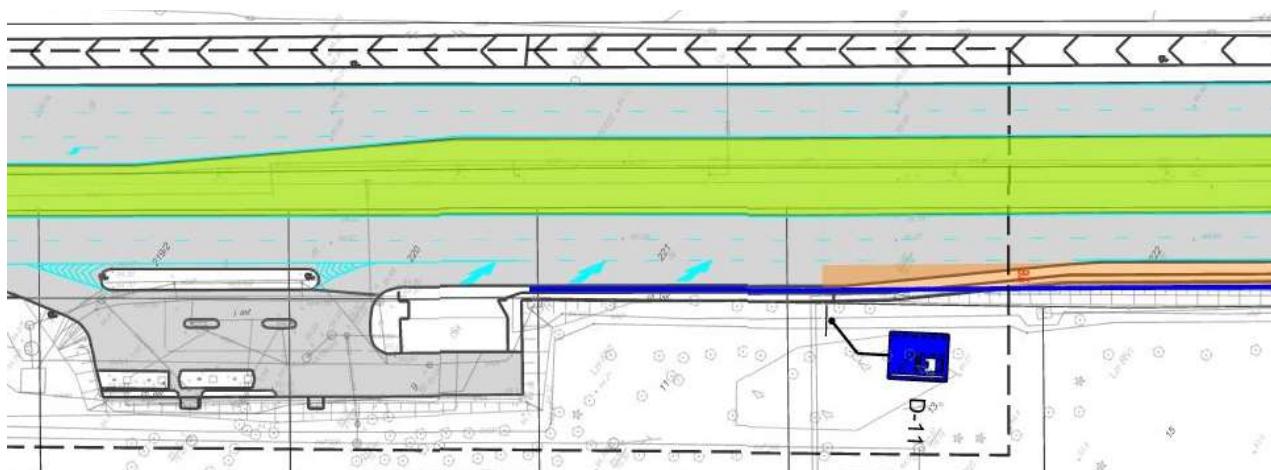


Rys. 5.6. Pas autobusowy na wylocie ze skrzyżowania ul. Pułkowej z ul. Wóycickiego – wariant 1a, podwariant z poszerzeniem wylotu z wykorzystaniem pasa dzielącego.

- Wariant z poszerzeniem wlotu „na zewnątrz” - doprowadzenie pasa autobusowego do skrzyżowania „na wprost” z wykorzystaniem powierzchni wydzielonego pasa do skrętu w lewo z jednoczesną dobudową wydzielonego pasa do skrętu w lewo w ul. Wóycickiego „na zewnątrz” jezdni – wlot na skrzyżowanie poszerzony zostanie do 4 pasów ruchu. Dodatkowo zakłada się wydłużenie wydzielonego pasa do skrętu w lewo do długości 100m. W przypadku wylotu ze skrzyżowania możliwe jest jedno z dwóch rozwiązań:
 - pozostawienie stacji benzynowej i wydzielonego pasa do skrętu w prawo do niej oraz pasa włączeń dla wyjeżdżających ze stacji, z korektą krawędzi jezdni w południowo-zachodnim narożniku skrzyżowania – w celu kontynuacji jazdy autobusów z pasa autobusowego (który jest na wlocie skrzyżowania) – w rozwiązaniu tym ciągłość pasa autobusowego zostanie przerwana na długości stacji benzynowej i pasów służących do wjazdu i wyjazdu z niej; autobus tak jak w stanie istniejącym zatrzymywać się będzie na przystanku autobusowym „Park Młociński”, zlokalizowanym na wylocie ze skrzyżowania (na pasie do skrętu w prawo do stacji benzynowej);

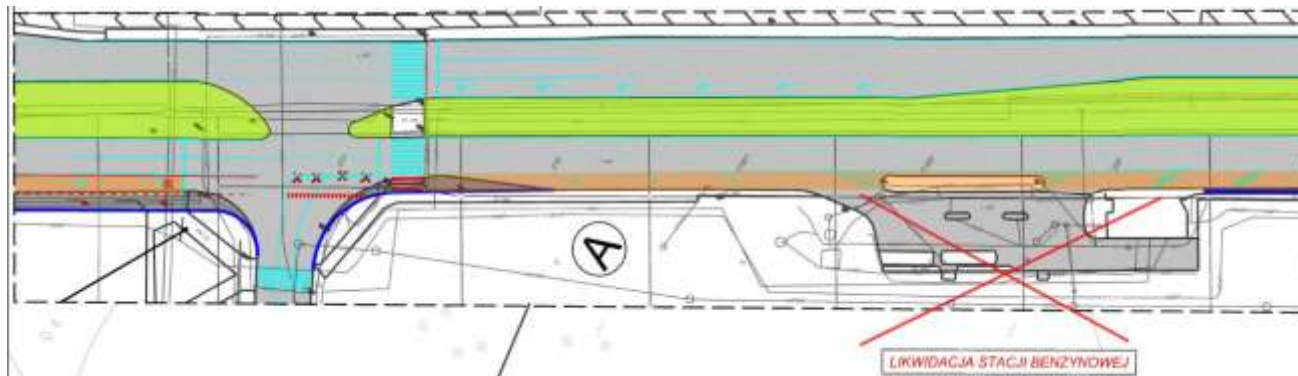


Rys. 5.7. Pas autobusowy na skrzyżowaniu ul. Pułkowej z ul. Wóycickiego – wariant 1a, podwariant z poszerzeniem przekroju wlotu „na zewnątrz” oraz przerwaniem ciągłości pasa autobusowego, na wylocie ze skrzyżowania i pozostawieniem stacji benzynowej.



Rys. 5.8. Pas autobusowy na wylocie ze skrzyżowania ul. Pułkowej z ul. Wóycickiego – wariant 1a, podwariant z poszerzeniem przekroju wlotu „na zewnątrz” oraz przerwaniem ciągłości pasa autobusowego, na wylocie ze skrzyżowania i pozostawieniem stacji benzynowej. Miejsce, gdzie następuje kontynuacja pasa autobusowego – na południe od stacji benzynowej.

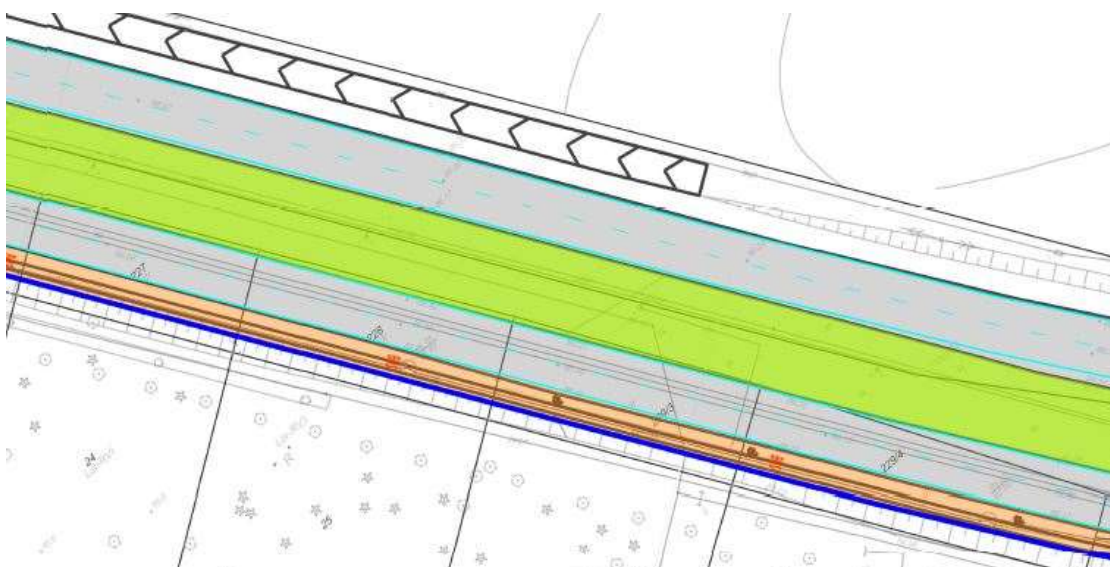
- kontynuacja pasa autobusowego wzdłuż prawej krawędzi na wylocie ze skrzyżowania – co wiąże się z likwidacją stacji benzynowej oraz korektą krawędzi jezdni w południowo-zachodnim narożniku skrzyżowania; zakłada się funkcjonowanie przystanku autobusowego „Park Młociński” tak jak w stanie istniejącym – na wylocie ze skrzyżowania i z autobusami zatrzymującymi się na pasie autobusowym.



Rys. 5.9. Pas autobusowy na skrzyżowaniu ul. Pułkowej z ul. Wóycickiego – wariant 1a, podwariant z poszerzeniem przekroju wlotu „na zewnątrz” oraz likwidacją stacji benzynowej i pozostawieniem ciągłości pasa autobusowego na wylocie ze skrzyżowania.

Dla wszystkich opisanych powyżej rozwiązań alternatywnych konieczna będzie korekta programu sygnalizacji świetlnej, ze względu na poszerzenie północnego wlotu ul. Pułkowej. Program sygnalizacji świetlnej powinien także uwzględniać priorytet dla autobusów.

- 4) **Odcinek: Wóycickiego – Dzierżoniowska.** Niezależnie od zaproponowanego przeprowadzenia pasa autobusowego przez skrzyżowanie ul. Pułkowej z ul. Wóycickiego (opisanego powyżej), na odcinku na południe od stacji benzynowej zakłada się kontynuację przekroju jezdni z trzema pasami ruchu – tj. dwoma pasami ruchu dla ruchu ogólnodostępnego tak jak w stanie istniejącym oraz trzecim dobudowanym pasie przeznaczonym dla autobusów. Poszerzenie przekroju zakłada się „na zewnątrz” z wykorzystaniem pasa zieleni. Na tym odcinku nie ma zjazdów/wjazdów w związku z tym nie będzie zakłóceń w funkcjonowaniu pasa oraz dodatkowych zmian w organizacji ruchu.

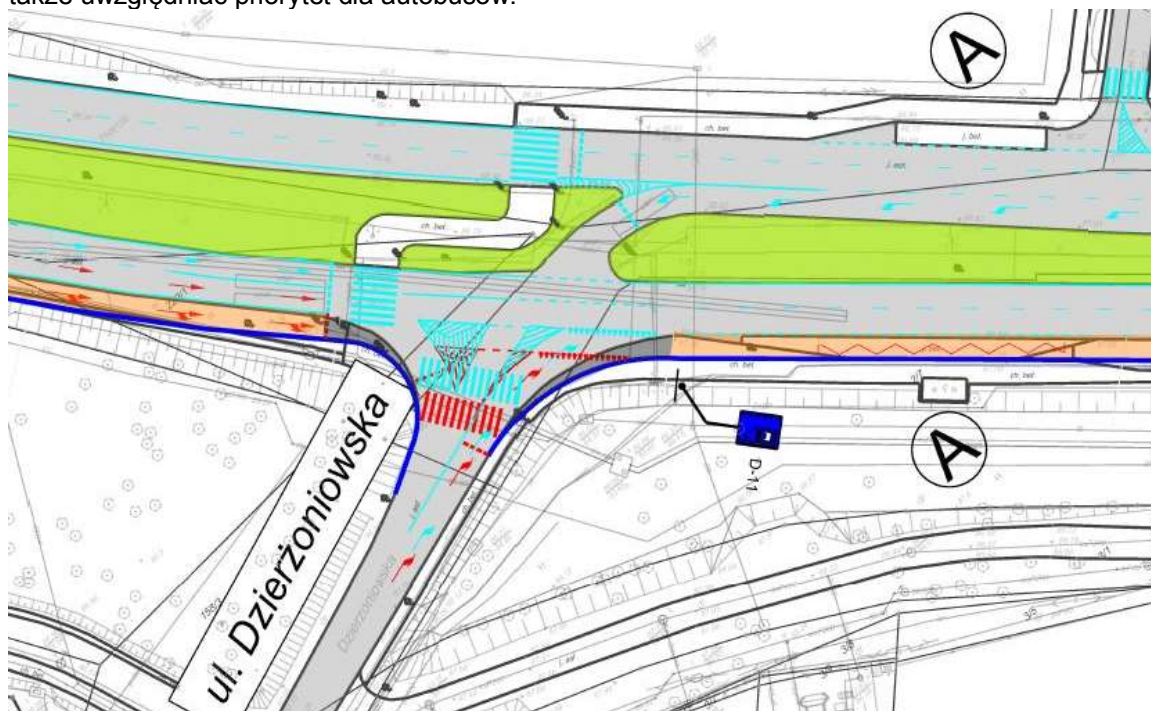


Rys. 5.10. Pas autobusowy na odcinku pomiędzy ul. Wóycickiego a Dzierżoniowską – wariant 1a.

- 5) **Skrzyżowanie z ul. Dzierżoniowską.** Na tym skrzyżowaniu zakłada się poszerzenie północnego wlotu ul. Pułkowej oraz zorganizowanie wlotu w następujący sposób: dwa pasy ruchu do jazdy na wprost oraz pas autobusowy wspólny z pasem dla skręcających w prawo. Wyniki pomiarów wskazały

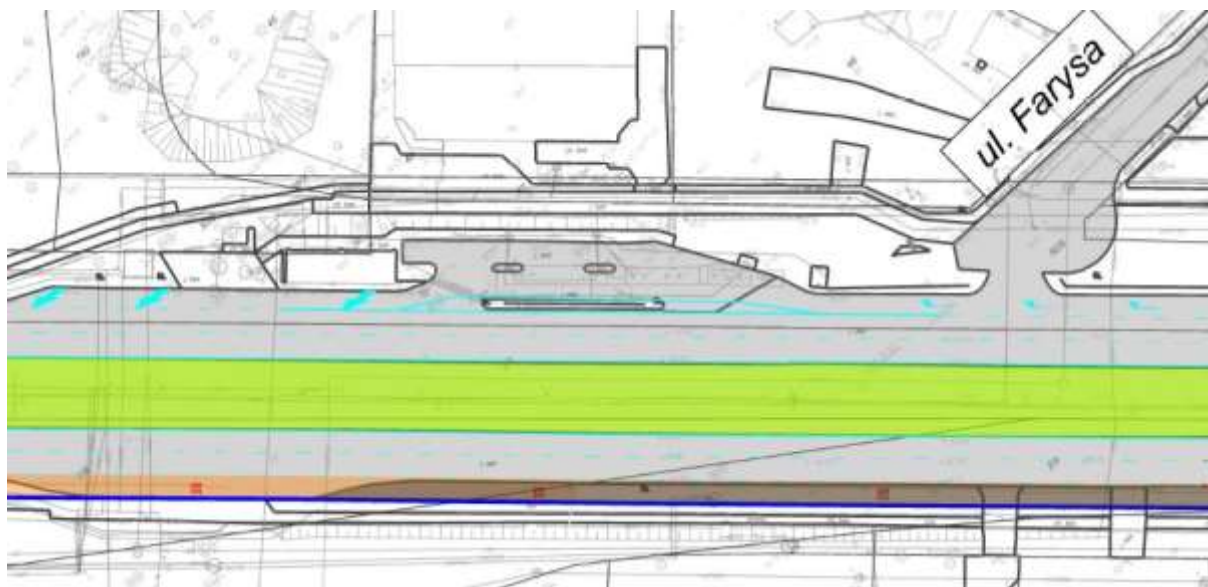
na niewielkie natężenia pojazdów skręcających w prawo z północnego wlotu ul. Dzierżoniewskiej (na poziomie do 20 pojazdów/godzinę w godzinach szczytów komunikacyjnych), w związku z tym nie będą one wywoływać zakłóceń w funkcjonowaniu pasa. W odniesieniu do wylotu ze skrzyżowania pas autobusowy będzie kontynuowany na wprost poprzez poszerzenie przekroju ul. Pułkowej w kierunku południowo-zachodnim (z wykorzystaniem zatoki autobusowej i następnie pasa zieleni). Zakłada się, że pojazdy skręcające w prawo z ul. Dzierżoniewskiej w ul. Pułkową kierowane będą na środkowy i lewy pas ruchu (za pomocą oznakowania poziomego). Na wylocie ul. Pułkowej zakłada się funkcjonowanie przystanku autobusowego „Dzierżoniewska” z zatrzymywaniem autobusów na pasie autobusowym.

Na tym skrzyżowaniu konieczna będzie korekta programu sygnalizacji świetlnej, ze względu na poszerzenie ul. Pułkowej oraz zmian w organizacji ruchu. Program sygnalizacji świetlnej powinien także uwzględniać priorytet dla autobusów.



Rys. 5.11. Pas autobusowy na skrzyżowaniu ul. Pułkowej z ul. Dzierżoniewską – wariant 1a.

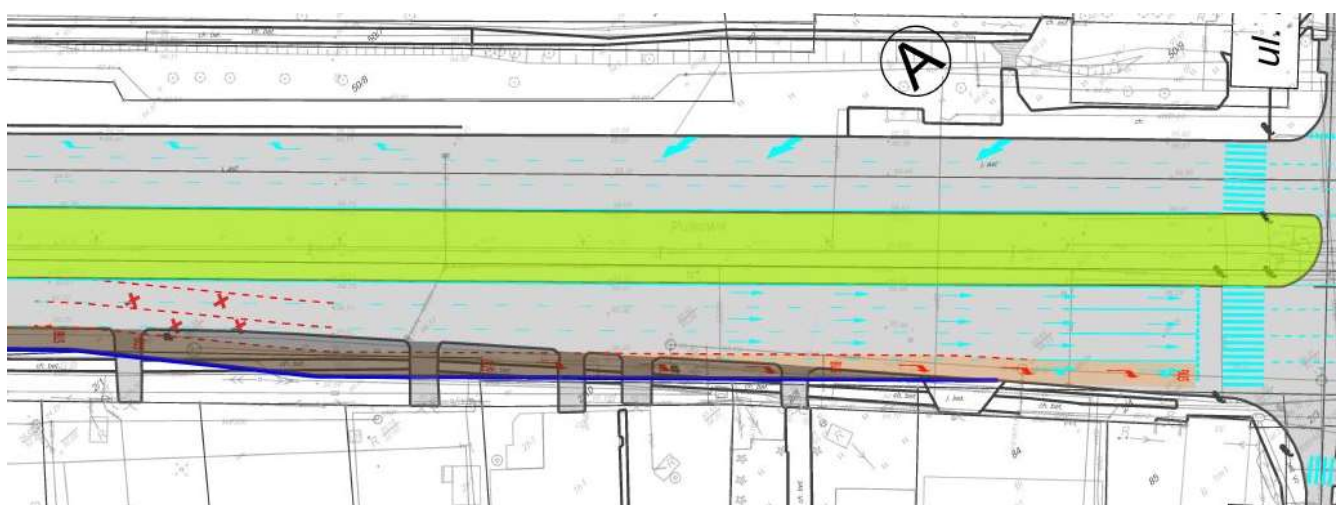
- 6) Odcinek: Dzierżoniewska – Muzealna.** Pas autobusowy kontynuowany wzdłuż prawej krawędzi jezdni ul. Pułkowej poprzez poszerzenie jej do trzech pasów ruchu (w kierunku „na zewnątrz”), z wykorzystaniem pasa zieleni. Na tym odcinku nie występują wjazdy/zjazdy w związku z tym nie przewiduje się zakłóceń w funkcjonowaniu pasa autobusowego i dodatkowych zmian w organizacji ruchu.



Rys. 5.12. Pas autobusowy na odcinku pomiędzy ul. Dzierżonowską a Muzealną – wariant 1a.

- 7) **Skrzyżowanie z ul. Muzealną – koniec pasa autobusowego.** Zakłada się doprowadzenie pasa autobusowego do skrzyżowania ul. Pułkowej z ul. Muzealną/Heroldów. Obecnie na tym skrzyżowaniu północno-zachodni wlot ul. Pułkowej poszerza się z dwóch do czterech pasów ruchu. Zakłada się, że liczba pasów ruchu na wlocie pozostanie bez zmian, z następującą organizacją wlotu: 3 pasy dla ruchu ogólnodostępnego (do jazdy na wprost) i 1 pas ruchu (prawy) przeznaczony dla autobusów jadących na wprost i pojazdów skręcających w prawo. Wymaga to korekty oznakowania poziomego na odcinku poprzedzającym wlot, w sposób następujący: kontynuacja dwóch pasów ruchu na wprost z odcinka pomiędzy skrzyżowaniami Dzierżonowska-Muzealna oraz wydzielenie trzeciego pasa na wlocie wzdłuż lewej krawędzi.

Ponadto rekomenduje się zastosowanie priorytetu w sygnalizacji świetlnej dla autobusów poprzez inteligentne sterowanie sygnalizacją świetlną. Wymaga to zastosowania sterowania pasami ruchu i detekcji autobusów. W sytuacji, gdy autobus pojawi się na skrzyżowaniu, powinien dostawać wcześniej sygnał zielony w stosunku do pozostałych pasów ruchu. W wyniku tego autobusy będą mogły zająć odpowiedni pas ruchu przed węzłem ul. Pułkowej z ulicami: Marymoncka, Wybrzeże Gdyńskie, al. Gem. M. Wittek.



Rys. 5.13. Pas autobusowy na wlocie na skrzyżowania z ulicami: Heroldów i Muzealną oraz proponowane zmiany w organizacji ruchu na skrzyżowaniu – wariant 1a.

WARIANT 1b

paszy autobusowe w obu kierunkach – wyznaczone jako prawe skrajne pasy ulicy Pułkowej, po poszerzeniu jezdni do 3 pasów ruchu

W odniesieniu **do pasa autobusowego z Łomianek do Warszawy** zaproponowane rozwiązania są takie same jak w wariantcie 1a (opis powyżej).

W kierunku z Warszawy do Łomianek przyjęto, że pas autobusowy wyznaczony zostanie jako skrajny prawy pas ruchu wzdłuż północno-wschodniej jezdni ul. Pułkowej, poprzez poszerzenie jej do 3 pasów ruchu lub wykorzystanie istniejącego skrajnego prawego pasa ruchu (na odcinkach, gdzie występują trzy pasy ruchu). Poszerzenie zasadniczo nastąpi poprzez rozbudowę jezdni z wykorzystaniem pasa terenu na zewnątrz lub pasa dzielącego (w zależności od odcinka). Zakładana szerokość pasa autobusowego to 3,5m.

W odniesieniu do pojazdów dopuszczonych do poruszania się po wydzielonych pasach autobusowych, wg. wariantu 1b, przyjęto, że będą to wszystkie typy autobusów, taksówki oraz motocykle. Wyniki przeprowadzonych pomiarów wskazują, że maksymalne natężenia jakie uzyskano w przypadku tych kategorii pojazdów są na poziomie:

- inne autobusy: 25-30/godzinę/kierunek,
- taksówki: 40/godzinę/kierunek,
- motocykle: 50/godzinę/kierunek.

Poniżej przedstawiono koncepcję rozwiązania wraz ze schematami proponowanych rozwiązań. Poniższa legenda odnosi się do wszystkich schematów przedstawionych dla rozwiązań wg. wariantu 1b.

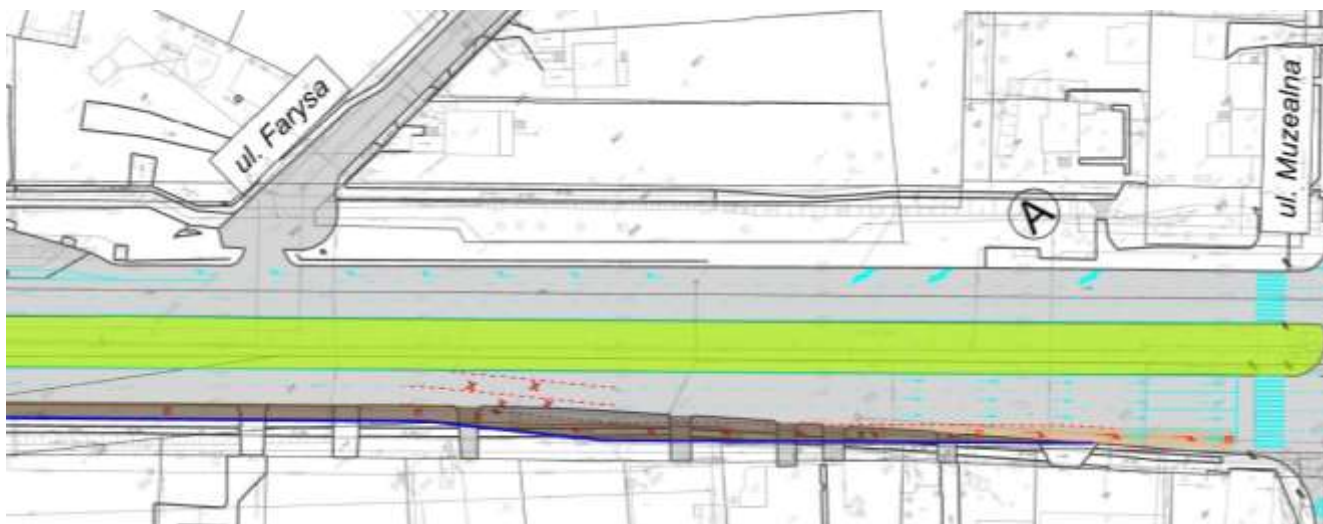
LEGENDA:

	projektowany przebieg buspasa		D-11 projektowane znaki pionowe
	projektowana zieleń		istniejąca organizacja ruchu
	projektowana nowa nawierzchnia		projektowana organizacja ruchu
	projektowane perony		projektowana krawędź jezdni
	projektowane chodniki		

Rys. 5.14. Legenda do rysunków przedstawiających koncepcję pasa autobusowego dla wariantu 1b.

1) Początek pasa autobusowego – odcinek pomiędzy ul. Muzealną a Papirusów – rozpoczęcie pasa autobusowego uwarunkowane jest istniejącymi zjazdami i wjazdami, na odcinku pomiędzy ul. Muzealną a Papirusów, których obsługa odbywa się poprzez skrajny prawy pas ruchu (na tym odcinku północno-wschodnia jezdni ul. Pułkowej posiada trzy pasy ruchu). Rozpoczęcie pasa autobusowego zakłada się wg. jednego z dwóch wariantów:

- Wariant bez poszerzania ul. Pułkowej. Rozpoczęcie pasa autobusowego na północ od wyjazdu ze stacji benzynowej (w odległości ok. 400 m od skrzyżowania z ul. Muzealną). Rozwiązanie wynika, z faktu, że prawy pas na odcinku pomiędzy ul. Muzealną, a ul. Papirusów jest wykorzystywany do wjazdów i wyjazdów zlokalizowanych na tym odcinku: początkowo pas włączeń, następnie pas do skrętu w prawo w ul. Farysa, wjazd i wyjazd ze stacji benzynowej. W tym wariantcie pas autobusowy rozpoczyna się na północ od wyjazdu ze stacji benzynowej i jest wyznaczony z wykorzystaniem skrajnego prawego pasa ruchu ul. Pułkowej. Niezbędna będzie korekta krawędzi jezdni, w celu zapewnienia odpowiedniej szerokości pasa autobusowego. Zakłada się dopuszczenie na pas autobusowy pojazdów skręcających w prawo w ul. Papirusów.

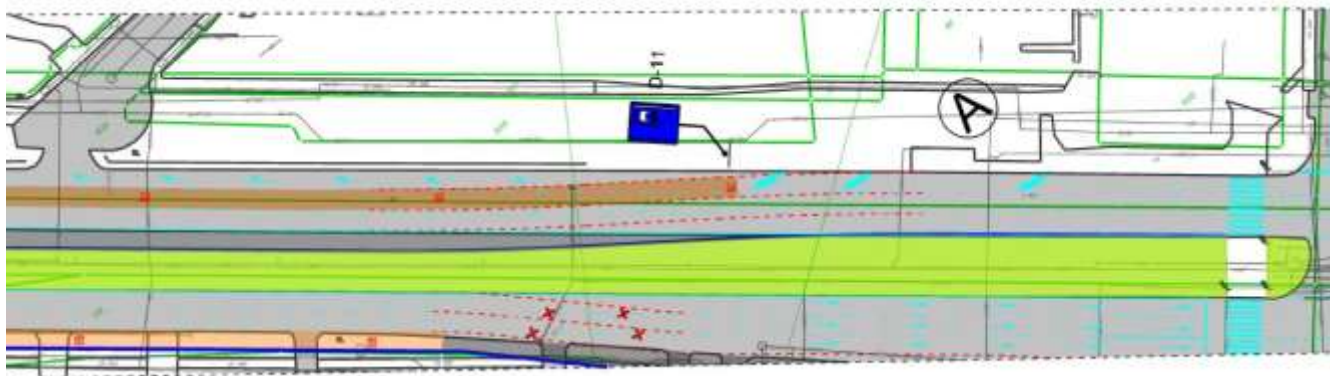


Rys. 5.15. Odcinek pomiędzy ul. Muzealną a początkiem pasa autobusowego (na północ od wyjazdu ze stacji benzynowej) – wariant 1b, podwariant bez poszerzania ul. Pułkowej.

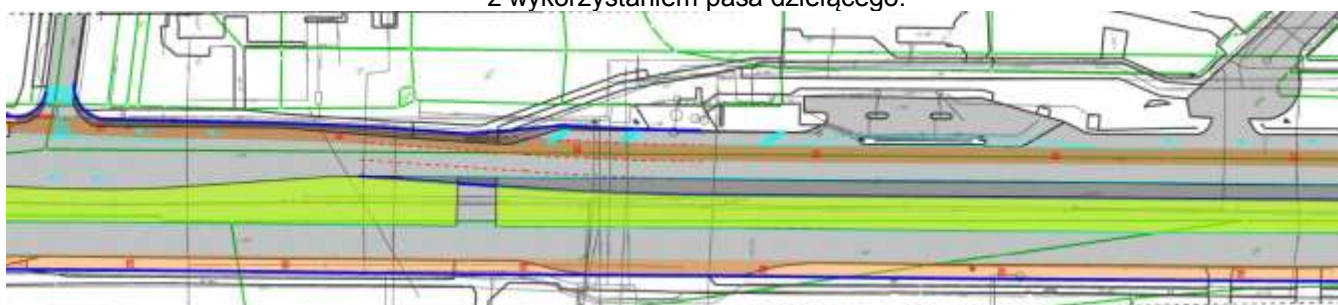


Rys. 5.16. Miejsce rozpoczęcia pasa autobusowego (na północ od wyjazdu ze stacji benzynowej) – wariant 1b, podwariant bez poszerzania ul. Pułkowej.

- Wariant z poszerzeniem ul. Pułkowej – w tym wariantcie zakłada się rozpoczęcie pasa autobusowego na wylocie ze skrzyżowania z ul. Muzealną, w miejscu, gdzie kończy się pas włączyć. Zakłada się poszerzenie ul. Pułkowej do czterech pasów ruchu z wykorzystaniem pasa dzielącego, w tym: prawy pas ruchu tak jak w stanie istniejącym służy do obsługi wjazdów i wyjazdów zlokalizowanych na tym odcinku, drugi pas od strony prawej jest pasem autobusowym, a dwa pozostałe dla ruchu ogólnodostępnego. Podcięcie pasa dzielącego i wykorzystanie go jako pas ruchu wymaga wygięcia torów jazdy pasów ul. Pułkowej. Na odcinku na północ od wyjazdu ze stacji benzynowej pas autobusowy wyznaczony byłby jako skrajny prawy pas ruchu z wykorzystaniem istniejącego pasa ruchu do skrętu w prawo w ul. Papirusów oraz przebudową krawędzi jezdni (w celu zapewnienia odpowiedniej jego szerokości).

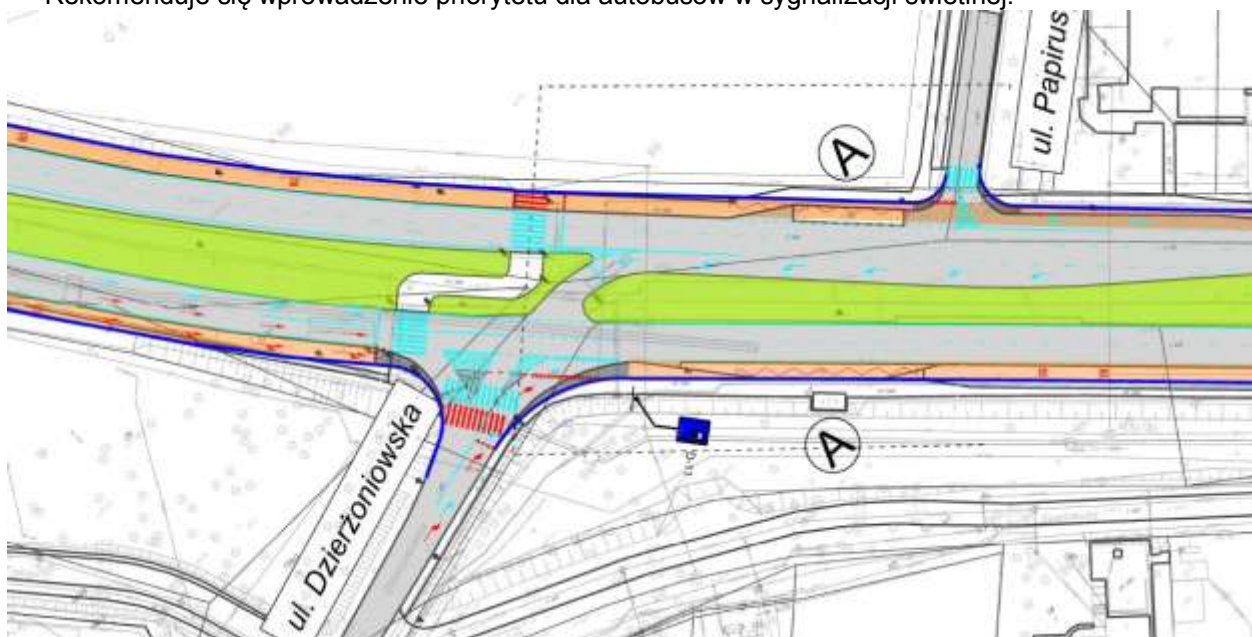


Rys. 5.17. Miejsce rozpoczęcia pasa autobusowego (na wylocie ze skrzyżowania z ul. Muzealną, w miejscu, gdzie kończy się pas włączeń) – wariant 1b, podwariant z poszerzaniem ul. Pułkowej z wykorzystaniem pasa dzielącego.



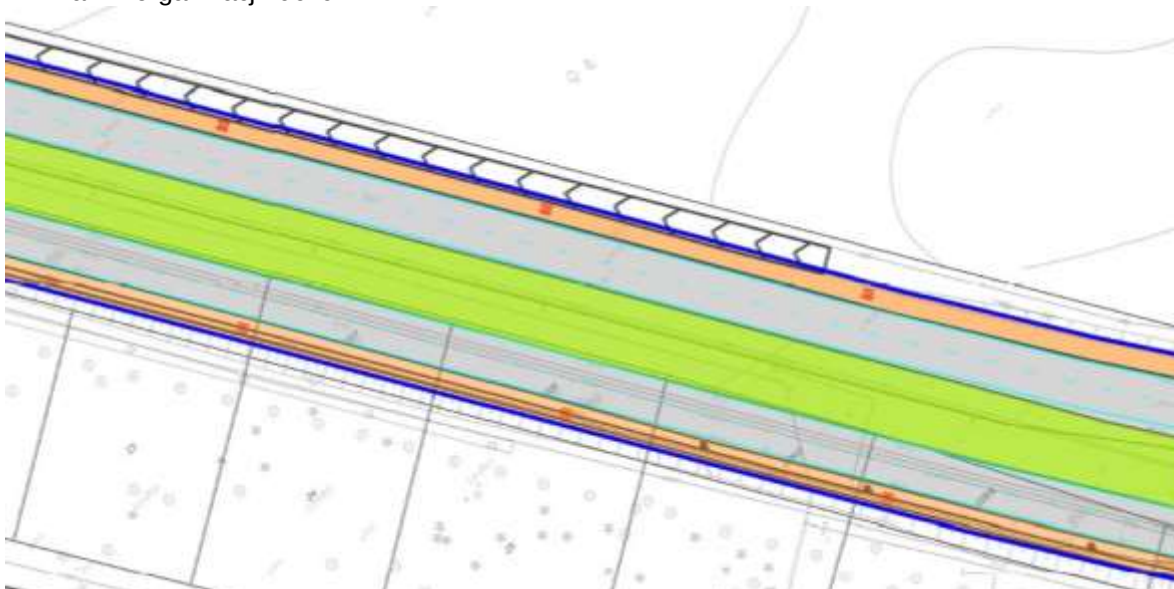
Rys. 5.18. Pas autobusowy na odcinku pomiędzy ul. Farysa a Papirusz – wariant 1b, podwariant z poszerzaniem ul. Pułkowej z wykorzystaniem pasa dzielącego.

2) Skrzyżowanie z ul. Dzierżoniowską. Zakłada się przeprowadzenie pasa autobusowego przez skrzyżowanie jako prawego skrajnego pasa ruchu poprzez poszerzenie jezdni w kierunku północno-wschodnim (na północ od ul. Papirusz) z wykorzystaniem pasa zieleni (poszerzenie wlotu do 4 pasów ruchu). W odniesieniu do pozostałych pasów ruchu na wlocie zakłada się organizację ruchu bez zmian tj. dwa pasy dla ruchu ogólnego na wprost i jeden wydzielony dla skrętu w lewo w ul. Dzierżoniowską. Na wlocie skrzyżowania zakłada się funkcjonowanie przystanku autobusowego „Dzierżoniowska” - autobusy zatrzymują się na pasie autobusowym. Wyznaczenie pasów autobusowych wiąże się z korektą programu sygnalizacji świetlnej na tym skrzyżowaniu. Rekomenduje się wprowadzenie priorytetu dla autobusów w sygnalizacji świetlnej.



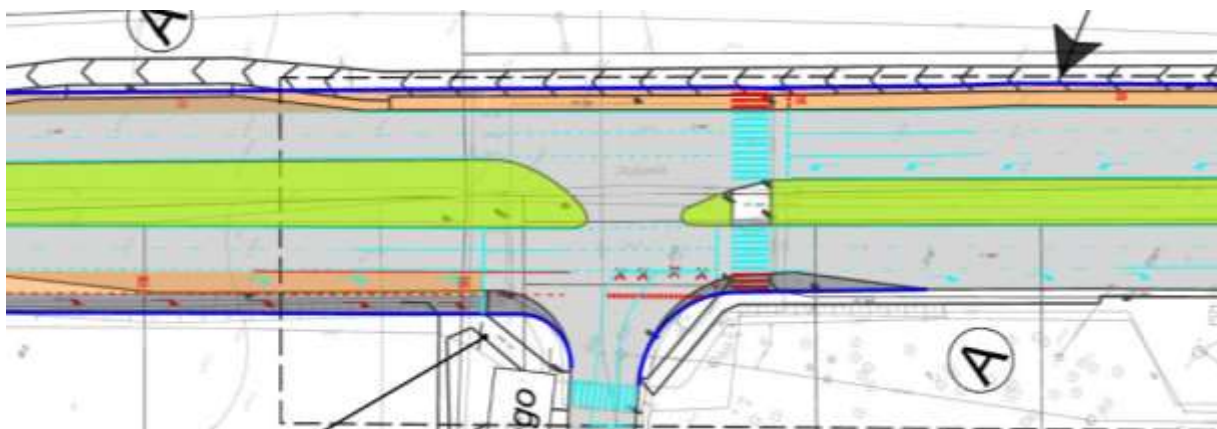
Rys. 5.19. Pas autobusowy w rejonie skrzyżowania ul. Pułkowej z ul. Dzierżoniowską – wariant 1b.

- 3) Odcinek Dzierżonowska – Wóycickiego.** – na tym odcinku pas autobusowy w kierunku Łomianek jest kontynuowany wzdłuż prawej krawędzi jezdni, poprzez poszerzenie północno-wschodniej jezdni ul. Pułkowej o jeden pas ruchu „na zewnątrz” z wykorzystaniem pobocza oraz pasa zieleni. Na tym odcinku nie ma zjazdów/wjazdów w związku z tym nie będzie zakłóceń w funkcjonowaniu pasa oraz zmian w organizacji ruchu.

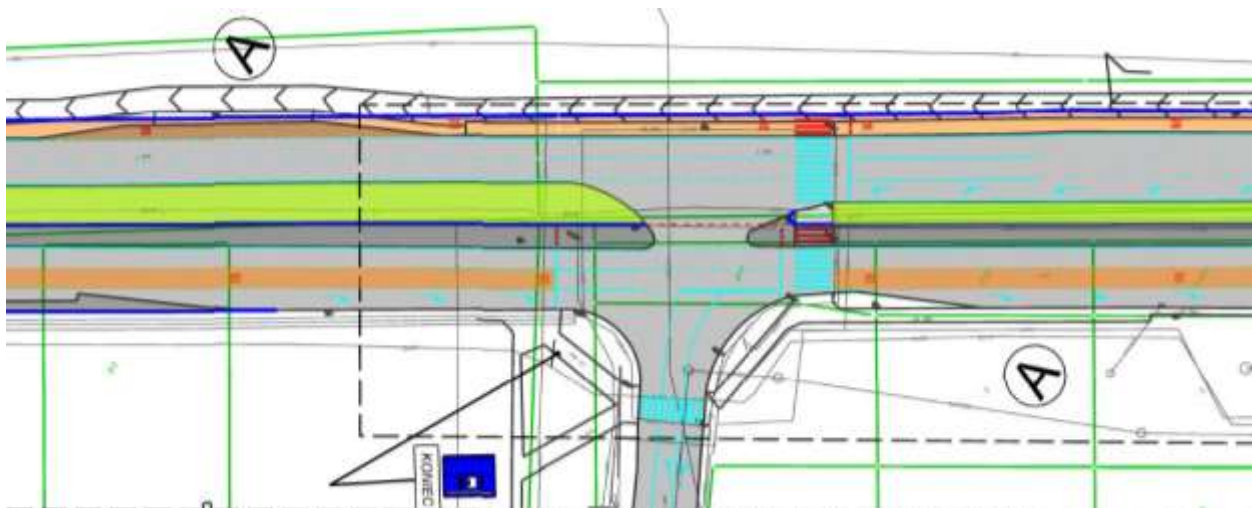


Rys. 5.20. Pas autobusowy na odcinku pomiędzy ul. Dzierżonowską a Wóycickiego – wariant 1b.

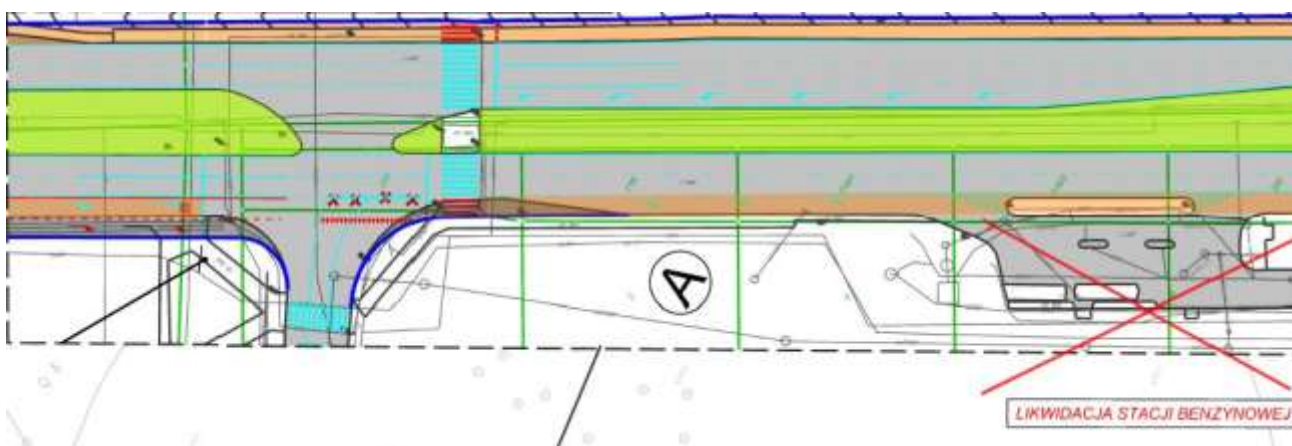
- 4) Skrzyżowanie z ul. Wóycickiego.** Pas autobusowy przeprowadzony przez skrzyżowanie jako prawy skrajny pas ruchu, wyznaczony jako trzeci pas na jezdni północno-wschodniej poprzez poszerzenie jej na zewnątrz. Zakłada się funkcjonowanie przystanku autobusowego „Park Młociński” położonego na wylocie ze skrzyżowania – bez zatoki autobusowej. Wyznaczenie pasa autobusowego wpływa na poszerzenie wlotów, wydłużenie długości przejścia dla pieszych położonego po południowej stronie skrzyżowania oraz konieczność zmiany w organizacji ruchu. W związku z tym wymagana będzie korekta programu sygnalizacji świetlnej. Rekomenduje się uwzględnienie w nim priorytetów dla autobusów. Przeprowadzenie pasa autobusowego przez skrzyżowanie ul. Wóycickiego z ul. Pułkową, w kierunku Łomianek będzie takie samo dla każdego wariantu alternatywnego proponowanego dla skrzyżowania tego w kierunku Warszawy.



Rys. 5.21. Pas autobusowy na skrzyżowaniu ul. Pułkowej z ul. Wóycickiego – wariant 1b (z podwariantem z przerwaniem ciągłości pasa autobusowego - w kierunku Warszawy).



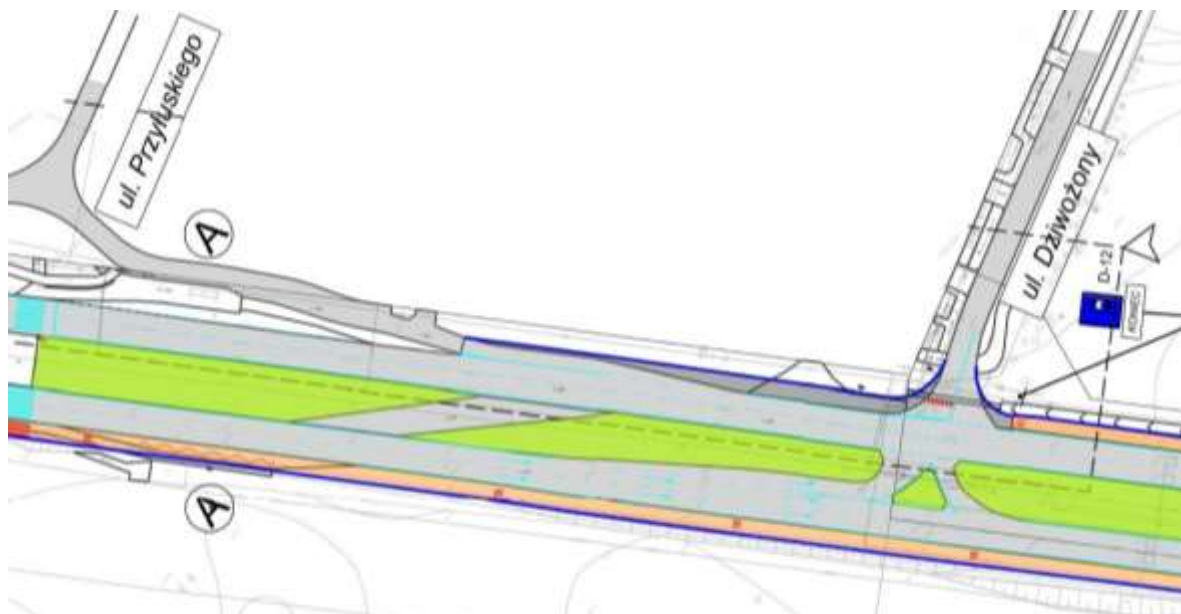
Rys. 5.22. Pas autobusowy na skrzyżowaniu ul. Pułkowej z ul. Wóycickiego – wariant 1b (z podwariantem z wykorzystaniem pasa dzielącego - w kierunku Warszawy).



Rys. 5.23. Pas autobusowy na skrzyżowaniu ul. Pułkowej z ul. Wóycickiego – wariant 1b (z podwariantem z likwidacją stacji benzynowej - w kierunku Warszawy).

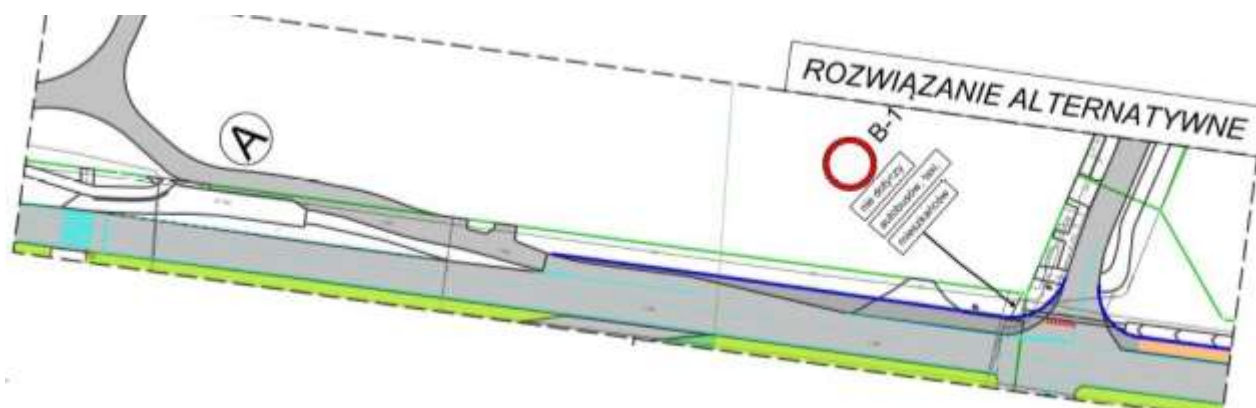
5) Odcinek: ul. Wóycickiego – koniec pasa autobusowego. Na północ od skrzyżowania z ul. Wóycickiego pas autobusowy kontynuowany jako prawy trzeci pas ruchu, wyznaczony poprzez poszerzenie ul. Pułkowej „na zewnątrz” (z wykorzystaniem pobocza i pasa zieleni). W odniesieniu do zakończenia pasa autobusowego zakłada się jedno z dwóch poniższych rozwiązań:

- Zakończenie pasa autobusowego na wlocie na skrzyżowanie z ul. Dziwożony (dopuszczenie na pas pojazdów skręcających w prawo w ul. Dziwożony). Na wylocie ze skrzyżowania z ul. Dziwożony – przebudowa krawędzi jezdni, w celu wyznaczenia trzeciego pasa ruchu na całym odcinku pomiędzy ul. Dziwożony a zjazdem na ul. Warszawską, ułatwiającego autobusom zjazd na ul. Warszawską. Rozwiązanie to wymaga również cofnięcia linii zatrzymań, na wlocie ul. Dziwożony.



Rys. 5.24. Zakończenie pasa autobusowego, w kierunku do Łomianek – wariant 1b, podwariant bez dodatkowych ograniczeń w ruchu na zjeździe na ul. Warszawską.

- Dodatkowo ograniczenie w ruchu pojazdów zjeżdżających z ul. Pułkowej w ul. Warszawską. Zakłada się możliwość zjazdu tylko dla autobusów, taxi i mieszkańców rejonu Burakowa.



Rys. 5.25. Zakończenie pasa autobusowego, w kierunku do Łomianek – wariant 1b, podwariant z dodatkowymi ograniczeniami w ruchu na zjeździe na ul. Warszawską.

WARIANT 2a

pas autobusowy tylko w kierunku Warszawy wyznaczony w pasie dzielącym jezdnie ul. Pułkowej

W tym wariancie pas autobusowy wyznaczony jest w pasie dzielącym jezdnie ul. Pułkowej. Zasadniczo zakłada się, że na odcinkach pomiędzy przystankami pas wyznaczony będzie wzdłuż lewej krawędzi jezdni południowo-zachodniej. Rozwiązanie to zapewni odwodnienie pasa autobusowego na zewnątrz jezdni.

W odniesieniu do pojazdów dopuszczonych do poruszania się po wydzielonym pasie autobusowym, wg. wariantu 2a, przyjęto, że będą to wszystkie typy autobusów. Wynika to z proponowanego rozwiązania dot. wyjazdu autobusów z pasa – służa sygnalizacyjna wraz z detekcją pojazdów oraz zatrzymywania ogólnego potoku ruchu. Każdy pojazd poruszający się po pasie, będzie odnotowany przez detektory i uruchamiać będzie specjalny program sygnalizacji świetlnej. Dopuszczenie większej liczby pojazdów na pas (taksówki, motory) powodować będzie dodatkowe zakłócenia.

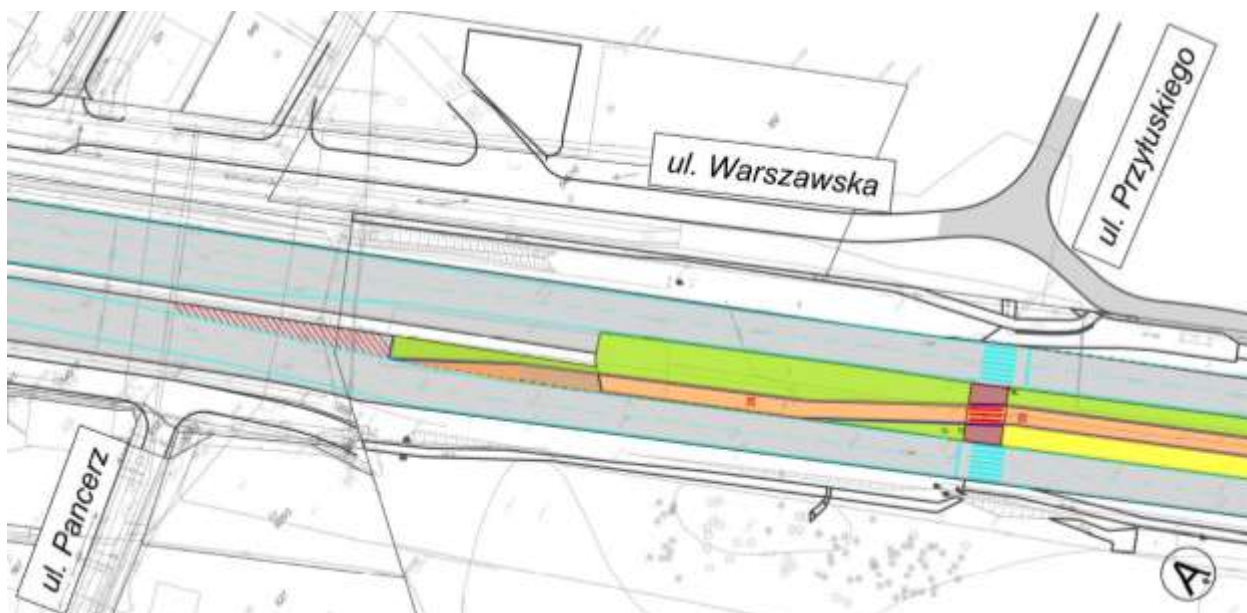
Poniżej przedstawiono opis zaproponowanego rozwiązania. Poniższa legenda odnosi się do wszystkich schematów przedstawionych dla rozwiązań wg. wariantu 2a.

LEGENDA:

	projektowany przebieg buspasa		D-11 projektowane znaki pionowe
	projektowana zielen		istniejąca organizacja ruchu
	projektowana nowa nawierzchnia		projektowana organizacja ruchu
	projektowane perony		projektowana krawędź jezdni
	projektowane chodniki		

Rys. 5.26. Legenda do rysunków przedstawiających koncepcję pasa autobusowego dla wariantu 2a.

1) Początek pasa autobusowego. Pas autobusowy zaczyna się na południe od ulicy Pancerz. Zakłada się, że autobusy wjeżdżać będą na niego z lewego pasa ruchu. Pas autobusowy wyznaczony zostanie z wykorzystaniem przestrzeni pasa dzielącego. Na wysokości ul. Przyłuskiego przewidywany jest przystanek autobusowy w pasie dzielącym, w kierunku Warszawy. Budowa platformy przystankowej wymaga wygięcia pasa autobusowego w kierunku wschodnim oraz wyznaczenia przejścia dla pieszych po północnej stronie platformy przystankowej. Proponowane rozwiązanie rozpoczęcia pasa autobusowego wraz ze zmianami w organizacji ruchu przedstawione jest na poniższym rysunku.

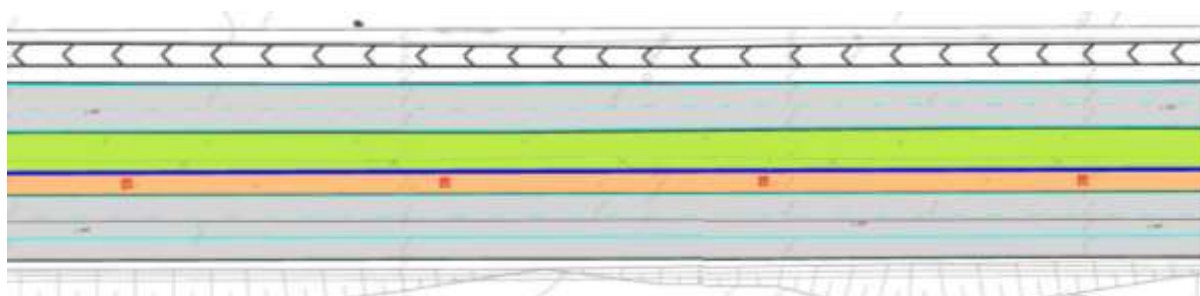


Rys. 5.27. Początek pasa autobusowego, w kierunku Warszawy oraz lokalizacja platformy przystankowej dla przystanku „Buraków” – wariant 2a.

2) Odcinek: przystanek „Buraków” - Wóycickiego. Na południe od przystanku „Buraków” pas autobusowy ponownie wyznaczony jest wzdłuż lewej krawędzi południowo-zachodniej jezdni ul. Pułkowej z wykorzystaniem pasa dzielącego. Na odcinku zlokalizowane jest skrzyżowanie bez sygnalizacji świetlnej z ul. Dziwożony, na którym wymagana jest zmiana organizacji ruchu: na północnym wlocie ul. Pułkowej wyznaczenie 4 pasów ruchu, w tym od strony prawej: dwa dla ruchu ogólnego na wprost, jeden pas autobusowy i wydzielony pas do skrętu w lewo w ul. Dziwożony (zbudowany z wykorzystaniem pasa dzielącego). Dodatkowo z wlotu ul. Dziwożony zakłada się dopuszczenie tylko skrętu w prawo w ul. Pułkową. Rozwiązanie to podyktowane jest bezpieczeństwem ruchu oraz wykluczeniem zakłóceń wzdłuż pasa autobusowego (pojazdy skręcające w lewo w ul. Pułkowej w Dziwożony oraz z Dziwożony w Pułkowej korzystają obecnie z obszaru akumulacji, który zostanie częściowo zajęty przez pas autobusowy). Dalej w kierunku ul. Wóycickiego pas autobusowy jest kontynuowany wzdłuż lewej krawędzi jezdni południowo-zachodniej jezdni ul. Pułkowej z wykorzystaniem pasa dzielącego. Na tym odcinku nie ma dodatkowych zmian w organizacji ruchu.



Rys. 5.28. Pas autobusowy, na odcinku pomiędzy przystankiem „Buraków” a skrzyżowaniem z ul. Dziwożony – wariant 2a.



Rys. 5.29. Pas autobusowy, na odcinku pomiędzy ul. Dziwożony a ul. Wóycickiego – wariant 2a.

- 3) **Skrzyżowanie z ul. Wóycickiego.** W związku z lokalizacją platformy przystankowej na wylocie ze skrzyżowania (po stronie południowej) konieczne jest wygięcie pasa autobusowego, w kierunku wschodnim przed skrzyżowaniem z ul. Wóycickiego. Na południe od platformy przystankowej przystanku „Park Młociński” pas autobusowy ponownie jest wygięty w kierunku zachodnim i poprowadzony wzdłuż lewej krawędzi południowo-zachodniej jezdni ul. Pułkowej z wykorzystaniem pasa zieleni. Lokalizacja pasa autobusowego wpływa na wydłużenie przejścia dla pieszych przez wschodnią jezdnię ul. Pułkowej – przejście przez 4 pasy. Ponadto zmiany w organizacji ruchu wymagają modyfikacji programu sygnalizacji świetlnej. Rekomenduje się uwzględnienie w nim priorytetu dla autobusów. W odniesieniu do autobusów skręcających w prawo z ul. Wóycickiego w ul. Pułkową, przyjęto, że będą one korzystać, z przystanku autobusowego tak jak w stanie istniejącym, tj. zlokalizowanego na pasie do skrętu w prawo do stacji benzynowej, a następnie przeplatać się i wjeżdżać na wydzielony pas autobusowy. Rozwiązanie to wynika z uwarunkowań geometrycznych (promień skrętu w prawo na wydzielony pas autobusowy bezpośrednio z ul. Wóycickiego jest za mały).



Rys. 5.30. Pas autobusowy, na skrzyżownaiu ul. Pułkowej z ul. Wóycickiego oraz lokalizacja platformy przystankowej dla przystanku „Park Młociński” – wariant 2a.

- 4) **Odcinek Wóycickiego – Dzierżoniowska.** Na tym odcinku pas jest kontynuowany wzdłuż lewej krawędzi południowo-zachodniej jezdni ul. Pułkowej z wykorzystaniem pasa zieleni. W związku z brakiem skrzyżowań na tym odcinku, nie przewiduje się dodatkowych zmian w organizacji ruchu.
- 5) **Skrzyżowanie z ul. Dzierżoniowską.** Na tym skrzyżowaniu zakłada się lokalizację platformy przystankowej na wlocie na skrzyżowanie (po stronie północnej). Jest to związane z uwarunkowaniami geometrycznymi skrzyżowania, dostępnym miejscem oraz wydzielonym pasem do skrętu w lewo na południowym wlocie ul. Pułkowej. Przy takim rozwiązaniu autobusy skręcające z ul. Dzierżoniowskiej w ul. Pułkową, zatrzymywać się będą na przystanku zlokalizowanym na wylocie (tak jak w stanie istniejącym), a następnie po ruszeniu z przystanku wjeżdżać będą na wydzielony pas autobusowy. Zmiany w organizacji ruchu wpływają na konieczność modyfikacji programów sygnalizacji świetlnych. Rekomenduje się uwzględnienie w nich priorytetu dla autobusów.

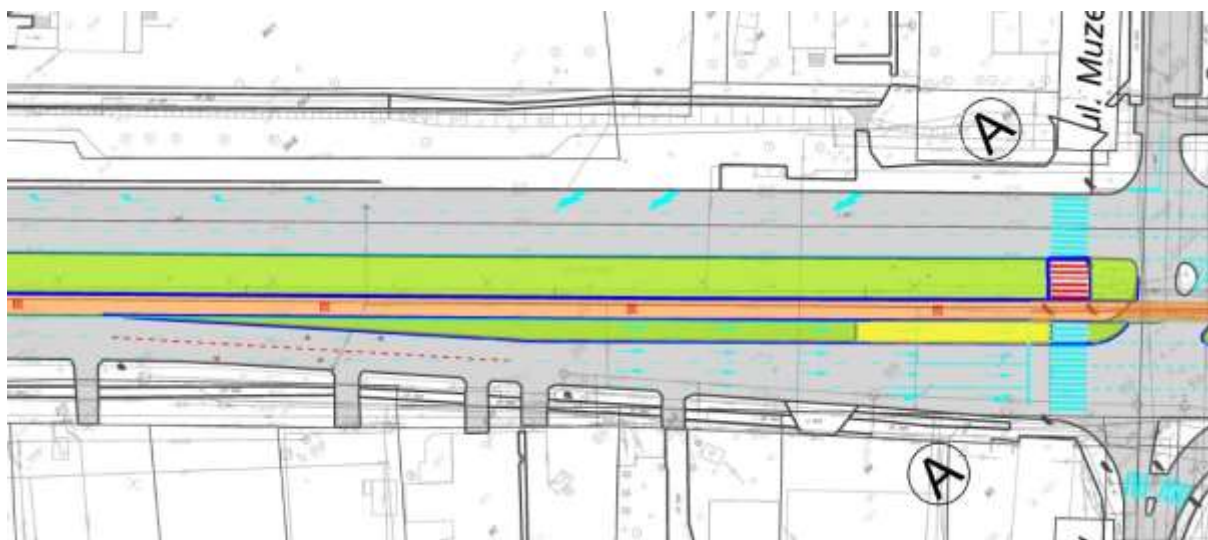


Rys. 5.31. Pas autobusowy, na skrzyżownaiu ul. Pułkowej z ul. Dzierżoniowską oraz lokalizacja platformy przystankowej dla przystanku „Dzierżoniowska” – wariant 2a.

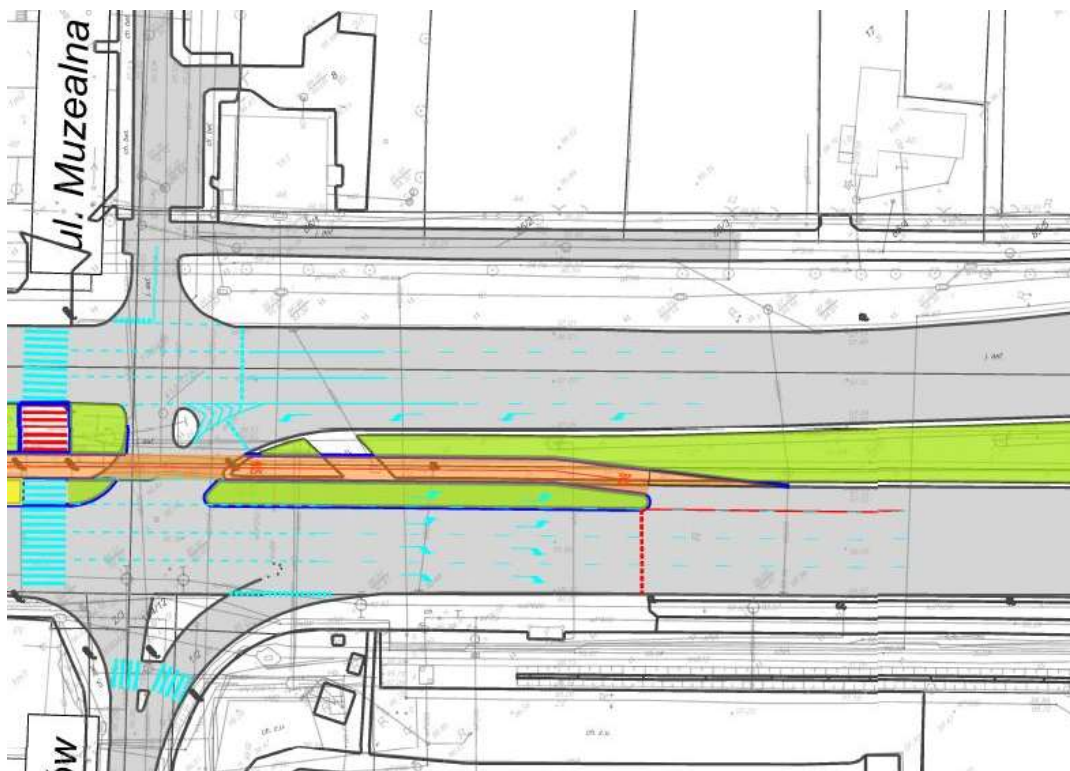
6) Odcinek Dzierżonowska – Muzealna i zakończenie pasa autobusowego. Na odcinku na południe od ul. Dzierżonowskiej pas autobusowy kontynuowany jest wzdłuż lewej krawędzi południowo-zachodniej jezdni ul. Pułkowej z wykorzystaniem pasa zieleni. Na wlocie na skrzyżowanie z ul. Muzealną przewiduje się lokalizację platformy przystankowej dla przystanku „Muzealna”. W związku z tym zakłada się zmianę organizacji ruchu na północnym wlocie ul. Pułkowej na skrzyżowaniu z ul. Muzealną. Zmiana ta polega na:

- ograniczeniu liczby pasów ruchu na wlocie do trzech i wykorzystaniu skrajnego lewego pasa ruchu na budowę platformy przystankowej,
- ograniczeniu liczby pasów ruchu na wylocie i wykorzystaniu skrajnego lewego pasa ruchu jako bufora pozwalającego na zjazd autobusów z pasa autobusowego.

Koniec pasa autobusowego usytuowany jest na wylocie ze skrzyżowania ul. Pułkowej z ul. Muzealną/Heroldów. Zmiana organizacji ruchu wpływa na konieczność modyfikacji programu sygnalizacji świetlnej na tym skrzyżowaniu. Rekomenduje się uwzględnienie w nim priorytetu dla autobusów. Ponadto przyjęto, że pas autobusowy kończyć się będzie służą sygnalizacyjną. Wymaga to instalacji dodatkowej sygnalizacji świetlnej, na południowym wylocie ze skrzyżowania, która uruchamiana będzie w sytuacji detekcji pojazdu na pasie autobusowym. Zatrzymanie pojazdów na wylocie jest konieczne, w celu umożliwienia autobusom bezpiecznego opuszczenia pasa autobusowego oraz wykonania manewrów przeplatania na dwa prawe pasy ruchu (pasy prowadzące na ul. Marymoncką oraz w kierunku Młocin). Zakłada się, że sygnalizacja ta będzie zsynchronizowana z sygnalizacją na skrzyżowaniu Pułkowa/Muzealna/Heroldów.



Rys. 5.32. Pas autobusowy, na skrzyżowaniu ul. Pułkowej z ul. Muzealna/Heroldów wraz z proponowanymi zmianami w organizacji ruchu na wlocie na skrzyżowanie oraz lokalizacja platformy przystankowej dla przystanku „Muzealna” – wariant 2a.



Rys. 5.33. Pas autobusowy, na skrzyżowni ul. Pułkowej z ul. Muzealna/Heroldów wraz z proponowanymi zmianami na wylocie ze skrzyżowania w organizacji ruchu (zakończenie pasa autobusowego) – wariant 2a.

WARIANT 2b

pasz autobusowe w kierunku Warszawy i Łomianek, wyznaczone w pasie dzielącym jezdnie ul. Pułkowej

W wariantcie tym pasy autobusowe wyznaczone są w pasie dzielącym jezdnie ul. Pułkowej. Zasadniczo zakłada się, że na odcinkach pomiędzy przystankami pasy wyznaczone zostaną wzdłuż lewych krawędzi obu jezdni ul. Pułkowej. Rozwiązanie to zapewni odwodnienie pasa autobusowego na zewnątrz jezdni ul. Pułkowej.

W odniesieniu do pojazdów dopuszczonych do poruszania się po wydzielonych pasach autobusowych, wg. wariantu 2b, przyjęto, że będą to wszystkie typy autobusów. Wynika to z proponowanego rozwiązania dot. wyjazdu autobusów z pasa – służa sygnalizacyjna wraz z detekcją pojazdów oraz zatrzymywania ogólnego potoku ruchu. Każdy pojazd poruszający się po pasie, będzie odnotowany przez detektory i uruchamiać będzie specjalny program sygnalizacji świetlnej. Dopuszczenie większej liczby pojazdów na pas (taksówki, motory) powodować będzie dodatkowe zakłócenia.

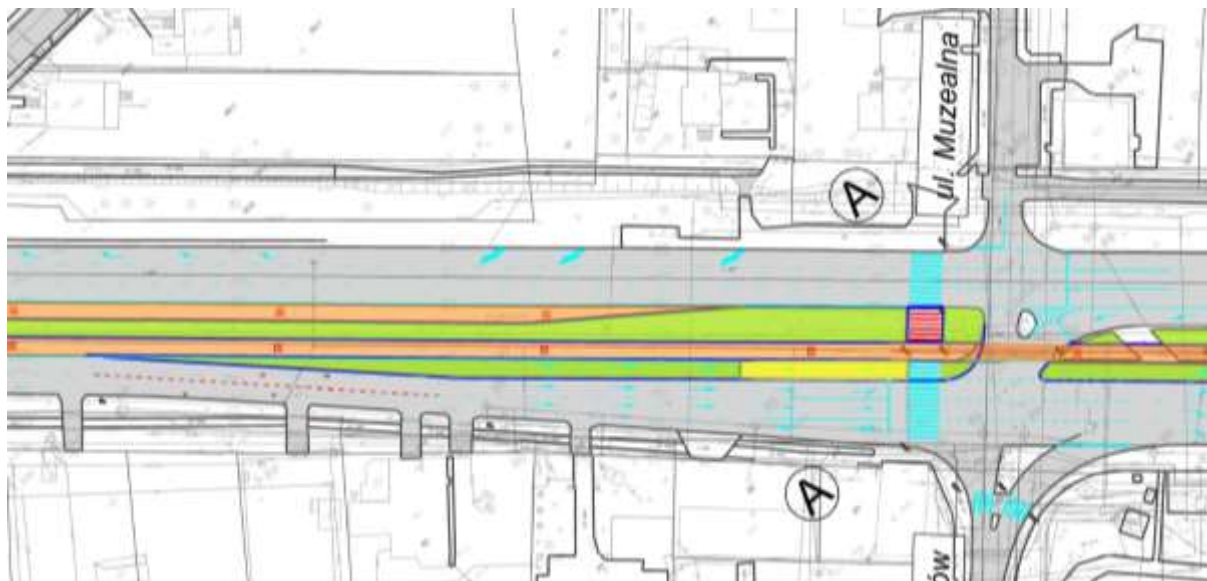
W związku z tym, że dla kierunku z Łomianek do Warszawy zaproponowane rozwiązania są takie same jak w wariantcie 2a (opis powyżej), poniżej przedstawiono opis rozwiązania zaproponowanego dla kierunku z Warszawy do Łomianek (wariant 2b).

LEGENDA:

	projektowany przebieg buspasa		D-11 projektowane znaki pionowe
	projektowana zielen		istniejąca organizacja ruchu
	projektowana nowa nawierzchnia		projektowana organizacja ruchu
	projektowane perony		projektowana krawędź jezdni
	projektowane chodniki		

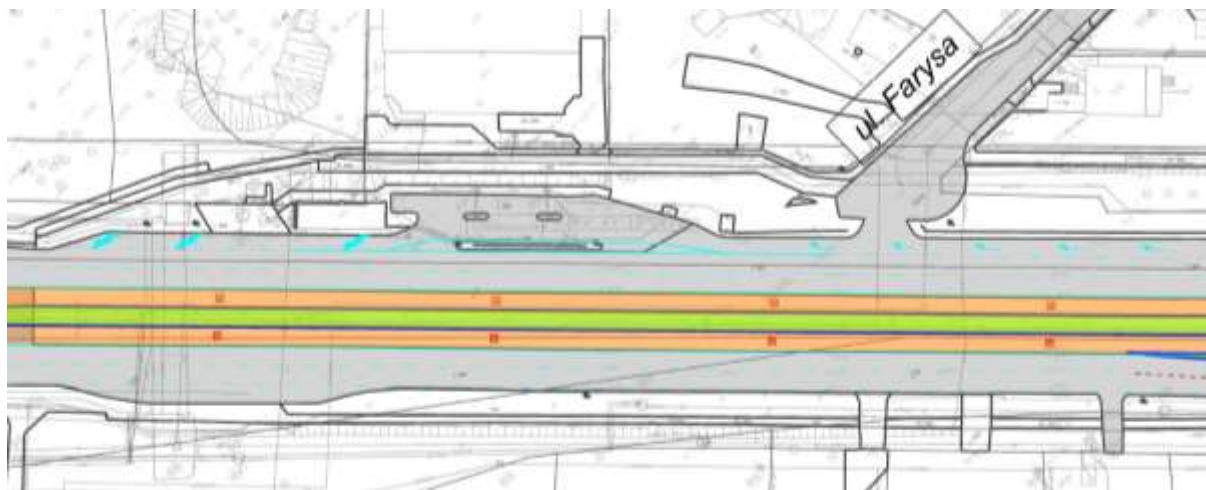
Rys. 5.34. Legenda do rysunków przedstawiających koncepcję pasa autobusowego dla wariantu 2b.

- 1) Początek pasa autobusowego.** W kierunku Łomianek pas autobusowy zaczyna się na północnym wylocie ul. Pułkowej ze skrzyżowania z ul. Muzealną. Wyznaczony jest jako lewy pas ruchu, uzyskany poprzez poszerzenie ul. Pułkowej z wykorzystaniem pasa zieleni. Na skrzyżowaniu Pułkowa/Muzealna konieczna będzie modyfikacja programu sygnalizacji świetlnej wraz z wprowadzeniem priorytetu dla autobusów.



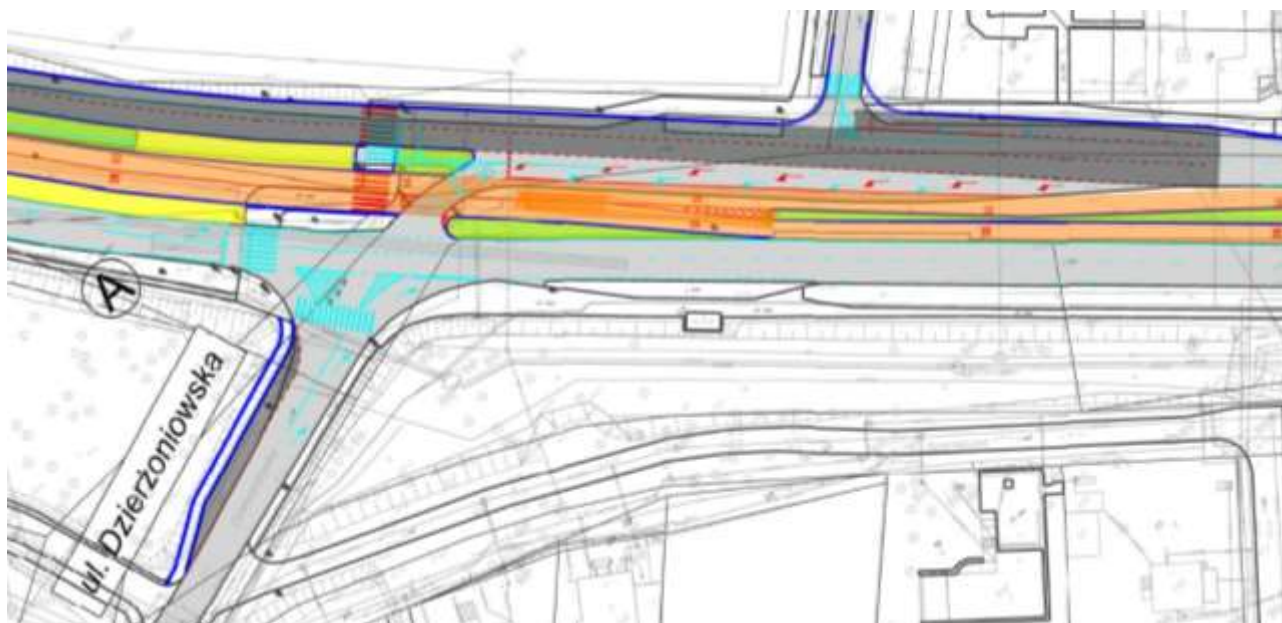
Rys. 5.35. Początek pasa autobusowego w kierunku Łomianek (na północnym wylocie ze skrzyżowania Pułkowa/Muzealna) – wariant 2b.

- 2) Odcinek pomiędzy ul. Muzealną a Dzierżoniowską.** Na tym odcinku pas jest kontynuowany wzdłuż lewej krawędzi jezdni ul. Pułkowej z wykorzystaniem pasa zieleni.



Rys. 5.36. Pasy autobusowe na odcinku Muzealna - Dzierżoniowska – wariant 2b.

- 3) Skrzyżowanie z ul. Dzierżoniowską.** Na północnym wylocie ze skrzyżowania zakłada się platformę przystankową przystanku autobusowego „Dzierżoniowska”. Wyznaczenie pasa autobusowego oraz zachowanie trzech pasów na wlocie (dwóch do jazdy na wprost i jednego dla skrętu w lewo) wymaga przebudowy wlotu i wylotu – przesunięcie krawędzi jezdni w kierunku północno-wschodnim (wg. rysunków poniżej). Zmiany wymaga również program sygnalizacji świetlnej wraz z wprowadzeniem priorytetu w sygnalizacji świetlnej dla autobusów. W rozwiązaniu tym autobusy skręcające w lewo w ul. Dzierżoniowską, zjeżdżać będą z wydzielonego pasa autobusowego na pas do skrętu w lewo. Wymaga to zmiany położenia przystanku autobusowego „Dzierżoniowska” – przyjęto usytuowanie go na wylocie ul. Dzierżoniowskiej, w zatoce autobusowej.

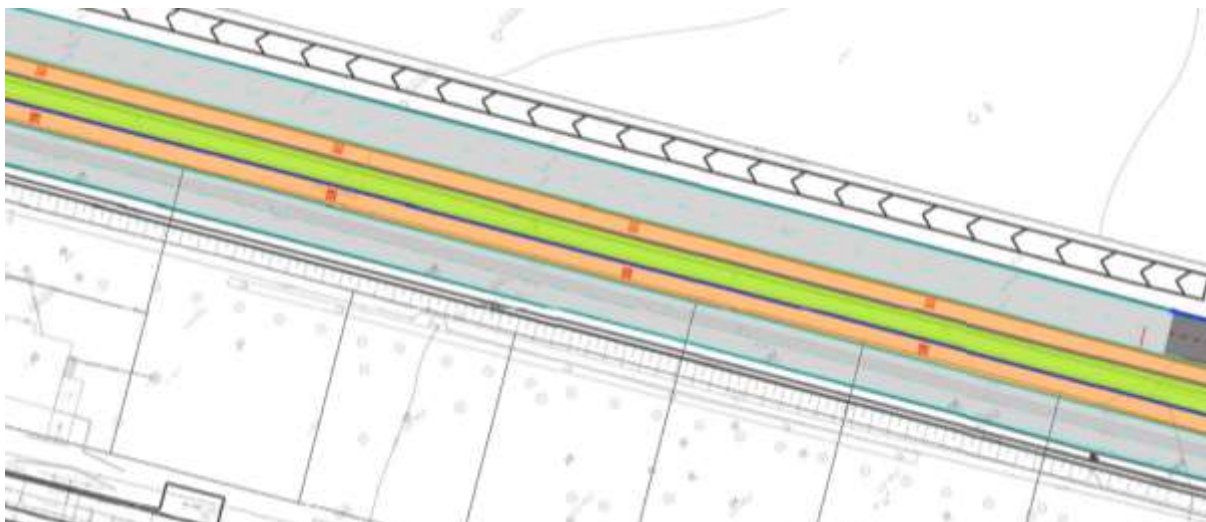


Rys. 5.37. Pasy autobusowe na skrzyżowaniu Pułkowa/Dzierżonowska (południowa strona skrzyżowania) – wariant 2b.



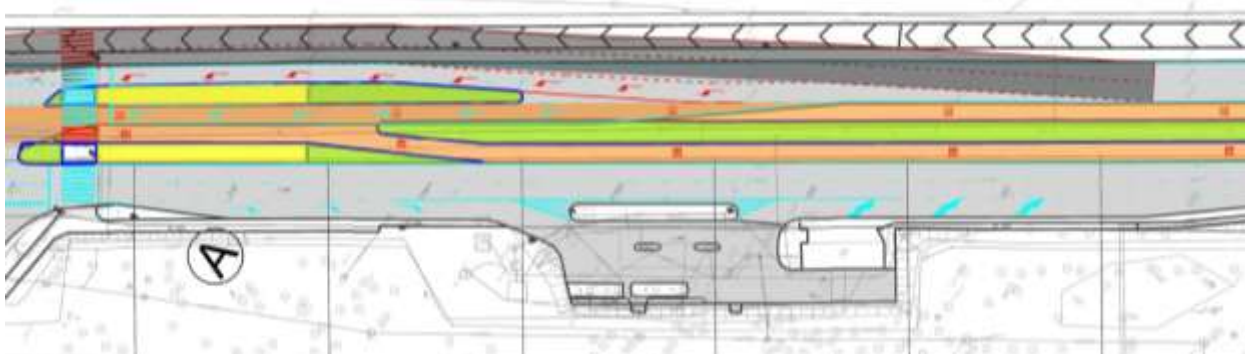
Rys. 5.38. Pasy autobusowe na skrzyżowaniu Pułkowa/Dzierżonowska (północna strona skrzyżowania) – wariant 2b.

- 4) **Odcinek pomiędzy ul. Dzierżonowską a ul. Wóycickiego.** Na tym odcinku pas jest kontynuowany wzdłuż lewej krawędzi jezdni ul. Pułkowej z wykorzystaniem pasa zieleni.

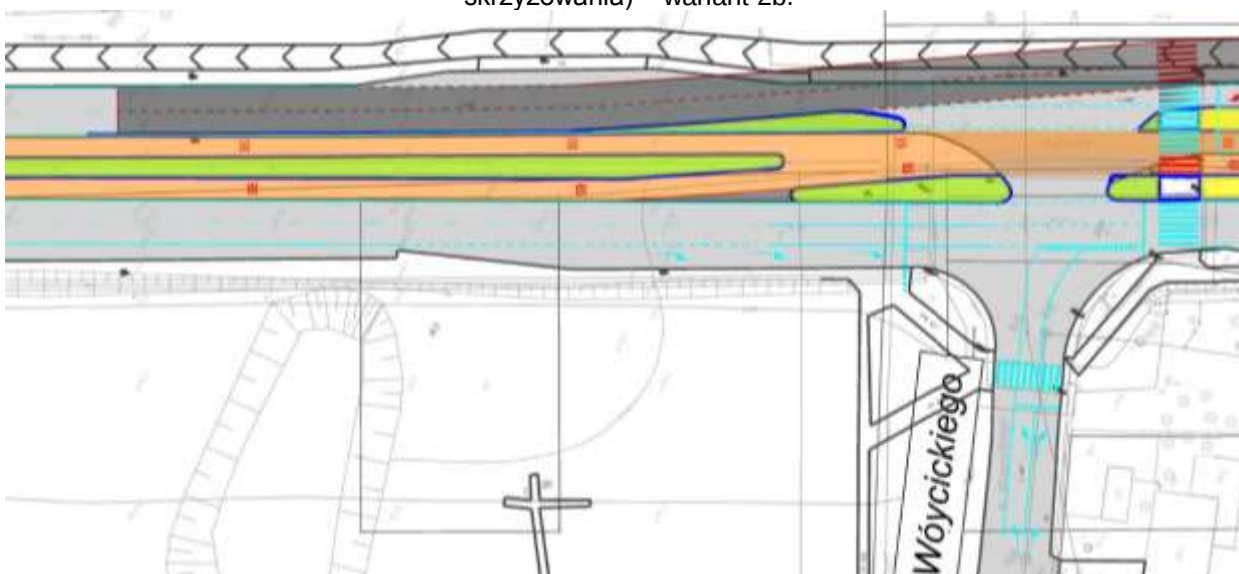


Rys. 5.39. Pasy autobusowe na odcinku Dzierżonowska - Wóycickiego – wariant 2b.

5) Skrzyżowanie z ul. Wóycickiego. Na południowym wlocie na skrzyżowanie zakłada się platformę przystankową przystanku autobusowego „Park Młociński”. Wyznaczenie pasa autobusowego oraz zachowanie trzech pasów na wlocie (dwóch do jazdy na wprost i jednego do skrętu w lewo) wymaga przebudowy wlotu i wylotu ul. Pułkowej – przesunięcie krawędzi jezdni w kierunku północno-wschodnim (wg. rysunków poniżej). Autobusy skręcające w lewo w ul. Wóycickiego wykonują ten manewr z pasa autobusowego. Zmian wymaga również program sygnalizacji świetlnej oraz wprowadzenie priorytetu w sygnalizacji świetlnej dla autobusów.

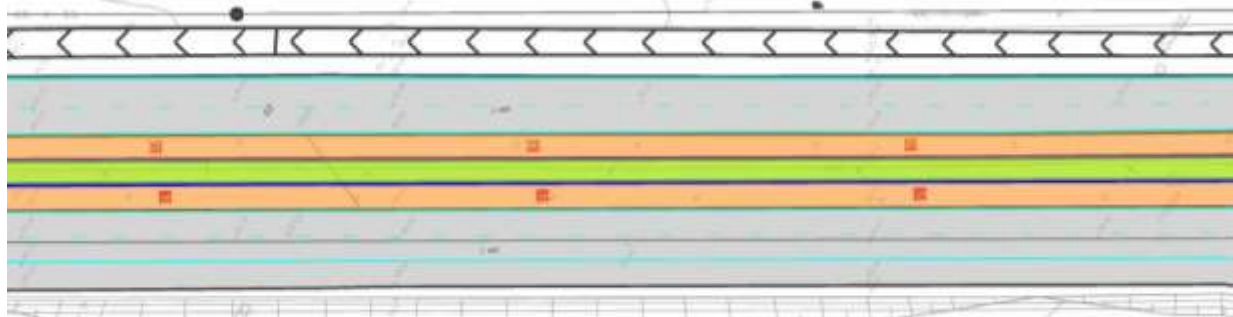


Rys. 5.40. Pasy autobusowe na skrzyżowaniu Pułkowa/Wóycickiego (południowa strona skrzyżowania) – wariant 2b.



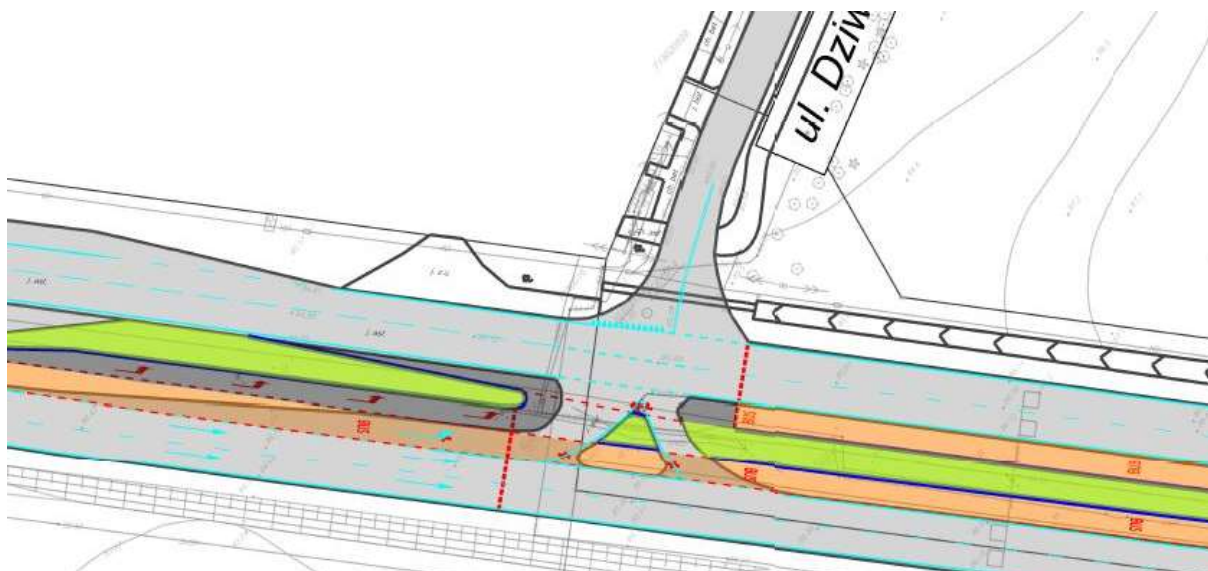
Rys. 5.41. Pasy autobusowe na skrzyżowaniu Pułkowa/Wóycickiego (północna strona skrzyżowania) – wariant 2b.

- 6) **Odcinek pomiędzy ul. Wóycickiego a Dziwożony.** Na tym odcinku pas jest kontynuowany wzdłuż lewej krawędzi jezdni ul. Pułkowej z wykorzystaniem pasa zieleni.



Rys. 5.42. Pasy autobusowe na odcinku Wóycickiego - Dziwożony – wariant 2b.

- 7) **Skrzyżowanie z ul. Dziwożony i koniec pasa autobusowego w kierunku Łomianek.** Na południowym wlocie na skrzyżowaniu z ul. Dziwożony, zakłada się zakończenie pasa autobusowego w kierunku Łomianek. Skrzyżowanie wymaga wyposażenia w sygnalizację świetlną, uwzględniającą priorytet dla autobusów i sterowanie pasami ruchu. Zakłada się, że autobusy jadące w kierunku Łomianek dostawać będą sygnał zielony kilka sekund wcześniej od pozostałych pojazdów, co umożliwi im zjechanie z wydzielonego pasa autobusowego i wjechanie na ogólnodostępne pasy ruchu oraz przeplecenie się na pas prawy w celu zjazdu w ulicę Warszawską.



Rys. 5.43. Pasy autobusowe na skrzyżowaniu Pułkowa/Dziwożony – wariant 2b.

6 PROGNOZY

6.1 Analiza podróży w aglomeracji na podstawie danych z kart SIM

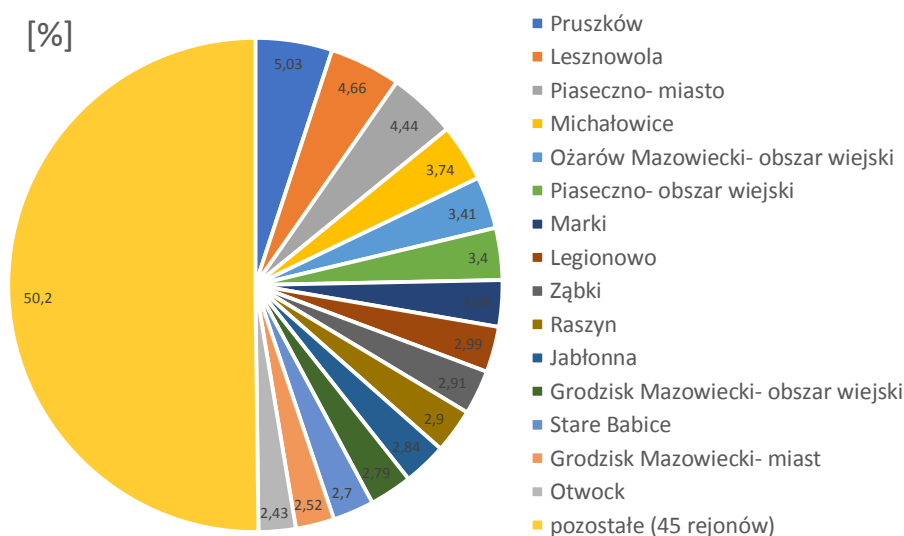
Ze względu na charakter analiz ruchowych wykonywanych w ramach opracowania, wymagających odwzorowania podróży aglomeracyjnych, wszystkie 60 gmin poza Warszawą wchodzących w skład modelu podróży aglomeracji warszawskiej poddano analizie, jeśli chodzi o ich udział w generacji podróży aglomeracyjnych. Analizę przeprowadzono z wykorzystaniem bazy danych kart SIM dostępnej dla okresu 15-17 listopad 2016. Baza danych została utworzona w ramach projektu badawczego Zasady prognozowania ruchu drogowego z uwzględnieniem innych środków transportu RID-I/62 2A wykonywanego przez konsorcjum Politechniki Warszawskiej i Politechniki Krakowskiej (kierownik projektu dr inż. A. Brzeziński).

Wykorzystano dane o podróżach/przemieszczeniach kart SIM, których użytkownicy przemieszczali się pomiędzy poszczególnymi gminami, a w Warszawie dzielnicami, bez podróży wewnętrznych. Dane te zawierają szczegółowe informacje (m.in. czas połączenia, imsi – unikatowy numer przypisany do każdej karty SIM) dotyczące każdego łączenia telefonu komórkowego ze stacjami bazowymi tzw. BTS (w ramach sieci TMPL -T-mobile Polska). Z całego zbioru kart SIM będących w dyspozycji operatora wyselekcjonowano te, których użytkownicy wyrazili zgody marketingowe na analizowanie danych.

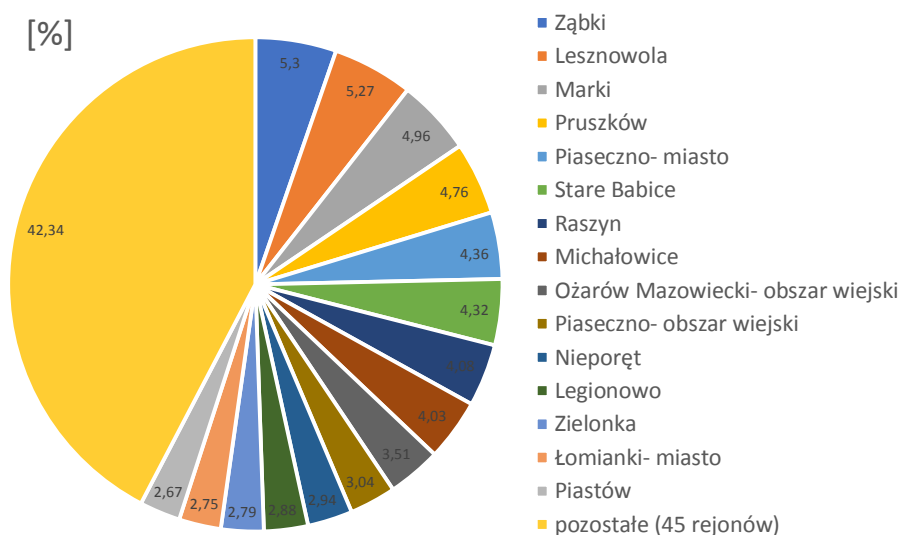
Łącznie przeanalizowano ok 0,5mln podróży realizowanych w obszarze ograniczonym granicami modelu podróży aglomeracyjnych. Z uwagi na specyfikę analizowanych danych w definicji podróży przyjęto następujące założenia:

- 1) Maksymalny czas postoju, nieprzerywający podróży wynosi 3h. Oznacza to tyle, że przemieszczanie się użytkownika karty SIM z punktu A do punktu B i zatrzymanie się na >3h w punkcie C, jest traktowane odpowiednio jako dwie podróże A->C, C->B jeśli zatrzymanie jest <3 godz. jedna podróż A->B. Uwaga: podróż A->A, oznacza, że osoba przemieszczała się poza granice rejonu komunikacyjnego A, ale punktem docelowym był również rejon A.
- 2) W analogiczny sposób traktowana jest podróż (lub jej brak) wykonywana w granicach poszczególnej gminy. Jeżeli użytkownik danej karty SIM, przebywał w gminie A mniej niż 3h, wówczas sytuacja ta była interpretowana jako postój w czasie podróży i nie była brana pod uwagę w analizie dotyczącej użytkowników nie wykonujących podróży.

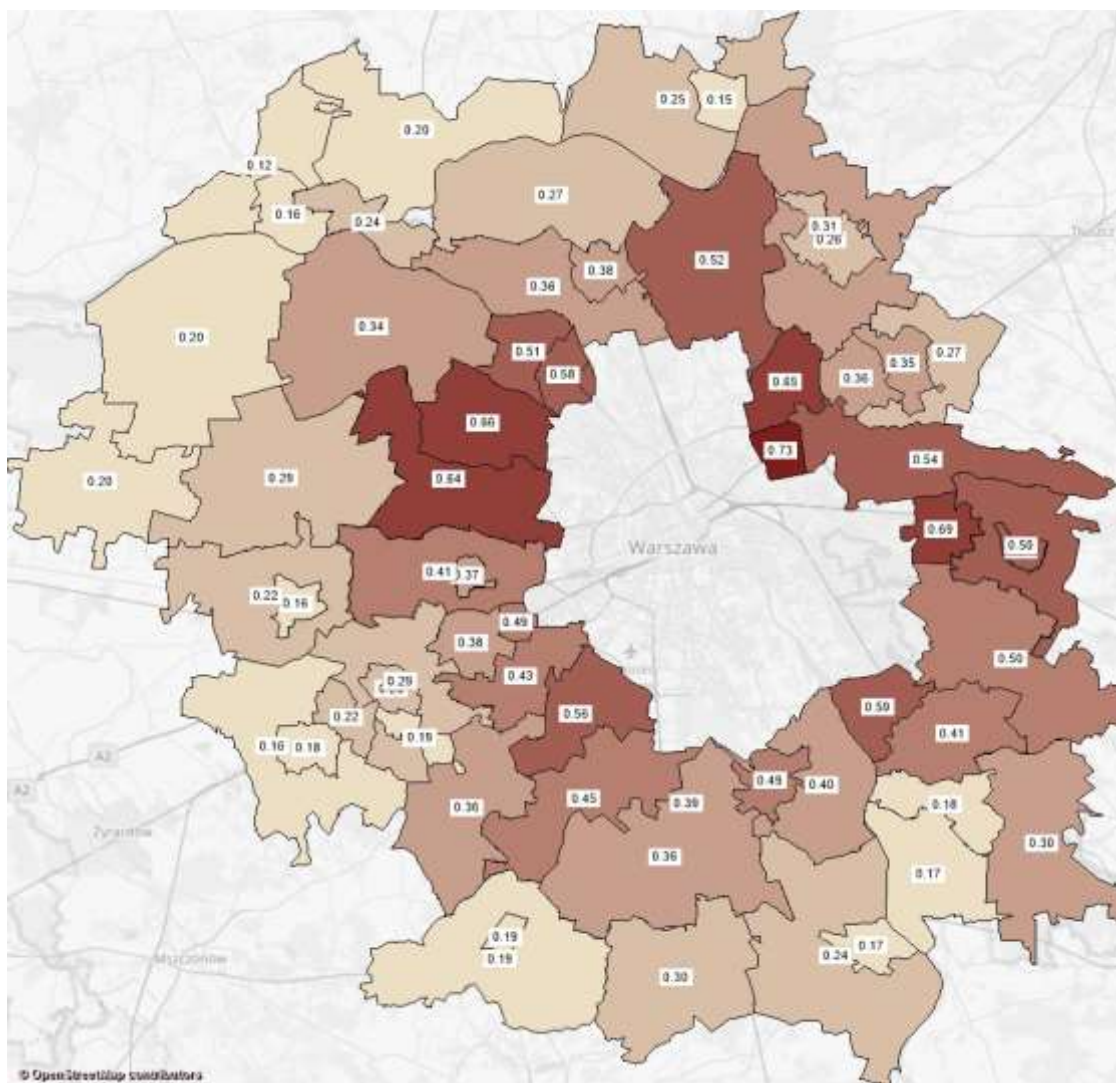
Analiza kart SIM ujawniła, że nie zachodzi prosta zależność pomiędzy potencjałem generacji podróży w danej gminie, a udziałem podróży do Warszawy. Co oznacza, że istnieją grupy gmin, które charakteryzują się silniejszym powiązaniem z Warszawą oraz takie dla których występują inne równie silne powiązania nie związane z Warszawą. Analizując udział podróży do Warszawy w stosunku do wszystkich generowanych podróży w strefie podmiejskiej zauważono, że w 1/3 gmin powyżej 40% generowanych podróży odbywa się do Warszawy. Z kolei w 1/3 ten udział jest znacznie mniejszy, poniżej 25% podróży odbywa się do Warszawy.



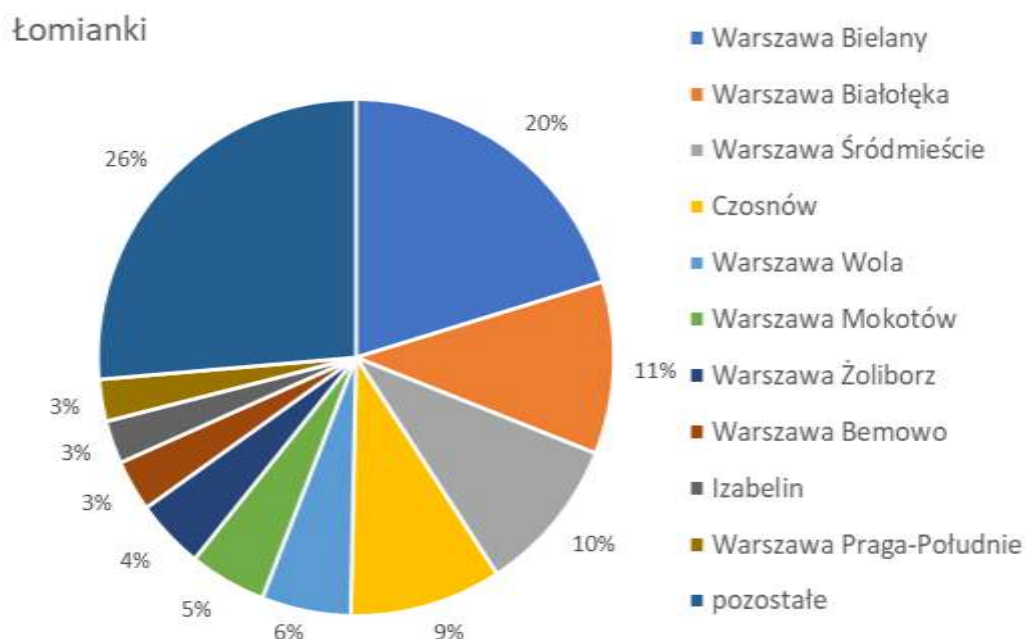
Rys. 6.1. Zestawienie 15 najistotniejszych rejonów pod względem udziału w generacji podróży w strefie podwarszawskiej [%] – analiza na podstawie danych z kart SIM (źródło: opracowanie własne).



Rys. 6.2. Zestawienie 15 najistotniejszych rejonów pod względem udziału w generacji podróży ze strefy do Warszawy [%] – analiza na podstawie danych z kart SIM (źródło: opracowanie własne).



Rys. 6.3. Gminy strefy podwarszawskiej - udział podróży do Warszawy w stosunku do wszystkich generowanych podróży
źródło: opracowanie własne



Rys. 6.5. Rozkład podróży w aglomeracji warszawskiej związanych z gminą Łomianki
źródło: opracowanie własne.

6.2 Kalibracja modelu podróży

W analizach wykorzystano model transportowy MTAW 2016, wersja z lipca 2017 r., który został zaktualizowany i skalibrowany. Dokonano weryfikacji układu linii i przystanków, typów i parametrów odcinków modelu sieci, połączeń rejonów komunikacyjnych, wielkości generowanego ruchu. Uzupełniono i rozwinięto cały komponent modelu związany z podróżami aglomeracyjnymi, co opisano powyżej.

Do kalibracji modelu wykorzystano dane z pomiarów ruchu wykonanych w ramach opracowania oraz informacje wynikające z analizy kart SIM. W wyniku wykonanych zabiegów osiągnięto zadowalającą zgodność otrzymywanych wyników modelowania w odniesieniu do wyników pomiarów potoków pasażerskich. Należy zaznaczyć, że pomiary nappełnień były wykonywane w formie szacowania pasażerów w pojazdach przez pomiarowców obserwujących przejeżdżające pojazdy. Taka metoda pomiaru jest obciążona błędem (zwłaszcza w godzinach szczytu), sięgającym niekiedy 20% - dotyczy to zarówno niedoszacowania jak i przeszacowania liczby pasażerów w pojazdach. Porównanie wyników modelu z wynikami pomiarów przedstawiono w poniższych tabelach.

Tabl. 6.1 Zestawienie wyników pomiarów natężeń samochodów z wynikami modelu ruchu w szczycie porannym

ulica	kierunek	pomiar 7:00-8:00	pomiar szczyt 6:00-9:00	model rano	GEH	różnica 7:00-8:00	wskaźnik zgodności 7:00-8:00
kordon Warszawy							
Kolejowa	Warszawa	1930	2125	2291	7.86	361	1.19
Kolejowa	Łomianki	1731	1853	1731	0.00	0	1.00
Pułkowa N	Warszawa	2292	2350	2291	0.02	-1	1.00
Pułkowa N	Łomianki	1890	2087	1724	3.91	-166	0.91
Wóycickiego	Wschód	217	280	150	4.95	-67	0.69
Wóycickiego	Zachód	356	382	428	3.64	72	1.20
Pułkowa S	Warszawa	2274	2386	2305	0.65	31	1.01
Pułkowa S	Łomianki	2011	2195	2016	0.11	5	1.00

źródło: opracowanie własne

Tabl. 6.2 Zestawienie wyników pomiarów natężeń samochodów z wynikami modelu ruchu - szczyt popołudniowy

ulica	kierunek	pomiar 16:00-17:00	pomiar szczyt 15:30-18:00	model rano	GEH	różnica 7:00-8:00	wskaźnik zgodności 7:00-8:00
kordon Warszawy							
Kolejowa	Warszawa	1699	1834	1850	3.58	151	1.09
Kolejowa	Łomianki	2206	2230	2436	4.77	230	1.10
Pułkowa N	Warszawa	1909	1992	1850	1.36	-59	0.97
Pułkowa N	Łomianki	2784	2897	2704	1.53	-80	0.97
Wóycickiego	Wschód	535	535	631	3.98	96	1.18
Wóycickiego	Zachód	172	196	142	2.39	-30	0.83
Pułkowa S	Warszawa	2140	2161	2171	0.67	31	1.01
Pułkowa S	Łomianki	2653	2729	2537	2.28	-116	0.96

źródło: opracowanie własne

Tabl. 6.3. Zestawienie wyników pomiarów nappełnień autobusów z wynikami modelu ruchu

Kierunek Warszawa					
przekrój pomiarowy	Pomiar				model
	6:30-7:30	7:00-8:00	7:30-8:30	8:00-9:00	
Brukowa (150,750)	666	597	375	309	721
Dzierżoniowska (114, 150, 181, 303, 750)	829	963	888	663	970
Młociny (150,750)	752	799	715	496	729
Kierunek Łomianki					
przekrój pomiarowy	Pomiar				model
	6:30-7:30	7:00-8:00	7:30-8:30	8:00-9:00	
Brukowa (150,750)	258	358	292	209	278
Dzierżoniowska (114, 150, 181, 303, 750)	279	922	1061	652	1079
Młociny (150,750)	259	309	198	205	417
Kierunek Warszawa					
przekrój pomiarowy	Pomiar				model
	15:30-16:30	16:00-17:00	16:30-17:30	17:00-18:00	
Brukowa (150,750)	214	206	251	181	309
Dzierżoniowska (114, 150, 181, 303, 750)	325	519	751	705	780
Młociny (150,750)	383	470	400	364	376
Kierunek Łomianki					
przekrój pomiarowy	Pomiar				model
	15:30-16:30	16:00-17:00	16:30-17:30	17:00-18:00	
Brukowa (150,750)	296	559	618	561	511
Dzierżoniowska (114, 150, 181, 303, 750)	1039	1194	1066	690	811
Młociny (150,750)	539	701	651	637	537

źródło: opracowanie własne



Rys. 6.6 Rozkład ruchu dla stanu istniejącego – rok 2018, godzina szczytu porannego.
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.7 Rozkład ruchu dla stanu istniejącego – rok 2018, godzina szczytu popołudniowego.
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.8. Liczba pasażerów w transporcie zbiorowym w stanie istniejącym – rok 2018, godzina szczytu porannego
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne.



Rys. 6.9. Liczba pasażerów w transporcie zbiorowym w stanie istniejącym – rok 2018, godzina szczytu popołudniowego.

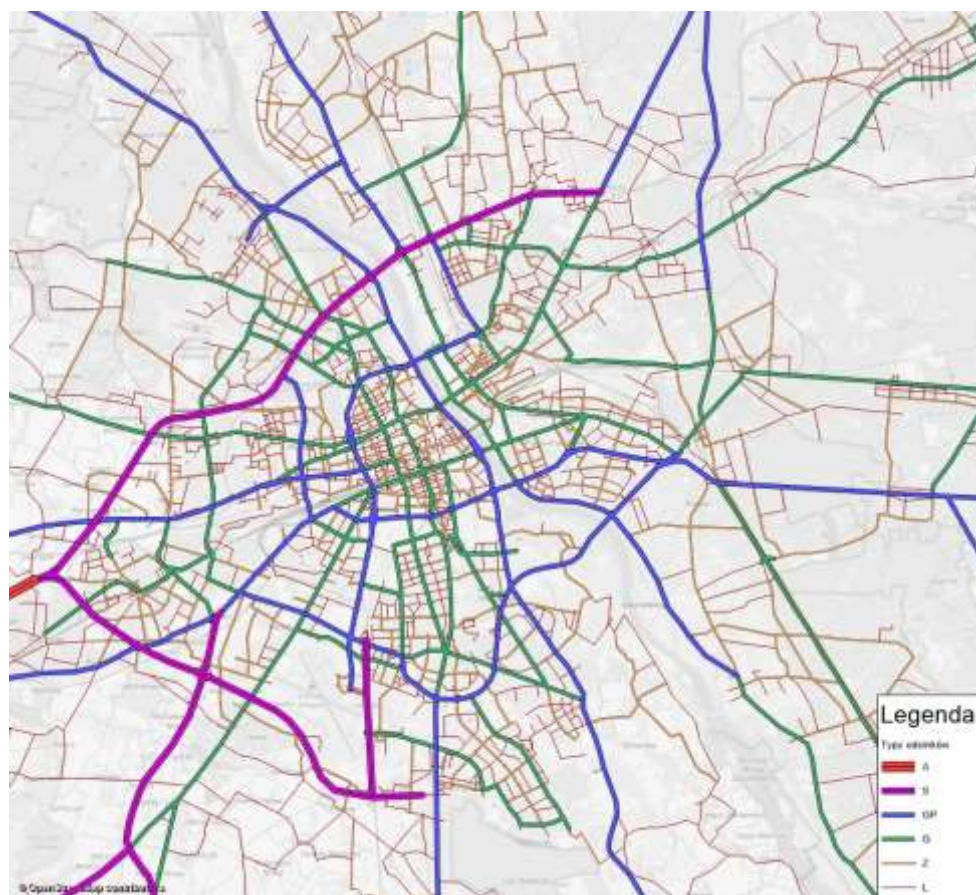
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne

6.3 Założenia do prognoz ruchu

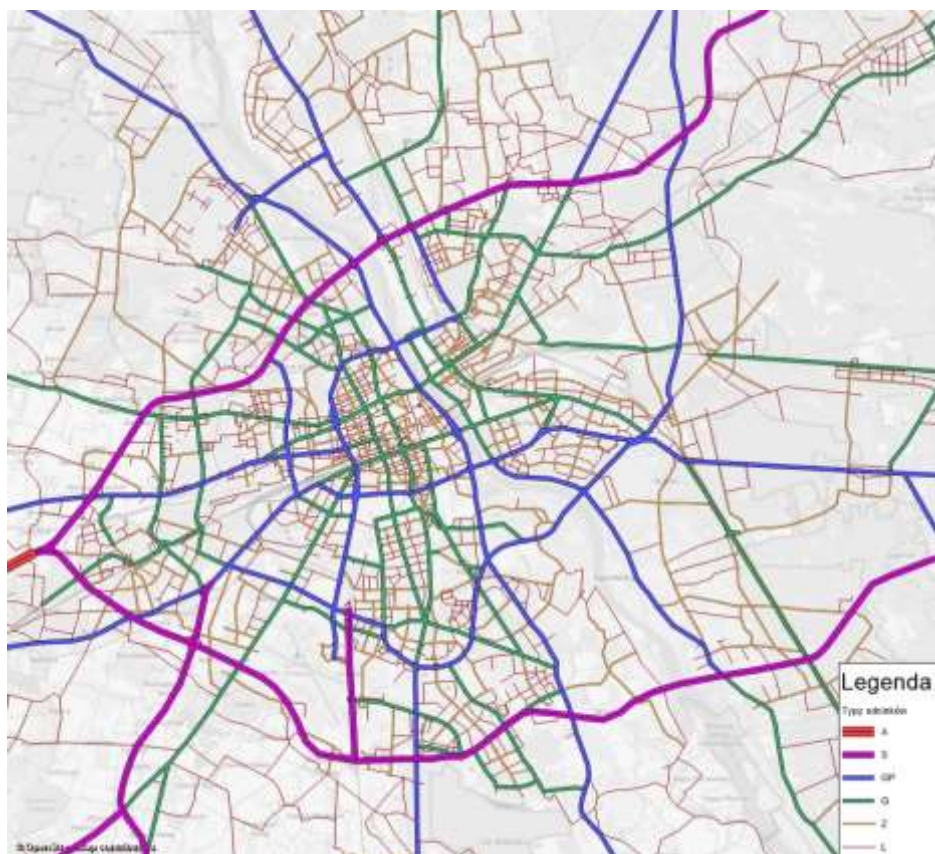
Do opracowania prognoz ruchu wykorzystano dane o zagospodarowaniu przestrzennym udostępnione w dniu 27.07.2018 przez Biuro Polityki Mobilności i Transportu w Warszawie. Dane te dotyczą dwóch horyzontów czasowych, lat 2017 i 2050. Zgodnie z nimi liczba ludności w granicach administracyjnych Warszawy w 2017 roku była na poziomie 1 758 tys., z osobami mieszkającymi w Warszawie

tymczasowo - studenci, pracownicy firm, itp., a do roku 2050 ma wzrosnąć do poziomu 2 423 tys. mieszkańców. Dla lat pośrednich wartości są interpolowane. Dane zawierają także informacje o rejonach leżących poza Warszawą w strefie aglomeracyjnej. W przypadku Łomianek przyjmuje się liczbę ludności na poziomie 25,9 tys. w stanie istniejącym i prognozę na 2050 rok na poziomie 32 tys. mieszkańców.

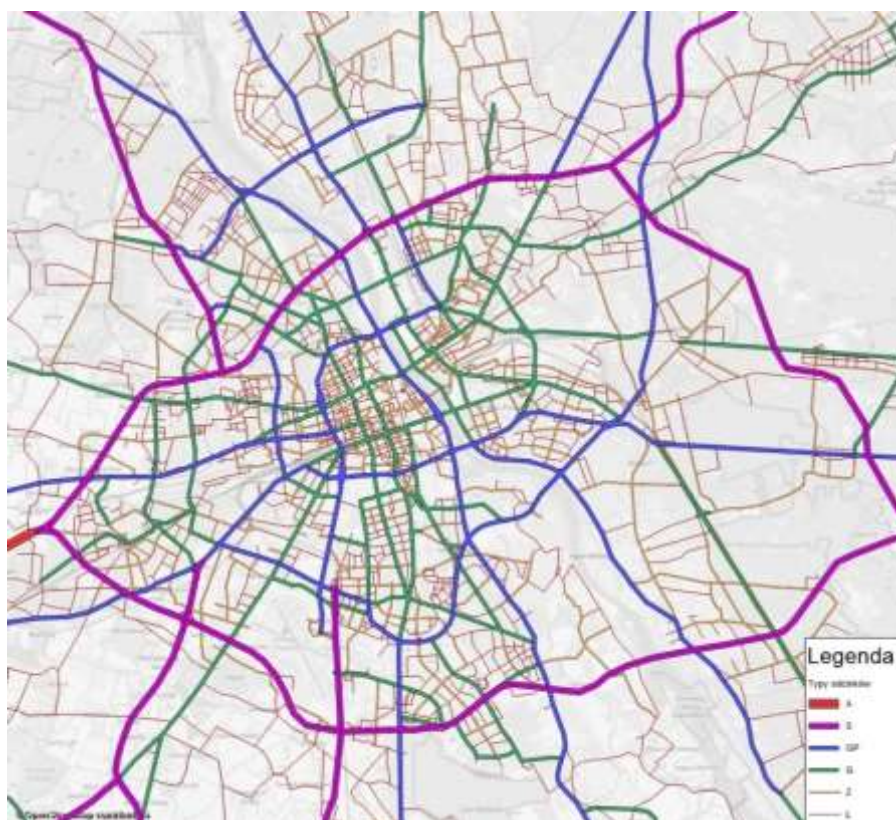
Model sieci transportowej dla okresu prognozy zbudowano uwzględniając zmiany, jakie zajądą w wyniku rozwoju infrastruktury drogowej i transportu zbiorowego. Przyjęto założenia zgodnie z harmonogramem rozwoju systemu transportowego Warszawy przygotowanym w ramach *Warszawskiego Badania Ruchu 2015* wraz z opracowaniem modelu ruchu i zaktualizowanym 01.2018 roku. Na rys. 6.10-rys. 6.15 przedstawiono schematy rozwoju sieci transportowej do 2045 roku.



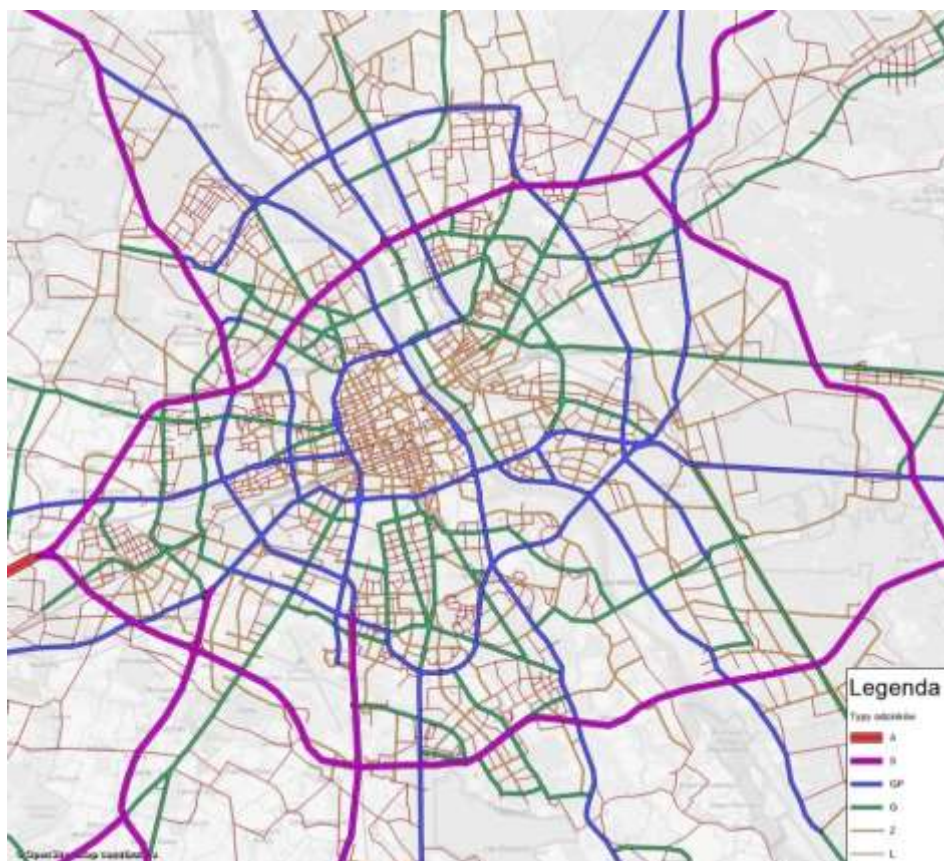
Rys. 6.10 Sieć drogowa– rok 2018
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



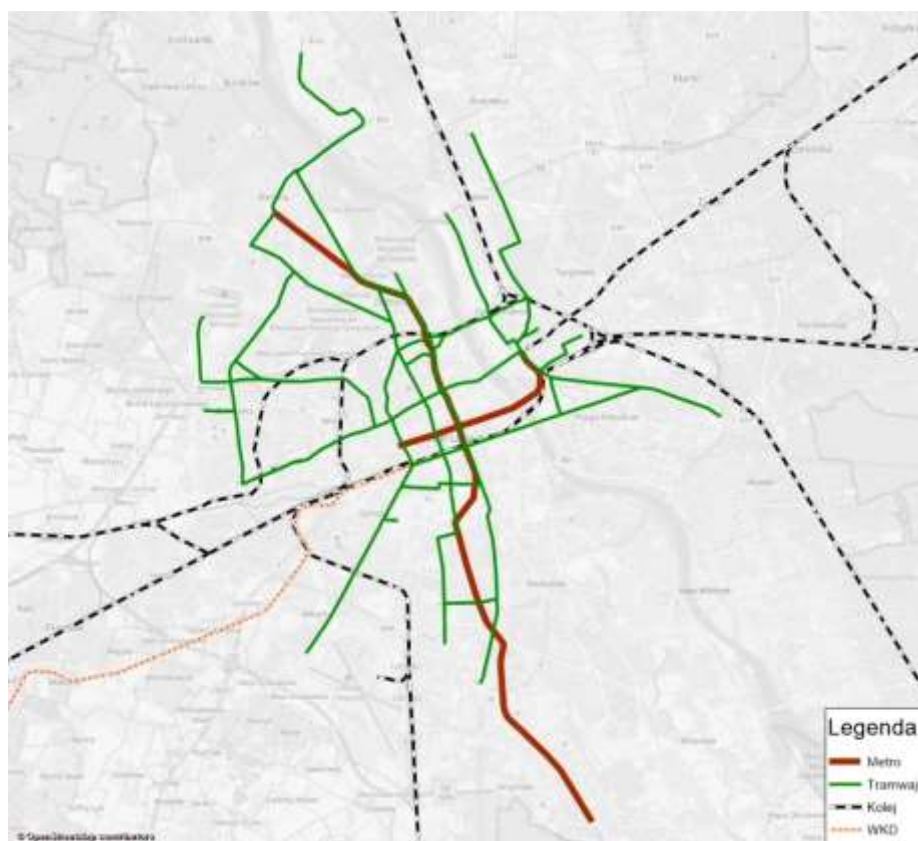
Rys. 6.11 Sieć drogowa– rok 2020
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



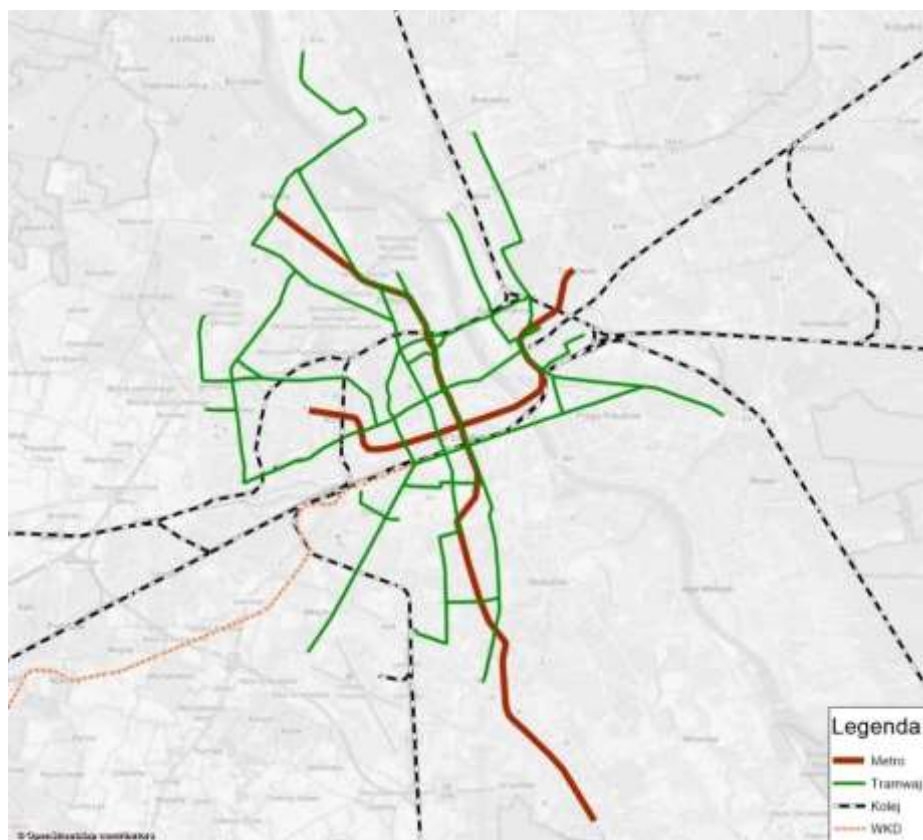
Rys. 6.12 Sieć drogowa– rok 2025
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



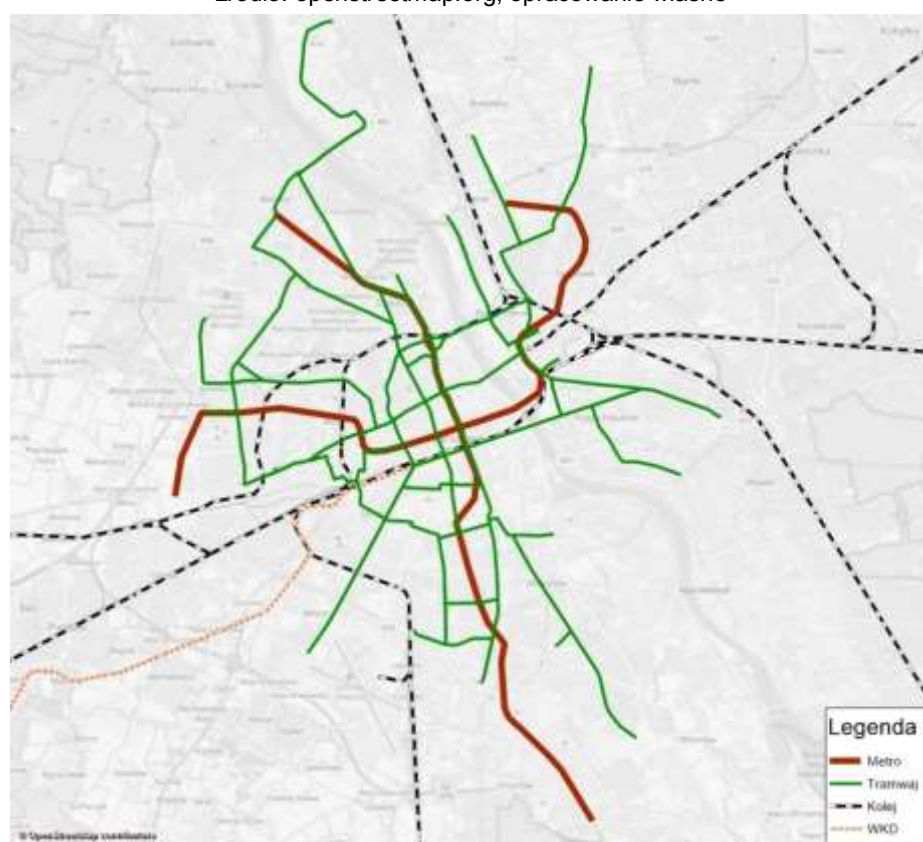
Rys. 6.13 Sieć drogowa– rok 2045
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



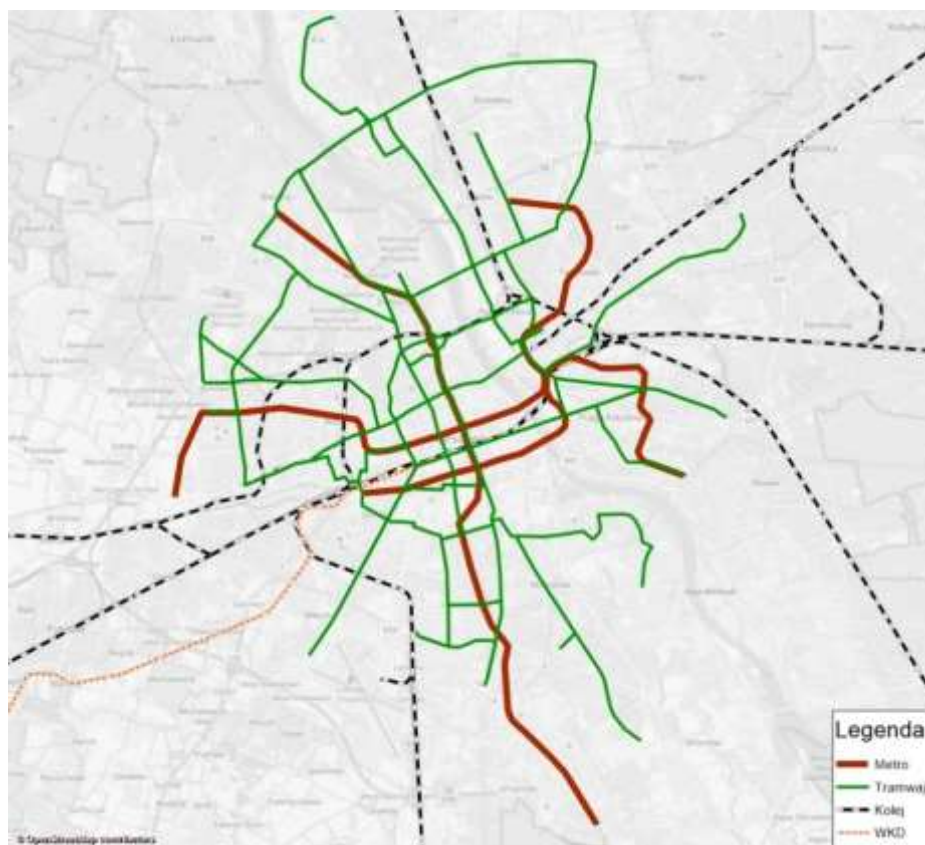
Rys. 6.14 Sieć szynowego transportu zbiorowego– rok 2018
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.15 Sieć szynowego transportu zbiorowego– rok 2020
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.16 Sieć szynowego transportu zbiorowego– rok 2025
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.17 Sieć szynowego transportu zbiorowego– rok 2045
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne

6.4 Wyniki prognoz ruchu

Ze względu na skalę modelu podróży aglomeracji warszawskiej nie zróżnicowano sposobów wyznaczenia pasa wzdłuż prawych krawędzi jezdni i w pasie dzielącym. Analizowane w opracowaniu wariantowe rozwiązania pasa autobusowego w ul. Pułkowej na potrzeby analiz ruchowych zagregowano do dwóch głównych wariantów zakładających:

- A. realizację pasa autobusowego tylko na kierunku do Warszawy - wariant WA
- B. realizację pasa autobusowego w dwóch kierunkach z i do Warszawy - wariant WB

Warunki ruchu autobusów w poszczególnych wariantach zamodelowano na podstawie prędkości komunikacyjnej wyznaczonej w pomiarach ruchu. W wariantcie bezinwestycyjnym założono prędkości wynikające z pomiarów ruchu. W wariantach inwestycyjnych założono zwiększenie prędkości komunikacyjnej do 25-30km/h co odpowiada prędkościom komunikacyjnym autobusów w warunkach swobodnych. W przypadku komunikacji indywidualnej założono, że budowa buspasa zasadniczo nie wpłynie na przepustowość układu drogowego dla samochodów.

W wariantach z realizacją pasa autobusowego dokonano optymalizacji linii autobusowych której celem było zwiększenie oddziaływania nowych rozwiązań na jak największą liczbę mieszkańców gminy Łomianki. Zaproponowano uruchomienie nowej linii autobusowej (częstotliwość kursowania w godzinach szczytowych co 15 min.), obsługującej rejonu leżące na zachód od ul. Kolejowej. Przebieg nowej linii założono ulicami: pętla Dąbrowa Zachodnia, ul. Zachodnią, ul. Wiślaną, ul. Akacyjową, ul. Brukową, ul. Kolejową, ul. Pułkową, Al. Gen. Marii Wittek do pętli Młociny.



Rys. 6.18 Przebieg nowej linii autobusowej założonej w wariantach inwestycyjnych
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne

Na potrzeby analizy ekonomicznej prognozy ruchu wykonano dla trzech horyzontów czasowych:

- rok 2020 założono jako pierwszy rok funkcjonowania inwestycji,
- rok 2025 w którym założono funkcjonowanie drogi S7 na odcinku Czosnów – S8 – inwestycja ta będzie mieć duży wpływ na rozkład ruchu w rejonie gminy Łomianki
- rok 2043 ostatni rok okresu odniesienia w analizie ekonomicznej.

Prognozy ruchu wykonano dla godziny szczytu porannego i popołudniowego zarówno w transporcie zbiorowym jak i indywidualnym. Na poniższych rysunkach przedstawiono wyniki prognoz ruchu. W szczycie porannym prędkości autobusów do Łomianek są na poziomie prędkości swobodnych w związku z czym nie modelowano oddzielnie wariantu WB.



Rys. 6.19. Prognoza liczby pasażerów w szczycie porannym w roku 2020 – wariant bezinwestycyjny W0
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.20. Prognoza liczby pasażerów w szczycie porannym w roku 2020 - warianty inwestycyjne WA i WB
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.21 Prognoza ruchu drogowego w szczycie porannym w roku 2020 - wariant bezinwestycyjny W0
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.22 Prognoza ruchu drogowego w szczycie porannym w roku 2020 - warianty inwestycyjne WA i WB
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.23. Prognoza liczby pasażerów w szczycie popołudniowym w roku 2020 - wariant bezinwestycyjny W0
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne.



Rys. 6.24. Prognoza liczby pasażerów w szczycie popołudniowym w roku 2020 - wariant inwestycyjny WA
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.25. Prognoza liczba pasażerów w szczycie popołudniowym w roku 2020 - wariant inwestycyjny WB
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.26 Prognoza ruchu drogowego w szczycie popołudniowym w roku 2020 - wariant bezinwestycyjny W0
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.27 Prognoza ruchu drogowego w szczycie popołudniowym w roku 2020 - warianty inwestycyjne WA i WB
 źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.28. Prognoza liczby pasażerów w szczyte poranne w roku 2025 – wariant bezinwestycyjny W0
 źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.29. Prognoza liczby pasażerów w szczycie porannym w roku 2025 - warianty inwestycyjne WA i WB
 źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.30 Prognoza ruchu drogowego w szczycie porannym w roku 2025 - wariant bezinwestycyjny W0
 źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.31 Prognoza ruchu drogowego w szczycie porannym w roku 2025 - warianty inwestycyjne WA i WB
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.32. Prognoza liczby pasażerów w szczycie popołudniowym w roku 2025 - wariant bezinwestycyjny W0
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne.



Rys. 6.33. Prognoza liczby pasażerów w szczycie popołudniowym w roku 2025 - wariant inwestycyjny WA
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.34. Prognoza liczby pasażerów w szczycie popołudniowym w roku 2025 - wariant inwestycyjny WB
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.35 Prognoza ruchu drogowego w szczycie popołudniowym w roku 2025 - wariant bezinwestycyjny W0
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.36 Prognoza ruchu drogowego w szczycie popołudniowym w roku 2025 - warianty inwestycyjne WA i WB
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.37. Prognoza liczby pasażerów w szczyte porannym w roku 2045 – wariant bezinwestycyjny W0
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.38. Prognoza liczby pasażerów w szczyte porannym w roku 2045 - warianty inwestycyjne WA i WB
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.39 Prognoza ruchu drogowego w szczycie porannym w roku 2045 - wariant bezinwestycyjny W0
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.40 Prognoza ruchu drogowego w szczycie porannym w roku 2045 - warianty inwestycyjne WA i WB
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.41. Prognoza liczby pasażerów w szczycie popołudniowym w roku 2045 - wariant bezinwestycyjny W0
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne.



Rys. 6.42. Prognoza liczby pasażerów w szczycie popołudniowym w roku 2045 - wariant inwestycyjny WA
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.43. Prognoza liczba pasażerów w szczycie popołudniowym w roku 2045 - wariant inwestycyjny WB
 źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.44 Prognoza ruchu drogowego w szczycie popołudniowym w roku 2045 - wariant bezinwestycyjny W0
 źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne



Rys. 6.45 Prognoza ruchu drogowego w szczycie popołudniowym w roku 2045 - warianty inwestycyjne WA i WB
źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne

7 ANALIZA EKONOMICZNA

7.1 Cel analizy ekonomicznej

Celem analizy ekonomicznej jest określenie, czy i w jakim stopniu, planowana inwestycja jest uzasadniona ze społeczno-ekonomicznego punktu widzenia. Ekonomiczne koszty przedsięwzięcia (koszty z wyłączeniem podatków) porównano z głównymi korzyściami generowanymi przez inwestycję, tzn.:

- oszczędnościami czasu podróży użytkowników,
- oszczędnościami w kosztach eksploatacji pojazdów,
- oszczędnościami w kosztach wypadków drogowych i ofiar śmiertelnych,
- oszczędnościami w kosztach związanych z emisją zanieczyszczeń,
- oszczędnościami w kosztach związanych ze zmianami klimatycznymi,
- oszczędnościami w kosztach związanych z hałasem.

Analiza ekonomiczna wykorzystuje prognozy przewozów opracowane dla rozpatrywanych wariantów inwestycji oraz dla wariantu bezinwestycyjnego W0. Do oceny wariantów inwestycyjnych zastosowano metodykę, polegającą na porównaniu zdyskontowanych kosztów i korzyści przedsięwzięcia w założonym okresie analizy – 25 lat, obejmującym lata 2019 – 2043. Rokiem bazowym analizy jest rok 2019. Wartość rezydualną uwzględniono w roku 2043. Metodyka ta daje pełną informację o ekonomicznej efektywności inwestycji przez wyznaczenie wskaźników ENPV, BCR i ERR.

Realizację projektu planuje się w roku 2019. W analizie przyjęto oddanie inwestycji do użytku z początkiem 2021 roku. W analizie założono 300 dni przeliczeniowych w roku.

7.2 Koszty inwestycyjne

Łączne koszty inwestycyjne netto projektu w tabelach poniżej.

W analizie ekonomicznej wykorzystywane przepływy finansowe, zgodnie z metodyką nie zawierają podatku VAT. Ponadto koszty muszą być przekształcone z cen rynkowych w rozrachunkowe, uwzględniając korektę o pozostałe efekty fiskalne. Zgodnie z metodologią Niebieskiej Księgi w celu oczyszczenia przepływów związanych z nakładami inwestycyjnymi z efektów fiskalnych, zastosowano wskaźniki 0,83 dla kosztów związanych z kosztami inwestycyjnymi.

Tabl. 7.1. Finansowe koszty inwestycyjne netto.

L.p.	Elementy	Kwota netto			
		W1a	W1b	W2a	W2b
1	Konstrukcja nawierzchni, przystanków	6 225 500,00	9 653 500,00	4 931 000,00	11 737 000,00
2	Sieci elektr., teletech., kanaliz.	49 800,00	49 800,00	253 000,00	496 000,00
3	Roboty dodatkowe	900 000,00	900 000,00	900 000,00	1 300 000,00
4	Projekt	1 255 060,00	1 940 660,00	1 036 800,00	2 446 600,00
5	Promocja	253 000,00	376 000,00	214 000,00	479 000,00
Razem		8 687 360,00	12 925 960,00	7 338 800,00	16 466 600,00

Na potrzeby rachunku przyjęto, że realizacja projektu nastąpi w latach 2019 - 2020.

Tabl. 7.2. Harmonogram finansowych kosztów inwestycyjnych netto.

Wariant	Rok		Razem
	2019	2020	
W1a	3 064 453,33	5 622 906,67	8 687 360,00
W1b	4 559 320,00	8 366 640,00	12 925 960,00
W2a	2 588 933,33	4 749 866,67	7 338 800,00
W2b	5 808 200,00	10 658 400,00	16 466 600,00

Tabl. 7.3. Harmonogram ekonomicznych kosztów inwestycyjnych.

Wariant	Rok		Razem
	2019	2020	
W1a	2 543 496,27	4 667 012,53	7 210 508,80
W1b	3 784 235,60	6 944 311,20	10 728 546,80
W2a	2 148 814,67	3 942 389,33	6 091 204,00
W2b	4 820 806,00	8 846 472,00	13 667 278,00

7.3 Koszty utrzymania i odtworzenia

W analizie uwzględniono koszty utrzymaniowe i odtworzeniowe dla infrastruktury. W przypadku zakresu drogowego przyjęto harmonogram kosztów utrzymania zgodny z Niebieską Księgą, zakładający ponoszenie rokrocznie kosztów związanych z utrzymaniem bieżącym w wysokości 8,57 zł/m² oraz raz na 10 lat koszty związane z utrzymaniem okresowym w wysokości 85,71 zł/m². Koszty jednostkowe zamieszczone w Niebieskiej Księdze, odniesiono do projektowanej powierzchni nawierzchni w każdym z wariantów inwestycyjnych.

Tabl. 7.4. Powierzchnie nawierzchni.

Wariant inwestycyjny	Razem [m ²]
W1a	12 900
W1b	20 200
W2a	9 800
W2b	24 000

W analizie ekonomicznej wykorzystywane przepływy finansowe, zgodnie z metodyką nie zawierają podatku VAT. Ponadto koszty muszą być przekształcone z cen rynkowych w rozrachunkowe, uwzględniając korektę o pozostałe efekty fiskalne. Zgodnie z metodologią Niebieskiej Księgi w celu oczyszczenia przepływów związanych z nakładami utrzymaniowymi z efektów fiskalnych, zastosowano wskaźniki 0,78.

Tabl. 7.5. Ekonomiczne koszty utrzymania i odtworzenia.

Rok	Utrzymanie bieżące i okresowe			
	W1a	W1b	W2a	W2b
2019	0,00	0,00	0,00	0,00
2020	0,00	0,00	0,00	0,00
2021	86 245,71	135 051,43	65 520,00	160 457,14
2022	86 245,71	135 051,43	65 520,00	160 457,14
2023	86 245,71	135 051,43	65 520,00	160 457,14
2024	86 245,71	135 051,43	65 520,00	160 457,14
2025	86 245,71	135 051,43	65 520,00	160 457,14
2026	86 245,71	135 051,43	65 520,00	160 457,14
2027	86 245,71	135 051,43	65 520,00	160 457,14
2028	86 245,71	135 051,43	65 520,00	160 457,14
2029	86 245,71	135 051,43	65 520,00	160 457,14
2030	862 457,14	1 350 514,29	655 200,00	1 604 571,43
2031	86 245,71	135 051,43	65 520,00	160 457,14
2032	86 245,71	135 051,43	65 520,00	160 457,14
2033	86 245,71	135 051,43	65 520,00	160 457,14
2034	86 245,71	135 051,43	65 520,00	160 457,14
2035	86 245,71	135 051,43	65 520,00	160 457,14
2036	86 245,71	135 051,43	65 520,00	160 457,14
2037	86 245,71	135 051,43	65 520,00	160 457,14
2038	86 245,71	135 051,43	65 520,00	160 457,14
2039	86 245,71	135 051,43	65 520,00	160 457,14
2040	862 457,14	1 350 514,29	655 200,00	1 604 571,43
2041	86 245,71	135 051,43	65 520,00	160 457,14
2042	86 245,71	135 051,43	65 520,00	160 457,14
2043	86 245,71	135 051,43	65 520,00	160 457,14

7.4 Kategorie oddziaływań ekonomicznych

7.4.1 Oddziaływanie na czas podróży użytkowników transportu

W wyniku realizacji inwestycji zmianie ulegnie praca przewozowa wyrażona w pasażero-godzinach w transporcie drogowym. Ze względu na różne wielkości pracy przewozowej w wariantach, zmianie ulegną koszty czasu użytkowników w wariantach inwestycyjnych w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego W0.

Jednostkowe koszty czasu użytkowników

Jednostkowe koszty czasu użytkowników infrastruktury przyjęto na podstawie zaktualizowanych na rok 2018, danych opracowanych przez CUPT i zamieszczonych na stronie www.cupt.gov.pl. Dane te opierają się na metodyce zawartej w Niebieskiej Księdze. Do obliczenia uśrednionej wartości czasu w transporcie wykorzystano strukturę motywacji podróży uzyskaną z WBR 2015r. dla komunikacji zbiorowej (tabela poniżej).

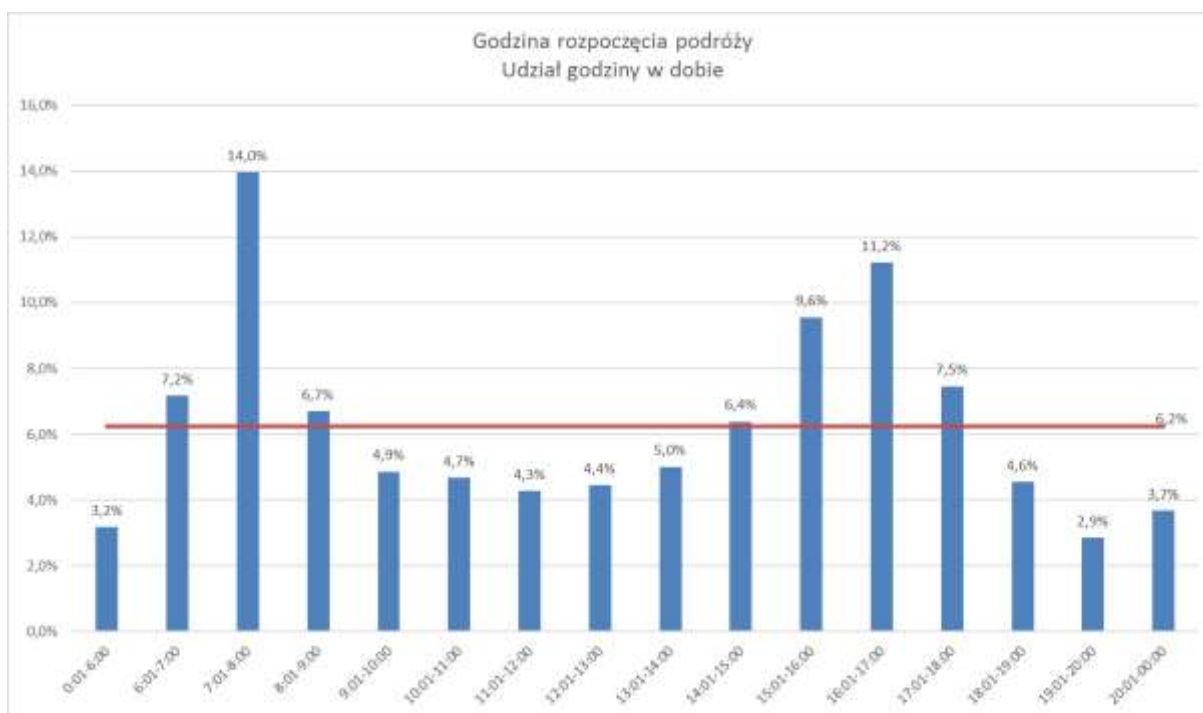
Tabl. 7.6. Dobowy rozkład podróży w zależności od motywacji.

L.p.	Motywacja podróży	Udział podróży
1	Dom-praca-dom	44,1%
2	Sprawy służbowe, interesy	3,7%
3	Pozostałe	52,2%

Źródło: Obliczenia własne na podstawie WBR 2015

Dane ruchowe

Za podstawę obliczeń zmian kosztów czasu użytkowników posłużyły statystyki pracy przewozowej wyrażone w pasażero-godzinach w godzinie szczytu porannego oraz popołudniowego. Z przedstawionego poniżej wykresu, obrazującego udział rozpoczęcia podróży w dobie wynika, że powyżej średniej, wynoszącej 6,2% znajdują się 3 godziny szczytu porannego oraz 4 godziny szczytu popołudniowego (jedna z godzin popołudniowych nieznacznie przekracza wartość średniej). Na podstawie analizy danych WBR 2015, zachowując podejście ostrożnościowe, przyjęto, że oszczędności wynikające z prognoz ruchu dla szczytu porannego oraz popołudniowego występować będą w dobie po 3 godziny.



Źródło: na podstawie WBR 2015

W obliczeniach prac przewozowych uwzględniono 300 dni przeliczeniowych w roku. Obliczone prace przewozowe zamieszczono w tabelach poniżej

Tabl. 7.7. Oszczędności pracy przewozowej w roku w transporcie [pas-godz.]: W0 –W1a, W2a.

Rok	Samochody osobowe	Komunikacja zbiorowa*	Razem
2019	0	0	
2021	115 949	29 5738	145 522
2025	53 948	- 6 606	47 342
2030	58 655	- 5 664	52 991
2035	63 363	-4 723	58 640
2040	68 070	-3 781	64 289
2045	72 778	-2 840	69 938

* wartość ujemna oznacza wzrost kosztów w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego

Tabl. 7.8. Oszczędności pracy przewozowej w roku w transporcie [pas-godz.]: W0 –W1b, W2b.

Rok	Samochody osobowe	Komunikacja zbiorowa*	Razem
2019	0		
2021	121 485	32 011	153 496
2025	55 292	-4 441	50 852
2030	60 976	- 3 423	57 552
2035	66 659	-2 406	64 253
2040	72 342	-1 389	70 953
2045	78 025	-372	77 653

* wartość ujemna oznacza wzrost kosztów w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego

W obliczeniach wartości pracy przewozowej wyrażonej w pasażero-godzinach uwzględniono wskaźnik napętnienia pojazdów osobowych na poziomie 1,37 (na podstawie badań wykonanych w ramach niniejszego opracowania).

Oszczędności kosztów czasu użytkowników

Na podstawie jednostkowych kosztów czasu oraz danych ruchowych obliczono oszczędności kosztów czasu. Wartości danych ruchowych pomiędzy latami, dla których obliczono statystyki pracy przewozowej interpolowano liniowo.

Tabl. 7.9. Oszczędności kosztów czasu (oszczędności roczne) – wariant W1a, W2a.

Rok	Oszczędności kosztów czasu [PLN]		
	Samochody osobowe	Komunikacja zbiorowa*	Razem
2019	0,00	0,00	0,00
2020	0,00	0,00	0,00
2021	4 055 676,85	1 034 405,41	5 090 082,26
2022	3 578 478,53	731 319,88	4 309 798,41
2023	3 076 429,53	415 884,73	3 492 314,26
2024	2 555 724,28	89 757,83	2 645 482,11
2025	2 017 569,63	-247 041,06	1 770 528,57
2026	2 085 308,28	-243 802,63	1 841 505,65
2027	2 153 822,67	-240 303,11	1 913 519,57
2028	2 224 159,56	-236 659,14	1 987 500,42
2029	2 295 233,44	-232 749,88	2 062 483,56
2030	2 368 153,72	-228 688,15	2 139 465,56
2031	2 441 792,06	-224 360,00	2 217 432,06
2032	2 516 077,60	-219 764,96	2 296 312,64
2033	2 590 933,47	-214 902,98	2 376 030,49

Rok	Oszczędności kosztów czasu [PLN]		
	Samochody osobowe	Komunikacja zbiorowa*	Razem
2034	2 666 275,87	-209 774,38	2 456 501,48
2035	2 742 011,07	-204 379,73	2 537 631,34
2036	2 818 066,35	-198 722,13	2 619 344,22
2037	2 895 780,93	-192 899,41	2 702 881,53
2038	2 973 696,26	-186 812,81	2 786 883,45
2039	3 053 221,95	-180 555,13	2 872 666,83
2040	3 134 381,29	-174 121,38	2 960 259,91
2041	3 217 180,65	-167 505,73	3 049 674,92
2042	3 300 014,40	-160 624,14	3 283 916,44
2043	3 384 454,20	-153 558,23	3 379 120,25

* wartość ujemna oznacza wzrost kosztów w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego

Tabl. 7.10. Oszczędności kosztów czasu (oszczędności roczne) – wariant W1b, W2b.

Rok	Oszczędności kosztów czasu [PLN]		
	Samochody osobowe	Komunikacja zbiorowa*	Razem
2019	0,00	0,00	0,00
2020	0,00	0,00	0,00
2021	4 249 327,20	1 119 680,27	5 369 007,47
2022	3 738 379,07	815 740,87	4 554 119,94
2023	3 201 030,28	499 233,60	3 700 263,88
2024	2 643 775,75	171 942,60	2 815 718,36
2025	2 067 862,56	-166 072,39	1 901 790,17
2026	2 143 811,12	-160 974,80	1 982 836,32
2027	2 220 756,12	-155 611,51	2 065 144,61
2028	2 299 776,91	-150 058,03	2 149 718,88
2029	2 379 754,10	-144 236,17	2 235 517,93
2030	2 461 837,77	-138 215,95	2 323 621,83
2031	2 544 857,79	-131 926,89	2 412 930,90
2032	2 628 736,86	-125 370,76	2 503 366,10
2033	2 713 390,91	-118 549,89	2 594 841,01
2034	2 798 728,07	-111 467,19	2 687 260,88
2035	2 884 645,46	-104 126,07	2 780 519,39
2036	2 971 061,77	-96 531,68	2 874 530,09
2037	3 059 387,00	-88 733,01	2 970 653,99
2038	3 148 081,09	-80 683,91	3 067 397,18
2039	3 238 633,92	-72 426,53	3 166 207,39
2040	3 331 073,80	-63 955,55	3 267 118,25
2041	3 425 411,00	-55 265,37	3 370 145,63
2042	3 519 936,20	-46 327,99	3 473 608,21
2043	3 616 322,92	-37 170,23	3 579 152,69

* wartość ujemna oznacza wzrost kosztów w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego

7.4.2 Oddziaływanie na koszty eksploatacji pojazdów

W wyniku realizacji inwestycji zmianie ulegnie praca przewozowa wyrażona w poj-km w transporcie drogowym. Ponadto w analizie uwzględniono również zmiany w pracy przewozowej w komunikacji autobusowej wyrażonej w wzkm. Ze względu na te zmiany, nastąpi zmiana kosztów eksploatacji pojazdów w wariantach inwestycyjnych w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego W0.

Jednostkowe koszty eksploatacji pojazdów

Jednostkowe koszty eksploatacji pojazdów przyjęto zgodnie z Niebieską Księgą, Infrastruktura Drogowa, lipiec 2015. Jednostkowe koszty eksploatacji przyjęto jak dla terenu płaskiego, dla nawierzchni po remoncie/budowie. Zgodnie z założeniami zawartymi w Niebieskiej Księdze, zakłada się brak realnego wzrostu jednostkowych kosztów eksploatacji pojazdów w czasie, gdyż potencjalny wzrost kosztów energii będzie rekompensowany poprzez zwiększoną efektywność energetyczną pojazdów.

Koszty jednostkowe przyjęto w podziale na przedziały prędkości, zgodnym z Niebieską Księgą (Infrastruktura Drogowa, lipiec 2015). W przypadku komunikacji autobusowej wykorzystano stawkę wzkm na 2018 rok pomiędzy Komunikacją Miejską Łomianki a ZTM – 8,15 zł/wzkm netto. Stawka ta nie uwzględnia amortyzacji, która ponoszona jest przez Gminę. W związku z powyższym nie ma potrzeby jej usuwania z przyjętej stawki netto. Ponadto, zgodnie z metodologią Niebieskiej Księgi w celu oczyszczenia kosztów z efektów fiskalnych, zastosowano wskaźniki 0,78.

Dane ruchowe

Za podstawę obliczeń zmian kosztów eksploatacji pojazdów posłużyły statystyki pracy przewozowej uzyskane z modelu ruchowego, wyrażone w pojazdo-kilometrach dla godziny szczytu porannego i popołudniowego. Na podstawie analizy danych WBR 2015 przyjęto, że oszczędności wynikające z prognoz ruchu dla szczytu porannego występować będą w dobie przez 3 godziny, natomiast oszczędności wynikające z prognoz ruchu dla szczytu popołudniowego przez 3 godziny. W przypadku komunikacji autobusowej wykorzystano wielkość pracy przewozowej wykonanej w godzinie szczytu porannego i uwzględniono jej udział w dobie, na podstawie danych ZTM za rok 2017 – 6,6%. W obliczeniach prac przewozowych uwzględniono 300 dni przeliczeniowych w roku.

Tabl. 7.11. Oszczędności pracy przewozowej w roku w transporcie drogowym – samochody osobowe [poj-km.] – W0 – W1a, W2a.

przedział prędkości	2019	2021	2025	2030	2035	2040	2045
<10	0	-646 404	-2 341 806	-1 796 623	-1 251 439	-706 256	-161 072
10-30	0	-2 141 173	3 059 521	1 557 674	55 826	-1 446 021	-2 947 868
31-50	0	4 068 138	103 696	700 493	1 297 290	1 894 087	2 490 883
51-60	0	252 684	161 289	331 058	500 827	670 597	840 366
61-80	0	126 922	-20 326	151 800	323 925	496 051	668 176
>80	0	-126 387	274 509	319 397	364 284	409 172	454 059
Razem	0	1 533 781	1 236 883	1 263 799	1 290 714	1 317 629	1 344 544

Tabl. 7.12. Oszczędności pracy przewozowej w roku w transporcie drogowym – samochody osobowe [poj-km.] – W0 – W1b, W2b.

przedział prędkości	2019	2021	2025	2030	2035	2040	2045
<10	0	-494 200	-1 611 559	-1 268 667	-925 775	-582 882	-239 990
10-30	0	1 550 844	2 124 876	641 872	-841 133	-2 324 137	-3 807 142
31-50	0	179 514	345 883	1 489 392	2 632 901	3 776 410	4 993 719
51-60	0	-714 072	-4 825 195	-3 752 886	-2 680 578	-1 608 269	-535 961
61-80	0	1 186 226	4 860 725	3 767 797	2 674 869	1 581 940	489 012
>80	0	-61 623	371 673	398 071	424 469	450 867	477 264
Razem	0	1 646 689	1 266 404	1 275 579	1 284 753	1 293 928	1 376 902

Tabl. 7.13. Wzrost pracy przewozowej w roku w transporcie autobusowym [wzkm.] – W1a, W2a – W0.

	2019	2010	2025	2030	2035	2040	2045
autobusy	0	348 902	348 902	348 902	348 902	348 902	348 902

Tabl. 7.14. Wzrost pracy przewozowej w roku w transporcie autobusowym [wzkm.] – W1b, W2b – W0.

	2019	2021	2025	2030	2035	2040	2045
autobusy	0	348 902	348 902	348 902	348 902	348 902	348 902

Oszczędności kosztów eksploatacji pojazdów

Na podstawie jednostkowych kosztów eksploatacji pojazdów oraz danych ruchowych obliczono zmiany kosztów eksploatacji pojazdów. Wartości danych ruchowych pomiędzy latami, dla których obliczono statystyki pracy przewozowej interpolowano liniowo.

Tabl. 7.15. Oszczędności kosztów eksploatacji pojazdów (oszczędności roczne) – wariant W1a, W2a.

Rok	Oszczędności kosztów eksploatacji pojazdów [PLN]*		
	Samochody osobowe	Komunikacja zbiorowa – autobusowa	Razem
2019	0,00	0,00	0,00
2020	0,00	0,00	0,00
2021	1 140 916,79	-2 217 967,44	-1 077 050,65
2022	1 102 465,85	-2 217 967,44	-1 115 501,59
2023	1 064 014,91	-2 217 967,44	-1 153 952,54
2024	1 025 563,97	-2 217 967,44	-1 192 403,48
2025	987 113,03	-2 217 967,44	-1 230 854,42
2026	985 591,60	-2 217 967,44	-1 232 375,84
2027	984 070,18	-2 217 967,44	-1 233 897,26
2028	982 548,76	-2 217 967,44	-1 235 418,69
2029	981 027,33	-2 217 967,44	-1 236 940,11
2030	979 505,91	-2 217 967,44	-1 238 461,53
2031	977 984,49	-2 217 967,44	-1 239 982,95
2032	976 463,07	-2 217 967,44	-1 241 504,38
2033	974 941,64	-2 217 967,44	-1 243 025,80
2034	973 420,22	-2 217 967,44	-1 244 547,22
2035	971 898,80	-2 217 967,44	-1 246 068,65
2036	970 377,37	-2 217 967,44	-1 247 590,07
2037	968 855,95	-2 217 967,44	-1 249 111,49
2038	967 334,53	-2 217 967,44	-1 250 632,91
2039	965 813,10	-2 217 967,44	-1 252 154,34
2040	964 291,68	-2 217 967,44	-1 253 675,76
2041	962 770,26	-2 217 967,44	-1 255 197,18
2042	961 248,84	-2 217 967,44	-1 256 718,61
2043	959 727,41	-2 217 967,44	-1 258 240,03

* wartość ujemna oznacza wzrost kosztów w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego

Tabl. 7.16. Oszczędności kosztów eksploatacji pojazdów (oszczędności roczne) – wariant W1b, W2b.

Rok	Oszczędności kosztów eksploatacji pojazdów [PLN]*		
	Samochody osobowe	Komunikacja zbiorowa – autobusowa	Razem
2019	0,00	0,00	0,00
2020	0,00	0,00	0,00
2021	1 380 362,40	-2 217 967,44	-837 605,04
2022	1 284 327,50	-2 217 967,44	-933 639,94

Rok	Oszczędności kosztów eksploatacji pojazdów [PLN]*		
	Samochody osobowe	Komunikacja zbiorowa – autobusowa	Razem
2023	1 188 292,60	-2 217 967,44	-1 029 674,84
2024	1 092 257,71	-2 217 967,44	-1 125 709,73
2025	996 222,81	-2 217 967,44	-1 221 744,63
2026	994 895,93	-2 217 967,44	-1 223 071,51
2027	993 569,05	-2 217 967,44	-1 224 398,39
2028	992 242,17	-2 217 967,44	-1 225 725,27
2029	990 915,29	-2 217 967,44	-1 227 052,15
2030	989 588,41	-2 217 967,44	-1 228 379,03
2031	988 261,53	-2 217 967,44	-1 229 705,91
2032	986 934,66	-2 217 967,44	-1 231 032,79
2033	985 607,78	-2 217 967,44	-1 232 359,67
2034	984 280,90	-2 217 967,44	-1 233 686,54
2035	982 954,02	-2 217 967,44	-1 235 013,42
2036	981 627,14	-2 217 967,44	-1 236 340,30
2037	980 300,26	-2 217 967,44	-1 237 667,18
2038	978 973,38	-2 217 967,44	-1 238 994,06
2039	977 646,50	-2 217 967,44	-1 240 320,94
2040	976 319,62	-2 217 967,44	-1 241 647,82
2041	974 992,74	-2 217 967,44	-1 242 974,70
2042	973 665,86	-2 217 967,44	-1 244 301,58
2043	972 338,98	-2 217 967,44	-1 245 628,46

* wartość ujemna oznacza wzrost kosztów w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego

7.4.3 Wartość wypadków drogowych i ofiar śmiertelnych

W celu obliczenia kosztów wypadków wykorzystano wielkości pracy przewozowej wykonanej w całej sieci drogowej. Różnica uzyskanych wartości pomiędzy wariantami inwestycyjnymi a wariantem bezinwestycyjnym W0 stanowi oszczędności pracy przewozowej. Koszty wypadków i ofiar obejmują:

- koszty zabitych,
- koszty rannych w wypadkach,
- koszty strat materialnych.

Jednostkowe koszty zdarzeń drogowych

Jednostkowe koszty wypadków, ofiar śmiertelnych i rannych przyjęto na podstawie zaktualizowanych na rok 2018, danych opracowanych przez CUPT i zamieszczonych na stronie www.cupt.gov.pl. Dane te opierają się na metodyce zawartej w Niebieskiej Księdze (Infrastruktura Drogowa, lipiec 2015).

Współczynniki wypadkowości

Zgodnie z założeniami przyjętymi w „Niebieskiej Księdze” obliczono wskaźniki prawdopodobieństwa wystąpienia wypadku w Warszawie oraz wskaźniki dotkliwości wypadków. Wskaźniki prawdopodobieństwa wyznaczono na podstawie prac przewozowych, wyrażonych w poj-km, uzyskanych z modelu ruchu.

Tabl. 7.17. Wskaźnik prawdopodobieństwa wystąpienia wypadku.

Rok	Liczba wypadków	Praca przewozowa [tys. poj-km*]	Prawdopodobieństwo wystąpienia wypadku [wypadki/10 ⁶ poj-km]
2015	962	5 603 623	0,1717
2016	914	5 635 948	0,1622
2017	1145	5 668 460	0,2020
Średnia			0,1786

Tabl. 7.18. Wskaźnik dotkliwości wypadku.

Rok	Liczba wypadków	Ofiary ruchu drogowego			Zabici/wypadek	Ranni/wypadek
		Razem	Zabici	Ranni		
2015	962	1 147	61	1 086	0,0634	1,1289
2016	914	1 091	54	1 037	0,0591	1,1346
2017	1145	1 354	50	1 304	0,0437	1,1389
Średnia					0,0554	1,1341

* Obliczenia własne na podstawie danych ZDM oraz założeń projektowych

Dane ruchowe

Za podstawę obliczeń zmian kosztów wypadków drogowych posłużyły statystyki pracy przewozowej uzyskane z modelu ruchowego, wyrażone w pojazdo-kilometrach, zamieszczone w podrozdziale dot. kosztów eksploatacji pojazdów.

Oszczędności kosztów wypadków drogowych i ofiar

Na podstawie jednostkowych kosztów wypadków drogowych, wskaźników wypadkowości oraz danych ruchowych obliczono zmiany kosztów wypadków drogowych oraz ofiar. Wartości danych ruchowych pomiędzy latami, dla których obliczono statystyki pracy przewozowej interpolowano liniowo.

Tabl. 7.19. Oszczędności kosztów wypadków drogowych (oszczędności roczne) – wariant W1a, W2a.

Rok	Oszczędności kosztów wypadków drogowych [PLN]			
	Oszczędności kosztów ofiar śmiertelnych	Oszczędności kosztów osób rannych	Oszczędności kosztów strat materialnych	Razem
2019	0,00	0,00	0,00	0,00
2020	0,00	0,00	0,00	0,00
2021	38 389,87	237 680,52	6 816,78	282 887,17
2022	37 613,00	232 870,76	6 678,83	277 162,60
2023	36 646,82	226 888,87	6 507,27	270 042,95
2024	35 580,14	220 284,81	6 317,86	262 182,80
2025	34 438,77	213 218,33	6 115,19	253 772,29
2026	35 465,56	219 575,45	6 297,52	261 338,52
2027	36 499,06	225 974,06	6 481,03	268 954,15
2028	37 567,44	232 588,64	6 670,74	276 826,82
2029	38 641,59	239 238,98	6 861,47	284 742,05
2030	39 751,20	246 108,84	7 058,50	292 918,55
2031	40 866,21	253 012,12	7 256,49	301 134,82
2032	41 984,89	259 938,12	7 455,13	309 378,14
2033	43 105,37	266 875,27	7 654,09	317 634,73
2034	44 225,62	273 811,00	7 853,01	325 889,63
2035	45 343,37	280 731,24	8 051,49	334 126,10
2036	46 456,92	287 625,49	8 249,22	342 331,63
2037	47 601,45	294 711,55	8 452,45	350 765,45

Rok	Oszczędności kosztów wypadków drogowych [PLN]			
	Oszczędności kosztów ofiar śmiertelnych	Oszczędności kosztów osób rannych	Oszczędności kosztów strat materialnych	Razem
2038	48 738,91	301 753,80	8 654,42	359 147,14
2039	49 906,12	308 980,28	8 861,68	367 748,09
2040	51 103,63	316 394,32	9 074,32	376 572,27
2041	52 331,53	323 996,56	9 292,36	385 620,45
2042	53 548,40	331 530,46	9 508,43	394 587,29
2043	54 794,89	339 247,74	9 729,77	403 772,39

Tabl. 7.20. Oszczędności kosztów wypadków drogowych (oszczędności roczne) – wariant W1b, W2b.

Rok	Oszczędności kosztów wypadków drogowych [PLN]			
	Oszczędności kosztów ofiar śmiertelnych	Oszczędności kosztów osób rannych	Oszczędności kosztów strat materialnych	Razem
2019	0,00	0,00	0,00	0,00
2020	0,00	0,00	0,00	0,00
2021	41 215,93	255 177,32	7 318,59	303 711,84
2022	39 985,45	247 559,13	7 100,10	294 644,68
2023	38 530,69	238 552,36	6 841,78	283 924,83
2024	36 946,98	228 747,27	6 560,57	272 254,82
2025	35 260,71	218 307,16	6 261,14	259 829,01
2026	36 312,39	224 818,37	6 447,88	267 578,65
2027	37 370,96	231 372,19	6 635,85	275 379,00
2028	38 465,26	238 147,25	6 830,16	283 442,67
2029	39 565,49	244 959,04	7 025,53	291 550,06
2030	40 702,05	251 995,73	7 227,34	299 925,11
2031	41 844,15	259 066,74	7 430,14	308 341,03
2032	42 990,03	266 161,15	7 633,61	316 784,78
2033	44 137,77	273 267,09	7 837,41	325 242,27
2034	45 285,30	280 371,70	8 041,18	333 698,17
2035	46 430,28	287 460,56	8 244,49	342 135,33
2036	47 570,99	294 522,92	8 447,04	350 540,95
2037	48 743,43	301 781,81	8 655,23	359 180,47
2038	49 908,65	308 995,95	8 862,13	367 766,74
2039	51 104,36	316 398,86	9 074,45	376 577,67
2040	52 331,11	323 993,94	9 292,28	385 617,33
2041	53 589,01	331 781,87	9 515,64	394 886,52
2042	54 835,62	339 499,92	9 737,00	404 072,54
2043	56 112,58	347 405,90	9 963,75	413 482,22

7.4.4 Oddziaływania zanieczyszczenia powietrza

W wyniku realizacji inwestycji zmianie ulegnie praca przewozowa transportu drogowego. W związku z powyższym nastąpi zmiana kosztów zanieczyszczenia powietrza. Na koszty zanieczyszczenia powietrza składają się koszty związane z oddziaływaniem transportu na środowisko naturalne, obejmujące:

- ujemny wpływ na zdrowie ludzkie,
- straty materialne i szkody środowiskowe,
- emisje pyłów, tlenków azotu, dwutlenku siarki, lotnych związków organicznych oraz ozonu.

Jednostkowe koszty zanieczyszczenia powietrza

Jednostkowe koszty zanieczyszczenia powietrza przyjęto na podstawie zaktualizowanych na rok 2018, danych opracowanych przez CUPT i zamieszczonych na stronie www.cupt.gov.pl. Dane te opierają się na metodyce zawartej w Niebieskiej Księdze (Infrastruktura Drogowa, lipiec 2015). Za wyjściowe koszty dla roku 2014 przyjęto koszty jednostkowe, w podziale na przedziały prędkości, zgodnie z Niebieską Księgą (Infrastruktura Drogowa, lipiec 2015).

Dane ruchowe

Za podstawę obliczeń zmian kosztów zanieczyszczenia powietrza posłużyły statystyki pracy przewozowej uzyskane z modelu ruchowego, wyrażone w pojazdo-kilometrach, zamieszczone w podrozdziale dot. kosztów eksploatacji pojazdów. W przypadku komunikacji autobusowej dodatkowo wykorzystano średnie prędkości pojazdów uzyskane z modelu ruchowego.

Oszczędności kosztów zanieczyszczenia powietrza

Na podstawie kosztów jednostkowych oraz danych ruchowych obliczono oszczędności kosztów zanieczyszczenia powietrza. Wartości pracy przewozowej pomiędzy latami, dla których obliczono statystyki pracy przewozowej interpolowano liniowo.

Tabl. 7.21. Oszczędności kosztów zanieczyszczenia powietrza (oszczędności roczne) – wariant W1a, W2a.

Rok	Oszczędności kosztów zanieczyszczenia powietrza [PLN]*		
	Samochody osobowe	Komunikacja zbiorowa	Razem
2019	0,00	0,00	0,00
2020	0,00	0,00	0,00
2021	120 022,32	-641 136,81	-521 114,49
2022	128 537,19	-665 990,34	-537 453,15
2023	137 040,51	-689 524,08	-552 483,57
2024	145 810,90	-713 212,00	-567 401,10
2025	154 965,61	-737 597,93	-582 632,32
2026	155 494,35	-756 298,64	-600 804,29
2027	155 851,13	-774 980,36	-619 129,23
2028	156 153,37	-794 239,08	-638 085,70
2029	156 274,17	-813 454,67	-657 180,50
2030	156 330,93	-833 249,87	-676 918,93
2031	156 199,60	-852 989,79	-696 790,18
2032	155 874,64	-872 639,30	-716 764,66
2033	155 350,72	-892 160,88	-736 810,17
2034	154 622,74	-911 514,27	-756 891,53
2035	153 685,63	-930 654,95	-776 969,32
2036	152 537,10	-949 550,81	-797 013,71
2037	151 292,75	-968 921,02	-817 628,27
2038	149 828,29	-987 988,29	-838 159,99
2039	148 257,79	-1 007 499,90	-859 242,12
2040	146 576,00	-1 027 461,21	-880 885,20
2041	144 776,41	-1 047 868,77	-903 092,36
2042	142 741,80	-1 067 890,84	-925 149,04
2043	140 582,31	-1 088 339,69	-947 757,38

* wartość ujemna oznacza wzrost kosztów w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego

Tabl. 7.22. Oszczędności kosztów zanieczyszczenia powietrza (oszczędności roczne) – wariant W1b, W2b.

Rok	Oszczędności kosztów zanieczyszczenia powietrza [PLN]*		
	Samochody osobowe	Komunikacja zbiorowa	Razem
2019	0,00	0,00	0,00
2020	0,00	0,00	0,00
2021	222 702,84	-641 136,81	-418 433,97
2022	205 761,64	-665 990,34	-460 228,70
2023	187 062,77	-689 524,08	-502 461,31
2024	167 120,50	-713 212,00	-546 091,50
2025	146 042,97	-737 597,93	-591 554,96
2026	146 511,96	-756 298,64	-609 786,68
2027	146 817,43	-774 980,36	-628 162,93
2028	147 069,99	-794 239,08	-647 169,08
2029	147 150,07	-813 454,67	-666 304,60
2030	147 168,21	-833 249,87	-686 081,66
2031	147 007,55	-852 989,79	-705 982,24
2032	146 662,90	-872 639,30	-725 976,40
2033	146 129,27	-892 160,88	-746 031,61
2034	145 401,89	-911 514,27	-766 112,38
2035	144 475,99	-930 654,95	-786 178,96
2036	143 349,46	-949 550,81	-806 201,35
2037	142 130,94	-968 921,02	-826 790,07
2038	140 703,65	-987 988,29	-847 284,64
2039	139 174,69	-1 007 499,90	-868 325,21
2040	137 539,09	-1 027 461,21	-889 922,12
2041	135 790,63	-1 047 868,77	-912 078,14
2042	133 819,37	-1 067 890,84	-934 071,47
2043	131 728,56	-1 088 339,69	-956 611,13

* wartość ujemna oznacza wzrost kosztów w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego

7.4.5 Oddziaływania zmian klimatycznych

W wyniku realizacji inwestycji zmianie ulegnie praca przewozowa transportu drogowego. W związku z powyższym nastąpi zmiana kosztów oddziaływania na zmiany klimatyczne. Zmiany klimatyczne wynikają z przyrostu oddziaływań emisji gazów cieplarnianych. Emisje gazów cieplarnianych są wyrażone jako ekwiwalent CO₂.

Jednostkowe koszty oddziaływania zmian klimatycznych

Współczynniki emisji gazów cieplarnianych dla środków transportu drogowego, przyjęto zgodnie z Niebieską Księgą. Jednostkowe współczynniki zmian klimatu koszty przyjęto jak dla terenu płaskiego, dla nawierzchni po remoncie/budowie. Jednostkowe koszty oddziaływania zmian klimatycznych przyjęto na podstawie zaktualizowanych na rok 2018, danych opracowanych przez CUPT i zamieszczonych na stronie www.cupt.gov.pl. Dane te opierają się na metodyce zawartej w Niebieskiej Księdze (Infrastruktura Drogowa, lipiec 2015).

Dane ruchowe

Za podstawę obliczeń zmian kosztów zmian klimatycznych posłużyły statystyki pracy przewozowej uzyskane z modelu ruchowego, wyrażone w pojazd-kilometrach oraz wzm w przypadku autobusów, zamieszczone w podrozdziale dot. kosztów eksploatacji pojazdów.

Oszczędności kosztów zmian klimatycznych

Na podstawie kosztów jednostkowych oraz danych ruchowych obliczono oszczędności kosztów zmian klimatycznych. Wartości pracy przewozowej pomiędzy latami, dla których obliczono statystyki pracy przewozowej interpolowano liniowo.

Tabl. 7.23. Oszczędności kosztów zmian klimatycznych (oszczędności roczne) – wariant W1a, W2a.

Rok	Oszczędności kosztów zmian klimatycznych [PLN]*		
	Samochody osobowe	Komunikacja zbiorowa	Razem
2019	0,00	0,00	0,00
2020	0,00	0,00	0,00
2021	34 941,50	-51 527,86	-16 586,36
2022	36 950,20	-53 422,70	-16 472,50
2023	39 015,02	-55 329,67	-16 314,66
2024	41 135,94	-57 247,75	-16 111,81
2025	43 312,98	-59 175,92	-15 862,94
2026	43 509,94	-60 655,37	-17 145,43
2027	43 663,69	-62 134,83	-18 471,14
2028	43 774,23	-63 614,29	-19 840,06
2029	43 841,55	-65 093,75	-21 252,20
2030	43 865,66	-66 573,21	-22 707,56
2031	43 846,55	-68 052,68	-24 206,13
2032	43 784,24	-69 532,15	-25 747,91
2033	43 678,71	-71 011,62	-27 332,91
2034	43 529,96	-72 491,09	-28 961,13
2035	43 338,01	-73 970,57	-30 632,56
2036	43 102,84	-75 450,05	-32 347,21
2037	42 824,46	-76 929,53	-34 105,07
2038	42 502,86	-78 409,02	-35 906,15
2039	42 138,06	-79 888,51	-37 750,45
2040	41 730,04	-81 368,00	-39 637,96
2041	41 278,80	-82 847,49	-41 568,69
2042	40 784,36	-84 326,99	-43 542,63
2043	40 246,70	-85 806,48	-45 559,79

* wartość ujemna oznacza wzrost kosztów w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego

Tabl. 7.24. Oszczędności kosztów zmian klimatycznych (oszczędności roczne) – wariant W1b, W2b.

Rok	Oszczędności kosztów zmian klimatycznych [PLN]*		
	Samochody osobowe	Komunikacja zbiorowa	Razem
2019	0,00	0,00	0,00
2020	0,00	0,00	0,00
2021	63 230,19	-51 527,86	11 702,33
2022	58 322,15	-53 422,70	4 899,45
2023	53 053,88	-55 329,67	-2 275,80
2024	47 425,36	-57 247,75	-9 822,39
2025	41 436,61	-59 175,92	-17 739,32
2026	41 623,56	-60 655,37	-19 031,82
2027	41 769,09	-62 134,83	-20 365,73
2028	41 873,22	-63 614,29	-21 741,07
2029	41 935,93	-65 093,75	-23 157,82

Rok	Oszczędności kosztów zmian klimatycznych [PLN]*		
	Samochody osobowe	Komunikacja zbiorowa	Razem
2030	41 957,23	-66 573,21	-24 615,99
2031	41 937,11	-68 052,68	-26 115,56
2032	41 875,59	-69 532,15	-27 656,56
2033	41 772,65	-71 011,62	-29 238,97
2034	41 628,29	-72 491,09	-30 862,80
2035	41 442,53	-73 970,57	-32 528,05
2036	41 215,35	-75 450,05	-34 234,70
2037	40 946,75	-76 929,53	-35 982,78
2038	40 636,75	-78 409,02	-37 772,27
2039	40 285,33	-79 888,51	-39 603,17
2040	39 892,50	-81 368,00	-41 475,50
2041	39 458,26	-82 847,49	-43 389,23
2042	38 982,60	-84 326,99	-45 344,38
2043	38 465,53	-85 806,48	-47 340,95

* wartość ujemna oznacza wzrost kosztów w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego

7.4.6 Oddziaływania hałasu

W analizie szacowania oddziaływania hałasu wykorzystano jedną z metod zaproponowanych w Niebieskiej Księdze. Niebieska Księga określa jednostkowe koszty ekonomiczne hałasu odnoszące się do wykonanej pracy przewozowej. Zgodnie z zapisem w Niebieskiej Księdze „hałas jest definiowany jako niepożądane lub szkodliwe dźwięki powodowane przez działalność człowieka na wolnym powietrzu, w tym hałas emitowany przez środki transportu, ruch drogowy, ruch kolejowy, ruch lotniczy oraz hałas pochodzący z obszarów działalności przemysłowej”. W wyniku realizacji inwestycji zmiane ulegnie praca przewozowa transportu drogowego. W związku z powyższym nastąpi zmiana kosztów oddziaływania hałasu. Uwzględniany w analizie hałas wynika z emisji dźwięków o wysokim natężeniu przez środki transportu.

Jednostkowe koszty oddziaływania hałasu

Jednostkowe koszty hałasu przyjęto na podstawie zaktualizowanych na rok 2018, danych opracowanych przez CUPT i zamieszczonych na stronie www.cupt.gov.pl. Dane te opierają się na metodyce zawartej w Niebieskiej Księdze (Infrastruktura Drogowa, lipiec 2015). Zgodnie z propozycją zaprezentowaną w Niebieskiej Księdze, przyjęto średnią ważoną kosztów jednostkowych, uwzględniając 15% udział nocy oraz 85% udział dnia.

Dane ruchowe

Za podstawę obliczeń zmian kosztów hałasu posłużyły statystyki pracy przewozowej uzyskane z modelu ruchowego, wyrażone w pojazdo-kilometrach oraz wkm w przypadku autobusów, zamieszczone w podrozdziale dot. kosztów eksploatacji pojazdów.

Oszczędności kosztów hałasu

Na podstawie kosztów jednostkowych oraz danych ruchowych obliczono oszczędności kosztów hałasu. Wartości pracy przewozowej pomiędzy latami, dla których obliczono statystyki pracy przewozowej interpolowano liniowo.

Tabl. 7.25. Oszczędności kosztów hałasu (oszczędności roczne) – wariant W1a, W2a.

Rok	Oszczędności kosztów hałasu [PLN]*		
	Samochody osobowe	Komunikacja zbiorowa	Razem
2019	0,00	0,00	0,00

Rok	Oszczędności kosztów hałasu [PLN]*		
	Samochody osobowe	Komunikacja zbiorowa	Razem
2020	0,00	0,00	0,00
2021	94 062,43	-131 771,68	-37 709,25
2022	92 158,96	-135 670,63	-43 511,67
2023	89 791,62	-139 267,90	-49 476,29
2024	87 178,05	-142 868,96	-55 690,91
2025	84 381,48	-146 584,31	-62 202,83
2026	86 897,32	-150 300,61	-63 403,29
2027	89 429,58	-154 013,12	-64 583,54
2028	92 047,31	-157 840,29	-65 792,98
2029	94 679,19	-161 658,88	-66 979,69
2030	97 397,95	-165 592,65	-68 194,70
2031	100 129,93	-169 515,44	-69 385,50
2032	102 870,91	-173 420,24	-70 549,34
2033	105 616,29	-177 299,62	-71 683,33
2034	108 361,12	-181 145,56	-72 784,44
2035	111 099,82	-184 949,22	-73 849,40
2036	113 828,23	-188 704,23	-74 876,00
2037	116 632,54	-192 553,49	-75 920,95
2038	119 419,53	-196 342,55	-76 923,02
2039	122 279,42	-200 219,90	-77 940,48
2040	125 213,53	-204 186,60	-78 973,07
2041	128 222,13	-208 241,99	-80 019,86
2042	131 203,68	-212 220,77	-81 017,08
2043	134 257,81	-216 284,34	-82 026,53

* wartość ujemna oznacza wzrost kosztów w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego

Tabl. 7.26. Oszczędności kosztów hałasu (oszczędności roczne) – wariant W1b, W2b.

Rok	Oszczędności kosztów hałasu [PLN]*		
	Samochody osobowe	Komunikacja zbiorowa	Razem
2019	0,00	0,00	0,00
2020	0,00	0,00	0,00
2021	100 986,81	-131 771,68	-30 784,87
2022	97 971,90	-135 670,63	-37 698,73
2023	94 407,46	-139 267,90	-44 860,44
2024	90 527,08	-142 868,96	-52 341,88
2025	86 395,39	-146 584,31	-60 188,92
2026	88 972,21	-150 300,61	-61 328,39
2027	91 565,90	-154 013,12	-62 447,22
2028	94 247,14	-157 840,29	-63 593,15
2029	96 942,91	-161 658,88	-64 715,97
2030	99 727,69	-165 592,65	-65 864,96
2031	102 526,06	-169 515,44	-66 989,38
2032	105 333,68	-173 420,24	-68 086,57
2033	108 145,87	-177 299,62	-69 153,75
2034	110 957,53	-181 145,56	-70 188,03
2035	113 762,96	-184 949,22	-71 186,26
2036	116 557,90	-188 704,23	-72 146,33

Rok	Oszczędności kosztów hałasu [PLN]*		
	Samochody osobowe	Komunikacja zbiorowa	Razem
2037	119 430,61	-192 553,49	-73 122,88
2038	122 285,62	-196 342,55	-74 056,93
2039	125 215,33	-200 219,90	-75 004,56
2040	128 221,09	-204 186,60	-75 965,50
2041	131 303,18	-208 241,99	-76 938,81
2042	134 357,61	-212 220,77	-77 863,15
2043	137 486,41	-216 284,34	-78 797,93

* wartość ujemna oznacza wzrost kosztów w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego

7.5 Wartość rezydualna

Wartość rezydualną wyliczono na ostatni rok analizy – 2043. Wartość rezydualna obliczona została w ten sposób, iż wartość początkowa wybranych elementów inwestycji została pomniejszona o amortyzację przy uwzględnieniu średniej żywotności elementu, nakładów odtworzeniowych.

Tabl. 7.27. Wartość rezydualna – żywotność elementów.

Element projektu	Średnia żywotność	Fizyczny okres życia z uwzględnieniem wymian	Pozostały % życia projektu
Roboty Drogowe	20	35	50%

Źródło: na podstawie Niebieskiej Księgi

Tabl. 7.28. Finansowa wartość rezydualna – Wariant W1a.

Element projektu	Koszty finansowe	Wartość rezydualna
Roboty Drogowe	6 225 500,00	3 112 750,00
Razem	6 225 500,00	3 112 750,00

Tabl. 7.29. Finansowa wartość rezydualna – Wariant W1b.

Element projektu	Koszty finansowe	Wartość rezydualna
Roboty Drogowe	9 653 500,00	4 826 750,00
Razem	9 653 500,00	4 826 750,00

Tabl. 7.30. Finansowa wartość rezydualna – Wariant W2a.

Element projektu	Koszty finansowe	Wartość rezydualna
Roboty Drogowe	4 931 000,00	2 465 500,00
Razem	4 931 000,00	2 465 500,00

Tabl. 7.31. Finansowa wartość rezydualna – Wariant W2b.

Element projektu	Koszty finansowe	Wartość rezydualna
Roboty Drogowe	11 737 000,00	5 868 500,00
Razem	11 737 000,00	5 868 500,00

Uwzględniając wskaźnik korekty finansowej w wysokości 0,83, ekonomiczne wartości rezydualne w poszczególnych wariantach przedstawiono w poniższej tabeli:

Tabl. 7.32. Ekonomiczne wartości rezydualne.

Variant	Ekonomiczna wartość rezydualna
W1a	2 583 582,50
W1b	4 006 202,50
W2a	2 046 365,00
W2b	4 870 855,00

7.6 Określenie przepływów ekonomicznych projektu w okresie odniesienia

Tabela poniżej zawiera zestawienie korzyści użytkowników generowanych przez projekt.

Tabl. 7.33. Zestawienie korzyści społeczno - ekonomicznych – Wariant W1a.

Rok	Wartość rezydualna	Oszczędności kosztów czasu	Oszczędność kosztów wypadków	Oszczędności razem	Wzrost kosztów eksploatacji pojazdów	Wzrost kosztów zanieczyszczeni a środowiska	Wzrost kosztów klimatu	Wzrost kosztów hałasu	Wzrost kosztów razem	Zestawienie korzyści społeczno - ekonomicznych
[PLN]										
2019	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2020	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2021	0,00	5 090 082,26	282 887,17	5 372 969,43	1 077 050,65	521 114,49	16 586,36	37 709,25	1 652 460,75	3 720 508,68
2022	0,00	4 309 798,41	277 162,60	4 586 961,01	1 115 501,59	537 453,15	16 472,50	43 511,67	1 712 938,91	2 874 022,09
2023	0,00	3 492 314,26	270 042,95	3 762 357,21	1 153 952,54	552 483,57	16 314,66	49 476,29	1 772 227,05	1 990 130,16
2024	0,00	2 645 482,11	262 182,80	2 907 664,91	1 192 403,48	567 401,10	16 111,81	55 690,91	1 831 607,30	1 076 057,60
2025	0,00	1 770 528,57	253 772,29	2 024 300,86	1 230 854,42	582 632,32	15 862,94	62 202,83	1 891 552,51	132 748,35
2026	0,00	1 841 505,65	261 338,52	2 102 844,17	1 232 375,84	600 804,29	17 145,43	63 403,29	1 913 728,85	189 115,32
2027	0,00	1 913 519,57	268 954,15	2 182 473,72	1 233 897,26	619 129,23	18 471,14	64 583,54	1 936 081,17	246 392,55
2028	0,00	1 987 500,42	276 826,82	2 264 327,24	1 235 418,69	638 085,70	19 840,06	65 792,98	1 959 137,43	305 189,81
2029	0,00	2 062 483,56	284 742,05	2 347 225,60	1 236 940,11	657 180,50	21 252,20	66 979,69	1 982 352,50	364 873,10
2030	0,00	2 139 465,56	292 918,55	2 432 384,12	1 238 461,53	676 918,93	22 707,56	68 194,70	2 006 282,72	426 101,39
2031	0,00	2 217 432,06	301 134,82	2 518 566,89	1 239 982,95	696 790,18	24 206,13	69 385,50	2 030 364,77	488 202,12
2032	0,00	2 296 312,64	309 378,14	2 605 690,78	1 241 504,38	716 764,66	25 747,91	70 549,34	2 054 566,29	551 124,49
2033	0,00	2 376 030,49	317 634,73	2 693 665,22	1 243 025,80	736 810,17	27 332,91	71 683,33	2 078 852,20	614 813,02
2034	0,00	2 456 501,48	325 889,63	2 782 391,11	1 244 547,22	756 891,53	28 961,13	72 784,44	2 103 184,32	679 206,79
2035	0,00	2 537 631,34	334 126,10	2 871 757,44	1 246 068,65	776 969,32	30 632,56	73 849,40	2 127 519,93	744 237,51
2036	0,00	2 619 344,22	342 331,63	2 961 675,85	1 247 590,07	797 013,71	32 347,21	74 876,00	2 151 826,99	809 848,87
2037	0,00	2 702 881,53	350 765,45	3 053 646,98	1 249 111,49	817 628,27	34 105,07	75 920,95	2 176 765,78	876 881,20
2038	0,00	2 786 883,45	359 147,14	3 146 030,59	1 250 632,91	838 159,99	35 906,15	76 923,02	2 201 622,08	944 408,50
2039	0,00	2 872 666,83	367 748,09	3 240 414,92	1 252 154,34	859 242,12	37 750,45	77 940,48	2 227 087,38	1 013 327,53
2040	0,00	2 960 259,91	376 572,27	3 336 832,18	1 253 675,76	880 885,20	39 637,96	78 973,07	2 253 171,99	1 083 660,18
2041	0,00	3 049 674,92	385 620,45	3 435 295,37	1 255 197,18	903 092,36	41 568,69	80 019,86	2 279 878,09	1 155 417,28
2042	0,00	3 139 390,26	394 587,29	3 533 977,55	1 256 718,61	925 149,04	43 542,63	81 017,08	2 306 427,35	1 227 550,20
2043	2 583 582,50	3 230 895,98	403 772,39	6 218 250,87	1 258 240,03	947 757,38	45 559,79	82 026,53	2 333 583,73	3 884 667,14
Razem	2 583 582,50	62 498 585,47	7 299 536,04	72 381 704,00	28 185 305,50	16 606 357,23	628 063,24	1 563 494,15	46 983 220,12	25 398 483,89
Udział proc.	3,6%	86,3%	10,1%	100,0%	60,0%	35,3%	1,3%	3,3%	100%	100%

Tabl. 7.34. Zestawienie korzyści społeczno - ekonomicznych – Wariant W1b.

Rok	Wartość rezydualna	Oszczędności kosztów czasu	Oszczędność kosztów wypadków	Oszczędności razem	Wzrost kosztów eksploatacji pojazdów	Wzrost kosztów zanieczyszczeni a środowiska	Wzrost kosztów klimatu	Wzrost kosztów hałasu	Wzrost kosztów razem	Zestawienie korzyści społeczno - ekonomicznych
[PLN]										
2019	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2020	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2021	0,00	5 369 007,47	303 711,84	5 672 719,31	837 605,04	418 433,97	-11 702,33	30 784,87	1 275 121,55	4 397 597,76
2022	0,00	4 554 119,94	294 644,68	4 848 764,62	933 639,94	460 228,70	-4 899,45	37 698,73	1 426 667,92	3 422 096,71
2023	0,00	3 700 263,88	283 924,83	3 984 188,71	1 029 674,84	502 461,31	2 275,80	44 860,44	1 579 272,39	2 404 916,32
2024	0,00	2 815 718,36	272 254,82	3 087 973,18	1 125 709,73	546 091,50	9 822,39	52 341,88	1 733 965,51	1 354 007,67
2025	0,00	1 901 790,17	259 829,01	2 161 619,18	1 221 744,63	591 554,96	17 739,32	60 188,92	1 891 227,83	270 391,35
2026	0,00	1 982 836,32	267 578,65	2 250 414,97	1 223 071,51	609 786,68	19 031,82	61 328,39	1 913 218,40	337 196,57
2027	0,00	2 065 144,61	275 379,00	2 340 523,61	1 224 398,39	628 162,93	20 365,73	62 447,22	1 935 374,27	405 149,34
2028	0,00	2 149 718,88	283 442,67	2 433 161,55	1 225 725,27	647 169,08	21 741,07	63 593,15	1 958 228,57	474 932,98
2029	0,00	2 235 517,93	291 550,06	2 527 067,98	1 227 052,15	666 304,60	23 157,82	64 715,97	1 981 230,53	545 837,45
2030	0,00	2 323 621,83	299 925,11	2 623 546,94	1 228 379,03	686 081,66	24 615,99	65 864,96	2 004 941,63	618 605,31
2031	0,00	2 412 930,90	308 341,03	2 721 271,94	1 229 705,91	705 982,24	26 115,56	66 989,38	2 028 793,09	692 478,85
2032	0,00	2 503 366,10	316 784,78	2 820 150,89	1 231 032,79	725 976,40	27 656,56	68 086,57	2 052 752,31	767 398,58
2033	0,00	2 594 841,01	325 242,27	2 920 083,29	1 232 359,67	746 031,61	29 238,97	69 153,75	2 076 784,00	843 299,29
2034	0,00	2 687 260,88	333 698,17	3 020 959,05	1 233 686,54	766 112,38	30 862,80	70 188,03	2 100 849,76	920 109,28
2035	0,00	2 780 519,39	342 135,33	3 122 654,72	1 235 013,42	786 178,96	32 528,05	71 186,26	2 124 906,70	997 748,02
2036	0,00	2 874 530,09	350 540,95	3 225 071,04	1 236 340,30	806 201,35	34 234,70	72 146,33	2 148 922,69	1 076 148,36
2037	0,00	2 970 653,99	359 180,47	3 329 834,46	1 237 667,18	826 790,07	35 982,78	73 122,88	2 173 562,91	1 156 271,54
2038	0,00	3 067 397,18	367 766,74	3 435 163,91	1 238 994,06	847 284,64	37 772,27	74 056,93	2 198 107,90	1 237 056,02
2039	0,00	3 166 207,39	376 577,67	3 542 785,07	1 240 320,94	868 325,21	39 603,17	75 004,56	2 223 253,89	1 319 531,17
2040	0,00	3 267 118,25	385 617,33	3 652 735,58	1 241 647,82	889 922,12	41 475,50	75 965,50	2 249 010,94	1 403 724,64
2041	0,00	3 370 145,63	394 886,52	3 765 032,15	1 242 974,70	912 078,14	43 389,23	76 938,81	2 275 380,88	1 489 651,26
2042	0,00	3 473 608,21	404 072,54	3 877 680,75	1 244 301,58	934 071,47	45 344,38	77 863,15	2 301 580,58	1 576 100,16
2043	4 006 202,50	3 579 152,69	413 482,22	7 998 837,41	1 245 628,46	956 611,13	47 340,95	78 797,93	2 328 378,47	5 670 458,95
Razem	4 006 202,50	67 845 471,09	7 510 566,71	79 362 240,30	27 366 673,91	16 527 841,11	593 693,08	1 493 324,63	45 981 532,73	33 380 707,57
Udział proc.	5,0%	85,5%	9,5%	100,0%	59,5%	35,9%	1,3%	3,2%	100,0%	100,0%

Tabl. 7.35. Zestawienie korzyści społeczno - ekonomicznych – Wariant W2a.

Rok	Wartość rezydualna	Oszczędności kosztów czasu	Oszczędność kosztów wypadków	Oszczędności razem	Wzrost kosztów eksploatacji pojazdów	Wzrost kosztów zanieczyszczeni a środowiska	Wzrost kosztów klimatu	Wzrost kosztów hałasu	Wzrost kosztów razem	Zestawienie korzyści społeczno - ekonomicznych
[PLN]										
2019	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2020	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2021	0,00	5 090 082,26	282 887,17	5 372 969,43	1 077 050,65	521 114,49	16 586,36	37 709,25	1 652 460,75	3 720 508,68
2022	0,00	4 309 798,41	277 162,60	4 586 961,01	1 115 501,59	537 453,15	16 472,50	43 511,67	1 712 938,91	2 874 022,09
2023	0,00	3 492 314,26	270 042,95	3 762 357,21	1 153 952,54	552 483,57	16 314,66	49 476,29	1 772 227,05	1 990 130,16
2024	0,00	2 645 482,11	262 182,80	2 907 664,91	1 192 403,48	567 401,10	16 111,81	55 690,91	1 831 607,30	1 076 057,60
2025	0,00	1 770 528,57	253 772,29	2 024 300,86	1 230 854,42	582 632,32	15 862,94	62 202,83	1 891 552,51	132 748,35
2026	0,00	1 841 505,65	261 338,52	2 102 844,17	1 232 375,84	600 804,29	17 145,43	63 403,29	1 913 728,85	189 115,32
2027	0,00	1 913 519,57	268 954,15	2 182 473,72	1 233 897,26	619 129,23	18 471,14	64 583,54	1 936 081,17	246 392,55
2028	0,00	1 987 500,42	276 826,82	2 264 327,24	1 235 418,69	638 085,70	19 840,06	65 792,98	1 959 137,43	305 189,81
2029	0,00	2 062 483,56	284 742,05	2 347 225,60	1 236 940,11	657 180,50	21 252,20	66 979,69	1 982 352,50	364 873,10
2030	0,00	2 139 465,56	292 918,55	2 432 384,12	1 238 461,53	676 918,93	22 707,56	68 194,70	2 006 282,72	426 101,39
2031	0,00	2 217 432,06	301 134,82	2 518 566,89	1 239 982,95	696 790,18	24 206,13	69 385,50	2 030 364,77	488 202,12
2032	0,00	2 296 312,64	309 378,14	2 605 690,78	1 241 504,38	716 764,66	25 747,91	70 549,34	2 054 566,29	551 124,49
2033	0,00	2 376 030,49	317 634,73	2 693 665,22	1 243 025,80	736 810,17	27 332,91	71 683,33	2 078 852,20	614 813,02
2034	0,00	2 456 501,48	325 889,63	2 782 391,11	1 244 547,22	756 891,53	28 961,13	72 784,44	2 103 184,32	679 206,79
2035	0,00	2 537 631,34	334 126,10	2 871 757,44	1 246 068,65	776 969,32	30 632,56	73 849,40	2 127 519,93	744 237,51
2036	0,00	2 619 344,22	342 331,63	2 961 675,85	1 247 590,07	797 013,71	32 347,21	74 876,00	2 151 826,99	809 848,87
2037	0,00	2 702 881,53	350 765,45	3 053 646,98	1 249 111,49	817 628,27	34 105,07	75 920,95	2 176 765,78	876 881,20
2038	0,00	2 786 883,45	359 147,14	3 146 030,59	1 250 632,91	838 159,99	35 906,15	76 923,02	2 201 622,08	944 408,50
2039	0,00	2 872 666,83	367 748,09	3 240 414,92	1 252 154,34	859 242,12	37 750,45	77 940,48	2 227 087,38	1 013 327,53
2040	0,00	2 960 259,91	376 572,27	3 336 832,18	1 253 675,76	880 885,20	39 637,96	78 973,07	2 253 171,99	1 083 660,18
2041	0,00	3 049 674,92	385 620,45	3 435 295,37	1 255 197,18	903 092,36	41 568,69	80 019,86	2 279 878,09	1 155 417,28
2042	0,00	3 139 390,26	394 587,29	3 533 977,55	1 256 718,61	925 149,04	43 542,63	81 017,08	2 306 427,35	1 227 550,20
2043	2 046 365,00	3 230 895,98	403 772,39	5 681 033,37	1 258 240,03	947 757,38	45 559,79	82 026,53	2 333 583,73	3 347 449,64
Razem	2 046 365,00	62 498 585,47	7 299 536,04	71 844 486,50	28 185 305,50	16 606 357,23	628 063,24	1 563 494,15	46 983 220,12	24 861 266,39
Udział proc.	2,8%	87,0%	10,2%	100,0%	60,0%	35,3%	1,3%	3,3%	100,0%	100,0%

Tabl. 7.36. Zestawienie korzyści społeczno - ekonomicznych – Wariant W2b.

Rok	Wartość rezydualna	Oszczędności kosztów czasu	Oszczędność kosztów wypadków	Oszczędności razem	Wzrost kosztów eksploatacji pojazdów	Wzrost kosztów zanieczyszczeni a środowiska	Wzrost kosztów klimatu	Wzrost kosztów hałasu	Wzrost kosztów razem	Zestawienie korzyści społeczno - ekonomicznych
	[PLN]									
2019	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2020	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2021	0,00	5 369 007,47	303 711,84	5 672 719,31	837 605,04	418 433,97	-11 702,33	30 784,87	1 275 121,55	4 397 597,76
2022	0,00	4 554 119,94	294 644,68	4 848 764,62	933 639,94	460 228,70	-4 899,45	37 698,73	1 426 667,92	3 422 096,71
2023	0,00	3 700 263,88	283 924,83	3 984 188,71	1 029 674,84	502 461,31	2 275,80	44 860,44	1 579 272,39	2 404 916,32
2024	0,00	2 815 718,36	272 254,82	3 087 973,18	1 125 709,73	546 091,50	9 822,39	52 341,88	1 733 965,51	1 354 007,67
2025	0,00	1 901 790,17	259 829,01	2 161 619,18	1 221 744,63	591 554,96	17 739,32	60 188,92	1 891 227,83	270 391,35
2026	0,00	1 982 836,32	267 578,65	2 250 414,97	1 223 071,51	609 786,68	19 031,82	61 328,39	1 913 218,40	337 196,57
2027	0,00	2 065 144,61	275 379,00	2 340 523,61	1 224 398,39	628 162,93	20 365,73	62 447,22	1 935 374,27	405 149,34
2028	0,00	2 149 718,88	283 442,67	2 433 161,55	1 225 725,27	647 169,08	21 741,07	63 593,15	1 958 228,57	474 932,98
2029	0,00	2 235 517,93	291 550,06	2 527 067,98	1 227 052,15	666 304,60	23 157,82	64 715,97	1 981 230,53	545 837,45
2030	0,00	2 323 621,83	299 925,11	2 623 546,94	1 228 379,03	686 081,66	24 615,99	65 864,96	2 004 941,63	618 605,31
2031	0,00	2 412 930,90	308 341,03	2 721 271,94	1 229 705,91	705 982,24	26 115,56	66 989,38	2 028 793,09	692 478,85
2032	0,00	2 503 366,10	316 784,78	2 820 150,89	1 231 032,79	725 976,40	27 656,56	68 086,57	2 052 752,31	767 398,58
2033	0,00	2 594 841,01	325 242,27	2 920 083,29	1 232 359,67	746 031,61	29 238,97	69 153,75	2 076 784,00	843 299,29
2034	0,00	2 687 260,88	333 698,17	3 020 959,05	1 233 686,54	766 112,38	30 862,80	70 188,03	2 100 849,76	920 109,28
2035	0,00	2 780 519,39	342 135,33	3 122 654,72	1 235 013,42	786 178,96	32 528,05	71 186,26	2 124 906,70	997 748,02
2036	0,00	2 874 530,09	350 540,95	3 225 071,04	1 236 340,30	806 201,35	34 234,70	72 146,33	2 148 922,69	1 076 148,36
2037	0,00	2 970 653,99	359 180,47	3 329 834,46	1 237 667,18	826 790,07	35 982,78	73 122,88	2 173 562,91	1 156 271,54
2038	0,00	3 067 397,18	367 766,74	3 435 163,91	1 238 994,06	847 284,64	37 772,27	74 056,93	2 198 107,90	1 237 056,02
2039	0,00	3 166 207,39	376 577,67	3 542 785,07	1 240 320,94	868 325,21	39 603,17	75 004,56	2 223 253,89	1 319 531,17
2040	0,00	3 267 118,25	385 617,33	3 652 735,58	1 241 647,82	889 922,12	41 475,50	75 965,50	2 249 010,94	1 403 724,64
2041	0,00	3 370 145,63	394 886,52	3 765 032,15	1 242 974,70	912 078,14	43 389,23	76 938,81	2 275 380,88	1 489 651,26
2042	0,00	3 473 608,21	404 072,54	3 877 680,75	1 244 301,58	934 071,47	45 344,38	77 863,15	2 301 580,58	1 576 100,16
2043	4 870 855,00	3 579 152,69	413 482,22	8 863 489,91	1 245 628,46	956 611,13	47 340,95	78 797,93	2 328 378,47	6 535 111,45
Razem	4 870 855,00	67 845 471,09	7 510 566,71	80 226 892,80	27 366 673,91	16 527 841,11	593 693,08	1 493 324,63	45 981 532,73	34 245 360,07
Udział proc.	6,1%	84,6%	9,4%	100,0%	59,5%	35,9%	1,3%	3,2%	100,0%	100,0%

7.7 Wskaźniki efektywności społeczno-ekonomicznej

Dla wariantów inwestycyjnych obliczono wskaźniki efektywności ekonomicznej: ENPV czyli Ekonomiczną Zaktualizowaną Wartość Netto, iloraz korzyści do kosztów BCR oraz ERR czyli Ekonomiczną Wewnętrzną Stopę Zwrotu. Wskaźniki te umożliwiają dokonanie porównania korzyści wynikających z inwestycji z wartością kosztów inwestycyjnych w założonym okresie analizy. W obliczeniach przyjęto wartość stopy dyskontowej równą 4,5%. Za pierwszy rok analizy przyjęto rok 2019.

Tabl. 7.37. Obliczenie efektywności społeczno - ekonomicznych – Wariant W1a.

Rok	Ekonomiczne nakłady inwestycyjne	Ekonomiczne koszty utrzymania	Korzyści społeczno-ekonomicznej	Korzyści netto	Zdyskontowane korzyści
[PLN]					
2019	2 543 496,27	0,00	0,00	-2 543 496,27	-2 543 496,27
2020	4 667 012,53	0,00	0,00	-4 667 012,53	-4 466 040,70
2021	0,00	86 245,71	3 720 508,68	3 634 262,96	3 328 003,44
2022	0,00	86 245,71	2 874 022,09	2 787 776,38	2 442 918,97
2023	0,00	86 245,71	1 990 130,16	1 903 884,44	1 596 523,90
2024	0,00	86 245,71	1 076 057,60	989 811,89	794 275,59
2025	0,00	86 245,71	132 748,35	46 502,63	35 709,17
2026	0,00	86 245,71	189 115,32	102 869,61	75 591,52
2027	0,00	86 245,71	246 392,55	160 146,84	112 612,87
2028	0,00	86 245,71	305 189,81	218 944,10	147 328,45
2029	0,00	86 245,71	364 873,10	278 627,39	179 415,89
2030	0,00	862 457,14	426 101,39	-436 355,75	-268 881,86
2031	0,00	86 245,71	488 202,12	401 956,40	237 019,17
2032	0,00	86 245,71	551 124,49	464 878,78	262 317,91
2033	0,00	86 245,71	614 813,02	528 567,30	285 412,00
2034	0,00	86 245,71	679 206,79	592 961,08	306 395,11
2035	0,00	86 245,71	744 237,51	657 991,79	325 356,76
2036	0,00	86 245,71	809 848,87	723 603,15	342 391,92
2037	0,00	86 245,71	876 881,20	790 635,48	358 000,04
2038	0,00	86 245,71	944 408,50	858 162,79	371 843,47
2039	0,00	86 245,71	1 013 327,53	927 081,82	384 407,86
2040	0,00	862 457,14	1 083 660,18	221 203,04	87 770,58
2041	0,00	86 245,71	1 155 417,28	1 069 171,57	405 965,39
2042	0,00	86 245,71	1 227 550,20	1 141 304,48	414 693,13
2043	0,00	86 245,71	3 884 667,14	3 798 421,43	1 320 724,32
				ENPV	6 536 258,64
				EIRR	17,45%
				BCR	1,18

Tabl. 7.38. Obliczenie efektywności społeczno - ekonomicznych – Wariant W1b.

Rok	Ekonomiczne nakłady inwestycyjne	Ekonomiczne koszty utrzymania	Korzyści społeczno- ekonomicznej	Korzyści netto	Zdyskontowane korzyści
[PLN]					
2019	3 784 235,60	0,00	0,00	-3 784 235,60	-3 784 235,60
2020	6 944 311,20	0,00	0,00	-6 944 311,20	-6 645 273,88
2021	0,00	135 051,43	4 397 597,76	4 262 546,34	3 903 341,35
2022	0,00	135 051,43	3 422 096,71	3 287 045,28	2 880 426,61
2023	0,00	135 051,43	2 404 916,32	2 269 864,90	1 903 420,96
2024	0,00	135 051,43	1 354 007,67	1 218 956,24	978 152,71
2025	0,00	135 051,43	270 391,35	135 339,92	103 926,95
2026	0,00	135 051,43	337 196,57	202 145,14	148 542,00
2027	0,00	135 051,43	405 149,34	270 097,91	189 928,83
2028	0,00	135 051,43	474 932,98	339 881,55	228 707,80
2029	0,00	135 051,43	545 837,45	410 786,02	264 516,49
2030	0,00	1 350 514,29	618 605,31	-731 908,98	-451 001,39
2031	0,00	135 051,43	692 478,85	557 427,42	328 694,81
2032	0,00	135 051,43	767 398,58	632 347,15	356 815,56
2033	0,00	135 051,43	843 299,29	708 247,86	382 434,63
2034	0,00	135 051,43	920 109,28	785 057,86	405 655,44
2035	0,00	135 051,43	997 748,02	862 696,59	426 577,00
2036	0,00	135 051,43	1 076 148,36	941 096,93	445 304,84
2037	0,00	135 051,43	1 156 271,54	1 021 220,11	462 408,84
2038	0,00	135 051,43	1 237 056,02	1 102 004,59	477 500,56
2039	0,00	135 051,43	1 319 531,17	1 184 479,74	491 136,07
2040	0,00	1 350 514,29	1 403 724,64	53 210,35	21 113,20
2041	0,00	135 051,43	1 489 651,26	1 354 599,83	514 342,76
2042	0,00	135 051,43	1 576 100,16	1 441 048,74	523 605,25
2043	0,00	135 051,43	5 670 458,95	5 535 407,52	1 924 680,42
				ENPV	6 480 722,21
				EIRR	12,06%
				BCR	1,16

Tabl. 7.39. Obliczenie efektywności społeczno - ekonomicznych – Wariant W2a.

Rok	Ekonomiczne nakłady inwestycyjne	Ekonomiczne koszty utrzymania	Korzyści społeczno- ekonomicznej	Korzyści netto	Zdyskontowane korzyści
[PLN]					
2019	2 148 814,67	0,00	0,00	-2 148 814,67	-2 148 814,67
2020	3 942 389,33	0,00	0,00	-3 942 389,33	-3 772 621,37
2021	0,00	65 520,00	3 720 508,68	3 654 988,68	3 346 982,60
2022	0,00	65 520,00	2 874 022,09	2 808 502,09	2 461 080,85
2023	0,00	65 520,00	1 990 130,16	1 924 610,16	1 613 903,68
2024	0,00	65 520,00	1 076 057,60	1 010 537,60	810 906,96
2025	0,00	65 520,00	132 748,35	67 228,35	51 624,36
2026	0,00	65 520,00	189 115,32	123 595,32	90 821,36
2027	0,00	65 520,00	246 392,55	180 872,55	127 186,89
2028	0,00	65 520,00	305 189,81	239 669,81	161 274,88
2029	0,00	65 520,00	364 873,10	299 353,10	192 761,75
2030	0,00	655 200,00	426 101,39	-229 098,61	-141 170,27
2031	0,00	65 520,00	488 202,12	422 682,12	249 240,37
2032	0,00	65 520,00	551 124,49	485 604,49	274 012,84
2033	0,00	65 520,00	614 813,02	549 293,02	296 603,32
2034	0,00	65 520,00	679 206,79	613 686,79	317 104,51
2035	0,00	65 520,00	744 237,51	678 717,51	335 604,99
2036	0,00	65 520,00	809 848,87	744 328,87	352 198,84
2037	0,00	65 520,00	876 881,20	811 361,20	367 384,65
2038	0,00	65 520,00	944 408,50	878 888,50	380 823,96
2039	0,00	65 520,00	1 013 327,53	947 807,53	393 001,63
2040	0,00	655 200,00	1 083 660,18	428 460,18	170 007,61
2041	0,00	65 520,00	1 155 417,28	1 089 897,28	413 834,96
2042	0,00	65 520,00	1 227 550,20	1 162 030,20	422 223,82
2043	0,00	65 520,00	3 347 449,64	3 281 929,64	1 141 138,34
				ENPV	7 907 116,86
				EIRR	24,37%
				BCR	1,23

Tabl. 7.40. Obliczenie efektywności społeczno - ekonomicznych – Wariant W2b.

Rok	Ekonomiczne nakłady inwestycyjne	Ekonomiczne koszty utrzymania	Korzyści społeczno-ekonomicznej	Korzyści netto	Zdyskontowane korzyści
[PLN]					
2019	4 820 806,00	0,00	0,00	-4 820 806,00	-4 820 806,00
2020	8 846 472,00	0,00	0,00	-8 846 472,00	-8 465 523,44
2021	0,00	160 457,14	4 397 597,76	4 237 140,62	3 880 076,58
2022	0,00	160 457,14	3 422 096,71	3 261 639,56	2 858 163,67
2023	0,00	160 457,14	2 404 916,32	2 244 459,18	1 882 116,71
2024	0,00	160 457,14	1 354 007,67	1 193 550,52	957 765,87
2025	0,00	160 457,14	270 391,35	109 934,21	84 418,01
2026	0,00	160 457,14	337 196,57	176 739,42	129 873,16
2027	0,00	160 457,14	405 149,34	244 692,19	172 063,91
2028	0,00	160 457,14	474 932,98	314 475,83	211 612,18
2029	0,00	160 457,14	545 837,45	385 380,31	248 157,05
2030	0,00	1 604 571,43	618 605,31	-985 966,12	-607 551,08
2031	0,00	160 457,14	692 478,85	532 021,71	313 713,98
2032	0,00	160 457,14	767 398,58	606 941,43	342 479,84
2033	0,00	160 457,14	843 299,29	682 842,15	368 716,23
2034	0,00	160 457,14	920 109,28	759 652,14	392 527,79
2035	0,00	160 457,14	997 748,02	837 290,88	414 014,65
2036	0,00	160 457,14	1 076 148,36	915 691,21	433 283,46
2037	0,00	160 457,14	1 156 271,54	995 814,40	450 905,13
2038	0,00	160 457,14	1 237 056,02	1 076 598,87	466 492,22
2039	0,00	160 457,14	1 319 531,17	1 159 074,03	480 601,77
2040	0,00	1 604 571,43	1 403 724,64	-200 846,79	-79 693,48
2041	0,00	160 457,14	1 489 651,26	1 329 194,12	504 696,18
2042	0,00	160 457,14	1 576 100,16	1 415 643,02	514 374,08
2043	0,00	160 457,14	6 535 111,45	6 374 654,30	2 216 489,44
ENPV					3 348 967,89
EIRR					7,39%
BCR					1,08

Z przedstawionych obliczeń i zestawienia wynika, że **analizowana inwestycja jest uzasadniona z ekonomicznego punktu widzenia we wszystkich wariantach inwestycyjnych. Wskaźniki efektywności ekonomicznej EIRR (wewnętrznej ekonomicznej stopy zwrotu) wynoszą odpowiednio:**

- Wariant **W1a** – **17,45%**;
- Wariant **W1b** – **12,06%**;
- Wariant **W2a** – **24,37%**;
- Wariant **W2b** – **7,39%**.

Z przeprowadzonej analizy ekonomicznej jednoznacznie wynika, że realizacja pasów autobusowych jest efektywna ekonomicznie. Wyższą efektywność mają warianty W1a oraz W2a, które zakładają realizację pasa autobusowego tylko w kierunku Warszawy.

Analiza ekonomiczna opiera się na prognozach ruchu, które ze względu na makroskalę nie dokonują rozróżnienia na sposób prowadzenia pasa autobusowego („pas dzielący” vs „pas skrajny”). Dlatego główną determinantą wyższej efektywności wariantu W2a niż wariantu W1a są oszacowane koszty inwestycyjne. Z przeprowadzonej analizy kosztów wynika, że różnica w nakładach inwestycyjnych pomiędzy obydwojema wariantami wynosi ok 1,3 mln zł i stanowi ok 15%. Taka różnica mieści się w skali szacowanego błędu kosztorysu. W związku z powyższym, wynik analizy ekonomicznej nie powinien być jedynym kryterium wyboru pomiędzy wariantem W1a i W2a.

Tabela poniżej zawiera korzyści i koszty ekonomiczne generowane przez projekt w wariantcie W2a. Wielkości zamieszczone w tabeli są wartościami dyskontowanymi (wartość stopy dyskontowej 4,5%). Wynika z niej, że zdecydowaną, główną składową korzyści są oszczędności kosztów czasu – 90%. Ze względu na metodykę obliczeń (obliczenia oparte na prognozowanej pracy przewozowej, wyrażonej w poj.-km i liczbie wzm wykonywanej przez autobusy komunikacji zbiorowej), nastąpi wzrost prognozowanych kosztów związanych z eksploatacją pojazdów, środowiskiem, hałasem, oraz klimatem. W przypadku kosztów projektu ponad 17% stanowią koszty inwestycyjne.

Tabl. 7.41. Procentowy udział kosztów i korzyści projektu (wartości zdyskontowane) – Wariant W2a.

Korzyści	Wartość jednostkowa (jeśli dotyczy)	Wartość całkowita (w PLN, dyskontowana)	% całkowitych korzyści
Oszczędności kosztów czasu	-	37 400 347,55	88,54%
Oszczędności kosztów wypadków	-	4 130 706,74	9,78%
Wartość rezydualna	-	711 528,22	1,68%
Koszty	Wartość jednostkowa (jeśli dotyczy)	Wartość całkowita (w PLN, dyskontowana)	% całkowitych korzyści
Koszty eksploatacji pojazdów	-	16 445 008,18	47,90%
Koszty środowiska	-	9 274 081,19	27,01%
Koszty klimatu	-	333 836,48	0,97%
Koszty hałasu	-	876 720,90	2,51%
Nakłady inwestycyjne	-	5 921 436,04	17,25%
Nakłady utrzymaniowe	-	1 484 382,86	4,32%

8 OCENA WRAŻLIWOŚCI

8.1 Analiza wrażliwości

Analizę wrażliwości przeprowadzono dla najefektywniejszego wariantu inwestycyjnego – W2a. Ogólna zasada analizy wrażliwości zakłada, że przedmiotem analizy powinny być wszystkie parametry, których spadek lub wzrost o 1% powoduje zmianę zaktualizowanej wartości netto o więcej niż 1%.

Przeprowadzona identyfikacja zmiennych krytycznych w analizie ekonomicznej wykazała, iż występują trzy zmienne krytyczne, których zmiana o 1% powodowałaby zmianę ENPV o więcej niż 1%. Zmiennymi krytycznymi są: jednostkowy koszt czasu – zmiana ENPV o 4,7% przy jednocentowej zmianie zmiennej oraz jednostkowe koszty eksploatacji pojazdów – zmiana ENPV o 2,1% przy jednocentowej zmianie zmiennej oraz jednostkowe koszty środowiska – zmiana ENPV o 1,2% przy jednocentowej zmianie zmiennej.

Dla wariantu inwestycyjnego W2a obliczone wskaźniki efektywności ekonomicznej poddawane są analizie wrażliwości na kluczowe zmienne, zgodnie z założeniami Niebieskiej Księgi. W przypadku niniejszego projektu analizę wrażliwości przeprowadzono dla następujących wariantów:

- nakłady inwestycyjne +15%;
- nakłady inwestycyjne +25%;
- koszty utrzymaniowe +15%;
- koszty utrzymaniowe +25%;
- jednostkowe koszty czasu -15%;
- jednostkowe koszty czasu -25%;

Dodatkowo sprawdzono wartości wskaźników efektywności ekonomicznej przy najbardziej pesymistycznych założeniach: nakłady inwestycyjne +15%, koszty utrzymaniowe +15%, ekonomicznej koszty jednostkowe – czas -15%, eksploatacja pojazdów, koszty wypadków, zmian środowiska, klimatu, hałasu +15%.

Tabl. 8.1. Wrażliwość wskaźników efektywności ekonomicznej – Wariant W2a.

Scenariusz	ENPV		EIRR		% całkowitych korzyści	
	wartość [PLN]	zmiana	wartość	zmiana w pkt%	wartość	zmiana
Nakłady inwestycyjne (+15%)	7 125 630,69	-10%	19,05%	-5,32%	1,20	-2%
Nakłady inwestycyjne (+25%)	6 604 639,90	-16%	16,42%	-7,94%	1,18	-4%
Nakłady odtworzeniowe (+15%)	7 684 459,43	-3%	24,04%	-0,33%	1,22	-1%
Nakłady odtworzeniowe (+25%)	7 536 021,14	-5%	23,81%	-0,55%	1,22	-1%
Jednostkowe koszty czasu (-15%)	2 297 064,73	-71%	10,56%	-13,80%	1,07	-13%
Jednostkowe koszty czasu (-25%)	-1 442 970,03	-118%	0,71%	-23,65%	0,96	-22%
Razem: koszty czasu (-15%) i nakłady inwestycyjne (+15%)	1 515 578,55	-81%	7,67%	-16,70%	1,04	-15%
Razem: nakłady inwestycyjne (+15%), nakłady odtworzeniowe (+15%), ekonomiczne koszty jednostkowe- czas (-15%), eksploatacja, środowisko, wypadki, klimat, hałas (+15%)	-3 366 131,90	-143%	-3,39%	-27,76%	0,91	-26%

Przeprowadzona analiza wrażliwości wyników analizy na zmianę wartości kluczowych parametrów w dużym stopniu potwierdziła efektywność ekonomiczną. Ekonomiczna wewnętrzna stopa zwrotu EIRR spada poniżej 4,5% jedynie w przypadku spadku wartości czasu do poziomu 75% wartości wyjściowej oraz przy skrajnie pesymistycznej perspektywie kombinacji wszystkich parametrów.

Wartości progowe

W analizie wrażliwości dla analizowanych zmiennych wyliczono wartości progowe, przy których inwestycja staje się nieefektywna. W przypadku kosztów czasu, wielkością, dla której wskaźnik EIRR osiąga wartość 4,5%, jest wartość czasu stanowiąca 79% wartości wyjściowej. Oznacza to, że dopiero przy spadku do 79% założonych wartości czasu, inwestycja staje się nieefektywna ekonomicznie. W przypadku kosztów eksploatacji, wielkością, dla której wskaźnik EIRR osiąga wartość 4,5% są koszty wynoszące 148% wartości wyjściowych. Oznacza to, że dopiero przy ponad 148% wzroście kosztów eksploatacji inwestycja jest nieefektywna ekonomicznie. W przypadku kosztów zanieczyszczenia środowiska, wielkością, dla której wskaźnik EIRR osiąga wartość 4,5% są koszty wynoszące 185% wartości wyjściowych. Oznacza to, że dopiero przy ponad 185% wzroście kosztów zanieczyszczenia środowiska inwestycja jest nieefektywna ekonomicznie.

9 ANALIZA ZYSKÓW ZTM

Realizacja inwestycji przyczyni się do zmiany liczby pasażerów korzystających z komunikacji zbiorowej, a poprzez to do zmiany wpływów z biletów. Na podstawie wpływów z biletów za rok 2017 (Dane ZTM) – 825 761 004,18 zł, oraz szacunków liczby przejazdów w roku 2017, na podstawie VISUM, określono średni przychód na jeden przejazd pasażera, w wysokości 0,90 zł/przejazd. W kolejnych latach analizy założono stały wpływ na jeden przejazd.

Na podstawie danych ruchowych dotyczących liczby przejazdów w godzinie szczytu porannego i popołudniowego określono zmianę liczby przejazdów w ciągu doby. Zgodnie z założeniami zaprezentowanymi w rozdziale dot. oszczędności czasu, przyjęto, że wzrosty liczby przejazdów wynikające z prognoz ruchu dla szczytu porannego występować będą w dobie przez 3 godziny, natomiast wzrosty wynikające z prognoz ruchu dla szczytu popołudniowego przez 3 godziny. W obliczeniach prac przewozowych uwzględniono 300 dni przeliczeniowych w roku. Łączny wzrost przychodów ze sprzedaży biletów stanowi iloczyn wpływu na 1 przejazd oraz przewidywanego wzrostu liczby przejazdów komunikacją zbiorową, wynikającego z realizacji projektu.

Tabl. 9.1. Wzrost przychodów ZTM z tytułu wpływów z biletów.

Rok	Wzrost wpływów z biletów			
	W1a	W1b	W2a	W2b
2019	0,00	0,00	0,00	0,00
2020	0,00	0,00	0,00	0,00

Rok	Wzrost wpływów z biletów			
	W1a	W1b	W2a	W2b
2021	252 168,00	260 737,93	252 168,00	260 737,93
2022	245 414,58	253 829,00	245 414,58	253 829,00
2023	238 661,16	246 920,08	238 661,16	246 920,08
2024	231 907,74	240 011,16	231 907,74	240 011,16
2025	225 154,32	233 102,24	225 154,32	233 102,24
2026	225 539,54	233 524,96	225 539,54	233 524,96
2027	225 924,76	233 947,68	225 924,76	233 947,68
2028	226 309,99	234 370,39	226 309,99	234 370,39
2029	226 695,21	234 793,11	226 695,21	234 793,11
2030	227 080,43	235 215,83	227 080,43	235 215,83
2031	227 465,65	235 638,55	227 465,65	235 638,55
2032	227 850,87	236 061,26	227 850,87	236 061,26
2033	228 236,10	236 483,98	228 236,10	236 483,98
2034	228 621,32	236 906,70	228 621,32	236 906,70
2035	229 006,54	237 329,42	229 006,54	237 329,42
2036	229 391,76	237 752,14	229 391,76	237 752,14
2037	229 776,99	238 174,85	229 776,99	238 174,85
2038	230 162,21	238 597,57	230 162,21	238 597,57
2039	230 547,43	239 020,29	230 547,43	239 020,29
2040	230 932,65	239 443,01	230 932,65	239 443,01
2041	231 317,87	239 865,72	231 317,87	239 865,72
2042	231 703,10	240 288,44	231 703,10	240 288,44
2043	232 088,32	240 711,16	232 088,32	240 711,16

10 ANALIZA SKRZYŻOWANIA ULIC: PUŁKOWA - WÓYCICKIEGO

Analizę możliwości wydłużenia pasa do skrzyżowania z ul. Pułkowej w ul. Wóycickiego i optymalizacji sygnalizacji świetlnej na tym skrzyżowaniu, w tym wyznaczenia śluzu autobusowej, przygotowano na podstawie następujących założeń:

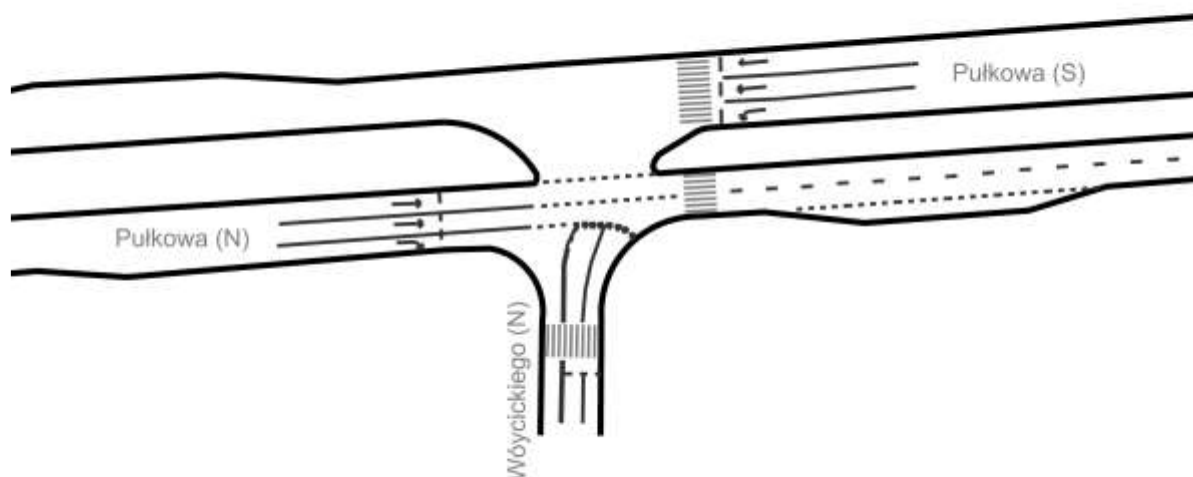
- wykorzystane zostały funkcjonujące na skrzyżowaniu programy bazowe sygnalizacji świetlnej przekazane przez Zarząd Dróg Miejskich (nr zatwierdzenia IR/IS/05/10) oraz wyniki pomiarów ruchu przeprowadzonych w dniu 05.06.2018 r;
- propozycje sterowania opracowane zostały w oparciu o rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 roku w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach (Dz. U. Nr 220, poz. 2181, z późn. zm.),
- obliczenia przepustowości, warunków ruchu i strat czasu zostały wykonane z wykorzystaniem Metody obliczania przepustowości skrzyżowań z sygnalizacją świetlną, wydanej w 2004 roku przez Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad.

Analizy przeprowadzono dla trzech wariantów skrzyżowania ul. Pułkowej i ul. Wóycickiego:

- wariant 0 - stan istniejący skrzyżowania,
- wariant 1 - skrzyżowanie z wyznaczoną śluzą dla autobusów na prawym pasie ruchu na północnym wlocie ul. Pułkowej (przeznaczonym do skrętu w prawo, w ul. Wóycickiego),
- wariant 2 - skrzyżowanie z otwartą zatoką autobusową na południowym wylocie ul. Pułkowej i z dopuszczoną jazdą na wprost autobusów z pasa ruchu przeznaczonego do skrętu w prawo, w ul. Wóycickiego.

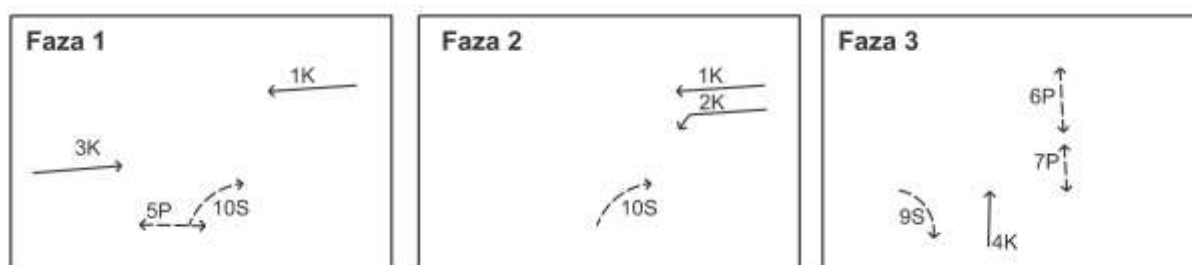
Wariant 0

Relacje na wprost na obydwu wlotach ul. Pułkowej odbywają się dwoma pasami ruchu. Na wlocie południowym (Pułkowa (S)) relacja skrętu w lewo obsługiwana jest za pomocą sygnalizatorów S-3. Na wlocie północnym (Pułkowa (N)) relacja skrętu w prawo obsługiwana jest z wydzielonego pasa za pomocą sygnalizatora S-2. W godzinach szczytu porannego notowane są przeciążenia wlotu północnego.



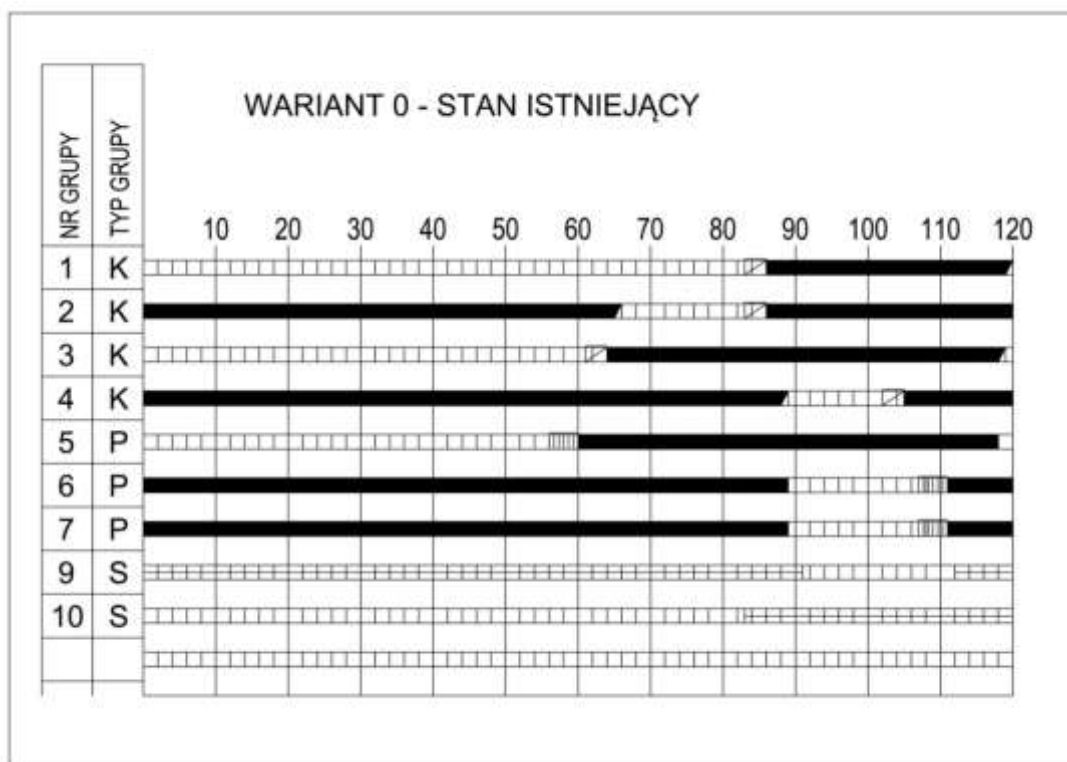
Rys. 10.1 Schemat geometrii skrzyżowania i organizacji ruchu na skrzyżowaniu ul. Pułkowej z ul. Wóycickiego.

W stanie istniejącym w sterowaniu występują trzy fazy ruchu, dodatkowo możliwe jest wystąpienie fazy obsługującej wlot podporządkowany bez obsługi przejść dla pieszych przez ul. Pułkową – w sytuacji braku zgłoszeń od tych uczestników ruchu. Poniżej przedstawiono fazy reprezentowane w programach bazowych, w stanie istniejącym.



Rys. 10.2 Fazy w programach bazowych na skrzyżowaniu ul. Pułkowej z ul. Wóycickiego – stan istniejący.

Do analizy przyjęto program 1 o długości cyklu 120 sekund, funkcjonujący w godzinach 6:00 – 21:00 od poniedziałku do soboty.

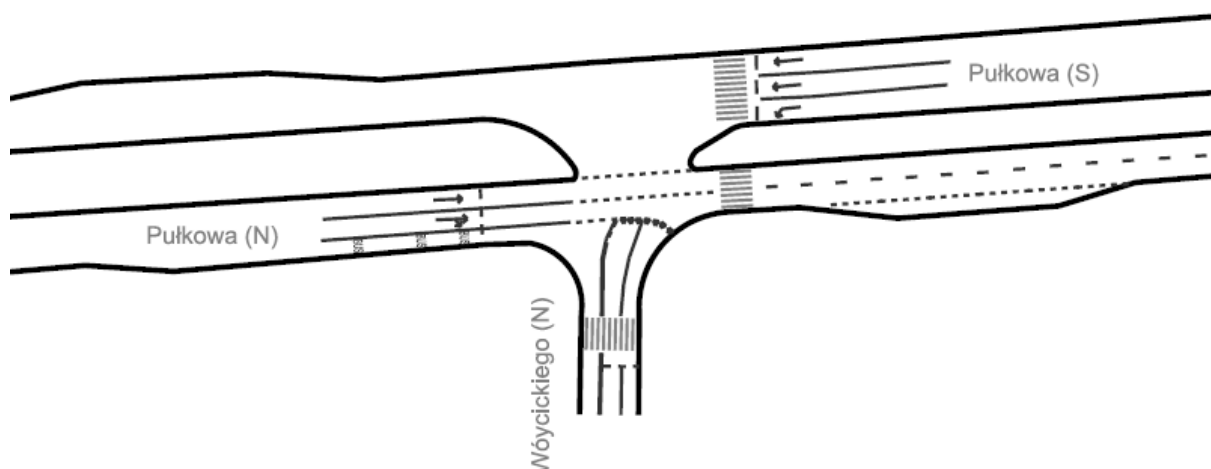


Rys. 10.3 Program sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu ul. Pułkowej z ul. Wóycickiego, przyjęty do analizy – stan istniejący (przekazany przez Zarząd Dróg Miejskich).

Wariant 1

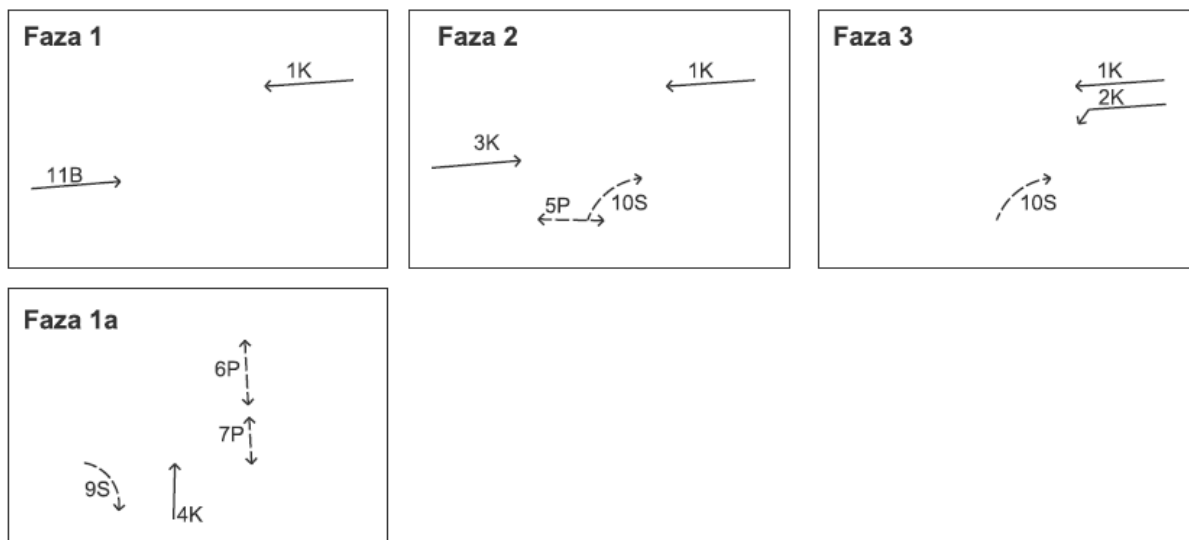
Wyznaczenie śluzy autobusowej na prawym pasie ruchu, na północnym wlocie ul. Pułkowej, wiąże się z koniecznością rozdzielnej obsługi autobusów i pozostałych pojazdów na pasie, na którym wyznaczona będzie śluza. Autobusy i pojazdy poruszające się na wprost na tym wlocie stanowią grupy o niedopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch. Aby nie blokować pojazdów skręcających w prawo, koniecznym jest przeniesienie relacji skrętu w prawo na środkowy pas ruchu, pozostawiając prawy pas dla autobusów.

Poniżej przedstawiono schemat organizacji ruchu przyjętej do analiz w wariantcie 1 – wlot północny ul. Pułkowej: prawy pas ruchu przeznaczony jest tylko dla autobusów, środkowy pas ruchu przeznaczony jest dla relacji na wprost i skrętu w prawo w ul. Wóycickiego, lewy pas ruchu – dla relacji na wprost.

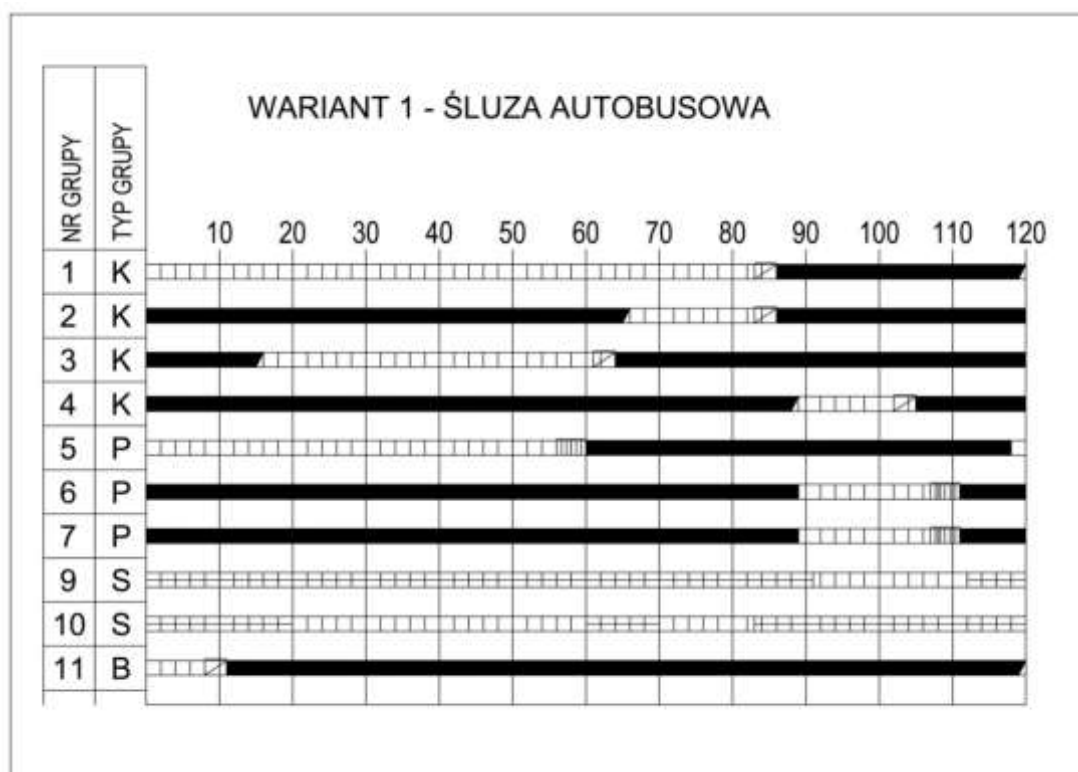


Rys. 10.4 Schemat geometrii skrzyżowania i organizacji ruchu na skrzyżowaniu ul. Pułkowej z ul. Wóycickiego – przyjętej do analizy w wariantcie 1.

Rozwiązanie przyjęte w wariancie 1 wpływa na ograniczoną możliwą długość sygnału zezwalającego na przejazd dla autobusów. Do celu analizy przyjęto 8 sekund. W rozwiązaniu tym konieczne jest dodanie jednej fazy w sterowaniu, obsługującej autobusy. W czasie obsługi autobusów możliwa jest jedynie obsługa relacji na wprost na południowym wlocie ul. Pułkowej. Poniżej przedstawiony jest układ faz oraz program sygnalizacji świetlnej wg wariantu 1.



Rys. 10.5 Fazy w programach bazowych na skrzyżowaniu ul. Pułkowej z ul. Wóycickiego – wariant 1.



Rys. 10.6 Program sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu ul. Pułkowej z ul. Wóycickiego – wariant 1.

W efekcie przeznaczenia części czasu w cyklu na sygnał dla autobusów, skróceniu ulega czas przeznaczony dla pojazdów indywidualnych na wlocie północnym. Ponadto, ruch na tym wlocie odbywa się dwoma pasami ruchu, w tym: jednym pasem przeznaczonym do jazdy na wprost i jednym pasem przeznaczonym do jazdy na wprost i w prawo. Znajduje to odzwierciedlenie w warunkach ruchu. Przepustowość relacji na wprost maleje z 1785 pojazdów umownych na godzinę do 1300 pojazdów umownych na godzinę (w tym pojazdów skręcających w prawo). Stopień obciążenia w stosunku do

stanu istniejącego rośnie z 1,35 do 1,90 w godzinach szczytu porannego oraz z 1,21 do 1,74 w godzinach szczytu popołudniowego.

Warto podkreślić, że wydłużony prawy pas ruchu na północnym wlocie ul. Pułkowej pozwoli autobusom wyminąć pewną liczbę pojazdów oczekujących na wlocie. Jednak ta sama kolejka pojazdów na wlocie będzie utrudniała autobusom dostanie się na pas dla nich przeznaczony. Ponadto autobus, po dostaniu się na pas ruchu dla niego przeznaczony, zostanie zatrzymany na wlocie i będzie oczekiwał na sygnał zezwalający. W tym czasie wlot będzie obsługiwany.

Przepustowość wlotu wynosi 1300 pojazdów umownych na godzinę, co daje 43 pojazdy umowne na cykl. Oznacza to, że długość kolejki pojazdów obsługanej w cyklu wynosi około 130 metrów (przyjęto długość stanowiska pojazdu w kolejce wynoszącą 6,0 metra). W najbardziej niekorzystnym przypadku, autobus oczekiwał będzie w kolejce pojazdów na możliwość wjechania na początek pasa dla niego przeznaczonego. Przy długości tego pasa ruchu równej 130 metrów, autobus znajdzie się na linii zatrzymań jednocześnie z pojazdami, które znajdowały się w kolejce tuż za nim.

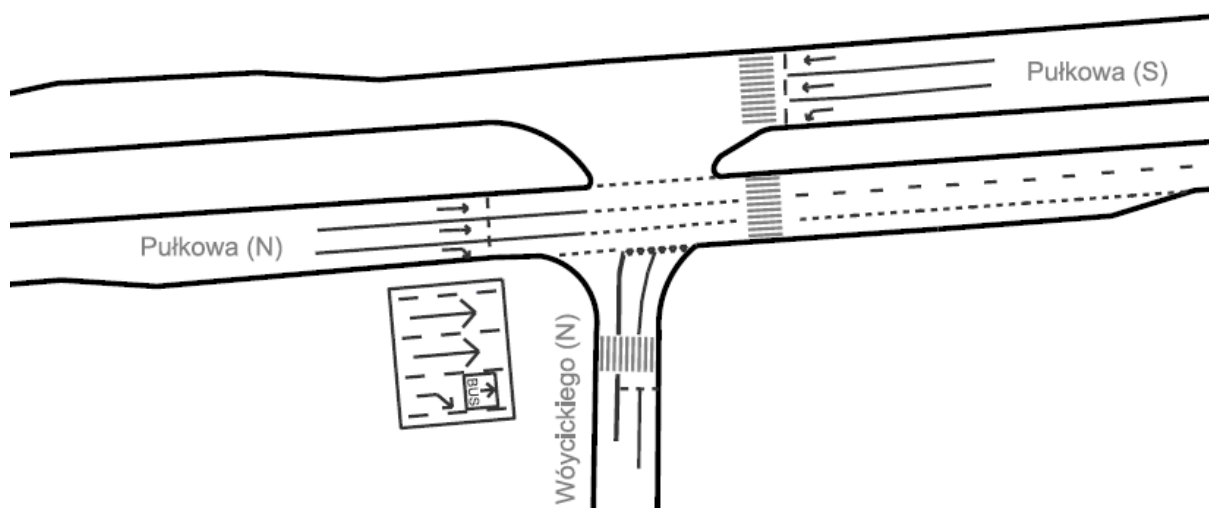
Przyjęto długość obsługi przystanku przez autobus wynoszący 30 sekund. Zawiera się w nim czas dojazdu autobusu do przystanku (95 m), wymiany pasażerów (16 s) i przygotowania do jazdy. W przypadku wariantu 1 autobus ruszy z początkiem sygnału zezwalającego na służbę. Po jego obsłudze rozpocznie się sygnał zezwalający dla pojazdów na wlocie. Autobus będzie więc włączał się do ruchu w 30. sekundzie cyklu, tj. po 14 sekundach wyświetlania sygnału zezwalającego dla pojazdów. W tym czasie przez linię zatrzymań przejdzie około 7 pojazdów na pas ruchu.

Przyjmując za wyznacznik optymalnej długości pasa przeznaczonego dla autobusów utrzymywanie się autobusu w tym samym miejscu potoku pojazdów, pas ten powinien mieć długość 172 metrów. Obecnie pas przeznaczony do skrętu w prawo na wlocie ma 50 metrów długości.

Należy wziąć pod uwagę, że w wariantcie 1 pogorszeniu ulega przepustowość całego północnego wlotu, co za tym idzie, autobusom będzie dużo trudniej dotrzeć do przeznaczonego dla nich pasa ruchu. Straty czasu na pojazd dla grupy pasów przeznaczonej do jazdy na wprost na północnym wlocie ul. Pułkowej w wariantcie 0 wynoszą 669 sekund rano i 411 sekund po południu, natomiast w wariantcie 1: 1658 sekund rano i 1372 sekundy po południu. Pomimo utrzymywania się w tym samym miejscu w potoku pojazdów, warunki ruchu autobusów oraz wszystkich innych pojazdów na wlocie ulegną pogorszeniu. Ponadto, w przyjętych do analizy programach sygnalizacji świetlnej przyjęto czas obsługi autobusów na służbie pozwalający na obsługę jednego, maksymalnie dwóch autobusów w cyklu. Aby obsłużyć większą liczbę tych pojazdów, należałoby wydłużyć sygnał zezwalający dla autobusów kosztem długości sygnałów zezwalających dla innych relacji na skrzyżowaniu.

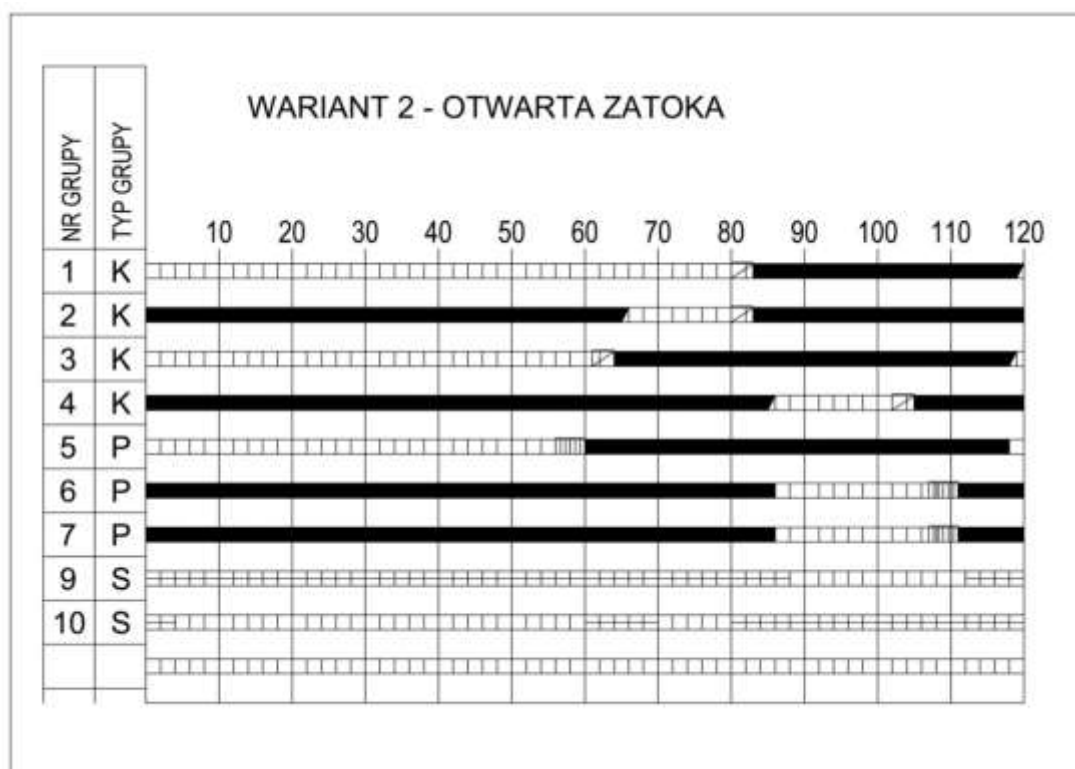
Wariant 2

W wariantcie tym zaproponowano zmianę geometrii skrzyżowania, polegającą na otworzeniu zatoki autobusowej na południowym wylocie ul. Pułkowej. W efekcie pas przeznaczony do skrętu w prawo, na północnym wlocie ul. Pułkowej ma kontynuację za skrzyżowaniem. W rozwiązaniu tym z pasa tego korzystają pojazdy skręcające w prawo w ul. Wóycickiego i autobusy jadące na wprost wzdłuż ul. Pułkowej. Rozwiązanie to umożliwia sterowanie ruchem autobusów, za pomocą tych samych sygnałów, którymi sterowany jest ruch na całym wlocie.



Rys. 10.7 Schemat geometrii skrzyżowania i organizacji ruchu na skrzyżowaniu ul. Pułkowej z ul. Wóycickiego – przyjętej do analizy w wariantcie 2.

Układ faz jest więc identyczny jak w przypadku wariantu 0. Przedstawiony program sygnalizacji różni się od programu dla wariantu 0, ze względu na zmiany wartości niektórych czasów międzyzielonych oraz konieczności zapewnienia odpowiedniego poziomu obsługi wydłużonego przejścia dla pieszych przez ul. Pułkową (po południowej stronie skrzyżowania), a także dostosowanie do obowiązujących wymogów.



Rys. 10.8 Program sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu ul. Pułkowej z ul. Wóycickiego – wariant 2.

W wariantcie tym przepustowość północnego wlotu ul. Pułkowej jest nieco większa – dzięki przeniesieniu autobusów na prawy pas ruchu. Większa jest również przepustowość wlotu ul. Wóycickiego – w wyniku wydłużenia fazy obsługującej pieszych. W efekcie wprowadzonych zmian maleje jednak przepustowość relacji skrętu w lewo z południowego wlotu i występuje na nim przeciążenie w godzinach szczytu porannego. W godzinach szczytu popołudniowego, w wariantcie 0 przeciążone są obydwie relacje na wprost na wlotach ul. Pułkowej oraz relacja skrętu w lewo z wlotu ul. Wóycickiego. W wariantcie 2 stopień

obciążenia relacji skrętu w lewo z ul. Wóycickiego maleje (ale nadal wykazuje przeciążenie), natomiast stopień obciążenia relacji na wprost z wlotu południowego ul. Pułkowej wzrasta.

W porównaniu do wariantu 0, straty czasu na pojazd na wlocie północnym ul. Pułkowej maleją z 669 sekund na pojazd do 600 sekund na pojazd w szczycie porannym i z 411 do 349 sekund na pojazd w szczycie popołudniowym.

Przyjmując założenia dotyczące czasu przeznaczanego na obsługę przystanku jak w wariancie 1, aby utrzymać się w tym samym miejscu potoku pojazdów, autobus powinien wyprzedzić dzięki wydzielonemu pasowi ruchu około 15 pojazdów, co oznacza, że pas ruchu dla niego przeznaczony powinien mieć w tym celu długość około 90 metrów.

Poniżej zestawiono obliczenia przepustowości i warunków ruchu dla wszystkich trzech wariantów.

Tabl. 10.1. Obliczenia przepustowości i warunków ruchu dla wariantu 0, wariantu 1 oraz wariantu 2 – szczyt poranny.

Wariant 0 - stan istniejący RANO							
Grupa pasów	Sygnal zielony efektywny	Cyk I	Natężenie nasycenia	Przepustowość	Natężenie ruchu	Stopień obciążenia	Straty czasu na pojazd
[-]	[s]	[s]	[E/hz]	[E/h]	[E/h]	[-]	[s]
1K	84	120	3400	2380	1550	0,65	11
2K	18	120	1750	263	228	0,87	80
3K na wprost	63	120	3400	1785	2416	1,35	669
3K w prawo	63	120	1277	670	50	0,07	14
4K w lewo	14	120	1750	204	126	0,62	58
4K w prawo	74	120	1200	740	172	0,23	10

Wariant 1 - śluza autobusowa RANO							
Grupa pasów	Sygnal zielony efektywny	Cyk I	Natężenie nasycenia	Przepustowość	Natężenie ruchu	Stopień obciążenia	Straty czasu na pojazd
[-]	[s]	[s]	[E/hz]	[E/h]	[E/h]	[-]	[s]
1K	84	120	3400	2380	1550	0,65	11
2K	18	120	1750	263	228	0,87	80
3K	46	120	3390	1300	2406	1,50	1658
4K w lewo	14	120	1750	204	126	0,62	58
4K w prawo	74	120	1200	740	172	0,23	10
11B	9	120	400	30			

Wariant 2 - otwarta zatoka RANO							
Grupa pasów	Sygnal zielony efektywny	Cyk I	Natężenie nasycenia	Przepustowość	Natężenie ruchu	Stopień obciążenia	Straty czasu na pojazd
[-]	[s]	[s]	[E/hz]	[E/h]	[E/h]	[-]	[s]
1K	81	120	3400	2295	1550	0,68	13
2K	15	120	1750	219	228	1,04	215
3K na wprost	63	120	3500	1838	2416	1,31	680
3K w prawo	63	120	1277	670	50	0,07	14
4K w lewo	17	120	1750	248	126	0,51	51
4K w prawo	67	120	1200	670	172	0,26	14

Tabl. 10.2. Obliczenia przepustowości i warunków ruchu dla wariantu 0, wariantu 1 oraz wariantu 2 – szczyt popołudniowy.

Wariant 0 - stan istniejący POPOŁUDNIE							
Grupa pasów	Sygnal zielony efektywny	Cyk I	Natężenie nasycenia	Przepustowość	Natężenie ruchu	Stopień obciążenia	Straty czasu na pojazd
[-]	[s]	[s]	[E/hz]	[E/h]	[E/h]	[-]	[s]
1K	84	120	3400	2380	2578	1,08	177
2K	18	120	1750	263	168	0,64	55
3K na wprost	63	120	3400	1785	2158	1,21	411
3K w prawo	63	120	1277	670	102	0,15	15
4K w lewo	14	120	1750	204	272	1,33	690
4K w prawo	74	120	1200	740	378	0,51	14

Wariant 1 - śluz autobusowa POPOŁUDNIE							
Grupa pasów	Sygnal zielony efektywny	Cyk I	Natężenie nasycenia	Przepustowość	Natężenie ruchu	Stopień obciążenia	Straty czasu na pojazd
[-]	[s]	[s]	[E/hz]	[E/h]	[E/h]	[-]	[s]
1K	84	120	3400	2380	2578	1,08	177
2K	18	120	1750	263	168	0,64	55
3K	46	120	3390	1300	2260	1,24	1372
4K w lewo	14	120	1750	204	272	1,33	690
4K w prawo	74	120	1200	740	378	0,51	14
11B	9	120	400	30			

Wariant 2 - otwarta zatoka POPOŁUDNIE							
Grupa pasów	Sygnal zielony efektywny	Cyk I	Natężenie nasycenia	Przepustowość	Natężenie ruchu	Stopień obciążenia	Straty czasu na pojazd
[-]	[s]	[s]	[E/hz]	[E/h]	[E/h]	[-]	[s]
1K	81	120	3400	2295	2578	1,12	248
2K	15	120	1750	219	168	0,77	68
3K na wprost	63	120	3500	1838	2158	1,17	349
3K w prawo	63	120	1277	670	102	0,15	15
4K w lewo	17	120	1750	248	272	1,10	285
4K w prawo	67	120	1200	670	378	0,56	19

Wnioski

Dla wariantu 0, w którym autobusy korzystają ze środkowego pasa ruchu na północnym wlocie ul. Pułkowej wydłużenie prawego pasa ruchu – przeznaczonego do skrętu w prawo – nie wpłynie na poprawę warunków ruchu autobusów.

W wariantcie 1, ze służą dla autobusów na prawym pasie ruchu, nastąpi znaczne pogorszenie warunków ruchu na północnym wlocie ul. Pułkowej, w tym również warunków ruchu autobusów. Wydłużając prawy pas ruchu na wlocie do około 170 metrów uzyskać można polepszenie warunków ruchu autobusów w stosunku do warunków ruchu pojazdów indywidualnych.

W wariantcie 2, z otwarciem zatoki autobusowej na wylocie skrzyżowania, warunki ruchu na północnym wlocie ul. Pułkowej ulegną pewnemu polepszeniu, jednocześnie niewielkie pogorszenie warunków ruchu nastąpi dla wlotu południowego ul. Pułkowej. W wariantcie tym wydłużenie prawego pasa ruchu na północnym wlocie ul. Pułkowej do 90 metrów dodatkowo poprawi warunki ruchu autobusów. Należy jednak dodać, że poprawa ta nie będzie znaczna. Punktowe rozwiązanie wpłynie jedynie na niewielką poprawę warunków ruchu autobusów na skrzyżowaniu Pułkowej z ul. Wóycickiego. Nie wyeliminują utrudnień w ruchu dla autobusów identyfikowanych na dłuższym odcinku, w tym w szczególności pomiędzy ul. Brukową a Dzierżonowską.

Rozwiązaniem wpływającym pozytywnie na ruch autobusów w korytarzu na ul. Pułkowej byłoby wyznaczenie pasa dla autobusów na całej długości tej ulicy.

11 ANALIZA MOŻLIWOŚCI ADAPTACJI PARKINGU PRZY CH ŁOMIANKI

Galeria Łomianki położona jest po południowej stronie węzła Brukowa/Kolejowa w Łomiankach. Obiekt ma 35 tys. mkw. powierzchni handlowej najmu (GLA) i posiada 1820 miejsc parkingowych (w tym 25 dla osób niepełnosprawnych oraz miejsca rodzinne i dla kobiet w ciąży). Przy każdym wejściu zlokalizowane są również miejsca do parkowania rowerów, usytuowane pod wiatami. Galeria handlowa jest czynna od poniedziałku do soboty w godzinach 9:00 – 21:00, w wybrane niedziele od 9:30 do 20:00. Zarządcą galerii jest firma Immochan Polska sp. z o.o.

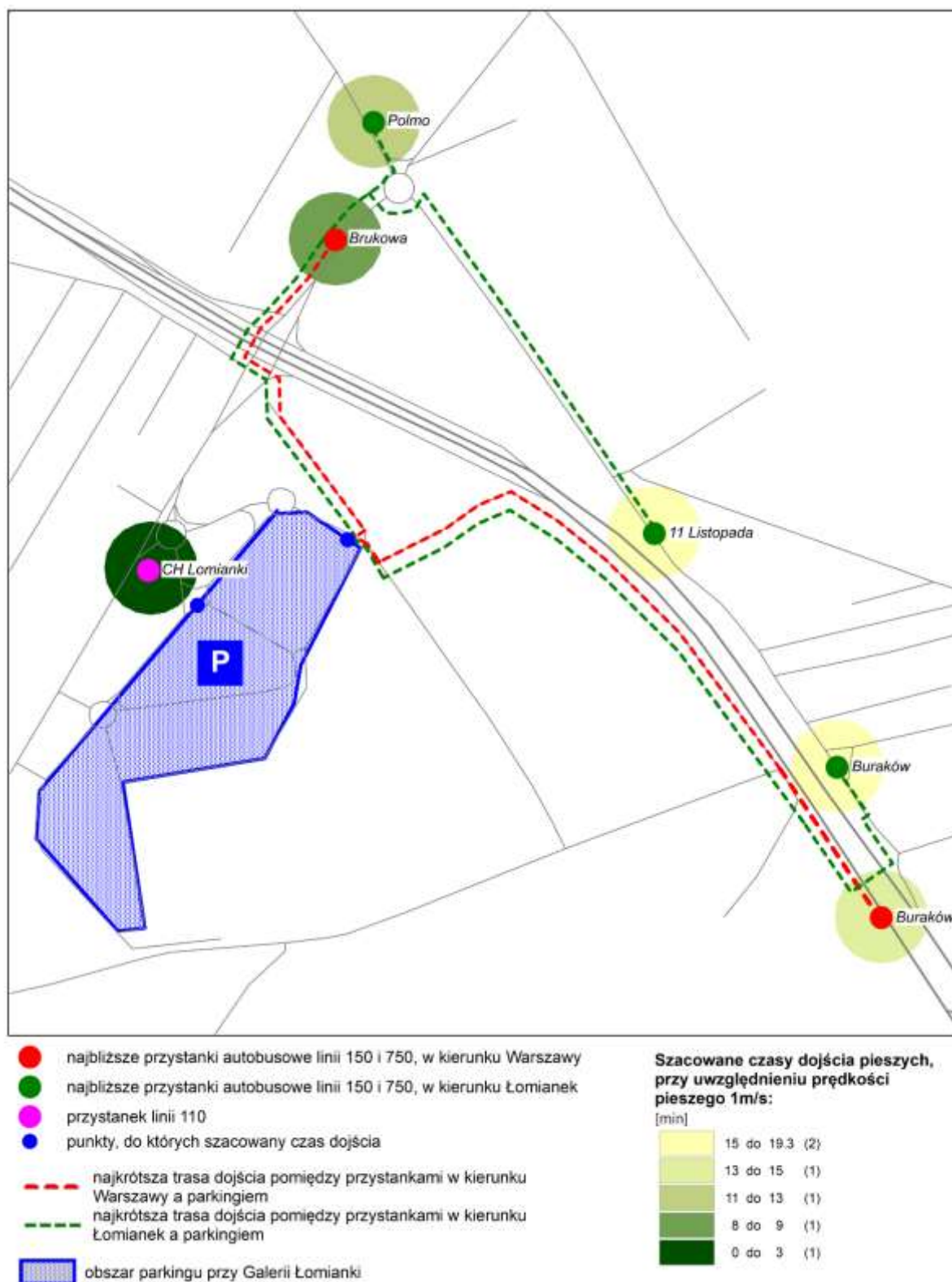
Na trasie pomiędzy Galerią Łomianki a Metrem Młociny kursuje bezpłatny autobus, który pomiędzy punktami końcowymi, zatrzymuje się tylko na przystanku „Muzealna”. Autobus ten wykonuje 11 kursów w okresie: 7:15-22:20 (na trasie Galeria Łomianki – Młociny) oraz 5.30 – 21.45 (na trasie Młociny – Galeria Łomianki), co daje średnią częstotliwość na poziomie powyżej 1,5 godziny. Biorąc pod uwagę usytuowanie przystanków końcowych – tj. w rejonie Galerii Łomianki - na terenie parkingu oraz na Młocinach – w węźle przesiadkowym jest to korzystne z punktu widzenia możliwości wykorzystania parkingu przy Galerii Łomianki na potrzeby parkingu Parkuj i Jedź. Natomiast z punktu widzenia częstotliwości kursowania linii obsługa taka jest całkowicie niewystarczająca.

Analizie poddano dostępność przystanków autobusowych położonych w bezpośrednim otoczeniu Galerii Łomianki, na których zatrzymują się autobusy linii ZTM. Oszacowano średnie czasy przejścia pomiędzy poszczególnymi przystankami transportu zbiorowego a parkingiem. Podstawą szacunków była długość drogi jaką musi przejść pieszy, przy założeniu prędkości ruchu pieszego. Szacunki wykonano dla dwóch wariantów prędkości: 1m/s (średnia prędkość poruszania się osób o ograniczonej sprawności ruchowej) oraz 1,4m/s (średnia prędkość poruszania się sprawnych pieszych). Odległości zostały pomierzone pomiędzy przystankami (pomiędzy środkami ciężkości poszczególnych przystanków) a parkingiem przy Galerii Łomianki. Przyjęto odległości pomierzone po najkrótszych możliwych drogach dojazdu co jest charakterystyczne dla ruchu pieszego. W szacunkach uwzględniono poruszanie się w poziomie terenu oraz przejścia przez jezdnie z sygnalizacją świetlną. W przypadku, gdy na drodze przejścia występuje konieczność przekroczenia przejścia dla pieszych z sygnalizacją świetlną dodawano 30 sekund/jezdnię.

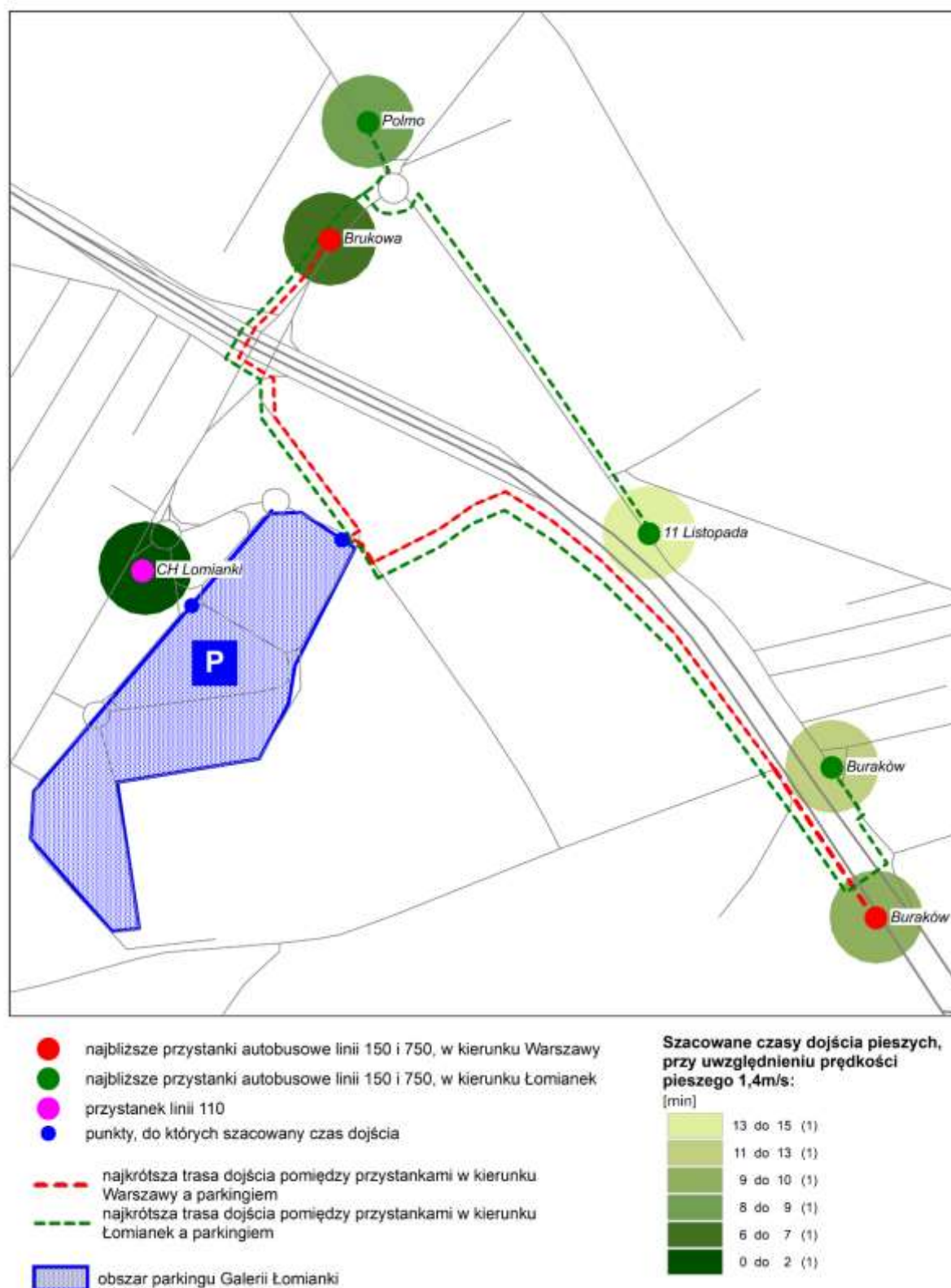
Wyniki przeliczone na średnie czasy dojazdu od granic analizowanego obszaru (parkingu) do poszczególnych przystanków przedstawiono na rysunkach i w tabelach poniżej.

Tabl. 11.1. Szacunki dotyczące dostępności istniejących przystanków ZTM, zlokalizowanych w rejonie parkingu przy Galerii Łomianki

Przystanek	Kierunek	Linia	Odległości dojazdu	Czas dojazdu przy założeniu prędkości pieszego 1m/s [min]	Czas dojazdu przy założeniu prędkości pieszego 1,4m/s [min]
Brukowa	do Warszawy	150, 750	430	8.2	6.1
Buraków	do Warszawy	150, 750	800	13.3	9.5
Buraków	z Warszawy	150, 750	940	16.2	11.7
11 Listopada	z Warszawy	150, 750	1100	19.3	14.1
Polmo	z Warszawy	150, 750	620	11.3	8.4
CH Łomianki	do/z Warszawy	110	150	2.5	1.8



Rys. 11.1. Drogi oraz czasy dojścia pieszego, przy założeniu prędkości 1m/s, pomiędzy przystankami autobusowymi ZTM, a parkingiem przy Galerii Łomianki.



Rys. 11.2. Drogi oraz czasy dojścia pieszego, przy założeniu prędkości 1,4m/s, pomiędzy przystankami autobusowymi ZTM, a parkingiem przy Galerii Łomianki.

Analiza stanu istniejącego wskazuje, że przy obecnym układzie linii autobusowych, wykorzystanie parkingu przy Galerii Łomianki na potrzeby parkingu Parkuj i Jedź nie ma uzasadnienia. Lokalizacja przystanków autobusowych dwóch kluczowych linii autobusowych, łączących Łomianki z Młocinami powoduje, że czasy dojścia pieszego pomiędzy tymi przystankami a parkingiem są na poziomie:

- w kierunku Warszawy:
 - ok. 8 minut (dla pieszych poruszających się 1m/s) oraz ok. 6minut (dla pieszych poruszających się 1,4m/s) dla przystanku Brukowa,
 - ok. 13 minut (dla pieszych poruszających się 1m/s) oraz ok. 9minut (dla pieszych poruszających się 1,4m/s) dla przystanku Buraków,
- w kierunku Łomianek:
 - ok. 11 minut (dla pieszych poruszających się 1m/s) oraz ok. 8minut (dla pieszych poruszających się 1,4m/s) dla przystanku Polmo,
 - ok. 16 minut (dla pieszych poruszających się 1m/s) oraz ok. 12minut (dla pieszych poruszających się 1,4m/s) dla przystanku Buraków.

W odniesieniu do przystanku CH Łomianki, na którym zatrzymuje się linia 110, czasy dojścia są zdecydowanie korzystniejsze i są na poziomie 2-3 minut. Natomiast przebieg linii 110 nie jest odpowiedni do obsługi potencjalnych podróży osób, które korzystałyby z parkingu przesiadkowego.

Wykorzystanie parkingu przy Galerii Łomianki jako parkingu przesiadkowego wymagałoby podjęcia co najmniej następujących działań, w tym:

- organizacja nowej linii autobusowej, mającej swój koniec/początek lub przystanek na terenie parkingu, łączącej go z Młocinami oraz zapewnienie jej odpowiedniej częstotliwości – min. 10min,
- zapewnienie bardzo dobrych warunków ruchu autobusów wzdłuż korytarza ul. Pułkowej i atrakcyjnych czasów przejazdu w stosunku do samochodów osobowych – poprzez budowę pasa autobusowego.

Do rozważenia jest wykorzystanie linii autobusowej, zaproponowanej w ramach optymalizacji linii autobusowych, przeprowadzonej w założeniach do prognoz ruchu. Celem optymalizacji tej było zwiększenie oddziaływania nowych rozwiązań na jak największą liczbę mieszkańców gminy Łomianki. Zaproponowano uruchomienie nowej linii autobusowej obsługującej rejon leżący na zachód od ul. Kolejowej. Przebieg nowej linii założono ulicami: pętla Dąbrowa Zachodnia, ul. Zachodnią, ul. Wiślaną, ul. Akacjową, ul. Brukową, ul. Kolejową, ul. Pułkową, Al. Gen. Marii Wittek do pętli Młociny. Linia ta przebiega przy analizowanym parkingu i tam zakładany jest przystanek. Funkcjonowanie parkingu mogłoby dodatkowo wpłynąć na wykorzystanie tej linii.



Rys. 11.3 Przebieg nowej linii autobusowej założonej w wariantach inwestycyjnych, proponowanej do wykorzystania do obsługi potencjalnego parkingu przesiadkowego przy Galerii Łomianki.

źródło: openstreetmap.org, opracowanie własne

12 FINANSOWANIE

12.1 Źródła finansowania – Oś Priorytetowa VI

Biorąc pod uwagę dostępne programy wsparcia dla rozwiązań z dziedziny transportu i środowiska projekt ma szansę finansowania w trybie konkursowym w ramach **Osi Priorytetowej VI** – Rozwój niskoemisyjnego transportu zbiorowego w miastach, **Działanie 6.1** – Rozwój publicznego transportu zbiorowego w miastach. Przedmiotem konkursu jest dofinansowanie projektów dotyczących elektryfikacji wybranych linii komunikacji miejskiej. Przez elektryfikację rozumiane jest zastąpienie (pełne lub częściowa wymiana) taboru o napędzie innym niż elektryczny, autobusami elektrycznymi lub trolejbusami wyposażonymi w niezależne elektrochemiczne źródło zasilania¹. (bezszybowymi pojazdami elektrycznymi). Należy zastrzec, że ze środków konkursowych nie są finansowane pojazdy hybrydowe.

Projekt jest zgodny z założeniami konkursu, ponieważ wpisuje się w politykę rozwoju transportu publicznego miasta (Strategia rozwoju gminy Łomianki na lata 2016-2030, Uchwała nr XIV/177.2016

¹ Wyposażone w baterie elektrochemiczne lub baterie elektrochemiczne współpracujące z zasobnikiem superkondensatorowym, które pozwalają na obsługę linii komunikacji w systemie bimodalnym (jako autobus elektryczny i jako trolejbus).

Rady Miejskiej w Łomiankach z dnia 26 lutego 2016 r.².) oraz jest sformułowany z perspektywy wybranych pojedynczych linii komunikacji miejskiej, do których obsługi beneficjent chciałby wprowadzić pojazdy o napędzie czysto elektrycznym. Zgodnie z założeniami konkursu projektem można objąć jedną lub kilka linii komunikacji miejskiej. Linie te powinny już istnieć, jednak możliwe są modyfikacje trasy ich przebiegu w porównaniu ze stanem obecnym³. Przez modyfikację trasy przebiegu linii rozumie się zmianę przebiegu, w tym skrócenie lub wydłużenie, podział lub łączenie linii, itp. Po pierwszym pełnym roku eksploatacji projektu, beneficjent ma prawo dokonać modyfikacji weryfikującej trasowanie linii przedstawione w dokumentacji aplikacyjnej, jednak nie może ono dotyczyć więcej niż 15% długości linii w okresie trwałości projektu. W przypadku taboru zakupionego w ramach projektu, który nie będzie wykorzystany w godzinach pozaszczytowych do obsługi linii objętych projektem, Beneficjent ma również prawo do wykorzystania go w godzinach pozaszczytowych do obsługi innych linii autobusowych.

Jako przedmiot projektu kwalifikują się:

[1] linie komunikacji miejskiej, które w całości lub w części są już obecnie obsługiwane przez bezszynowe pojazdy o napędzie elektrycznym, jednak beneficjent chciałby zwiększyć liczbę bezszynowych pojazdów elektrycznych do ich obsługi

[2] linie komunikacji miejskiej, obsługiwane dotychczas przez autobusy o napędzie konwencjonalnym (diesel) lub inne nielektryczne, na których beneficjent w całości lub w części chciałby wymienić tabor na tabor o napędzie elektrycznym, z zastrzeżeniem, że przedmiotem projektu nie może być budowa nowej linii trolejbusowej wraz z infrastrukturą i trakcją.

Zgodnie z założeniami konkursu wszystkie analizy dotyczące projektu powinny być przeprowadzone z perspektywy linii komunikacji miejskiej objętych projektem, a nie z perspektywy całego systemu komunikacji miejskiej obsługiwanego przez beneficjenta. Za podstawowy cel projektu należy uznać wdrożenie technologii napędu elektrycznego w komunikacji miejskiej jako element realizacji strategii niskoemisyjnej w transporcie. Dlatego też, nawet jeśli efekt taki mógłby potencjalnie nastąpić, analizy transportowe wykonane dla projektu na użytek dokumentacji aplikacyjnej z założenia nie odnoszą się do wzrostu liczby pasażerów komunikacji miejskiej osiągniętego dzięki realizacji projektu.

Beneficjentami mogą być operatorzy i/lub organizatorzy transportu zbiorowego,

- w miastach, w których linie komunikacji miejskiej wybrane do dofinansowania przebiegają w obszarach szczególnie wrażliwych na lokalne zanieczyszczenie powietrza⁴

² Cel strategiczny 1 – efektywna przestrzenno-gospodarcza integracja Łomianek z Warszawskim Obszarem Funkcjonalnym i Obszarem Metropolitalnym Warszawy/ Cel operacyjny 1.1 – Usprawnienie komunikacji indywidualnej i publicznej z Warszawą, w tym promowanie transportu niskoemisyjnego w dojazdach do Warszawy (autobusy niskoemisyjne).

³ Warunki wykonywania analiz finansowo-ekonomicznych zostały sformułowane w taki sposób, aby beneficjent nie musiał szczegółowo przedstawiać aktualnego przebiegu linii. Przebieg linii w ramach projektu powinien zostać ustalony po wyborze wariantu inwestycyjnego obsługiwanego w całości lub częściowo przez pojazdy elektryczne. Na użytek analizy w wariantie bezinwestycyjnym beneficjent zakłada ich obsługę uśrednionym taborom, który jest obecnie w jego posiadaniu, chyba, że jest w stanie wskazać wprost, które pojazdy wymieni realizując projekt konkursowy. Mogą to być pojazdy obecnie obsługujące inne linie komunikacji miejskiej niż linie objęte projektem, które beneficjent chce wycofać z użytkowania. Pojazdy wycofane z użytkowania zostaną po realizacji projektu zastąpione pojazdami aktualnie obsługującymi linie objęte projektem. W wariantie bezinwestycyjnym należy wtedy założyć, że linie objęte projektem obsługiwane są przez tabor przeznaczony do wycofania, a wariantie inwestycyjnym – przez tabor zakupiony w ramach projektu i (jeśli linie będą obsługiwane przez tabor mieszany) inny tabor spełniający co najmniej normę emisji EURO 6.

⁴ Za obszary szczególnie wrażliwe na lokalne zanieczyszczenie powietrza uważa się duże skupiska ludności mieszkającej, pracującej lub uczącej się, obszary o historycznej zabudowie wrażliwej na zanieczyszczenia lokalne, uzdrowiska, itp.

- w miastach prowadzących aktywną politykę eliminacji zanieczyszczeń lokalnych⁵

którzy świadcząc usługi transportu zbiorowego aktualnie użytkują przestarzały tabor autobusowy i którzy chcieliby dokonać jego wymiany na tabor elektryczny.

Maksymalny poziom dofinansowania UE na poziomie projektu wynosi **85%** wydatków kwalifikowanych. Najbliższy nabór wniosków w konkursie planuje się w okresie **od 14 grudnia 2018 r. do 31 stycznia 2019 r. Wnioski składane są w kancelarii Centrum Unijnych Projektów Transportowych.**

Zakres rzeczowy projektów, kwalifikowalność wydatków⁶

Wydatki związane bezpośrednio z elektryfikacją linii komunikacji miejskiej dotyczą:

- zakupu **nowych autobusów elektrycznych**
- zakupu nowych trolejbusów wyposażonych w niezależne elektrochemiczne źródło zasilania ⁷
- budowy, zakupu i instalacji stałych elementów infrastruktury technicznej i wyposażenia służących i niezbędnych do ładowania baterii autobusów zakupionych w ramach projektu lub autobusów elektrycznych będących już w posiadaniu beneficjenta (stacje i punkty ładowania wraz z infrastrukturą elektro-energetyczną, w tym stacje transformatorowe i magazyny energii itp.)"

z zastrzeżeniem, że w obsłudze wybranych do projektu liniach komunikacji miejskiej objętych projektem dopuszcza się łączenie taboru elektrycznego z taborami o napędzie diesla EURO 6, gazowym lub hybrydowym, przy czym zakup tych autobusów, lub włączenie autobusów w dyspozycję beneficjenta do obsługi linii objętych projektem nie stanowi wydatku kwalifikowanego, ani też nakładu inwestycyjnego na projekt wykazywanego w formularzu wniosku o dofinansowanie. Autobusy o napędzie diesla EURO 6 lub autobusy hybrydowe powinny być co do zasady traktowane jako komplementarne do objętej projektem elektryfikacji linii komunikacji miejskiej i jako narzędzie dywersyfikacji ryzyka operacyjnego.

12.2 Źródła finansowania – inne źródła finansowania

RPO województwa mazowieckiego

Obecnie nie ma działania pozwalającego na sfinansowanie projektów komunikacji miejskiej. Ostatni konkurs i nabór wniosków zakończył się 3 października b.r. Jednak można oczekiwać, że w wyniku analizy wykorzystania środków europejskich w bieżącej perspektywie finansowej, program a także konkurs w tym zakresie będzie ponownie uruchomiony.

W ramach programu, w dotychczasowych konkursach fundusze unijne były dostępne na realizację kompleksowych inwestycji obejmujących centra przesiadkowe, ścieżki rowerowe, autobusy niskoemisyjne, a także inteligentne systemy zarządzania ruchem. Możliwy był zakup autobusów spełniających normę EURO VI, zwłaszcza z napędem alternatywnym, czyli na przykład elektrycznym,

⁵ Wśród analiz przedłożonych w ramach studium wykonalności (SW) powinny się znaleźć analizy emisji zanieczyszczeń lokalnych wg struktury ich powstawania. Odpowiednie zapisy wprowadzono do kryteriów konkursowych.

⁶ Pozostałe okoloprojektowe koszty będą kwalifikowane zgodnie z Wytocznymi w zakresie kwalifikowalności wydatków w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Europejskiego Funduszu Społecznego oraz Funduszu Spójności na lata 2014-2020

⁷ Do dofinansowania nie kwalifikują się więc trolejbusy bez funkcji samodzielnej jazdy na zasilaniu z baterii. Ograniczenie wprowadzono, aby konkursem objąć przede wszystkim samodzielnie poruszające się (bez trakcji) pojazdy elektryczne. Pojazdy bimodalne (dwusystemowe) dodano, ponieważ zasilanie i ładowanie pantografowe z trakcji trolejbusowej może być jednym ze sposobów ładowania pojazdów elektrycznych. W ramach konkursu, tylko w ograniczony sposób można zainwestować w trakcję trolejbusową. Jednak pojazdy dwusystemowe mogą na części linii komunikacji miejskiej obsługiwać trasy nie posiadające trakcji.

gazowym, czy hybrydowym. Wsparcie pokrywało zapewnienie instalacji do dystrybucji energii oraz infrastrukturę uzupełniającą, m.in. zjazdy, zatoki autobusowe i przystanki.

O dofinansowanie mogły się ubiegać samorządy, ich jednostki organizacyjne, a także przedsiębiorstwa świadczące usługi publiczne w zakresie transportu. Wymagany był wkład własny w realizację inwestycji na poziomie co najmniej 20 procent i realizacja do połowy 2020 r.

Fundusz NFOŚiGW

Fundusz rozważa uruchomienie programu na wzór „Gazeli”, jednak nie ma jeszcze decyzji.

13 WNIOSKI I REKOMENDACJE

Na podstawie wykonanych analiz:

- uwarunkowań wynikających ze stanu istniejącego, w tym: funkcji układu drogowego, geometrii i organizacji ruchu, dostępności terenu, rodzajów i usytuowania infrastruktury nadziemnej i podziemnej,
- pomiarów ruchu, obejmujących natężenia pojazdów, wielkości potoków pasażerskich i warunki ruchu,
- możliwości realizacji poszczególnych wariantów usytuowania pasa autobusowego (na rysunkach w skali 1:1000),
- prognoz ruchu drogowego i przewozów w transporcie zbiorowym,
- analiz ekonomicznych,

sformułowano następujące wnioski i rekomendacje:

1. Ciąg Pułkowa - Kolejowa pełni ważne funkcje komunikacyjne z uwagi na:
 - obsługę transportu publicznego (komunikacja autobusowa) i ruchu indywidualnego z północno-zachodnich obszarów miasta położonych po lewej stronie Wisły (dzielnica Bielany) w kierunku do i z ważnego węzła przesiadkowego – Młociny (pętla autobusowa, pętla tramwajowa, stacja metra, parking Parkuj i Jedź oraz strefa Kiss and Ride),
 - obsługę transportu publicznego (komunikacja autobusowa) i ruchu indywidualnego z miejscowości podwarszawskich usytuowanych po lewej stronie Wisły takich jak Łomianki, Kiełpin, Dziekanów Leśny, Dziekanów Polski, Nowy Dziekanów, Pieńków, Łomna, Częstków Polski, Częstków Mazowiecki, Czosnów, Dębina.
2. W przypadku gminy miejsko-wiejskiej Łomianki (bez podróży wykonywanych pomiędzy częścią miejską i wiejską w ramach gminy Łomianki), aż 74% podróży odbywanych na zewnątrz gminy kieruje się do Warszawy. Są to głównie powiązania z przyległymi dzielnicami Warszawy, Bielany 20% i Białołęka 11%. Do Śródmieścia odbywa się ok. 10% podróży, na Wolę 6% i na Mokotów 5%.
3. Przy obecnej ofercie przewozowej (10 autobusów/godzinę/kierunek, na odcinku na północ od ul. Wóycickiego i 28 autobusów/godzinę/kierunek, na odcinku na południe od ul. Dzierżoniowskiej) w godzinach ruchu szczytowego potok pasażerski w autobusach ZTM, w zależności od odcinka wynosi od 700 do 1000 pasażerów/godzinę/kierunek. Ponadto w ul. Pułkowej kursują także autobusy dalekobieżne, autobusy do lotniska Modlin, autobusy kursujące pomiędzy Młocinami a Galerią Łomianki oraz busy. Średnie natężenie tych autobusów jest na poziomie 25-30 pojazdów/godzinę/kierunek, a szacowany potok pasażerski jest na poziomie 750-900 pasażerów/kierunek/godzinę.
4. Natężenia samochodów na ul. Pułkowej są znaczące i w godzinach szczytów sięgają od ok. 2,1 tys. do 2,9 tys. poj./godz./kierunek, w tym natężenie taksówek jest na poziomie: 40 pojazdów/godzinę/kierunek, a motocykli: 50 pojazdów/godzinę/kierunek. Maksymalne natężenia ruchu w kierunku do Warszawy są odnotowywane bardzo wcześnie tj. w godz. 6:30 – 7:30. Z obserwacji wynika jednak, że dochodzi wtedy do załamania się warunków ruchu na skutek wyczerpania się przepustowości wlotu ul. Pułkowej na skrzyżowaniu z ul. Wóycickiego. Na kierunku do Łomianek szczyt natężenia ruchu przypada na okres pomiędzy godz.: 16:30 a 17:45 (w

zależności od przekroju). Podobnie jak w szczycie porannym (choć w mniejszym stopniu) wlotu ul. Pułkowej na skrzyżowaniu z ul. Wóycickiego osiąga swoją przepustowość, powodując tworzenie się kolejek pojazdów.

5. Budowa pasa autobusowego wzdłuż ciągu ulic Pułkowa - Kolejowa przyniesie korzyści zarówno z punktu widzenia pasażerów jak też przewoźników. Spowoduje zmniejszenie się kosztów funkcjonowania systemu transportu zbiorowego. Obecnie najtrudniejsze warunki ruchu panują na ul. Pułkowej, na odcinku pomiędzy ulicą Brukową a ulicą Dzierżoniowską, w kierunku Warszawy. Na tym odcinku średnia prędkość autobusów spada do poziomu 11,8km/h w okresie szczytu porannego oraz do 17,4km/h w okresie szczytu popołudniowego. Badania wykazały, że średnie straty czasu jakie ponosi pojedynczy autobus, na odcinku pomiędzy ul. Brukową a węzłem przesiadkowym Młociny są na poziomie:

- 528 sekund, tj. 8 minut i 48 sekund w okresie szczytu porannego (6:30 – 9:00), w kierunku do Warszawy,
- 257 sekund, tj. 4 minuty i 17 sekund w okresie szczytu popołudniowego (15.30 – 18.00), w kierunku do Warszawy,
- 73 sekundy w okresie szczytu popołudniowego (15.30 – 18.00), w kierunku do Łomianek.

W okresie szczytu porannego, w kierunku do Łomianek autobusy mają bardzo dobre warunki ruchu i nie ponoszą strat czasu.

Uwzględniając pomierzone natężenia autobusów ZTM linii 150 i 750 (na granicy miasta – w przekroju pomiarowym nr 1), łączne straty czasu są na poziomie:

- 3,5 godzin w okresie 6:30 – 9:00, w kierunku do Warszawy,
- 1,6 godziny w okresie 15.30 – 18.00, w kierunku do Warszawy,
- 26,8 minut w okresie 15.30 – 18.00, w kierunku do Łomianek.

Natomiast biorąc pod uwagę potok pasażerski, odnotowany na granicy miasta łączne straty czasu pasażerów są na poziomie:

- 177,6 pasażero-godzin w okresie 6:30 – 9:00, w kierunku do Warszawy,
- 37,1 pasażero-godzin w okresie 15.30 – 18.00, w kierunku do Warszawy,
- 24,3 pasażero-godzin w okresie 15.30 – 18.00, w kierunku do Łomianek.

6. We wszystkich analizowanych wariantach budowy pasa autobusowego założono, że będzie to dodatkowy pas ruchu. W związku z tym budowa pasa zasadniczo nie będzie powodować ograniczania przepustowości jezdni dla ruchu innych pojazdów i nie będzie powodować powstawania strat czasu w komunikacji indywidualnej. Co więcej zwiększenie szerokości przekroju (dodatkowy pas dla autobusów) i uporządkowanie ruchu może sprzyjać poprawie warunków ruchu na analizowanym ciągu. Wyznaczenie pasa autobusowego na odcinku powtarzającego się zatłoczenia ruchem w szczególności w godzinach szczytu będzie także korzystne z punktu widzenia wytworzenia korytarza przejazdu dla pojazdów uprzywilejowanych, poruszających się na sygnale.

7. Zastosowany do obliczeń model podróży skalibrowano do wyników pomiarów, przeprowadzonych w ramach opracowania. Prognozy wykonano przy uwzględnieniu danych o zagospodarowaniu przestrzennym udostępnionych przez Biuro Polityki Mobilności i Transportu w Warszawie (liczba ludności w rejonach w Warszawie i aglomeracji), zmian, jakie zajądą w wyniku rozwoju infrastruktury drogowej i transportu zbiorowego oraz założeń dotyczących prędkości autobusów i optymalizacji linii autobusowych. Wyniki uzyskane dla roku 2020 wskazują, że główny przyrost pasażerów w stosunku do wariantu bezinwestycyjnego jest związany z budową pasa autobusowego, w kierunku Warszawy – przyrost w zależności od odcinka, w godzinie szczytu porannego wynosi od 15% (na południe od ul. Dzierżoniowskiej) do 25% (na północ od Wóycickiego). Pas autobusowy w kierunku Łomianek, mniej wpływa na wzrost liczby pasażerów. W godzinie szczytu popołudniowego, w kierunku Łomianek odnotowano wzrost na poziomie 8% (na południe od ul. Dzierżoniowskiej) i 13% (na północ od ul. Wóycickiego).

8. Oszacowano, że koszty inwestycyjne związane z wyznaczeniem pasów autobusowych, w zależności od wariantów będą na poziomie:

- 8,7mln – wariant z pasem autobusowym w kierunku Warszawy, wzdłuż prawej krawędzi jezdni (W1a),
- 12,9 mln - wariant z pasem autobusowym w obu kierunkach, wzdłuż prawych krawędzi jezdni (W1b),
- 7,3mln - wariant z pasem autobusowym w kierunku Warszawy, w pasie dzielącym (W2a),

- 16,5 mln - wariant z pasem autobusowym w obu kierunkach, w pasie dzielącym (W2b).
9. Analizy ekonomiczne wykazały, że każdy z analizowanych wariantów rozwiązania jest ekonomicznie uzasadniony. Wskaźniki efektywności ekonomicznej EIRR (wewnętrznej ekonomicznej stopy zwrotu) wynoszą odpowiednio:
- Wariant W1a – 17,45%;
 - Wariant W1b – 12,06%;
 - Wariant W2a – 24,37%;
 - Wariant W2b – 7,39%.
- Ekonomicznie najbardziej uzasadniona jest budowa pasa autobusowego tylko w kierunku Warszawy. Należy jednak dodać, że budowa pasa autobusowego w kierunku Łomianek również uzasadnia się ekonomicznie, a działanie to jest zgodne ze Strategią Transportową Warszawy oraz polityką rozwoju transportu publicznego Łomianek.
- Analiza ekonomiczna opiera się na prognozach ruchu, które ze względu na makroskalę nie dokonują rozróżnienia na sposób prowadzenia pasa autobusowego („pas dzielący” vs „pas skrajny”). Dlatego główną determinantą wyższej efektywności wariantu W2a niż wariantu W1a są oszacowane koszty inwestycyjne. Z przeprowadzonej analizy kosztów wynika, że różnica w nakładach inwestycyjnych pomiędzy obydwooma wariantami wynosi ok 1,3 mln zł i stanowi ok 15%. Taka różnica mieści się w skali szacowanego błędu kosztorysu. W związku z powyższym, wynik analizy ekonomicznej nie powinien być jedynym kryterium wyboru pomiędzy wariantem W1a i W2a.
10. Ostateczny wybór wariantu (budowa pasa autobusowego wzdłuż prawej krawędzi lub z wykorzystaniem pasa dzielącego) powinien uwzględniać również inne czynniki związane z: funkcjonalnością pasa, możliwościami wykorzystania je przez inne pojazdy, szczegółowe analizy mikrosymulacyjne związane z funkcjonowaniem skrzyżowań, w tym programów sygnalizacji świetlnych i służ autobusowych, dostępnością przystanków autobusowych.
11. **Autorzy opracowania, na podstawie własnego doświadczenia oraz przeprowadzonych analiz jako rozwiązanie podstawowe rekomendują realizację uprzywilejowania wg. wariantu W1a, tj. budowę pasa autobusowego w kierunku Warszawy, poprzez poszerzenie ul. Pułkowej na zewnątrz. Umożliwi to zdecydowaną poprawę warunków obsługi Łomianek komunikacją autobusową, stworzy możliwość poprawy przejazdów innych autobusów (w tym dalekobieżnych), ew. taksówek i motocykli. Rozwiązanie to ułatwi także przejazd pojazdów specjalnych jadących na sygnale. Warunkowo, w zależności od dostępnych środków finansowych, rekomenduje się także wyznaczenie pasa autobusowego w kierunku Łomianek (wariant W1b).**
12. Szczegółowe rozwiązanie organizacji ruchu w ciągu Pułkowej, w związku z budową pasa autobusowego, powinno być wykonane w ramach projektu organizacji ruchu. Jako wytyczne rekomenduje się przedstawiony w niniejszym opracowaniu opis koncepcji, wg. wariantu W1a (ew. także W1b). Wyznaczenie pasa dla autobusów w ciągu Pułkowej wymaga przede wszystkim:
- przebudowy jezdni – poszerzenie jezdni, przebudowa infrastruktury podziemnej i nadziemnej, przebudowy odwodnienia, budowy ciągów pieszych oraz ciągu rowerowego (rekomendowany),
 - zmian w organizacji ruchu na skrzyżowaniach,
 - zmian w programach sygnalizacji świetlnych.
13. Rekomenduje się funkcjonowanie pasa autobusowego całą dobę (w związku z wyznaczeniem pasa autobusowego poprzez poszerzenie jezdni) oraz dopuszczanie do poruszania się po pasie oprócz autobusów ZTM innych autobusów/busów poruszających się w korytarzu ul. Pułkowej, taksówek oraz motocykli.
14. Wśród dodatkowych korzyści budowy pasa autobusowego wymienić należy:
- zwiększenie komfortu podróży pasażerów (z uwagi na płynność przejazdu),
 - zmniejszenie zużycia paliwa (z uwagi na płynność przejazdu),
 - zwiększenie bezpieczeństwa przejazdu (mniejsze zagrożenie upadkami w związku z gwałtownym hamowaniem),
 - zwiększenie niezawodności przejazdu (punktualności i przejazdu w zakładanym czasie),

- zwiększenie komfortu pracy kierujących pojazdami transportu zbiorowego.

15. W odniesieniu do możliwości wykorzystania parkingu, zlokalizowanego przy Galerii Łomianki, na potrzeby parkingu przesiadkowego, analiza stanu istniejącego wskazuje, że przy obecnym układzie linii autobusowych i lokalizacji przystanków ich obsługujących rozwiązanie to nie miałoby uzasadnienia. Czasy dojścia pieszego są nieakceptowalne z punktu widzenia założeń jakie stawia się tego typu parkingom. Wykorzystanie parkingu przy Galerii Łomianki jako parkingu przesiadkowego wymagałoby podjęcia co najmniej następujących działań:

- organizacji nowej linii autobusowej, mającej swój koniec/początek lub przystanek na terenie parkingu, łączącej go z Młocinami oraz zapewnienie jej odpowiedniej częstotliwości – min. 10min (rekomendowane nawet 5 min.),
- zapewnienia bardzo dobrych warunków ruchu autobusów wzdłuż korytarza ul. Pułkowej i atrakcyjnych czasów przejazdu w stosunku do samochodów osobowych – poprzez budowę pasa autobusowego.

Do rozważenia jest wykorzystanie linii autobusowej, zaproponowanej w ramach optymalizacji linii autobusowych na potrzeby prognoz ruchu. Celem optymalizacji było połączenie realizacji uprzywilejowania dla komunikacji autobusowej z poprawieniem oferty przewozowej dla jak największej liczby mieszkańców gminy Łomianki. Zaproponowano uruchomienie nowej linii autobusowej obsługującej rejony leżące na zachód od ul. Kolejowej. Przebieg nowej linii założono ulicami: pętla Dąbrowa Zachodnia, ul. Zachodnią, ul. Wiślaną, ul. Akacją, ul. Brukową, ul. Kolejową, ul. Pułkową, Al. Gen. Marii Wittek do pętli Młociny. Linia ta przebiegałaby przy analizowanym parkingu z przystankiem w pobliżu parkingu, który mógłby wówczas pełnić także funkcję parkingu Parkuj i Jedź.