

Spis treści

I.	Podstawa opracowania.....	4
II.	Cel i zakres opracowania.....	4
III.	CZĘŚĆ KONCEPCYJNA	5
III.1.	Przyjęte parametry geometryczne.....	5
III.2.	Stan istniejący.....	9
III.2.1.	Istniejące rozwiązania sytuacyjne.....	9
III.2.2.	Istniejące odwodnienie.	12
III.2.3.	Istniejące uzbrojenie techniczne.	12
III.2.4.	Istniejąca zielen.	13
III.3.	Stan projektowany.....	13
III.3.1.	Projektowane rozwiązania sytuacyjne	13
III.3.2.	Analiza własności terenu	14
III.3.3.	Projektowane rozwiązania wysokościowe	16
III.3.4.	Projektowane odwodnienie	16
III.3.5.	Projektowane typowe przekroje konstrukcyjne	16
III.3.6.	Wskazanie kolizji z istniejącą infrastrukturą techniczną.....	20
III.3.7.	Określenie szacunkowego kosztu budowy inwestycji	22
III.3.8.	Wskazanie zagrożeń realizacyjnych	22
IV.	PROGNOZY RUCHU I ANALIZY RUCHOWE	23
IV.1.	Opis modelu ruchu.....	23
IV.2.	Opis wykonanych prognoz	28
IV.2.1.	Założenia.....	28
IV.2.2.	Potoki ruchu w stanie istniejącym.....	28
IV.2.3.	Wyniki prognoz ruchu – rok 2025 – wariant bezinwestycyjny	32
IV.2.4.	Wyniki prognoz ruchu – rok 2025 – wariant inwestycyjny.....	36
V.	ANALIZA PRZEPUSTOWOŚCI	43
V.1.	Skrzyżowanie al. Pokoju- Lema.	43
V.2.	Skrzyżowanie Mogilska- Lema.....	47
V.3.	Skrzyżowanie Lema – Dąbska oraz Lema - Parking Tauron Arena.....	52
V.4.	Podsumowanie.....	55
VI.	PROMOCJA ZADANIA.....	56

Spis tabel

Tab. 1	Analiza własności terenu	14
Tab. 2	Kolizje z sieciami uzbrojenia terenu	21
Tab. 3	Szacunkowe koszty inwestycji	22
Tab. 4	Formuły do wyznaczenia potencjałów wytwarzających (produkcji) dla rejonów komunikacyjnych na obszarze Krakowa	25
Tab. 5	Formuły do wyznaczenia potencjałów absorbującego (atrakcji) dla rejonów komunikacyjnych na obszarze Krakowa	25
Tab. 6	Formuły do wyznaczenia potencjału wytwarzającego (produkcji) dla gmin KOM	25
Tab. 7	Formuły do wyznaczenia potencjału absorbującego (atrakcji) dla gmin KOM.....	25
Tab. 8	Struktura więźby ruchu dla obszaru analizy	26

Tab. 9 Współczynniki funkcji oporu przestrzeni dla podróży wewnętrznych w Krakowie	26
Tab. 10 Współczynniki funkcji oporu przestrzeni dla podróży z gmin ościennych do Krakowa i z Krakowa do gmin ościennych	27
Tab. 11 Parametry modelu podziału zadań przewozowych.....	27
Tab. 12 Tabela czasów międzyzielonych dla skrzyżowania Lema – al. Pokoju	45
Tab. 13 Warunki ruchu na skrzyżowaniu Lema – al. Pokoju – stan projektowany dla cyklu T=110 s:	46
Tab. 14 Warunki ruchu na skrzyżowaniu Lema – Mogilska – stan istniejący cykl T=120 s.....	47
Tab. 15 Warunki ruchu na skrzyżowaniu Lema – Mogilska – stan projektowany - istniejący cykl T=120 s. ...	47
Tab. 16 Warunki ruchu na skrzyżowaniu Lema – Mogilska – stan projektowany - cykl T=145 s.	48
Tab. 17 Tabela czasów międzyzielonych dla skrzyżowania Lema – Mogilska – Jana Pawła II czl.....	50
Tab. 18 Tabela czasów międzyzielonych dla skrzyżowania Lema – Mogilska – Jana Pawła II cz II.....	51
Tab. 19 Warunki ruchu na skrzyżowaniu Lema – Dąbska – stan istniejący - cykl T=90 s.	52
Tab. 20 Warunki ruchu na skrzyżowaniu Lema – Dąbska – stan projektowany bez priorytetu - cykl T=90 s.	52
Tab. 21 Warunki ruchu na skrzyżowaniu Lema – Dąbska – stan projektowany z priorytetem - cykl T=90 s.	53

Spis rysunków (w części opisowej)

Rys. nr 1 Obszar KBR 2013 źródło: Badania zachowań komunikacyjnych mieszkańców Krakowskiego Obszaru Metropolitalnego	24
Rys. nr 2 Potoki ruchu kołowego w godzinie szczytu w modelu stanu istniejącego – rok 2019 [P/h]	29
Rys. nr 3 Potoki ruchu pasażerskiego w komunikacji tramwajowej w godzinie szczytu w modelu stanu istniejącego – rok 2019 [pas/h]	30
Rys. nr 4 Diagram ruchu na skrzyżowaniu Mogilska – Meissnera – Lema – al. Jana Pawła II w godzinie szczytu w modelu stanu istniejącego – rok 2019 [P/h]	31
Rys. nr 5 Diagram ruchu na skrzyżowaniu Lema – Dąbska w godzinie szczytu w modelu stanu istniejącego – rok 2019 [P/h].....	31
Rys. nr 6 Diagram ruchu na skrzyżowaniu Lema – al. Pokoju w godzinie szczytu w modelu stanu istniejącego – rok 2019 [P/h]	32
Rys. nr 7 Potoki ruchu kołowego w godzinie szczytu w wariancie bezinwestycyjnym – rok 2025 [P/h]	33
Rys. nr 8 Potoki ruchu pasażerskiego w komunikacji tramwajowej w godzinie szczytu w wariancie bezinwestycyjnym – rok 2025 [pas/h]	34
Rys. nr 9 Diagram ruchu na skrzyżowaniu Mogilska – Meissnera – Lema – al. Jana Pawła II w godzinie szczytu w wariancie bezinwestycyjnym – rok 2025 [P/h]	35
Rys. nr 10 Diagram ruchu na skrzyżowaniu Lema – Dąbska w godzinie szczytu w wariancie bezinwestycyjnym – rok 2025 [P/h].....	35
Rys. nr 11 Diagram ruchu na skrzyżowaniu Lema – al. Pokoju w godzinie szczytu w wariancie bezinwestycyjnym – rok 2025 [P/h].....	36
Rys. nr 12 Przebieg linii tramwajowych wraz z informacją o łącznej liczbie kursów na poszczególnych odcinkach sieci w godzinie szczytu w wariancie inwestycyjnym – rok 2025	37
Rys. nr 13 Diagram rozkładu kierunkowego liczby kursów tramwajowych na poszczególnych relacjach skrzyżowania Mogilska – Meissnera – Lema – al. Jana Pawła II w godzinie szczytu w wariancie inwestycyjnym – rok 2025	38
Rys. nr 14 Diagram rozkładu kierunkowego liczby kursów tramwajowych na poszczególnych relacjach skrzyżowania Lema – al. Pokoju w godzinie szczytu w wariancie inwestycyjnym – rok 2025	38
Rys. nr 15 Potoki ruchu kołowego w godzinie szczytu w wariancie inwestycyjnym – rok 2025 [P/h]	39
Rys. nr 16 Potoki ruchu pasażerskiego w komunikacji tramwajowej w godzinie szczytu w wariancie inwestycyjnym – rok 2025 [pas/h].....	40
Rys. nr 17 Diagram ruchu na skrzyżowaniu Mogilska – Meissnera – Lema – al. Jana Pawła II w godzinie szczytu w wariancie inwestycyjnym – rok 2025 [P/h].....	41

Rys. nr 18 Diagram ruchu na skrzyżowaniu Lema – Dąbska w godzinie szczytu w wariantcie inwestycyjnym – rok 2025 [P/h]	41
Rys. nr 19 Diagram ruchu na skrzyżowaniu Lema – al. Pokoju w godzinie szczytu w wariantcie inwestycyjnym – rok 2025 [P/h]	42
Rys. nr 20 Proponowany program sygnalizacji świetlnej dla cyklu T=110 s.....	44
Rys. nr 21 Proponowany program sygnalizacji świetlnej dla cyklu T=145 s.....	49
Rys. nr 22 Proponowany program sygnalizacji świetlnej dla cyklu T=90 s.....	54

Spis wizualizacji

- 1.1. Skrzyżowanie ul. Mogińskiej / Jana Pawła II / Meissnera / Lema - stan istniejący
- 1.2. Skrzyżowanie ul. Mogińskiej / Jana Pawła II / Meissnera / Lema - wizualizacja stanu projektowanego
- 2.1. Skrzyżowanie ul. Lema / Dąbskiej - stan istniejący
- 2.2. Skrzyżowanie ul. Lema / Dąbskiej - wizualizacja stanu projektowanego
- 3.1. Skrzyżowanie ul. Lema / Dąbskiej w rejonie TAURON - stan istniejący
- 3.2. Skrzyżowanie ul. Lema / Dąbskiej w rejonie TAURON Areny - wizualizacja stanu projektowanego
- 4.1. Skrzyżowanie ul. Lema / Alei Pokoju - stan istniejący
- 4.2. Skrzyżowanie ul. Lema / Alei Pokoju - wizualizacja stanu projektowanego

Spis rysunków (w części załączniki)

Rys 01.1 Sytuacja, arkusz 1/2	skala 1:500
Rys 01.2 Sytuacja, arkusz 2/2	skala 1:500
Rys 02.1 Ortofotomapa, arkusz 1/2	skala 1:500
Rys 02.2 Ortofotomapa, arkusz 2/2	skala 1:500
Rys 03.1 Analiza stanu prawnego, arkusz 1/2	skala 1:500
Rys 03.2 Analiza stanu prawnego, arkusz 2/2	skala 1:500
Rys 04.1 Przekrój konstrukcyjny 1-1	skala 1:50
Rys 04.2 Przekrój konstrukcyjny 2-2	skala 1:50
Rys 04.3 Przekrój konstrukcyjny 3-3	skala 1:50
Rys 04.4 Przekrój konstrukcyjny 4-4	skala 1:50

I. Podstawa opracowania.

- a. Umowa z Zamawiającym nr 976/ZDMK/2019 z dnia 20.09.2019 r.
- b. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie.
- c. Koncepcja budowy linii tramwajowej KST etap IV w ulicy Meissnera.
- d. Wizja w terenie.

II. Cel i zakres opracowania.

Celem niniejszego opracowania jest określenie możliwości budowy linii tramwajowej w ul. Lema stanowiącej kontynuację linii tramwajowej w ulicy Meissnera realizowanej w ramach opracowania pn. „Budowa linii tramwajowej KST etap IV (ul. Meissnera – Mistrzejowice). Przedmiotowe studium obejmuje:

I. część koncepcyjną:

- analiza własności terenu,
- opracowanie planu sytuacyjnego,
- opracowanie typowych przekroji konstrukcyjnych,
- wskazanie kolizji z istniejącą infrastrukturą techniczną
- określenie szacunkowego kosztu budowy inwestycji
- wskazanie zagrożeń realizacyjnych

II. część ruchową:

- opracowanie modelu ruchu stanu istniejącego
- opracowanie prognoz ruchu kołowego po wprowadzeniu projektowanej linii tramwajowej
- opracowanie prognoz ruchu kołowego po wprowadzeniu projektowanej linii tramwajowej
- sprawdzenie przepustowości i warunków ruchu na skrzyżowaniach

III. promocję zadania

Zakresem niniejszego opracowania objęto koncepcję rozbudowy ulicy Lema polegającej na budowie linii tramwajowej z maksymalnym wykorzystaniem istniejącej infrastruktury drogowej. Istniejący układ drogowy objęty opracowaniem: - ulica Lema,

-skrzyżowanie ulic Lema – Mogilska – Jana Pawła II – Meissnera,

-skrzyżowanie ulic Lema – Dąbska,

-skrzyżowanie ulic Lema – Tauron Arena,

-skrzyżowanie ulic Lema – Dąbska (w rejonie Tauron Areny),

-skrzyżowanie ulic Lema – Aleja Pokoju,

III. CZĘŚĆ KONCEPCYJNA

III.1. Przyjęte parametry geometryczne.

Ulica Lema

- droga powiatowa klasy Z,
- droga dwujezdniowa dwupasowa z torowiskiem tramwajowym w pasie dzielącym,
- szerokość pasa ruchu – 3,5 m,
- szerokość wydzielonego pasa ruchu do prawoskrętu – 3,5 m,
- szerokość wydzielonego pasa ruchu do lewoskrętu – 3,5 m,
- szerokość chodnika przyulicznego – min. 2,5 m,
- szerokość chodnika wydzielonego – 3,0 m – 4,5 m,
- szerokość chodnika łączonego z przystankiem komunikacji zbiorowej – 4,5 m - 7,0 m,
- szerokość przejść dla pieszych – 4,0 m, 6,0 m,
- długość odcinka do rozbudowy – ok. 950 m,

Skrzyżowanie nr 1 – ul. Lema – ul. Mogilska – al. Jana Pawła II – ul. Meissnera

- skrzyżowanie czterowlotowe z sygnalizacją świetlną,
- przebudowywany wlot ul. Lema w nawiązaniu do projektu linii tramwajowej KST IV w ulicy Meissnera,
- wykągnięcie przecięcia krawędzi jezdni na przebudowanych wlotach ul. Lema i ul. Mogilskiej łukami kołowymi o promieniach $R = 12,0$ m,
- szerokość wlotu jezdni ulicy Lema – 14,0 m (4 x 3,5 m) – przeznaczenie pasów ruchu jak w stanie istniejącym (dwa pasy na wprost oraz po jednym pasie w prawo i w lewo),
- szerokość przejść dla pieszych 4,0 m,
- szerokość przejazdów rowerowych 3,0 m,
- szerokość chodników 3,0 m, 4,0 m, 4,5 m,
- szerokość dróg dla rowerów 3,0 m, 3,5 m,
- zatoka autobusowa o wymiarach 3,0 m x 20,0 m,
- peron tramwajowy o długości 45,0 m i szerokości 4,2 m – 5,0 m,

Skrzyżowanie nr 2 – ul. Lema – ul. Dąbska

- skrzyżowanie trójwlotowe bez sygnalizacji świetlnej na prawe skrzyżowania,
- wykągnięcie przecięcia krawędzi jezdni na wlocie ulicy Lema łukiem kołowym o promieniu $R = 10,0$ m, natomiast na wlocie ul. Dąbskiej $R = 8,0$ m,
- szerokość wlotu ul. Lema – 10,5 m (3 x 3,5 m) – przeznaczenie pasów jak w stanie istniejącym (dwa pasy na wprost oraz jeden pas do skrzyżowania w prawo),
- szerokość wlotu ul. Dąbskiej – 3,0 m,

- szerokość wylotu ul. Lema – 9,0 m (2 x 3,5 m + klin wydzielający dodatkowy pas ruchu dla relacji skrętnej na kolejnym skrzyżowaniu),
- szerokość wylotu ul. Dąbskiej – 3,0 m,
- szerokość przejścia dla pieszych 4,0 m,
- szerokość przejazdu rowerowego 3,0 m,
- szerokość chodników 2,2 m, 3,0 m, 4,0 m,
- szerokość dróg dla rowerów 2,6 m, 3,0 m,
- likwidacja zawrotki na ul. Lema w rejonie skrzyżowania,

Skrzyżowanie nr 3 – ul. Lema – Tauron Arena

- skrzyżowanie trójwlotowe z sygnalizacją świetlną,
- wyokrąglenie przecięcia krawędzi jezdni na wlotach ul. Lema i ulicy w kierunku Tauron Areny łukami kołowym o promieniach $R = 8,0$ m,
- szerokość południowego wlotu ul. Lema – 10,5 m (3 x 3,5 m) – przeznaczenie pasów jak w stanie istniejącym (dwa pasy na wprost oraz jeden pas do skrętu w prawo),
- szerokość północnego wlotu ul. Lema – 10,5 m (3 x 3,5 m) – przeznaczenie pasów ruchu - dwa pasy na wprost oraz jeden pas do skrętu w lewo,
- szerokość wlotu wschodniego – 13,0 m (4 x 3,25 m) – przeznaczenie pasów jak w stanie istniejącym (dwa pasy na wprost oraz jeden pas do skrętu w prawo),
- szerokość północnego wylotu ul. Lema – 7,0 m,
- szerokość południowego wylotu ul. Lema – 7,4 m,
- szerokość zachodniego wylotu – 6,5 m,
- szerokość przejść dla pieszych 6,0 m,
- szerokość przejazdów rowerowych 3,0 m,
- szerokość chodników 4,5 m – 6,0 m,
- szerokość dróg dla rowerów 2,5 m, 3,0 m,

Skrzyżowanie nr 4 – ul. Lema – ul. Dąbska (w rejonie Tauron Areny)

- skrzyżowanie czterowlotowe z sygnalizacją świetlną,
- wyokrąglenie przecięcia krawędzi jezdni na wlotach łukami kołowym o promieniach $R = 8,0$ m,
- szerokość południowego wlotu ul. Lema – 14,0 m (4 x 3,5 m) – przeznaczenie pasów jak w stanie istniejącym (dwa pasy na wprost oraz po jednym pasie do skrętu w prawo i w lewo z dopuszczeniem KMK na wprost),
- szerokość północnego wlotu ul. Lema – 10,5 m (3 x 3,5 m) – przeznaczenie pasów ruchu – po jednym pasie ruchu na wprost, wprost i w prawo oraz w lewo,
- szerokość wschodniego wlotu ul. Dąbskiej – 9,0 m (3 x 3,0 m) – przeznaczenie pasów jak w stanie istniejącym (dwa pasy w lewo oraz jeden pas na wprost i w prawo),
- szerokość zachodniego wlotu ul. Dąbskiej – 10,5 m (3 x 3,5 m) – przeznaczenie pasów jak

w stanie istniejącym (po jednym pasie ruchu w lewo, na wprost i w prawo oraz w prawo),

- szerokość północnego wylotu ul. Lema – 10,5 m,
- szerokość południowego wylotu ul. Lema – 10,5 m,
- szerokość wschodniego wylotu ul. Dąbskiej – 7,0 m,
- szerokość zachodniego wylotu ul. Dąbskiej – 5,0 m,
- szerokość przejść dla pieszych 4,0 m, 6,0 m,
- szerokość przejazdów rowerowych 3,0 m,
- szerokość chodników 2,2 m – 6,0 m,
- szerokość dróg dla rowerów 2,5 m, 3,0 m,
- wymiary peronów przystanków autobusowych na wylotach ul. Lema – 4,0 m x 60,0 m oraz 7,0 x 60,0 m,
- wymiary peronów przystanków tramwajowych – 4,5 m – 6,63 m x 45,0 m,

Skrzyżowanie nr 5 – ul. Lema – Aleja Pokoju

- skrzyżowanie trójwlotowe z sygnalizacją świetlną,
- wyokrąglenie przecięć krawędzi jezdni na wlotach ul. Lema i Alei Pokoju łukami kołowym o promieniach
 $R = 11,0 \text{ m}$,
- szerokość wlotu ul. Lema – 10,5 m (3 x 3,5 m) – przeznaczenie pasów ruchu – dwa pasy ruchu dla relacji
w lewo i jeden w prawo,
- szerokość wylotu ul. Lema – 10,5 m,
- szerokość przejść dla pieszych 6,0 m,
- szerokość przejazdów rowerowych 3,0 m,
- szerokość chodników 2,0 m – 6,0 m,
- szerokość dróg dla rowerów 2,5 m, 3,0 m,
- wymiary peronu przystankowego autobusowego na wylocie ul. Lema – 4,0 m x 40,0 m,
- wymiary peronów przystanków tramwajowych – 4,5 m – 5,8 m x 45,0 m,

Zjazdy

- szerokość jak w stanie istniejącym w zakresie od 5,0 m do 6,0 m
- na przecięciach krawędzi jezdni i jezdni zjazdów wyokrąglenia łukami kołowymi o promieniach $R = 5,0 \text{ m}$, $R = 8,0 \text{ m}$

Torowisko tramwajowe

- $R_{\min}=210\text{m}$ na szlaku; $R_{\min}=30\text{m}$ w torach węzła rozjazdowego
- skrajnia wg PN-K-92009:1998, PN-K-92011:1998;

- odległość krawędzi peronowej na prostej 1250mm od osi toru przy wyniesieniu 170mm w stosunku do projektowanej geodezyjnej płaszczyzny główek szyn;
- minimalna długość peronu przystankowego 45,0 m;

Przystanki komunikacji zbiorowej

- przystanki tramwajowe o wymiarach 4,2 m – 6,6 m x 45,0 m – 55,0 m;
- przystanki autobusowe o wymiarach 4,0 m – 7,0 m x 20,0 m – 60,0 m;

III.2. Stan istniejący.

III.2.1. Istniejące rozwiązania sytuacyjne.

Teren objęty niniejszym opracowaniem - ulica Lema - położony jest w Krakowie na granicy trzech dzielnic – Grzegórzki, Czyżyny oraz Prądnik Czerwony. Ulica ta stanowi kontynuację ulicy Meissnera (na skrzyżowaniu z ul. Mogiłą i al. Jana Pawła II) w kierunku południowym do Alei Pokoju. Po jej wschodniej stronie zlokalizowana jest hala widowiskowo – sportowa Tauron Arena Kraków oraz Park Lotników Polskich, natomiast po stronie zachodniej liczne osiedla mieszkaniowe oraz obiekty usługowo – handlowe (Galeria Plaza, Decathlon, hotele). Po stronie zachodniej, w rejonie skrzyżowania z Aleją Pokoju znajduje się również użytek ekologiczny – Staw Dąbski.

Ulica Lema

W stanie istniejącym ulica Lema posiada przekrój uliczny dwujezdniowy dwupasowy o nawierzchni bitumicznej i podstawowej szerokości jezdni 7,0 m. Pas dzielący w formie zieleńca posiada szerokość zmienną w zakresie 2,2 m – 9,0 m. Umożliwia on wydzielenie dodatkowych pasów ruchu dla relacji skrętnych na skrzyżowaniach oraz wydzielenie powierzchni oczekiwania dla pieszych przechodzących w poprzek ulicy. Po obu stronach ulicy zlokalizowano chodniki oraz drogi dla rowerów oddzielone od jezdni pasami zieleni o szerokości min. 1,5 m. Istniejące chodniki posiadają szerokość 3,0 – 5,7 m i nawierzchnię z kostki brukowej betonowej typu „behaton”. Drogi dla rowerów o szerokości 2,5 m posiadają natomiast nawierzchnię bitumiczną. Po zachodniej stronie ulicy pomiędzy skrzyżowaniami z ul. Dąbską zlokalizowana jest droga serwisowa o szerokości 4,5 m i nawierzchni bitumicznej. Służy ona do obsługi komunikacyjnej przyległych terenów. Na tym odcinku nie występuje droga dla rowerów – ruch rowerowy odbywa się ww. drogą.

W ciągu ulicy Lema zlokalizowane są 2 przystanki autobusowe w rejonie Tauron Areny Kraków. Ulicą Lema przebiega jedna linia autobusowa nr 128 relacji Zajezdnia Płaszów – Prądnik Czerwony.

Zjazdy z ul. Lema:

- (jezdni wschodnia) - prawostronny o szerokości 6,2 m i nawierzchni bitumicznej na działkę nr 44/32 obr. 16 jedn. ewid. Śródmieście; posiada wyokrąglenie przecięcia krawędzi jezdni i zjazdu łukami kołowymi o promieniach $R = 5,5$ m,

- (jezdnia wschodnia) - prawostronny o szerokości 3,0 m i nawierzchni bitumicznej / z kostki brukowej (zachowana ciągłość chodnika i drogi dla rowerów na zjeździe) na działkę nr 1/174 obr. 16 jedn. ewid. Śródmieście; posiada skosy o stosunku 1:1 na długości 3,0 m,
- (jezdnia zachodnia) - prawostronny o szerokości 5,0 m i nawierzchni z kostki brukowej na drogę serwisową; posiada skosy o stosunku 1:1 na długości 2,0 m,

Skrzyżowanie Lema – Mogilska – Jana Pawła II - Meissnera

Jest to skrzyżowanie czterowlotowe z sygnalizacją świetlną zapewniające wszystkie relacje. Ulice wchodzące w skład skrzyżowania posiadają po cztery pasy ruchu na wlocie i po dwa na wylocie. Ulica Lema, Meissnera oraz Jana Pawła II posiadają dwa pasy dla relacji na wprost oraz po jednym pasie ruchu dla pojazdów skręcających w prawo oraz w lewo, natomiast ulica Mogilska posiada dwa pasy dla relacji w lewo, jeden pas na wprost oraz jeden wprost i w prawo. W pasie dzielącym ulicę Mogilską i Jana Pawła II zlokalizowane jest torowisko tramwajowe z przystankami tramwajowymi o długościach 48,0 m. Obsługuje linie tramwajowe nr 4, 5, 9, 44, 52, 64, 70 łączące Krowodrzą Górkę, Wzgórza Krzesławickie, Bronowice Małe, Nowy Bieżanów, Mistrzejowice, Osiedle Piastów oraz Czerwone Maki.

Na wylotach skrzyżowań zlokalizowane są przystanki autobusowe, przy czym na ul Lema i Mogilskiej w wydzielonych zatokach, natomiast na Meissnera i Jana Pawła II w formie otwartych zatok. W relacji Mogilska – Jana Pawła kursuje jedna linia nocna 664, w relacji Meissnera – Lema linia 128, natomiast w relacji Meissnera – Jana Pawła 124 i 424. Mała liczba linii autobusowych w tym rejonie wiąże się z dużą ilością linii tramwajowych.

W rejonie skrzyżowania zapewniono połączenie istniejących chodników oraz dróg rowerowych poprzez wyznaczenie na każdym wlocie przejść dla pieszych (o szerokości 4,0 m) oraz przejazdów dla rowerzystów (o szerokości 2,5 m).

Z uwagi na bliskość zabudowy w rejonie skrzyżowania na wszystkich wlotach (z wyjątkiem wschodniej części skrzyżowania graniczącej ze Skwerem Pilota Pirxa) występują ekrany akustyczne.

Skrzyżowanie Lema – Dąbska (po stronie zachodniej)

Jest to skrzyżowanie trójwlotowe bez sygnalizacji świetlnej, funkcjonujące na tzw. „prawie

skręty” (nie zapewnia wszystkich relacji). Umożliwia wjazd w ulicę Dąbską dla pojazdów jadących od strony skrzyżowania Lema-Mogilska-Jana Pawła-Meissnera oraz wyjazd z Dąbskiej w kierunku Alei Pokoju. Ulica Lema w rejonie skrzyżowania posiada dwa pasy relacji na wprost oraz wydzielony pas dla relacji skrętu w prawo o szerokości 3,5 m, natomiast ulica Dąbska posiada dwukierunkową jezdnię o szerokości pasów ruchu 3,0 m. Dodatkowy pas ruchu dla relacji skrętu z ulicy Lema nie posiada kontynuacji w postaci pasa włączania za skrzyżowaniem. Rozdzielenie kierunków ruchu na wlocie ulicy Dąbskiej jest wyznaczone za pomocą oznakowania poziomego P-21 (powierzchnia wyłączona z ruchu). Przecięcia krawędzi jezdni zostały wyokrąglone łukami kołowymi o promieniu $R = 20,0$ m na wlocie Lema oraz $R = 6,0$ m na wlocie Dąbskiej.

Skrzyżowanie Lema – Tauron Arena Kraków (po stronie wschodniej)

Jest to skrzyżowanie trójwlotowe z sygnalizacją świetlną zapewniające wszystkie relacje. Wlot ul. Lema od strony południowej posiada dwa pasy ruchu dla relacji na wprost i jeden dla relacji w prawo, natomiast od strony północnej dwa pasy dla relacji na wprost, jeden w lewo oraz jeden w lewo z możliwością zawracania. Wlot drogi od strony Tauron Areny posiada po dwa pasy ruchu dla relacji skrętu w lewo oraz w prawo. Wszystkie wyloty są dwupasowe. Na skrzyżowaniu są wydzielone przejścia dla pieszych o szerokości 6,0 m oraz przejazdy rowerowe o szerokości 2,5 m na południowym wlocie ul. Lema oraz wlocie drogi od strony Tauron Areny.

Skrzyżowanie Lema – Dąbska (w rejonie Tauron Areny)

Jest to skrzyżowanie czterowlotowe z sygnalizacją świetlną zapewniające wszystkie relacje. Południowy wlot ulicy Lema posiada dwa pasy relacji na wprost, jeden dla relacji w lewo i jeden w prawo z dopuszczeniem ruchu na wprost dla autobusów i taksówek. Wlot północny posiada również dwa pasy na wprost, jeden dla relacji wprost i w prawo oraz jeden w lewo z możliwością zawracania. Zachodni wlot ulicy Dąbskiej posiada po jednym pasie dla relacji na wprost i w prawo, w prawo oraz w lewo, natomiast wschodni dwa pasy ruchu dla relacji w lewo oraz jeden dla relacji na wprost i w prawo. Ulica Lema posiada po 3 pasy ruchu na wylotach, przy czym na wylocie po stronie północnej na skrajnym pasie zlokalizowany jest przystanek autobusowy na jezdni. Ulica Dąbska posiada dwa pasy na wylocie po stronie wschodniej oraz jeden po stronie zachodniej.

Dodatkowo w wylot po stronie zachodniej włączona jest jezdnia serwisowa obsługująca tereny między skrzyżowaniami ulicy Lema z ulicą Dąbską. Przejścia dla pieszych i przejazdy dla rowerzystów wyznaczone są na wszystkich wlotach z wyjątkiem południowego wlotu ulicy Lema.

Skrzyżowanie Lema – Aleja Pokoju

Jest to skrzyżowanie trójwlotowe z sygnalizacją świetlną, zapewniające wszystkie relacje. Wlot ulicy Lema posiada pasy ruchu dla relacji skrętnej w prawo oraz dwa w lewo. Wlot Alei Pokoju od strony wschodniej posiada dwa pasy ruchu dla relacji na wprost oraz dwa w prawo, natomiast wlot zachodni dwa pasy w lewo i trzy na wprost. Wszystkie wyloty skrzyżowania są trzypasowe, przy czym na skrajnych pasach wylotu ulicy Lema i wschodniego wylotu Alei Pokoju zlokalizowano przystanki autobusowe na jezdni. Skrajny pas ruchu na wylocie Alei Pokoju po stronie zachodniej wydzielony jest do skrętu w prawo w ulicę Dąbską na skrzyżowaniu zlokalizowanym 110 m dalej. Przystanek autobusowy na tym kierunku zlokalizowany jest w zatoce za ww. skrzyżowaniem z ul. Dąbską. Przystanki obsługują linię 128 oraz 662.

W pasie dzielącym Alei Pokoju zlokalizowane jest torowisko tramwajowe z przystankami o długości 62,0 m na wlotach skrzyżowania. Obsługuje ono linie tramwajowe nr 1, 14, 22, 62 łączące Wzgórza Krzesławickie, Bronowice Małe, Salwator, Mistrzejowice, Czerwone Maki oraz Borek Fałęcki.

W rejonie skrzyżowania zapewniono połączenie chodników oraz dróg rowerowych poprzez wyznaczenie na każdym wlocie przejść dla pieszych (o szerokości 6,0 m) oraz przejazdów dla rowerzystów (o szerokości 2,5 m).

III.2.2. Istniejące odwodnienie.

Odwodnienie istniejących ulic i chodników występuje jako powierzchniowe z odprowadzeniem wody do istniejących wpustów wodościekowych zlokalizowanych w jezdniach, a dalej do istniejącej sieci kanalizacji deszczowej.

III.2.3. Istniejące uzbrojenie techniczne.

W granicy opracowania znajdują się podziemne i nadziemne sieci uzbrojenia technicznego takie jak:

- sieci teletechniczne,
- sieci elektroenergetyczne oświetlenia ulicznego,

- sieci elektroenergetyczne nN,
- sieci elektroenergetyczne sN,
- sieci wodociągowe ($\Phi 100 - \Phi 400$),
- sieci gazowe ($\Phi 100$),
- sieci kanalizacji deszczowej ($\Phi 200 - \Phi 600$),
- sieci kanalizacji ogólnospławnej ($\Phi 125 - \Phi 300$),
- sieci kanalizacji sanitarnej (1200/800),
- sieci ciepłownicze ($\Phi 40 - \Phi 1000$),

III.2.4. Istniejąca zieleń.

W stanie istniejącym na terenie objętym zakresem opracowania znajduje się zieleń niska urządzona oraz drzewa.

III.3. Stan projektowany.

III.3.1. Projektowane rozwiązania sytuacyjne

W ramach opracowania zaprojektowano rozbudowę ulicy Lema o przekroju dwujezdniowym dwupasowym polegającą na budowie linii tramwajowej w pasie dzielącym. Linia ta stanowić będzie przedłużenie projektowanej linii tramwajowej KST IV w ulicy Meissnera (wg odrębnego opracowania) z Aleją Pokoju. Torowisko zaprojektowano o podstawowej szerokości 3,9 m między osiami torów z poszerzeniami na łukach w planie. W rejonie przystanków ze względów na możliwość wykorzystania taboru typu Krakowiak zaprojektowano odcinki proste w planie o długości minimum 65 m. W związku z tym konieczne było przeniesienie istniejących przystanków na Alei Pokoju z wlotów skrzyżowania na wyloty.

Ulica Lema posiada podstawowy przekrój dwujezdniowy dwupasowy (2 x 2) jak w stanie istniejącym. Zaprojektowano pasy ruchu o szerokości 3,5 m. W związku z koniecznością zagospodarowania terenu pod torowisko tramwajowe zlikwidowano po jednym pasie ruchu do skrętu w lewo na północnych wlotach skrzyżowań Lema z ulicą Tauron Areny, Dąbską oraz Aleją Pokoju. Na pozostałych wlotach zachowano liczbę oraz przeznaczenie poszczególnych pasów jak w stanie istniejącym.

W rejonie wlotu ul. Lema na skrzyżowaniu z ul. Mogiłą zaprojektowano przeniesienie

istniejącego zjazdu w kierunku południowym w związku z jego lokalizacją w strefie oddziaływania skrzyżowania. Zaprojektowano go w formie zjazdu publicznego o szerokości 5,0 m. Na zjeździe zachowano ciągłość chodnika i drogi dla rowerów poprzez ich wyniesienie. Przecięcia krawędzi jezdni ulicy i zjazdu wyokrąglono łukami kołowymi o promieniach $R = 8,0$ m. Dla zjazdu zaprojektowano również pas do wyłączania o długości 160,0 m.

Drogi dla rowerów oraz chodniki zaprojektowano o przebiegu jak w stanie istniejącym. Drogi dla rowerów zaprojektowano o szerokości 2,5 m – 3,0 m i nawierzchni bitumicznej, natomiast chodniki o szerokości 2,2 m – 7,0 m i nawierzchni z kostki brukowej betonowej bezfazowej. Przejazdy dla rowerów wyznaczono o szerokości 3,0 m, natomiast przejścia dla pieszych w zakresie 4,0 – 6,0 m.

III.3.2. Analiza własności terenu

Planowana rozbudowa ul. Lema powoduje konieczność poszerzenia granic pasa drogowego, co skutkować będzie zajęciem następujących działek zlokalizowanych poza istniejącymi pasami drogowymi i nie stanowiących działek o przeznaczeniu „dr”:

Tab. 1 Analiza własności terenu

L.p.	Numer działki	Obręb	Jednostka ewidencyjna	Powierzchnia zajęcia działki [m ²]	Własność
1	596/2	4	Śródmieście	33	Gmina Kraków - właściciel, działka oddana w inne formy władania
2	1/174	52	Nowa Huta	776	Gmina Kraków - właściciel, działka nie oddana w żadną formę władania
3	55	52	Nowa Huta	242	Władanie osób prawnych (ale nie Gminy Kraków, ani Skarbu Państwa, ani Powiatu Kraków, ani województwa małopolskiego)
4	1/86	52	Nowa Huta	137	Gmina Kraków - właściciel, działka nie oddana w żadną formę władania
5	1/40	52	Nowa Huta	102	Gmina Kraków - właściciel, działka nie oddana w żadną formę władania
6	1/24	52	Nowa Huta	81	Władanie osób prawnych (ale nie Gminy Kraków, ani Skarbu Państwa, ani Powiatu Kraków, ani województwa małopolskiego)
7	1/71	52	Nowa Huta	87	Gmina Kraków - właściciel, działka nie oddana w żadną formę władania
8	1/26	52	Nowa Huta	71	Władanie osób prawnych (ale nie Gminy Kraków, ani Skarbu Państwa, ani Powiatu Kraków,

L.p.	Numer działki	Obręb	Jednostka ewidencyjna	Powierzchnia zajęcia działki [m2]	Własność
					ani województwa małopolskiego)
9	1/86	52	Nowa Huta	25	Gmina Kraków - właściciel, działka nie oddana w żadną formę władania
10	1/199	52	Nowa Huta	10	Władanie osób prawnych (ale nie Gminy Kraków, ani Skarbu Państwa, ani Powiatu Kraków, ani województwa małopolskiego)
11	1/203	52	Nowa Huta	24	Władanie osób prawnych (ale nie Gminy Kraków, ani Skarbu Państwa, ani Powiatu Kraków, ani województwa małopolskiego)
12	1/206	52	Nowa Huta	34	Władanie osób prawnych (ale nie Gminy Kraków, ani Skarbu Państwa, ani Powiatu Kraków, ani województwa małopolskiego)
13	1/208	52	Nowa Huta	28	Władanie osób prawnych (ale nie Gminy Kraków, ani Skarbu Państwa, ani Powiatu Kraków, ani województwa małopolskiego)
14	1/210	52	Nowa Huta	25	Władanie osób prawnych (ale nie Gminy Kraków, ani Skarbu Państwa, ani Powiatu Kraków, ani województwa małopolskiego)
15	38/2	52	Nowa Huta	68	Gmina Kraków - właściciel, działka nie oddana w żadną formę władania
16	1/80	52	Nowa Huta	58	Gmina Kraków - właściciel, działka nie oddana w żadną formę władania
17	43/18	52	Nowa Huta	45	Własność osób fizycznych
18	44/32	52	Nowa Huta	5	Władanie osób prawnych (ale nie Gminy Kraków, ani Skarbu Państwa, ani Powiatu Kraków, ani województwa małopolskiego)
19	48/67	52	Nowa Huta	9	Gmina Kraków - właściciel, działka nie oddana w żadną formę władania
20	603/4	4	Śródmieście	19	Władanie osób fizycznych i prawnych (ale nie Gminy Kraków, ani Skarbu Państwa, ani Powiatu Kraków, ani województwa małopolskiego)
21	602/4	4	Śródmieście	35	Własność osób fizycznych
22	601/4	4	Śródmieście	14	Władanie osób prawnych (ale nie Gminy Kraków, ani Skarbu Państwa, ani Powiatu Kraków, ani województwa małopolskiego)
23	43/24	16	Śródmieście	26	Własność osób fizycznych
24	43/26	16	Śródmieście	111	Własność osób fizycznych
25	43/17	16	Śródmieście	21	Własność osób fizycznych

Ponadto należy stwierdzić, iż projektowana linia tramwajowa w ul. Lema jest niezgodna z zapisami obowiązujących miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego obszaru: Lema – Park Lotników Polskich oraz Lema – Staw Dąbski).

W związku z powyższym rozbudowa ul. Lema polegająca na budowie linii tramwajowej wymaga uzyskania decyzji zezwolenia na realizację inwestycji drogowej (ZRID).

III.3.3. Projektowane rozwiązania wysokościowe

Na etapie projektu budowlanego spadki podłużne i poprzeczne ulicy Lema należy projektować jak spadki istniejącej ulicy. Na poziomych łukach kołowych należy projektować pochylenie poprzeczne dobrane w sposób zapewniający zachowanie stateczności pojazdu poruszającego się z prędkością równą prędkości projektowej (ulica klasy Z) po mokrej nawierzchni.

Pochylenia poprzeczne na chodnikach oraz drogach dla rowerów należy projektować jak w stanie istniejącym jako jednostronne w zakresie 1,0 – 2,0 %.

III.3.4. Projektowane odwodnienie

Odwodnienie należy projektować na etapie projektu budowlanego jak w stanie istniejącym jako powierzchniowe do studzienek wodościekowych a następnie do istniejącej kanalizacji deszczowej.

III.3.5. Projektowane typowe przekroje konstrukcyjne

Konstrukcję nawierzchni jezdni ulicy Lema zaprojektowano dla kategorii ruchu KR5 oraz grupy nośności podłoża gruntowego G4.

Konstrukcję nawierzchni zatok autobusowych zaprojektowano dla kategorii ruchu KR6 oraz grupy nośności podłoża gruntowego G4.

Konstrukcję nawierzchni jezdni ulicy serwisowej zaprojektowano dla kategorii ruchu KR3 i grupy nośności podłoża gruntowego G4.

Głębokość przemarzania gruntu przyjęto jako $h_z=1,0m$.

A1) KONSTRUKCJA NAWIERZCHNI JEZDNI UL. LEMA:

- 4 cm – warstwa ścieralna – SMA 11 S
- 8 cm – warstwa wiążąca – beton asfaltowy AC 16 W
- 18 cm – warstwa podbudowy zasadniczej – beton asfaltowy AC 22 P
wtórny moduł odkształcenia $E2 \geq 120 \text{ MPa}$
- 17 cm - warstwa podbudowy pomocniczej z mieszanki niezwiązanej
- 25 cm - warstwa mrozoochronna z mieszanki niezwiązanej

wtórny moduł odkształcenia $E2 \geq 50 \text{ MPa}$

- 25 cm – warstwa ulepszonego podłoża z mieszanki niezwiązanej pełniąca rolę warstwy odsączającej
- geosiatka wzmacniająca
- geowłóknina separacyjno - filtracyjna

wtórny moduł odkształcenia $E2 \geq 25 \text{ MPa}$

- stabilizacja gruntu rodzimego do parametrów podłoża o nośności G1

Razem – 97 cm

A2) KONSTRUKCJA NAWIERZCHNI JEZDNI UL. LEMA (z wykorzystaniem istniejącej podbudowy):

- 4 cm – warstwa ścieralna – SMA 11 S
- 8 cm – warstwa wiążąca – beton asfaltowy AC 16 W
- 18 cm – warstwa podbudowy zasadniczej – beton asfaltowy AC 22 P
wtórny moduł odkształcenia $E2 \geq 120 \text{ MPa}$
- podbudowa istniejącej ulicy Lema

Razem – 97 cm

A3) KONSTRUKCJA NAWIERZCHNI JEZDNI ULIC BOCZNYCH:

- 4 cm – warstwa ścieralna – SMA 11 S
- 8 cm – warstwa wiążąca – beton asfaltowy AC 16 W
- 10 cm – warstwa podbudowy zasadniczej – beton asfaltowy AC 22 P
wtórny moduł odkształcenia $E2 \geq 100 \text{ MPa}$
- 24 cm - warstwa podbudowy pomocniczej z mieszanki niezwiązanej

wtórny moduł odkształcenia $E2 \geq 50 \text{ MPa}$

- 40 cm – warstwa ulepszonego podłoża z mieszanki niezwiązanej pełniąca rolę warstwy odsączającej

wtórny moduł odkształcenia $E2 \geq 25 \text{ MPa}$

- stabilizacja gruntu rodzimego do parametrów podłoża o nośności G1

Razem – 97 cm

B) KONSTRUKCJA NAWIERZCHNI ZATOKI AUTOBUSOWEJ:

- 27 cm – warstwa ścieralna z betonu cementowego C35/45 zbrojonego siatką - dyblowany i kotwiony
- warstwa poślizgowa z papy
- 18 cm – warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki związanej cementem $C_{8/10} < 20\text{MPa}$

wtórny moduł odkształcenia $E_2 \geq 120\text{MPa}$

- 35 cm - warstwa podbudowy pomocniczej z mieszanki niezwiązanej

wtórny moduł odkształcenia $E_2 \geq 50\text{MPa}$

- 40 cm – warstwa ulepszanego podłoża z mieszanki niezwiązanej pełniącą rolę warstwy odsączającej

wtórny moduł odkształcenia $E_2 \geq 25\text{MPa}$

- stabilizacja gruntu rodzimego do parametrów podłoża o nośności G1

Razem – 120 cm

C) KONSTRUKCJA NAWIERZCHNI CHODNIKA:

- 8 cm – kostka brukowa betonowa bezfazowa
- 3 cm – podsypka grysowa
- 15 cm – podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej
- 15 cm – podbudowa pomocnicza z mieszanki niezwiązanej
- stabilizacja gruntu rodzimego do parametrów podłoża o nośności G1

Razem – 46cm

C2) KONSTRUKCJA NAWIERZCHNI CHODNIKA NA ZJEŹDZIE (z wykorzystaniem istniejącej podbudowy):

- 8 cm – kostka brukowa betonowa bezfazowa
- 3 cm – podsypka grysowa
- 15 cm – podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej
- podbudowa istniejącego zjazdu

Razem – 26cm

D) KONSTRUKCJA NAWIERZCHNI DROGI DLA ROWERÓW:

- 5 cm – beton asfaltowy AC 8
- 20 cm – podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej
- 20 cm – podbudowa pomocnicza z mieszanki niezwiązanej
- stabilizacja gruntu rodzimego do parametrów podłoża o nośności G1

Razem – 45cm

D2) KONSTRUKCJA NAWIERZCHNI DROGI DLA ROWERÓW NA ZJEŹDZIE (z wykorzystaniem istniejącej podbudowy):

- 5 cm – beton asfaltowy AC 8
- 20 cm – podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej
- podbudowa istniejącego zjazdu

Razem – 25cm

E) KONSTRUKCJA NAWIERZCHNI PERONU PRZYSTANKOWEGO:

- 8 cm – kostka brukowa betonowa bezfazowa
- 3 cm – podsypka grysowa
- 15 cm – podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej
- 15 cm – podbudowa pomocnicza z mieszanki niezwiązanej
- stabilizacja gruntu rodzimego do parametrów podłoża o nośności G1

Razem – 46cm

T1) KONSTRUKCJA NAWIERZCHNI TOROWISKA TRAMWAJOWEGO NA SZLAKU:

- szyna / podkładka podszynowa / podkład strunobetonowy tramwajowy
- 25 cm – tłuczeń kolejowy

wtórny moduł odkształcenia $E2 \geq 120 \text{MPa}$

- min. 17 cm – górna warstwa podbudowy z kruszywa łamanego 0/31,5mm stabilizowanego mechanicznie o $\text{CBR} \geq 60\%$, $C_{90/3}$
- 25 cm – dolna warstwa podbudowy z kruszywa łamanego 0/63mm stabilizowanego mechanicznie o $\text{CBR} \geq 35\%$, C_{NR} i $k \geq 8 \text{m/dobę}$
- geosiatka wzmacniająca
- geowłóknina separacyjno-filtracyjna

wtórny moduł odkształcenia $E2 \geq 50 \text{MPa}$

- warstwa ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym $C_{1,5/2}$

wtórny moduł odkształcenia $E2 \geq 25 \text{MPa}$

- stabilizacja gruntu rodzimego do parametrów podłoża o nośności G1

Razem – min. 119,5 cm

T2) KONSTRUKCJA NAWIERZCHNI TOROWISKA TRAMWAJOWEGO NA PRZYSTANKU (torowisko tramwajowe z prefabrykowanych płyt betonowych):

- 35 cm – płyta torowa prefabrykowana żelbetowa z betonu klasy min. C35/45
- 2,5 cm – mata wibroizolacyjna odporna na przemarzanie i nienasiąkliwa
- 15 cm – warstwa wyrównawcza z betonu C16/20

wtórny moduł okształcenia $E2 \geq 120 \text{ MPa}$

- min. 17 cm – górna warstwa podbudowy z kruszywa łamanego 0/31,5mm stabilizowanego mechanicznie o $\text{CBR} \geq 60\%$, $C_{90/3}$
- 25 cm – dolna warstwa podbudowy z kruszywa łamanego 0/63mm stabilizowanego mechanicznie o $\text{CBR} \geq 35\%$, C_{NR} i $k \geq 8 \text{ m/dobę}$
- geosiatka wzmacniająca
- geowłóknina separacyjno-filtracyjna

wtórny moduł okształcenia $E2 \geq 50 \text{ MPa}$

- warstwa ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym $C_{1,5/2}$

wtórny moduł okształcenia $E2 \geq 25 \text{ MPa}$

- stabilizacja gruntu rodzimego do parametrów podłoża o nośności G1

Razem – min. 119,5 cm

Obramowania jezdni, zatok, chodników i pozostałe elementy w przekroju ulicy:

- 1a - Krawężnik kamienny 20/30 na podsypce cementowo-piaskowej 1:4 i ławie z betonu C12/15 z oporem.
- 2a - Ściek z dwóch rzędów kostki brukowej kamiennej 9-11 na podsypce cementowo-piaskowej 1:4 i ławie z betonu C12/15.
- 2b - Ściek z dwóch rzędów kostki brukowej kamiennej 9-11 na podsypce cementowo-piaskowej 1:4 i ławie z betonu C12/15.
- 3a - Opornik kamienny 12/25 na podsypce cementowo-piaskowej 1:4 i ławie z betonu C25/30 z oporem.
- 4a - Krawężnik kamienny przystankowy o odsłonięciu $h = 17 \text{ cm}$ na podsypce cementowo-piaskowej 1:4 i ławie z betonu C25/30 z oporem.
- 5a - Obrzeże betonowe 8/30 na podsypce cementowo-piaskowej 1:4 i ławie z betonu cementowego C12/15 z oporem.

III.3.6. Wskazanie kolizji z istniejącą infrastrukturą techniczną

Planowana rozbudowa ul. Lema w związku z budową w linii tramwajowej w pasie dzielącym ul. Lema koliduje z istniejącymi sieciami uzbrojenia terenu.

Konieczna jest przebudowa następujących sieci uzbrojenia terenu:

Tab. 2 Kolizje z sieciami uzbrojenia terenu

L.p.	Sieć	Średnica [mm]	Zakres przebudowy / Długość kolidującego odcinka [m]
1	Woda	400	400
2	Kanalizacja deszczowa	600	300
3		500	400
4		400	100
5		300	100
6		200	1000
7	Kanalizacja sanitarna	300	450
8	Gaz	180	100
9	CO	1000	200
10	Elektroenergetyczna nN	-	2 800
11	Elektroenergetyczna SN	-	400
12	Oświetlenie uliczne	-	2 000
13	Teletechnika	-	300
14	Sieć trakcyjna	-	400
15	Sygnalizacja świetlna	-	4 skrzyżowania

Konieczna jest natomiast budowa sieci trakcyjnej na całym odcinku projektowanej linii tramwajowej, tj. odcinku o długości 1000 m wraz z budową podstacji trakcyjnej.

III.3.7. Określenie szacunkowego kosztu budowy inwestycji

Tab. 3 Szacunkowe koszty inwestycji

Rodzaj robót	Koszt netto [zł]	Vat [%]	Koszt brutto [zł]
Dokumentacja projektowa	1 000 000	23	1 230 000
Wykup terenu	1 300 000	23	1 599 000
Roboty drogowe	19 765 000	23	24 310 950
Roboty torowe	16 270 000	23	20 012 100
Budowa i przebudowa infrastruktury technicznej	19 340 000	23	23 788 200
SUMA	57 675 000	23	70 940 250
Rezerwa 20%	11 535 000		14 188 050
Razem	69 210 000	23	85 128 300

III.3.8. Wskazanie zagrożeń realizacyjnych

- Wejście w tereny prywatne (budowa linii tramwajowej w ulicy Lema wymaga konieczności poszerzenia pasa drogowego i wykupu działek od osób prywatnych)
- Zwiększenie emisji hałasu w związku z wprowadzeniem linii tramwajowej.
- Pogorszenie przepustowości na skrzyżowaniu Lema – Mogilska – Jana Pawła II – Meissnera w związku z wprowadzeniem dodatkowych relacji tramwajowych. Niezbędne będzie przeprowadzenie szczegółowych analiz oraz remarszrutyzacja linii tramwajowych. Sugeruję się przeanalizowanie wprowadzenia rozwiązania dwupoziomowego.
- Rozbudowa ulicy Lema oraz rozbudowa skrzyżowań spowoduje duże uciążliwości w trakcie realizacji.
- Konieczność pozyskania dodatkowych środków finansowych na realizację zadania nie ujętych dotychczas w planach finansowych Gminy.

IV. PROGNOZY RUCHU I ANALIZY RUCHOWE

IV.1. Opis modelu ruchu

Prognozy ruchu dla Studium wykonalności budowy linii tramwajowej w ciągu ul. Lema w Krakowie zostały przygotowane metodą modelowania ruchu. Podstawą do obliczeń potoków ruchu były prognozy ruchu na obszarze aglomeracji krakowskiej przy użyciu Krakowskiego Modelu Ruchu przygotowanego na podstawie Kompleksowych Badań Ruchu z roku 2013. Model zaktualizowany dla roku 2017 został udostępniony przez Wydział Gospodarki Komunalnej Urzędu Miasta Krakowa. Jest to model matematyczny odwzorowujący sieć drogową i linie transportu zbiorowego oraz zawierający informacje o przemieszczeniach wykonywanych przez użytkowników miasta. Obliczenia na potrzeby niniejszej prognozy zostały przygotowane dla godziny szczytu porannego.

Model ruchu został przygotowany jako klasyczny model czterostadiowy w skład którego wchodzi następujące etapy:

- potencjały ruchotwórcze, czyli liczba podróży rozpoczynanych i kończonych w poszczególnych rejonach komunikacyjnych w jednostce czasu (doba, godzina),
- rozkład przestrzenny ruchu (więźba ruchu), który obrazuje przepływy osób (lub ładunków) pomiędzy rejonami komunikacyjnymi,
- podział zadań przewozowych, który określa udział poszczególnych środków transportowych w podróżach; rozróżnia się podział pierwotny (na etapie potencjałów ruchotwórczych) oraz podział wtórny (po więźbie ruchu),
- rozkład ruchu na sieć transportową.

Model popytu rozpatruje podróże w podziale na następujące motywacje:

- dom – praca (D-P),
- praca – dom (P-D),
- dom – nauka (D-N),
- nauka – dom (N-D),
- dom – inne (D-I),
- inne – dom (I-D),
- nie związane z domem (NZD).

W odniesieniu do poszczególnych motywacji stworzone zostały modele potencjałów ruchotwórczych, rozkładu przestrzennego ruchu oraz podziału zadań przewozowych.

W modelu obszar miasta jest podzielony na 363 rejon komunikacyjny. Dodatkowo model uwzględnia w obrębie Krakowskiego Obszaru Metropolitalnego 33 rejon komunikacyjny



Rys. nr 1 Obszar KBR 2013 źródło: Badania zachowań komunikacyjnych mieszkańców
Krakowskiego Obszaru Metropolitalnego

Do obliczenia potencjałów ruchotwórczych dla Krakowa przyjęto następujące zmienne objaśniające, odnoszące się do rejonów komunikacyjnych:

- liczba mieszkańców ogółem (LM),
- powierzchnia biurowa (P_BIUR),
- powierzchnia handlowa (P_HANDL),
- powierzchnia mieszkalna (P_MIESZK),
- powierzchnia produkcyjna (P_PROD),
- powierzchnia przemysłowa (P_PRZEM).

- liczba mieszkańców ogółem (LM),
- liczba mieszkańców w wieku produkcyjnym (LM_PROD),
- miejsca pracy (MP).

Dla użytych zmiennych objaśniających użyto formuł regresji liniowej do wyznaczenia potencjałów ruchotwórczych dla poszczególnych rejonów komunikacyjnych. Jako akceptowany

poziom zgodności przyjęto wartość współczynnika $R^2 > 0,7$. Formuły do obliczenia produkcji oraz atrakcji zostały zebrane w poniższych tabelach:

Tab. 4 Formuły do wyznaczenia potencjałów wytwarzających (produkcji) dla rejonów komunikacyjnych na obszarze Krakowa

Motywacja	Formuła	R^2
D-P	$0,376 * LM$	0,93
P-D	$0,019190 * P_BIUR + 0,033667 * P_HANDL + P_MIESZK + 0,020221 + 0,020813 * P_PROD + 0,003039 * P_PRZEM$	0,70
D-N	$0,200 * LM$	0,85
N-D	$0,179351 * P_OSW$	0,82
D-I	$0,355 * LM$	0,86
I-D	$0,089457 * P_HANDL + 0,004474 * P_MIESZK$	0,80
NZD	$0,013013 * P_HANDL + 0,003019 * P_MIESZ$	0,70

Tab. 5 Formuły do wyznaczenia potencjałów absorbującego (atrakcji) dla rejonów komunikacyjnych na obszarze Krakowa

Motywacja	Formuła	R^2
D-P	$0,025027 * P_BIUR + 0,030593 * P_HANDL + P_MIESZK + 0,026905 + 0,026107 * P_PROD + 0,003755 * P_PRZEM$	0,75
P-D	$0,329 * LM$	0,92
D-N	$0,182247 * P_OSW$	0,80
N-D	$0,200 * LM$	0,85
D-I	$0,004043 * P_MIESZK + 0,064941 * P_HANDL$	0,80
I-D	$0,395 * LM$	0,88
NZD	$0,002920 * P_MIESZK + 0,012158 * P_HANDL$	0,72

Tab. 6 Formuły do wyznaczenia potencjału wytwarzającego (produkcji) dla gmin KOM

Motywacja	Formuła	R^2
D-P	$0,383 * LM_PROD$	0,92
P-D	$0,688 * MP$	0,92
D-N	$0,234 * LM$	0,90
N-D	$0,177 * LM$	0,88
D-I	$0,171 * LM$	0,77
I-D	$0,539 * MP$	0,89
NZD	$0,669 * MP$	0,89

Tab. 7 Formuły do wyznaczenia potencjału absorbującego (atrakcji) dla gmin KOM

Motywacja	Formuła	R^2
D-P	$0,630 * MP$	0,93
P-D	$0,350 * LM_PROD$	0,90
D-N	$0,188 * LM$	0,85
N-D	$0,228 * LM$	0,89

D-I	0,540*MP	0,77
I-D	0,180*LM	0,73
NZD	0,660*MP	0,84

Udostępniony przez Wydział Gospodarki Komunalnej Urzędu Miasta Krakowa Krakowski Model Ruchu, zawiera zestaw zmiennych objaśniających rejonów komunikacyjne dla trzech okresów progностycznych roku: 2017 (rok bazowy modelu), 2020, 2035 oraz 2050. Zgodnie z dotychczasowymi prognozami miejskimi program urbanistyczny dla okresów późniejszych należy przyjmować jak dla roku 2050, a okresy pośrednie interpolować.

Przestrzenny rozkład ruchu

Rozkład przestrzenny ruchu (więźba ruchu) został wykonany z wykorzystaniem modelu grawitacyjnego. Gotowa więźba ruchu ma następujący kształt:

Tab. 8 Struktura więźby ruchu dla obszaru analizy

Kraków – Kraków	Kraków – Gminy ościenne	Kraków – Poza obszarem
Gminy ościenne – Kraków	Gminy ościenne – Gminy ościenne	Gminy ościenne – Poza
Poza obszarem – Kraków	Poza obszarem – Gminy ościenne	Poza obszarem – Poza obszarem

Funkcje oporu opracowano osobno dla podróży wewnętrznych w stosunku do Krakowa oraz podróży z gmin KOM do Krakowa i z Krakowa do gmina KOM.

Dla podróży wewnętrznych w Krakowie opracowano 4 funkcje oporu przestrzeni dla poszczególnych grup motywacji: d-p-d, d-n-d, d-i-d. nzd. Wartość parametru b jest równa 0, co oznacza przyjęcie funkcji wykładniczej w postaci:

$$f(l_{ij}) = a \cdot e^{c \cdot l_{ij}}$$

gdzie: l_{ij} – odległość między rejonami mierzona po sieci, a, b, c – parametry funkcji oporu.

Tab. 9 Współczynniki funkcji oporu przestrzeni dla podróży wewnętrznych w Krakowie

Grupa motywacji	a	b	c	R ²
D-P-D	0,084	-	-0,133	0,82
D-N-D	0,158	-	-0,308	0,89
D-I-D	0,143	-	-0,300	0,74
NZD	0,096	-	-0,179	0,88

Dla podróży Kraków – gminy KOM – Kraków opracowano 4 funkcje oporu przestrzeni dla poszczególnych grup motywacji: d-p-d, d-n-d, d-i-d. nzd. Parametry funkcji zostały podane w tab. 9.

Tab. 10 Współczynniki funkcji oporu przestrzeni dla podróży z gmin ościennych do Krakowa i z Krakowa do gmin ościennych

Grupa motywacji	a	b	c	R ²
D-P-D	0,00738	1,656	-0,094	0,78
D-N-D	0,00217	2,636	-0,165	0,83
D-I-D	0,00194	2,388	-0,133	0,79
NZD	0,00155	2,658	-0,170	0,95

Podział zadań przewozowych

Dla podziału zadań przewozowych został opracowany model logitowy, określający prawdopodobieństwo wyboru danego środka transportu w podróżach pieszych w zależności od ilorazu czasu podróży między rejonami komunikacyjnymi transportem indywidualnym i transportem zbiorowym.

Funkcja ma postać:

$$u_{ki} = \frac{e^{c \cdot I_{ki}/kz}}{1 + e^{c \cdot I_{ki}/kz}}$$

gdzie I_{ki}/kz – iloraz czasu podróży komunikacją indywidualną i zbiorową, c – parametr modelu.

Tab. 11 Parametry modelu podziału zadań przewozowych

Grupy motywacji	Parametr c	R ²
D-P-D, D-I-D, NZD	-0,537	0,84
D-N-D	-2,984	0,66

Model sieci

Model sieci dla stanu istniejącego oraz model prognostyczny został przygotowany i udostępniony przez Wydział Gospodarki Komunalnej Urzędu Miasta Krakowa. Układ sieci w modelu uwzględnia odcinki drogowe oraz połączenia tramwajowe planowane do realizacji w kolejnych latach zgodnie z harmonogramem zawartym w Wieloletnim Planie Inwestycyjnym.

IV.2. Opis wykonanych prognoz

IV.2.1. Założenia

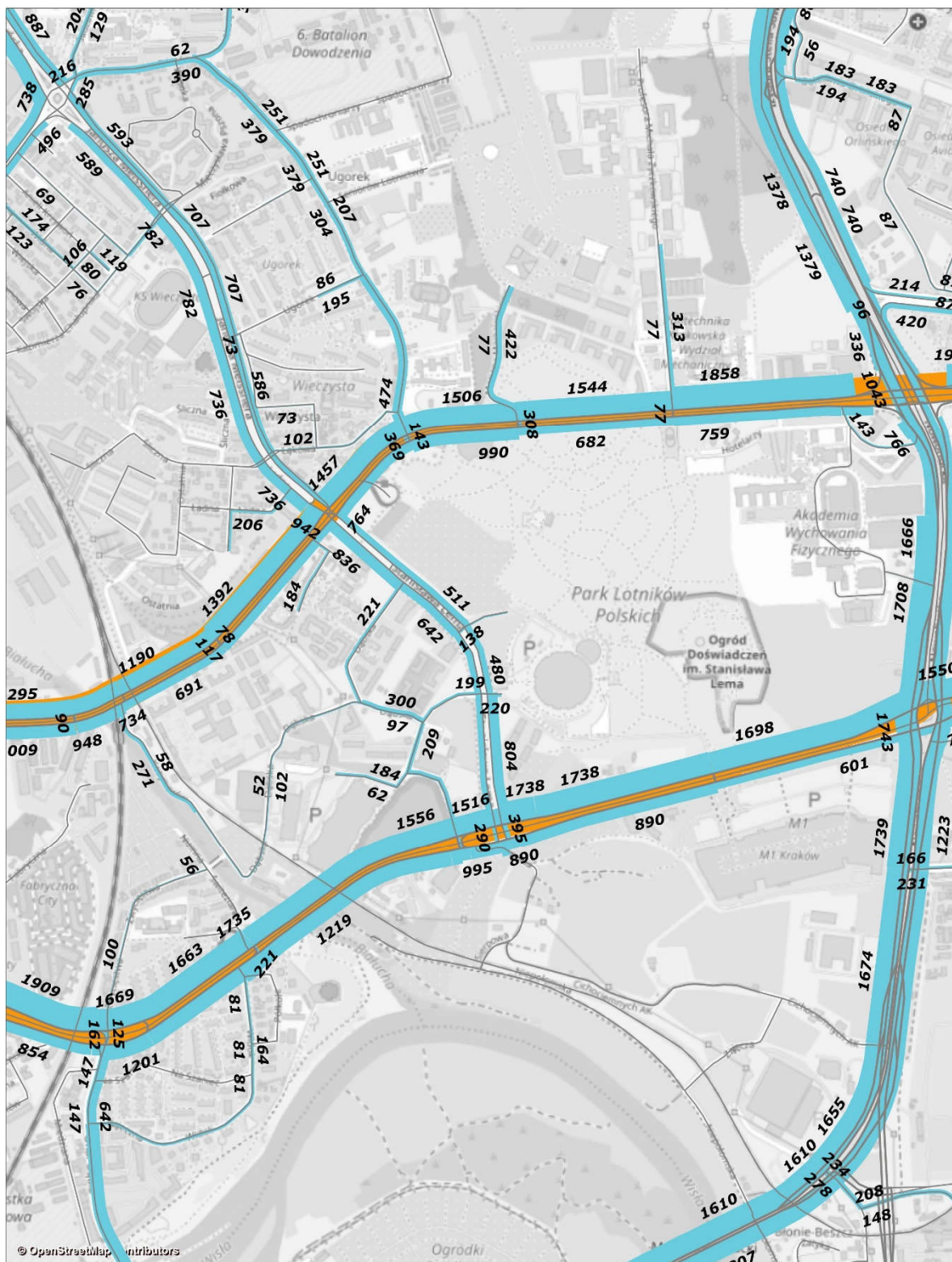
Prognozy dla przedmiotowego zadania objęły swoim zakresem opracowanie modelu ruchu stanu istniejącego skalibrowanego dla aktualnych potoków ruchu oraz przygotowanie prognoz ruchu dla sytuacji po wprowadzeniu linii tramwajowej na ul. Lema oraz ul. Meissnera – Mistrzejowice (KST IV).

Prognozy opracowano dla ruchu kołowego oraz ruchu pasażerskiego zostały przygotowane w następujących horyzontach czasowych:

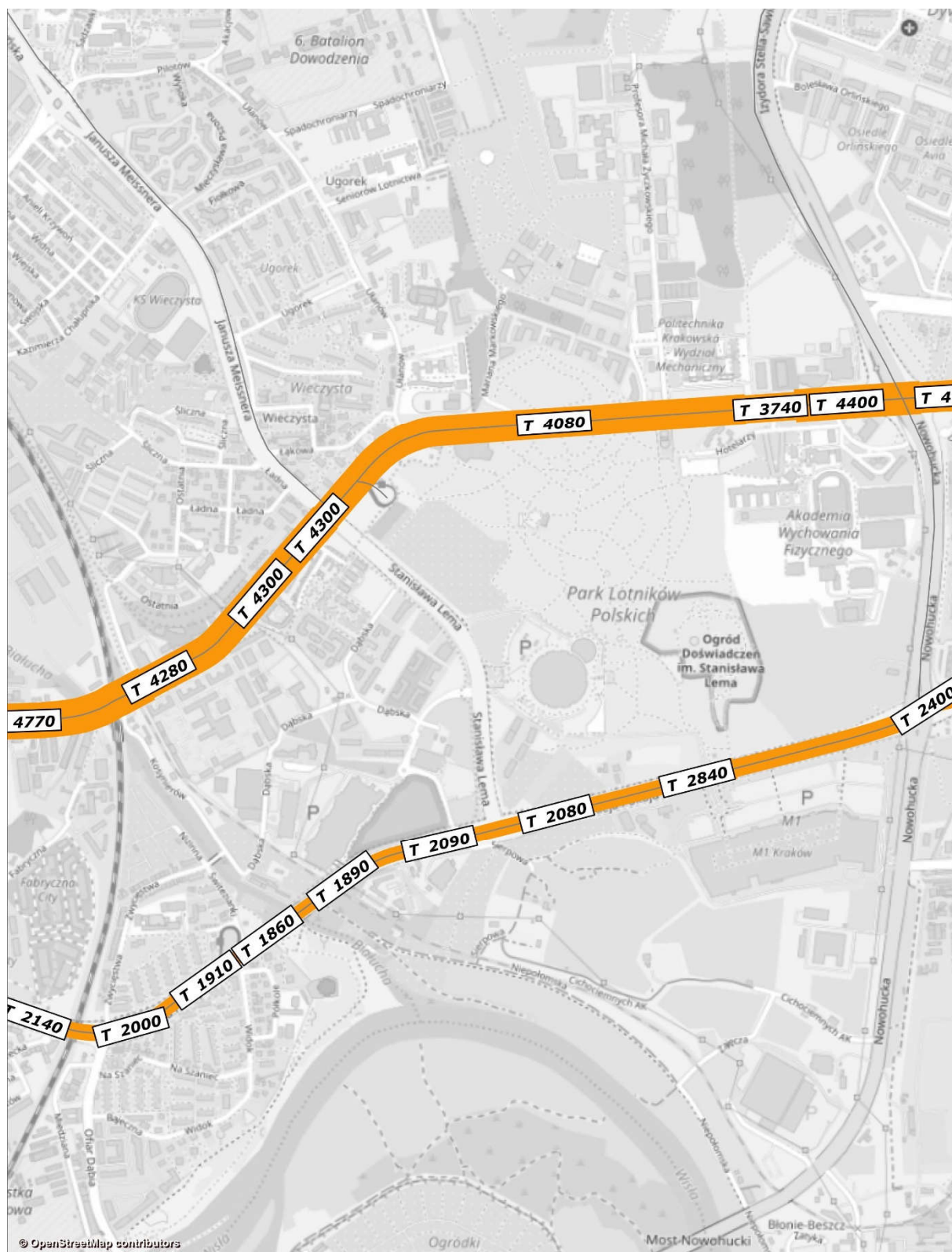
1. Rok 2019 – rok bazowy stanu istniejącego
2. Rok 2025 – horyzont prognozy funkcjonowania linii tramwajowej na ul. Lema oraz ul. Meissnera – Mistrzejowice (KST IV)

Dla horyzontu prognostycznego przygotowano prognozy w wariantach bezinwestycyjnym oraz inwestycyjnym. Wariant bezinwestycyjny zakłada realizację połączenia tramwajowego wzdłuż ulicy Meissnera w kierunku Mistrzejowic bez linii tramwajowej w ul. Lema. W wariantach inwestycyjnych przyjęto budowę linii tramwajowej w ulicy Lema pomiędzy ul. Mogiłą i aleją Pokoju równocześnie z budową linii tramwajowej na ciągu Meissnera – Mistrzejowice.

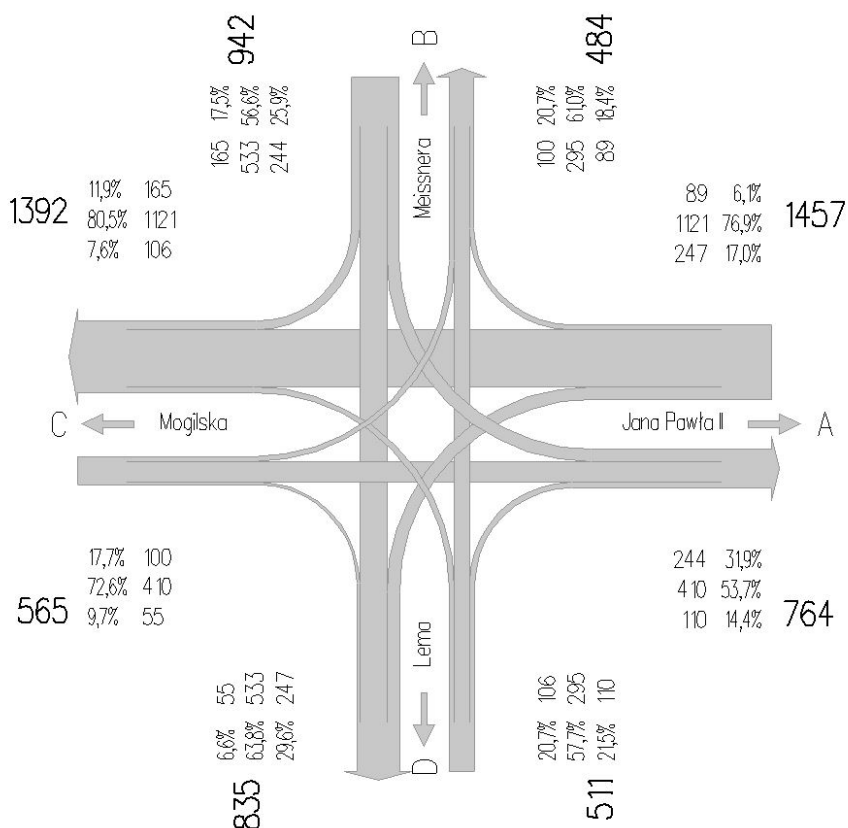
IV.2.2. Potoki ruchu w stanie istniejącym



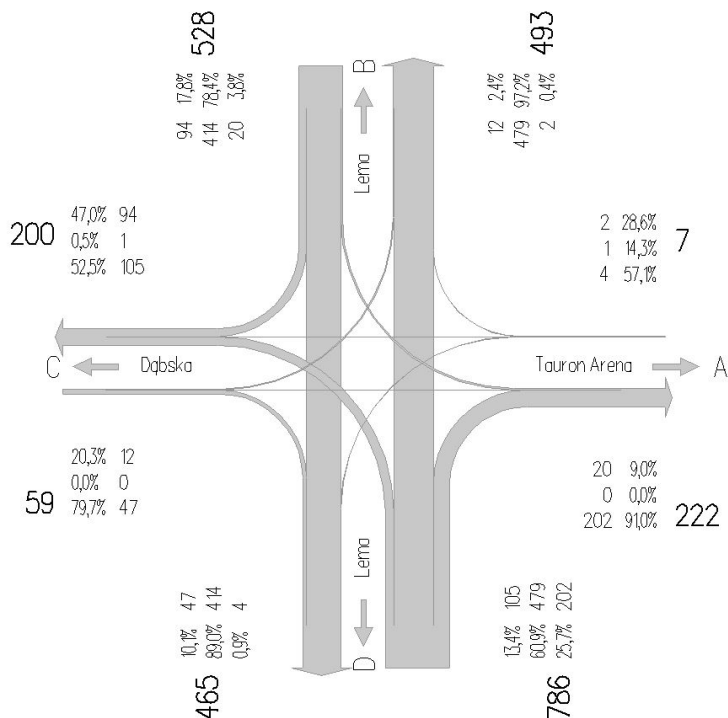
Rys. nr 2 Potoki ruchu kołowego w godzinie szczytu w modelu stanu istniejącego – rok 2019 [P/h]



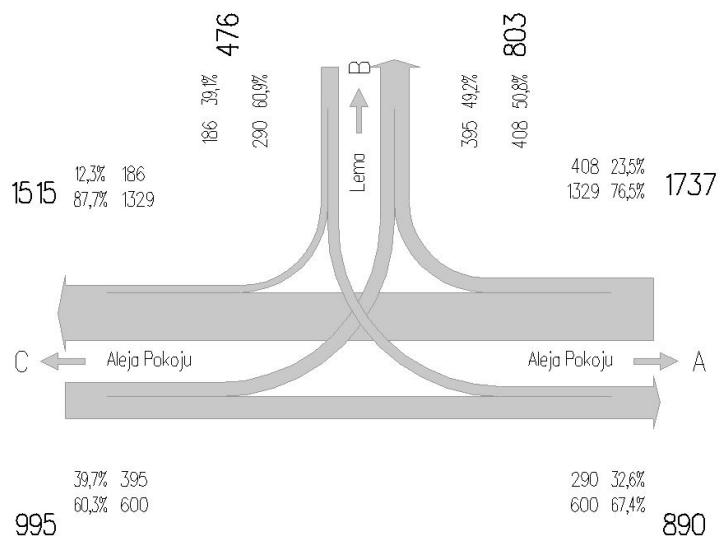
Rys. nr 3 Potoki ruchu pasażerskiego w komunikacji tramwajowej w godzinie szczytu w modelu stanu istniejącego – rok 2019 [pas/h]



Rys. nr 4 Diagram ruchu na skrzyżowaniu Mogilska – Meissnera – Lema – al. Jana Pawła II w godzinie szczytu w modelu stanu istniejącego – rok 2019 [P/h]

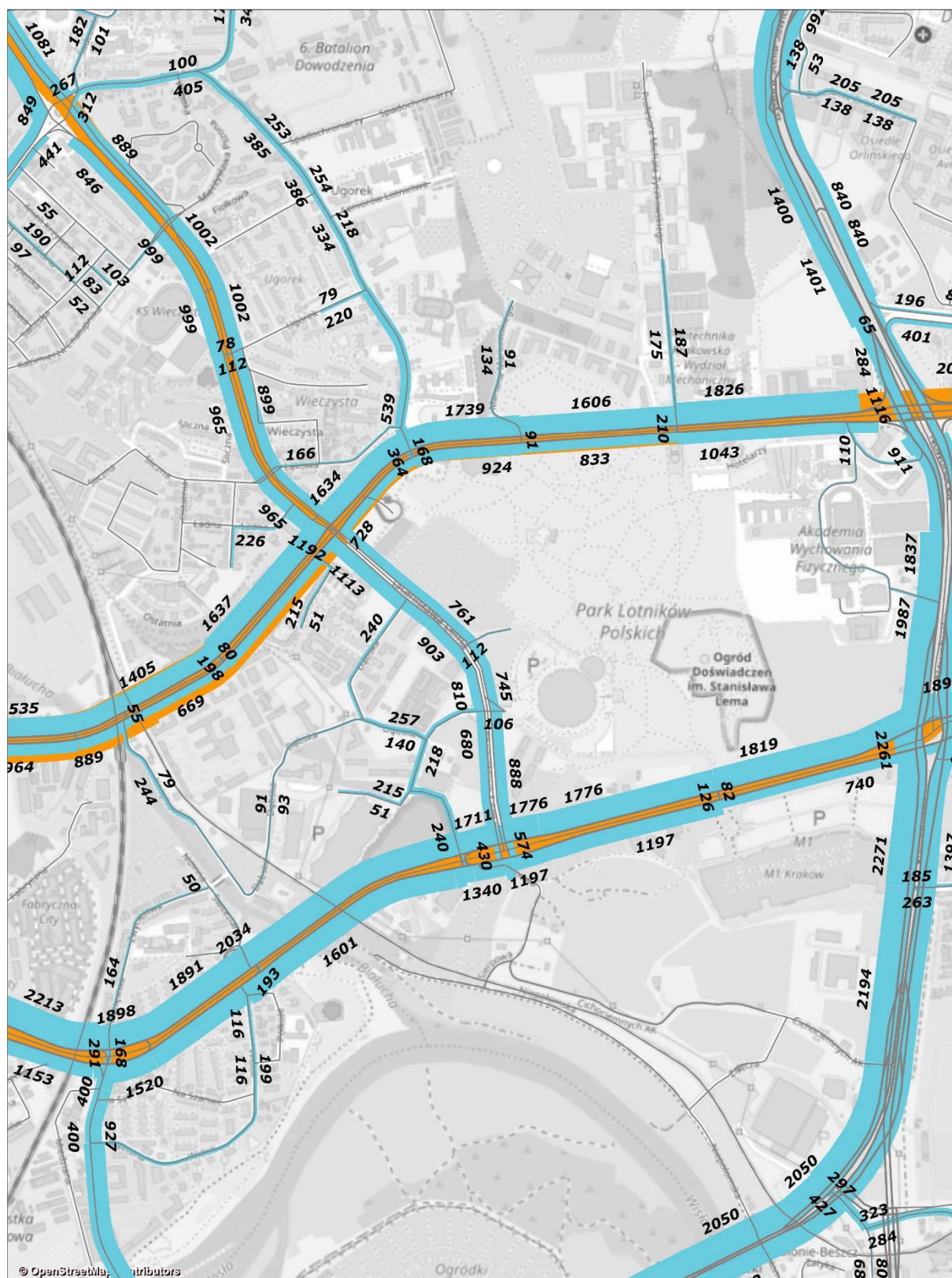


Rys. nr 5 Diagram ruchu na skrzyżowaniu Lema – Dąbska w godzinie szczytu w modelu stanu istniejącego – rok 2019 [P/h]

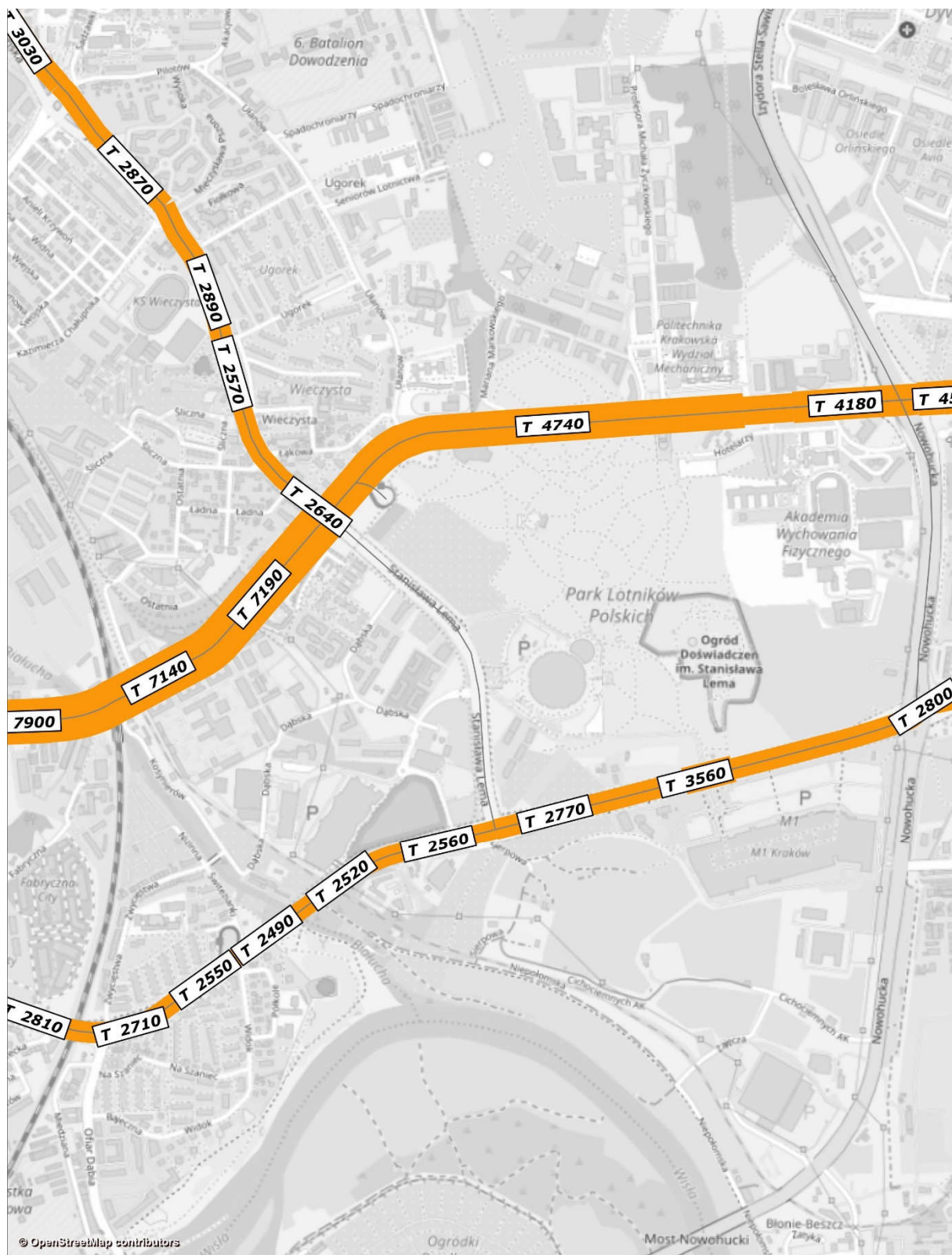


Rys. nr 6 Diagram ruchu na skrzyżowaniu Lema – al. Pokoju w godzinie szczytu w modelu stanu istniejącego – rok 2019 [P/h]

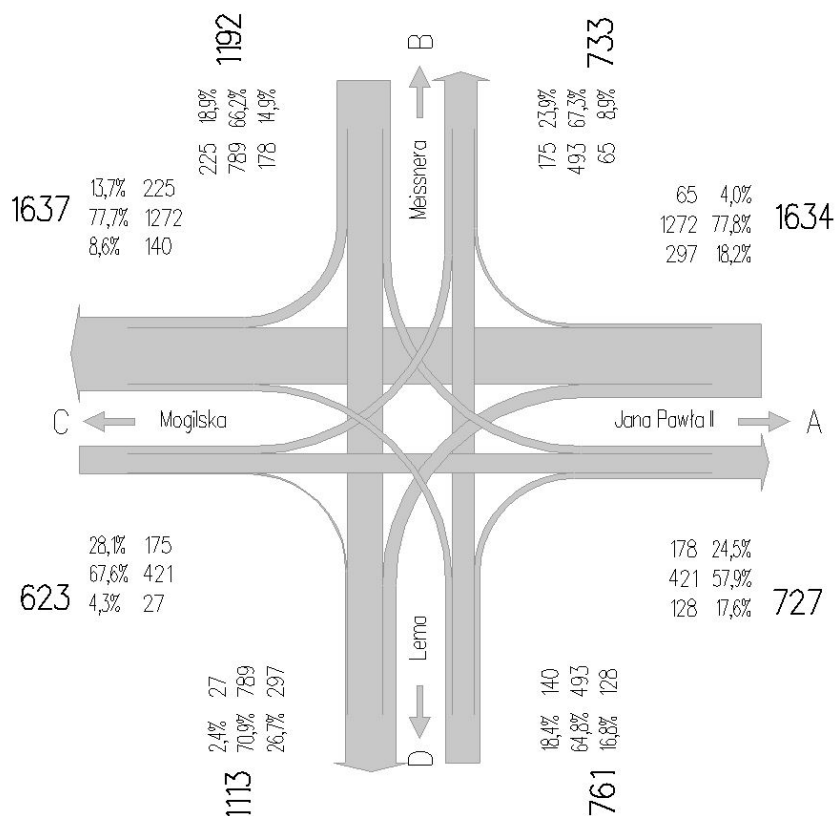
IV.2.3. Wyniki prognoz ruchu – rok 2025 – wariant bezinwestycyjny



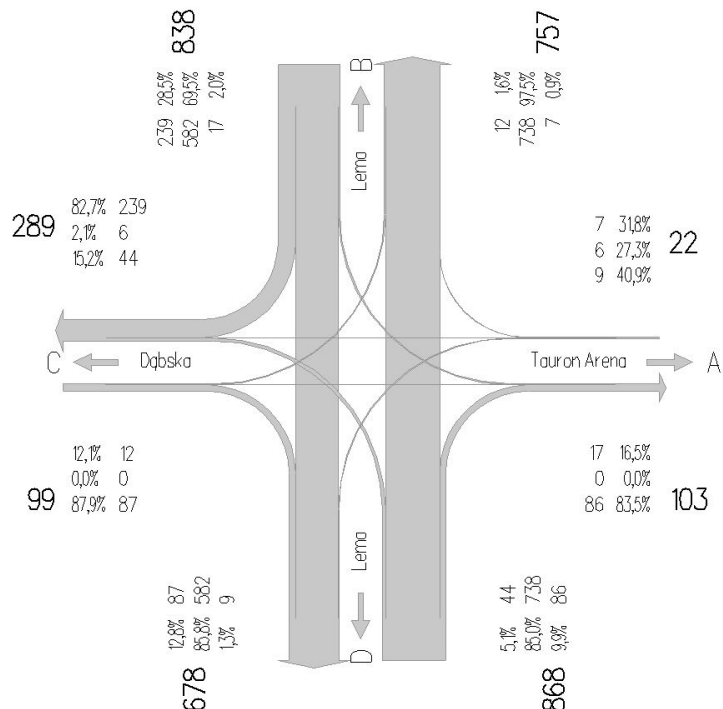
Rys. nr 7 Potoki ruchu kołowego w godzinie szczytu w wariantie bezinwestycyjnym – rok 2025 [P/h]



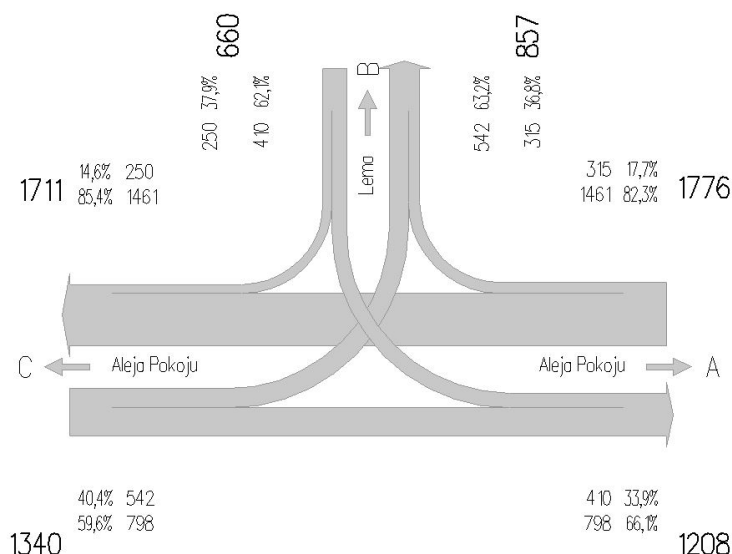
Rys. nr 8 Potoki ruchu pasażerskiego w komunikacji tramwajowej w godzinie szczytu w wariantcie bezinwestycyjnym – rok 2025 [pas/h]



Rys. nr 9 Diagram ruchu na skrzyżowaniu Mogilska – Meissnera – Lema – al. Jana Pawła II w godzinie szczytu w wariantie bezinwestycyjnym – rok 2025 [P/h]



Rys. nr 10 Diagram ruchu na skrzyżowaniu Lema – Dąbska w godzinie szczytu w wariantie bezinwestycyjnym – rok 2025 [P/h]



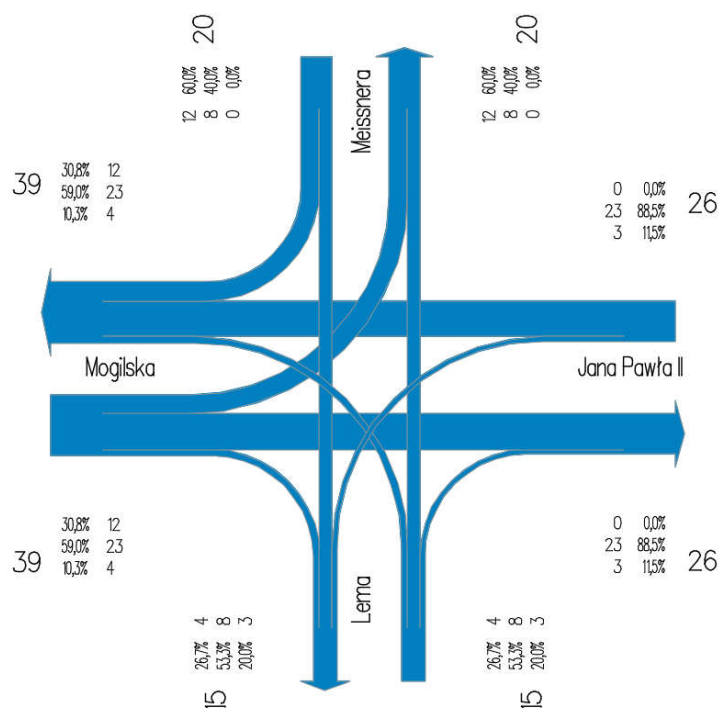
Rys. nr 11 Diagram ruchu na skrzyżowaniu Lema – al. Pokoju w godzinie szczytu w wariantie bezinwestycyjnym – rok 2025 [P/h]

IV.2.4. Wyniki prognoz ruchu – rok 2025 – wariant inwestycyjny

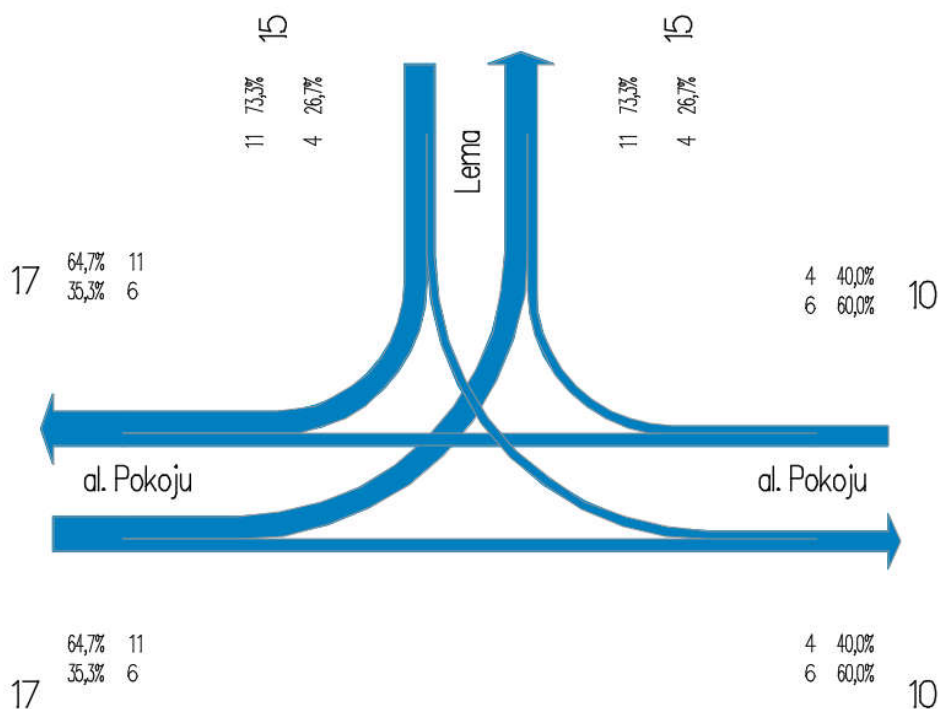
Proponowane linie transportu zbiorowego

W wariantie inwestycyjnym zaproponowano obsługę nowego połączenia tramwajowego wzdłuż ulicy Lema trzema liniami tramwajowymi. W koncepcji budowy linii tramwajowej KST IV Meissnera – Mistrzejowice nowym odcinkiem linii w kierunku Mistrzejowic prowadzone są trasy trzech linii – 12, 16 i 52'. W wariantie inwestycyjnym przyjęto, że jedna z nich – 52' przedłużona zostanie ulicą Lema do alei Pokoju, a następnie al. Pokoju do Ronda Grzegórzeckiego i dalej dotychczasową trasą. Pozostałe dwie trasy obsługujące nowe połączenie tramwajowe to linie 14 i 22, które w stanie istniejącym prowadzone są równoległymi trasami wzdłuż ul. Mogilskiej i al. Pokoju. W koncepcji przewidziano przejazd linii 14 z al. Pokoju ulicą Lema do ul. Mogilskiej w stronę centrum, natomiast dla linii 22 przejazd z al. Jana Pawła II ulicą Lema do alei Pokoju w stronę centrum. Częstotliwość kursowania linii została utrzymana na poziomie takim jak w modelu otrzymanym przez Wydział Gospodarki Komunalnej UMK tj. częstotliwość 15-minutowa dla linii 14, 20-minutowa dla linii 22 oraz częstotliwość 7,5 minuty dla linii 52'. Na poniższych rysunkach przedstawiono układ linii tramwajowych w wariantie inwestycyjnym wraz z informacją o liczbie kursów tramwajowych w godzinie szczytu oraz diagram rozkładu kierunkowego liczby kursów tramwajowych na poszczególnych relacjach w węzłach sieci tramwajowej na projektowanym odcinku.

Pracownia Planowania i Projektowania Systemów Transportu ALTRANS
 Studium wykonalności – grudzień 2019 r.

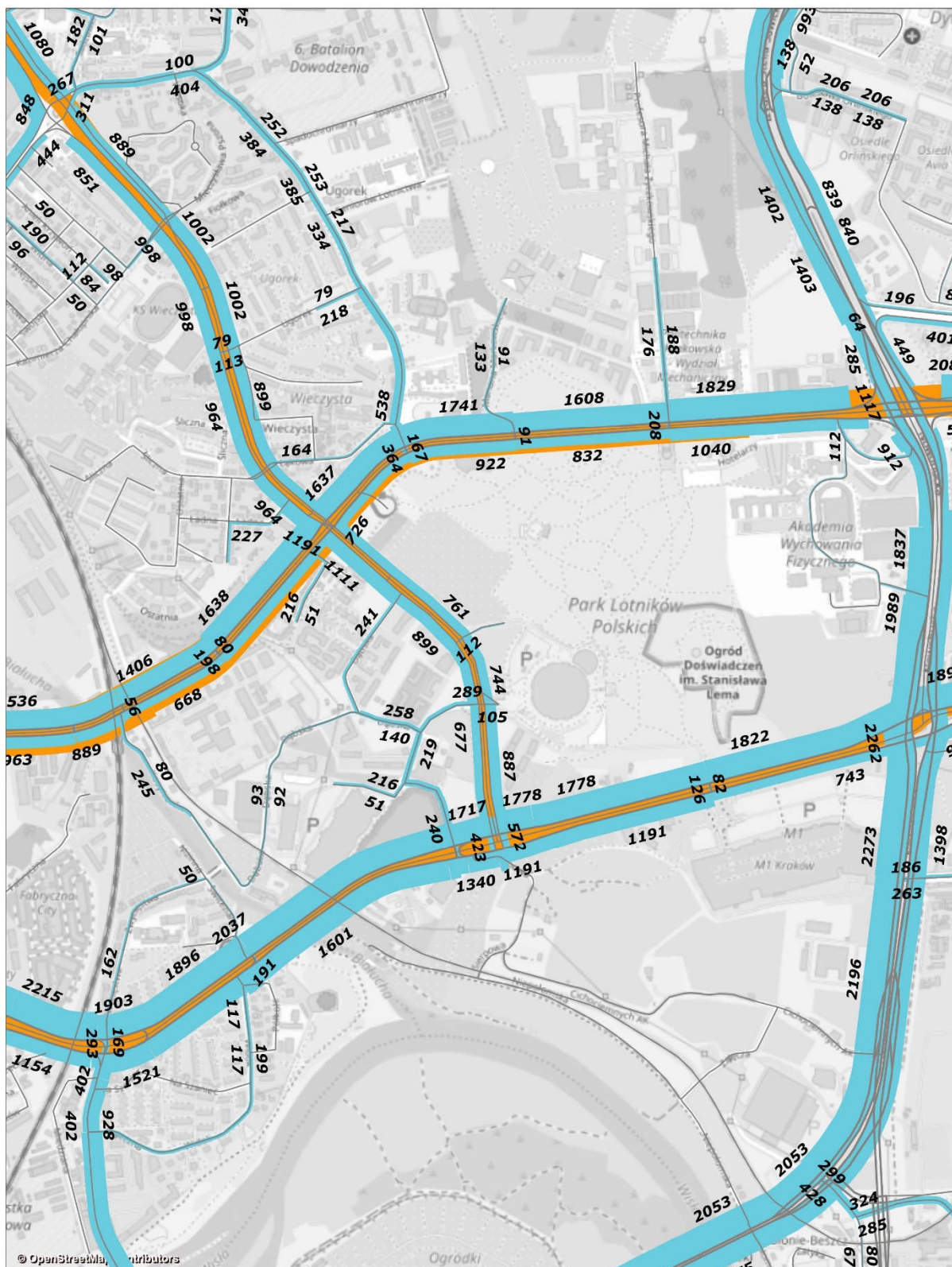


Rys. nr 13 Diagram rozkładu kierunkowego liczby kursów tramwajowych na poszczególnych relacjach skrzyżowania Mogilska – Meissnera – Lema – al. Jana Pawła II w godzinie szczytu w wariantcie inwestycyjnym – rok 2025

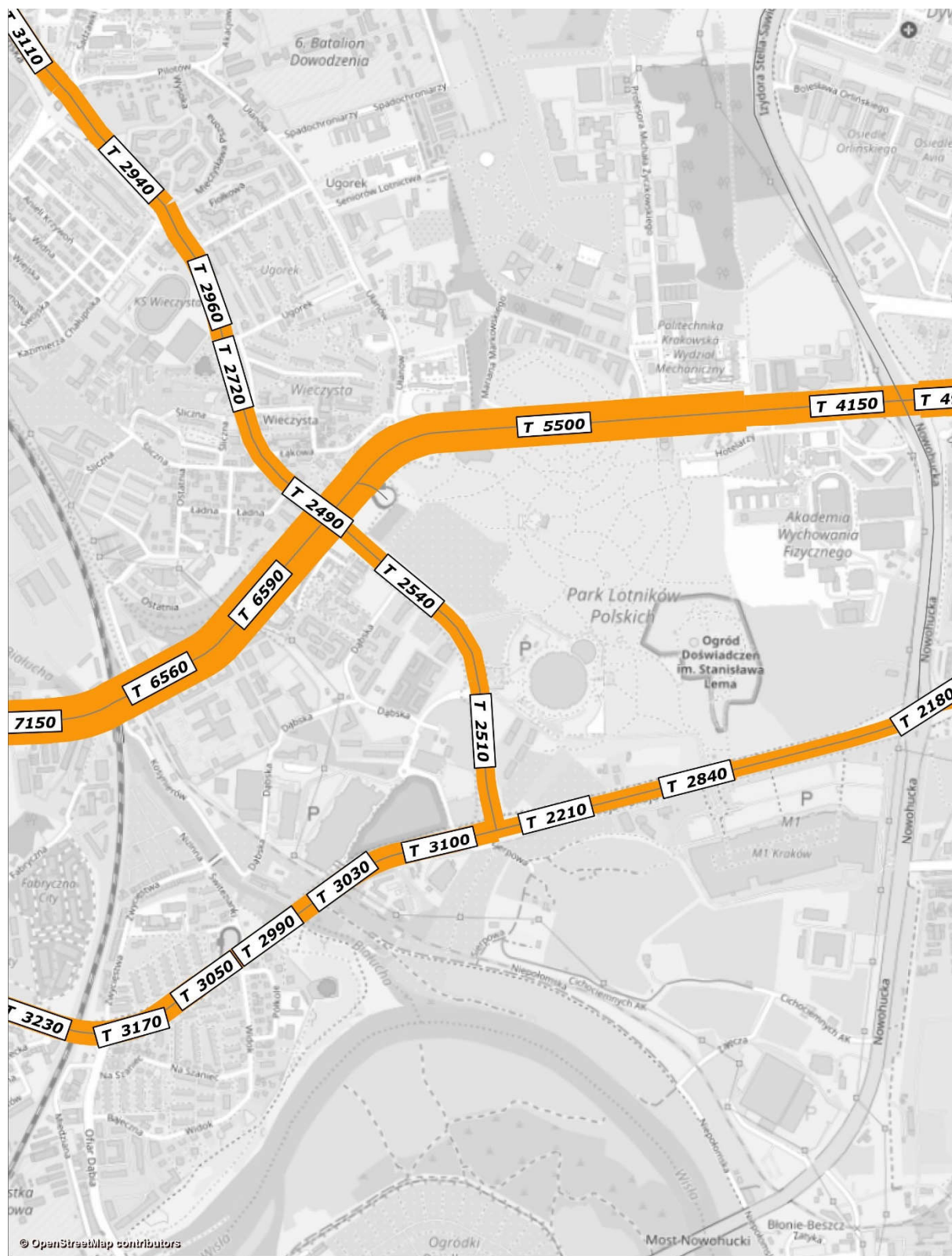


Rys. nr 14 Diagram rozkładu kierunkowego liczby kursów tramwajowych na poszczególnych relacjach skrzyżowania Lema – al. Pokoju w godzinie szczytu w wariantcie inwestycyjnym – rok 2025

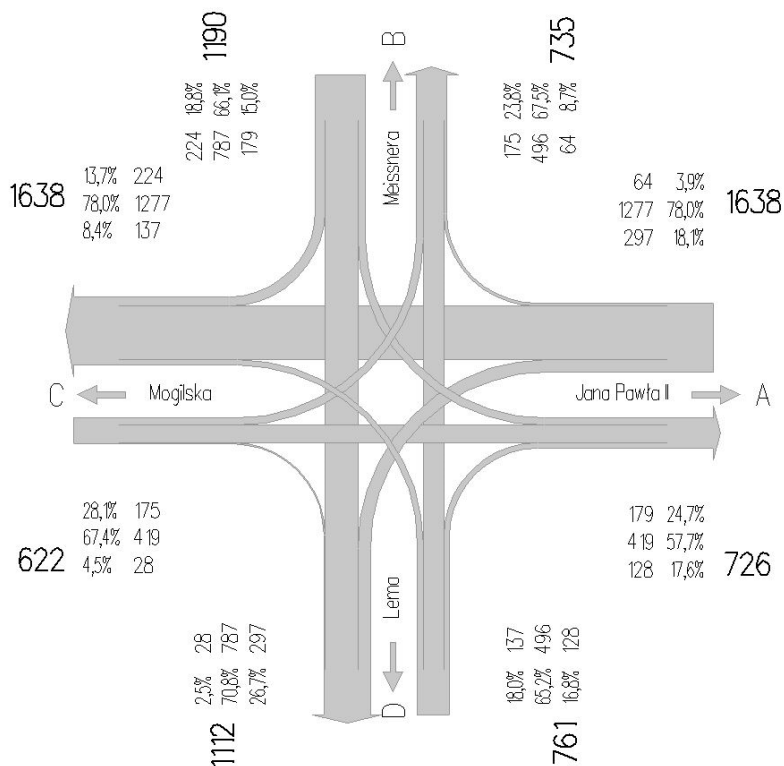
Wyniki prognoz



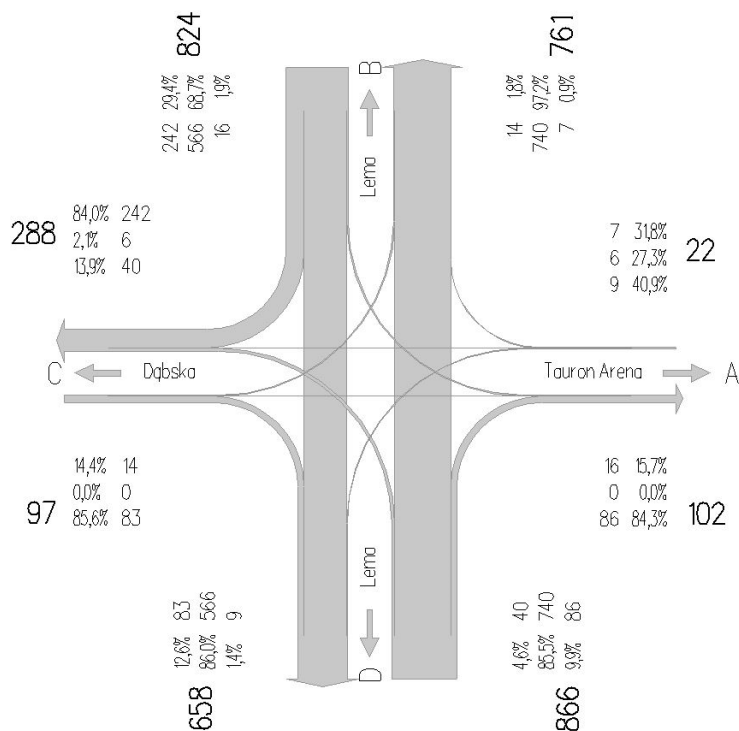
Rys. nr 15 Potoki ruchu kołowego w godzinie szczytu w wariancie inwestycyjnym – rok 2025 [P/h]



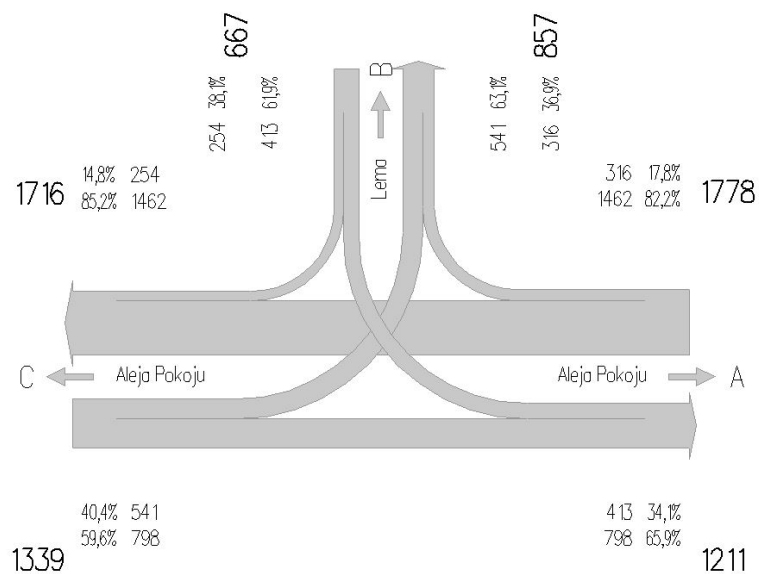
Rys. nr 16 Potoki ruchu pasażerskiego w komunikacji tramwajowej w godzinie szczytu w wariantie inwestycyjnym – rok 2025 [pas/h]



Rys. nr 17 Diagram ruchu na skrzyżowaniu Mogilska – Meissnera – Lema – al. Jana Pawła II w godzinie szczytu w wariantie inwestycyjnym – rok 2025 [P/h]



Rys. nr 18 Diagram ruchu na skrzyżowaniu Lema – Dąbska w godzinie szczytu w wariantie inwestycyjnym – rok 2025 [P/h]



Rys. nr 19 Diagram ruchu na skrzyżowaniu Lema – al. Pokoju w godzinie szczytu w wariantcie inwestycyjnym – rok 2025 [P/h]

V. ANALIZA PRZEPUSTOWOŚCI

V.1. Skrzyżowanie al. Pokoju- Lema.

Stan istniejący.

W stanie istniejącym skrzyżowanie pracuje w ciągu skoordynowanym wzdłuż al. Pokoju. Koordynacja obejmuje ciąg od. Ul. Kordylewskiego do wyjazdu z Centrum Handlowego M1. Cykle programów koordynowanych posiadają długość 80 i 90s.

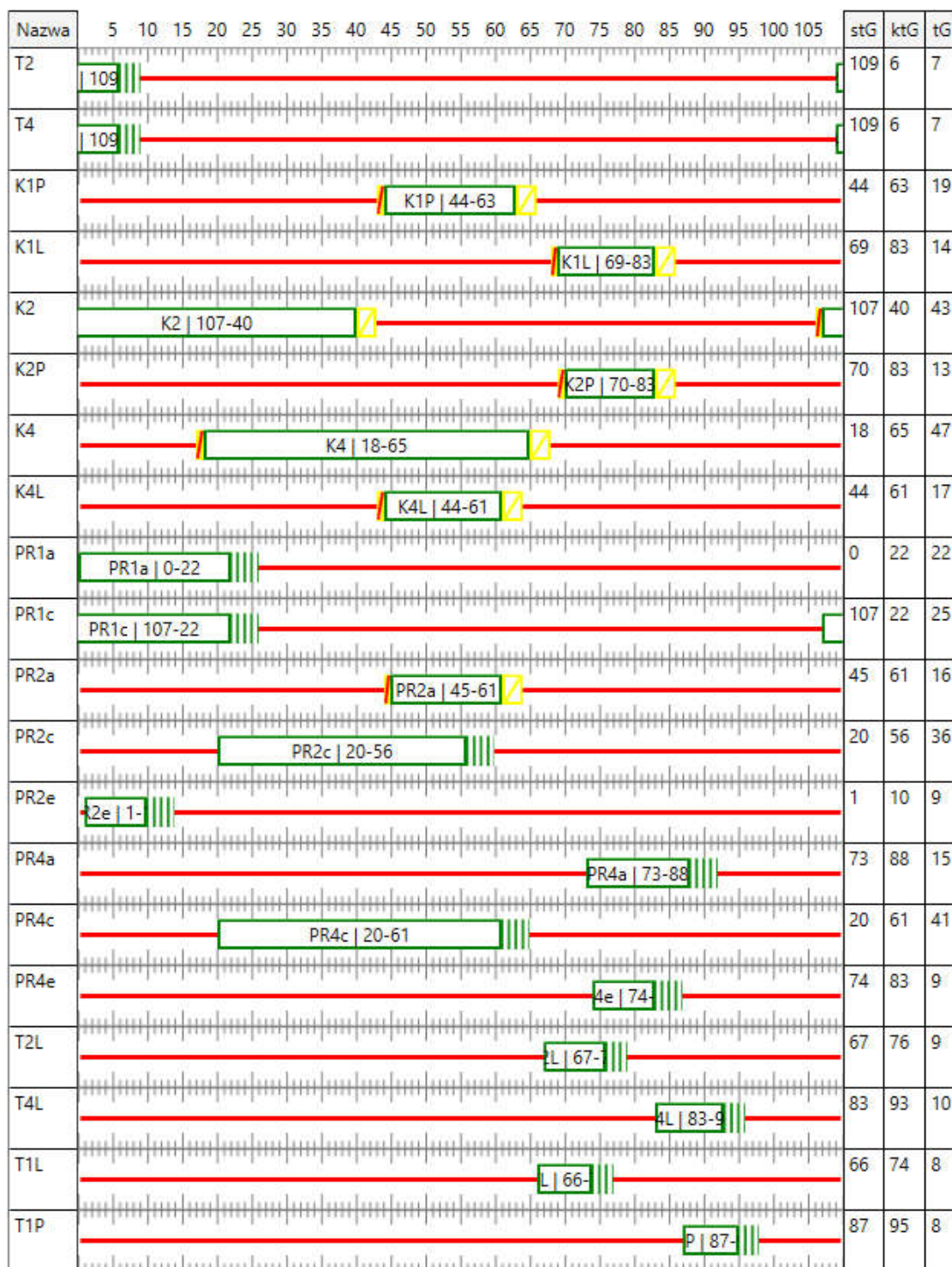
W stanie istniejącym na skrzyżowaniu nie zauważa się problemów ruchowych.

Stan projektowany.

Wprowadzenie dodatkowych relacji tramwajowych będzie się wiązało z likwidacją jednego pasa dla relacji skrętnej w prawo z ul. Lema. Ponieważ na wlocie istnieją rezerwy, nie odbije się to na przepustowości relacji z tego wlotu.

Wprowadzenie dodatkowych relacji tramwajowych będzie wymagało zwiększenia długości cyklu dla analizowanego skrzyżowania. Dla zapewnienia satysfakcjonującego poziomu obsługi długość cyklu w godzinach szczytów powinna wynosić ok. 110s.

W związku z powyższym będzie konieczna analiza w zakresie koordynacji całego ciągu al. Pokoju.



Rys. nr 20 Proponowany program sygnalizacji świetlnej dla cyklu T=110 s.

Tab. 12 Tabela czasów międzyzielonych dla skrzyżowania Lema – al. Pokoju

	T2	T4	K1P	K1L	K2	K2P	K4	K4L	PR1a	PR1c	PR2a	PR2c	PR2e	PR4a	PR4c	PR4e	T2P	T4L	T1L	T1P
T2				7				7				9			14			7		5
T4				6				7				14			9					
K1P					6				6							11				
K1L	5	6			4		10	6	6				15							4
K2			4	4				4			5					9	3	4		4
K2P								4		12	7									
K4				4									9	5						
K4L	6	5		4	8	8				13				6			6		5	
PR1a			10	10													0	0	1	1
PR1c						4		1												
PR2a					9	9														
PR2c	5	0															2		0	
PR2e				0			4													
PR4a							12	12												
PR4c	0	5																3		0
PR4e			4		4															
T2P					13			11	19			11								
T4L	8				12				17						11				13	
T1L								12	11			19						9		
T1P	13			12	12				11						17					

Tab. 13 Warunki ruchu na skrzyżowaniu Lema – al. Pokoju – stan projektowany dla cyklu T=110 s:

		Q	S	Y	G	C	X
	K1L	413	3658	0,113	14	466	0,89
	K1P	254	1728	0,147	19	298	0,85
	K2	1462	3762	0,389	43	1471	0,99
	K2P	316	3454	0,091	13	408	0,77
	K4L	541	3658	0,148	17	565	0,96
	K4	798	3762	0,212	47	1607	0,50

V.2. Skrzyżowanie Mogilska- Lema.

Stan istniejący.

W stanie istniejącym skrzyżowanie pracuje w obszarze skoordynowanym wzdłuż ul. Meissnera i Mogilskiej. Cykle programów koordynowanych posiadają długość 100 i 120s.

W stanie istniejącym zauważa się przesycenie sieci zarówno w godzinach szczytu porannego jak i popołudniowego. Efekt przesycenia jest szczególnie odczuwalny dla relacji skrętnych z ul. Mogilskiej głównie za sprawą priorytetowej obsługi tramwajów.

Poniżej analiza warunków ruchu dla istniejącego programu, uwzględniająca prognozowane natężenia ruchu bez uwzględnienia dodatkowych relacji tramwajowych. Zakłada ona występowanie tramwaju w każdym cyklu. Natężenia ruchu przyjęto z uzgodnionego projektu sygnalizacji.

Tab. 14 Warunki ruchu na skrzyżowaniu Lema – Mogilska – stan istniejący cykl T=120 s.

	Q	S	Y	G	C	X
K1	1291	4303	0,300	33	1183	1,09
K1L	43	1433	0,030	21	251	0,17
K3	1042	3065	0,340	21	536	1,94
K3L	344	1515	0,227	7	88	3,89
K2	620	4133	0,150	34	1171	0,53
K2L	82	1640	0,050	5	68	1,20
K4	1086	3620	0,300	52	1569	0,69
K4L	240	1500	0,160	20	250	0,96

Stan projektowany.

Analiza warunków ruchu dla zmodyfikowanego w ramach istniejącego cyklu programu, uwzględniająca prognozowane natężenia ruchu bez uwzględnienia dodatkowych relacji tramwajowych.

Tab. 15 Warunki ruchu na skrzyżowaniu Lema – Mogilska – stan projektowany - istniejący cykl T=120 s.

	Q	S	Y	G	C	X
K1	1011	4303	0,235	33	1183	0,85
K1L	179	1433	0,125	21	251	0,71
K3	626	3065	0,204	21	536	1,17
K3L	137	1515	0,090	7	88	1,55
K2	1341	4133	0,324	34	1171	1,15
K2L	297	1640	0,181	5	68	4,35
K4	594	3620	0,164	52	1569	0,38
K4L	175	1500	0,117	20	250	0,70

Wprowadzenie dodatkowych relacji tramwajowych będzie wymagać znacznej modyfikacji programów sygnalizacji. W poniższej tabeli zestawiono warunki ruchu dla zmodyfikowanego programu, ale przy założeniu długości cyklu 145s. Zauważa się bardzo duże przeciążenia praktycznie na każdym z wlotów. Program o takiej długości cyklu nie będzie również optymalny dla obszaru, w skład którego wchodzi analizowane skrzyżowanie.

Tab. 16 Warunki ruchu na skrzyżowaniu Lema – Mogilska – stan projektowany - cykl T=145 s.

K1	1011	3110	0,325	43	922	1,10
K1L	179	1433	0,125	34	336	0,53
K3	626	3065	0,204	31	655	0,96
K3L	137	1515	0,090	18	188	0,73
K2	1341	4133	0,324	36	1026	1,31
K2L	297	1640	0,181	14	158	1,88
K4	594	3620	0,164	40	999	0,59
K4L	175	1500	0,117	20	207	0,85

Tab. 17 Tabela czasów międzyzielonych dla skrzyżowania Lema – Mogilska – Jana Pawła II cz1

	T2	T4	K1	K1L	K3	K3L	K2	K2L	K4	K4L	PR1a	PR1c	PR1e	PR3a	PR3c	PR3e	PR2a	PR2c	PR2e	PR4a	PR4c	PR4e
T2			8	6	7	6		6		6								8			13	
T4			7	6	8	6		6		6								13			8	
K1	4	5				3	6	3	7	5	7					10						
K1L	6	6			8		5	5	9	5	6								13			
K3	5	4		2			7	5	5	3			11	8								
K3L	6	6	8				8	4	5	6				6								13
K2			6	4	4					4							7					9
K2L	5	6	7	3		4			9	5						13	6					
K4			5	2	6	4		2											10	7		
K4L	7	6	5	6	9	4	9						14							6		
PR1a			7	7																		
PR1c																						
PR1e					3					0												
PR3a					9	9																
PR3c																						
PR3e			1					0														
PR2a							9	9														
PR2c	1	5																				
PR2e				2					4													
PR4a									9	9												
PR4c	0	4																				
PR4e						0	2															
T2L		8		9	13	13			15						26			13				
T2P					12		16	12		12		24						13				
T4L	8		15	16		9						25									12	
T4P			13					13	16	11					26						12	
T1L	19	19			17		15	18		11		12						25				
T1P	18		15	12		10	14					12									24	
T1W	6	7		5		4	6	6	9	5		7			15							
T3L	20	19	18					13	15	19					12						28	
T3W	8	7		6		5	10	6	6	7		15			7							
T3P		18		13	16	13			15						12			24				

Tab. 18 Tabela czasów międzyzielonych dla skrzyżowania Lema – Mogilska – Jana Pawła II cz II

	T2L	T2P	T4L	T4P	T1L	T1P	T1W	T3L	T3W	T3P
T2			9		2	6	6	4	5	
T4	9				5		5	2	6	5
K1			3	5		2		2		
K1L	9		3			4	6		6	8
K3	4	6			3					2
K3L	5		10			10	9		7	4
K2		2			3	4	4		1	
K2L		4		6	2		6	6	6	
K4	4			2			2	3	5	4
K4L		7		4	7		7	1	6	
PR1a										
PR1c		0	0		5	5	5		0	
PR1e										
PR3a										
PR3c	1			1			2	8	8	8
PR3e										
PR2a										
PR2c	5	5			0					0
PR2e										
PR4a										
PR4c			5	5		0		0		
PR4e										
T2L					5		18	17	17	
T2P			16						18	
T4L		18			19		19	5	18	
T4P							16			
T1L	21		7						11	18
T1P								14		
T1W	6		2	7				8		
T3L	9		22			20	12			
T3W	3	7	7		8					
T3P					16					

V.3. Skrzyżowanie Lema – Dąbska oraz Lema - Parking Tauron Arena

Stan istniejący.

W stanie istniejącym zespół skrzyżowań Lema-Dąbska i Lema-Tauron Arena pracuje jako układ izolowany. W stanie istniejącym nie zauważa się problemów ruchowych dla typowych natężeń ruchu. Utrudnienia występują jedynie w czasie imprez masowych.

Poniżej zestawienie warunków ruchu dla prognozowanych natężeń przy obecnej geometrii i organizacji ruchu (bez tramwaju).

Tab. 19 Warunki ruchu na skrzyżowaniu Lema – Dąbska – stan istniejący - cykl T=90 s.

	Q	S	Y	G	C	X
K11	808	4230	0,191	33	1551	0,52
K11L	16	1610	0,010	21	376	0,04
K21	13	1108	0,012	21	259	0,05
K21L	9	3540	0,003	7	275	0,03
K31	822	4280	0,192	34	1617	0,51
K31L	40	1590	0,025	5	88	0,45
K41	83	3460	0,024	52	1999	0,04
K41L	14	1610	0,009	20	358	0,04

Stan projektowany.

Poniżej analiza warunków ruchu dla zmodyfikowanego w ramach istniejącego cyklu programu, uwzględniająca prognozowane natężenia oraz z uwzględnieniem ograniczenia liczby pasów dla kierunku głównego bez priorytetu dla tramwajów. Założono obsługę zgodnie z programem załączonym poniżej.

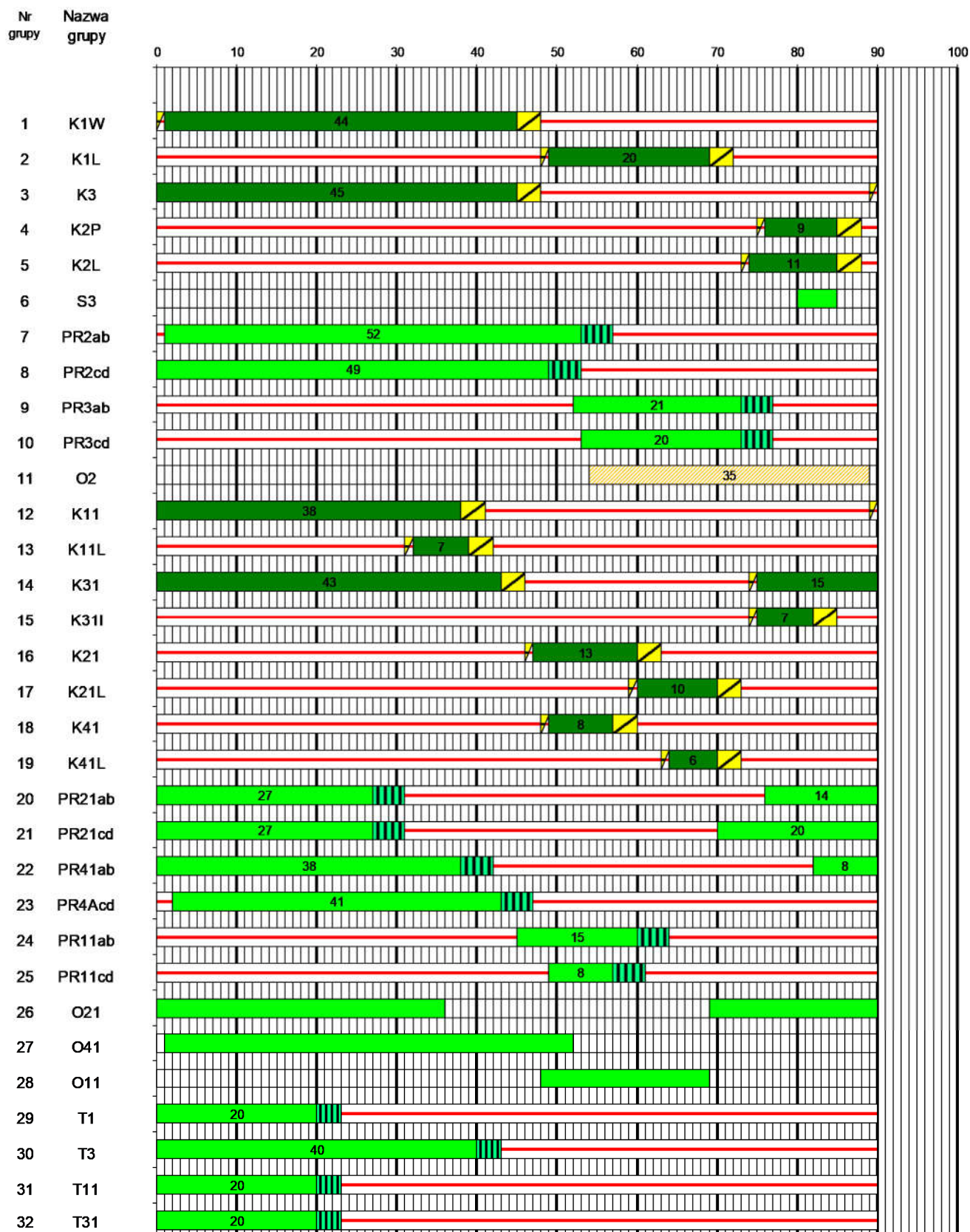
Tab. 20 Warunki ruchu na skrzyżowaniu Lema – Dąbska – stan projektowany bez priorytetu - cykl T=90 s.

	Q	S	Y	G	C	X
K11	808	3100	0,261	33	1137	0,71
K11L	16	1610	0,010	21	376	0,04
K21	13	1108	0,012	21	259	0,05
K21L	9	3540	0,003	7	275	0,03
K31	822	2990	0,275	34	1130	0,73
K31L	40	1590	0,025	5	88	0,45
K41	83	3460	0,024	52	1999	0,04
K41L	14	1610	0,009	20	358	0,04

Analiza w tabeli poniżej przedstawia warunki ruchu przy założeniu dodatkowej (priorytetowej) fazy dla tramwajów, realizowanej w dowolnym momencie cyklu.

Tab. 21 Warunki ruchu na skrzyżowaniu Lema – Dąbska – stan projektowany z priorytetem - cykl T=90 s.

	Q	S	Y	G	C	X
K11	808	3100	0,261	33	930	0,87
K11L	16	1610	0,010	21	307	0,05
K21	13	1108	0,012	21	212	0,06
K21L	9	3540	0,003	7	225	0,04
K31	822	2990	0,275	34	924	0,89
K31L	40	1590	0,025	5	72	0,55
K41	83	3460	0,024	52	1636	0,05
K41L	14	1610	0,009	20	293	0,05



Rys. nr 22 Proponowany program sygnalizacji świetlnej dla cyklu T=90 s.

V.4. Podsumowanie

- Wprowadzenie dodatkowych relacji tramwajowych na skrzyżowaniu al. Pokoju z ul. Lema wraz z likwidacją jednego pasa dla relacji skrętnej w prawo z ul. Lema nie wpłynie negatywnie na przepustowość skrzyżowania.
- Wprowadzenie dodatkowych relacji tramwajowych wymaga zwiększenia długości cyklu dla analizowanego skrzyżowania i w związku z tym konieczna będzie analiza w zakresie koordynacji ciągu al. Pokoju
- W przypadku skrzyżowania Mogilska – Lema – al. Jana Pawła II już w stanie istniejącym występuje przesycenie sieci zarówno w godzinach szczytu porannego jak i popołudniowego. Efekt przesycenia jest szczególnie odczuwalny dla relacji skrętnych z ul. Mogilskiej głównie za sprawą priorytetowej obsługi tramwajów
- Jak wykazują przeprowadzone analizy, wprowadzenie dodatkowych relacji tramwajowych nawet przy zachowaniu istniejących przekroi na wlotach skrzyżowania spowoduje bardzo duże utrudnienia dla ruchu kołowego. Przy założonych natężeniach ruchu kołowego i tramwajowego, jedynym rozwiązaniem zapewniającym dobre warunki ruchu jest rozwiązanie dwupoziomowe.

VI. PROMOCJA ZADANIA

Spis wizualizacji

- 1.1. Skrzyżowanie ul. Mogilskiej / Jana Pawła II / Meissnera / Lema - stan istniejący
- 1.2. Skrzyżowanie ul. Mogilskiej / Jana Pawła II / Meissnera / Lema - wizualizacja stanu projektowanego

- 2.1. Skrzyżowanie ul. Lema / Dąbskiej - stan istniejący
- 2.2. Skrzyżowanie ul. Lema / Dąbskiej - wizualizacja stanu projektowanego

- 3.1. Skrzyżowanie ul. Lema / Dąbskiej w rejonie TAURON - stan istniejący
- 3.2. Skrzyżowanie ul. Lema / Dąbskiej w rejonie TAURON Areny - wizualizacja stanu projektowanego

- 4.1. Skrzyżowanie ul. Lema / Alei Pokoju - stan istniejący
- 4.2. Skrzyżowanie ul. Lema / Alei Pokoju - wizualizacja stanu projektowanego