

# **PROGNOZA I ANALIZY RUCHU**

## **dla połączenia zachodniej części obwodnicy miasta z ulicą Kosów w Gliwicach**

Zleceniodawca: **Pracownia Projektowa „MOST”**  
**Marta Włodarczyk, Tomasz Świdorski Spółka jawna**  
**Wargowo 88**  
**64 – 605 Wargowo**

Inwestor: **Zarząd Dróg Miejskich**  
**ul. Płowiecka 31**  
**44 – 121 Gliwice**

Lubliniec, październik 2015

## Spis treści

1. Podstawa, cel i zakres opracowania .....	3
2. Ruch drogowy – stan istniejący .....	3
3. Opis planowanej inwestycji .....	6
4. Prognoza ruchu drogowego.....	9
4.1. Założenia do prognozy ruchu .....	9
4.2. Prognoza ruchu na odcinkach międzywęzłowych.....	11
4.3. Prognoza ruchu na skrzyżowaniach drogowych .....	17
5. Analiza przepustowości i warunków ruchu .....	24
5.1. Metoda obliczania przepustowości skrzyżowań bez sygnalizacji świetlnej .....	24
5.2. Metoda obliczania przepustowości skrzyżowań z sygnalizacją świetlną .....	26
5.3. Metoda obliczania przepustowości rond .....	29
5.4. Przepustowość skrzyżowania SK 1 .....	30
5.5. Przepustowość skrzyżowania SK 2.....	32
5.6. Przepustowość skrzyżowania SK 3.....	33
5.7. Przepustowość skrzyżowania SK 4.....	35
5.7.1. Rondo jednopasowe .....	35
5.7.2. Skrzyżowanie skanalizowane (bez sygnalizacji świetlnej).....	37
5.7.3. Skrzyżowanie z sygnalizacją świetlną .....	39
5.7.4. Wybór najkorzystniejszego wariantu na skrzyżowaniu SK4.....	40
6. Podsumowanie i wnioski.....	41
7. Materiały źródłowe .....	42

## 1. Podstawa, cel i zakres opracowania

Podstawą opracowania jest umowa nr 6/2015020/2015 zawarta w dniu 21 września 2015 roku w Poznaniu pomiędzy Pracownią Projektową „MOST” Marta Włodarczyk, Tomasz Świdorski Spółka jawna a Biurem Konsultingowym TSVIA.

Celem opracowania jest wykonanie prognozy i analiz przepustowości na planowanym połączeniu zachodniej części obwodnicy z ulicą Kosów w Gliwicach.

Prognoza ruchu wykonana jest dla kilku horyzontów czasowych od roku wyjściowego (2015). W roku tym wykonane zostały pomiary na kilku skrzyżowaniach w Gliwicach.

Rok bazowy tożsamy jest z terminem oddania drogi do eksploatacji. Na podstawie informacji uzyskanych od Zlecniodawcy przyjęto, że będzie to rok 2018. Prognozę opracowano na horyzont 25 lat od roku bazowego z przedstawieniem prognoz w interwałach 5 – letnich: 2018, 2023, 2028, 2033, 2038 i 2043. Dodatkowo prognozę ruchu wykonano dla roku 2019, w którym planowane jest zakończenie inwestycji mieszkaniowych w rozpatrywanym rejonie.

Prognozę ruchu wykonano metodą uproszczoną (zgodnie ze zleceniem).

Zakres prognoz i analiz ruchu obejmuje:

- wykonanie pomiarów ruchu na skrzyżowaniach w rejonie planowanego połączenia,
- określenie wielkości potoków ruchu generowanych przez poszczególne sektory zabudowy mieszkaniowej,
- opracowanie prognozy ruchu na planowanym połączeniu drogowym,
- określenie struktury rodzajowej pojazdów na planowanym połączeniu,
- sporządzenie kartogramów ruchu na skrzyżowaniach drogowych,
- wykonanie analiz przepustowości na skrzyżowaniach.

## 2. Ruch drogowy – stan istniejący

Na potrzeby związane z opracowaniem prognozy ruchu na planowanym połączeniu obwodnicy miasta z ulicą Kosów w Gliwicach zostały wykonane pomiary ruchu w trzech miejscach pomiarowych. Pomiary te wykonane zostały przez Biuro Konsultingowe TSVIA w dniu 13 października 2015 roku (wtorek) i obejmowały szczyt poranny ( $6^{00} \div 9^{00}$ ) oraz szczyt popołudniowy ( $14^{00} \div 17^{00}$ ).

Pierwszym miejscem pomiarowym było skrzyżowanie drogi DW 408 (ul. Dolnej Wsi) z ul. Głowackiego. Widok na to skrzyżowanie pokazano na rys. 2.1. Drugim miejscem pomiarowym było skrzyżowanie drogi DW 408 (ul. Dolnej Wsi/ul. Słowackiego) z ul. Kosów i Zygmunta Starego. Widok na to skrzyżowanie przedstawiony jest na rys. 2.2. Trzecim miejscem pomiarowym było skrzyżowanie ul. Kosów i ul. Czapli. Widok na to skrzyżowanie pokazany jest na rys. 2.3.



Rys. 2.1. Widok na skrzyżowanie ul. Dolnej Wsi z ul. Głowackiego

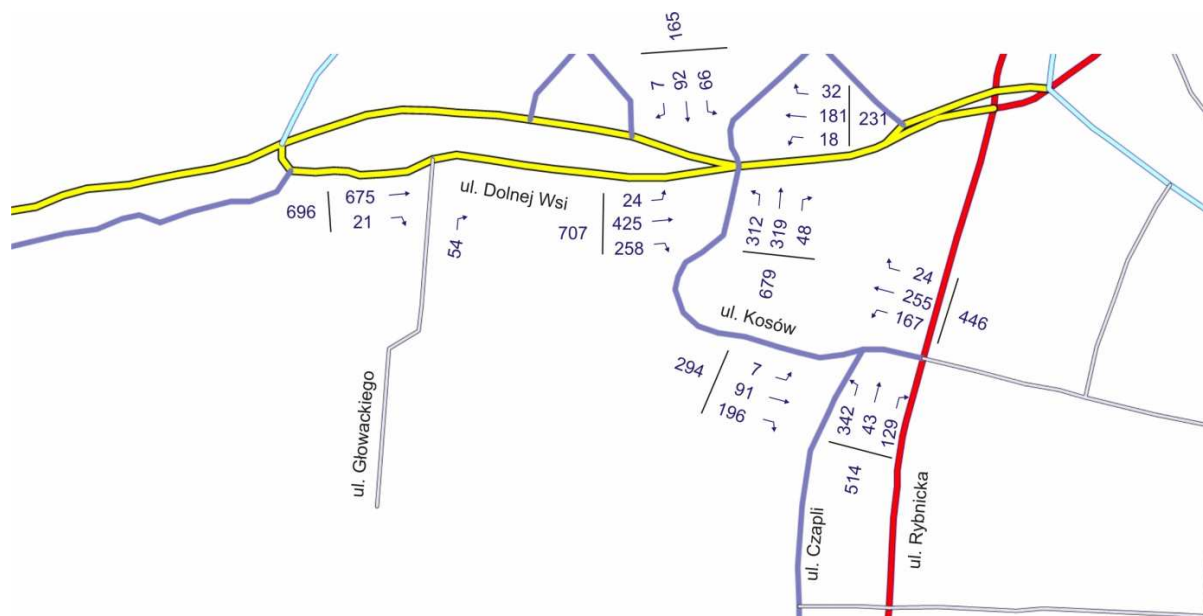


Rys. 2.2. Widok na skrzyżowanie ul. Dolnej Wsi z ul. Kosów

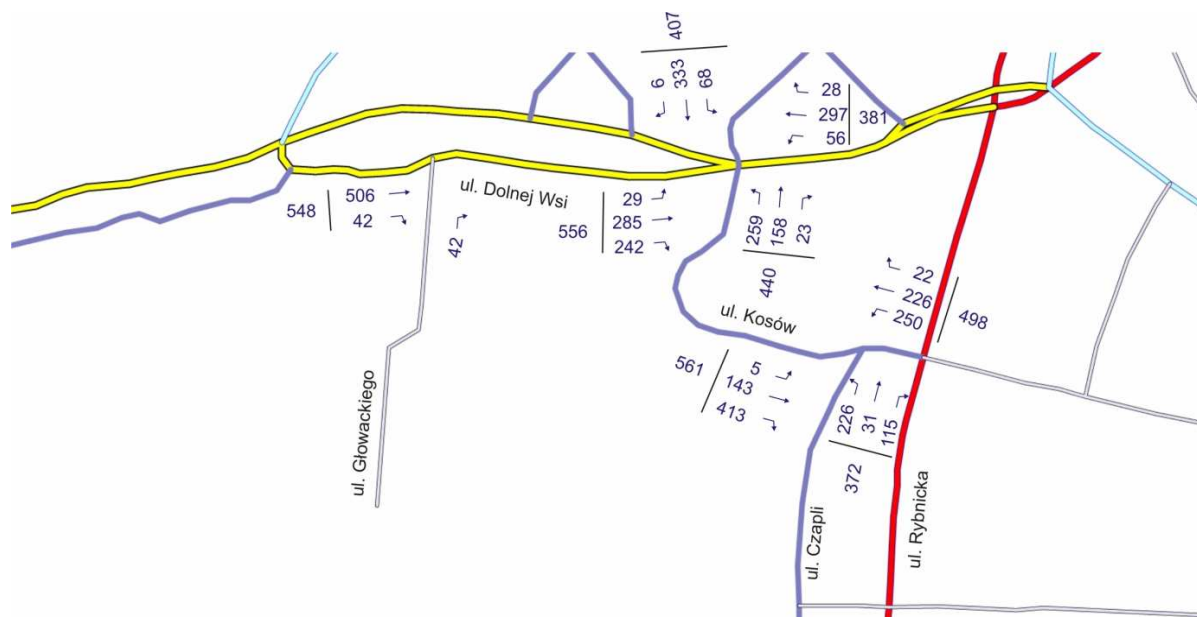


Rys. 2.3. Widok na skrzyżowanie ul. Kosów z ul. Czapli

Wyniki pomiarów ruchu w godzinie szczytu porannego oraz w godzinie szczytu popołudniowego zostały przedstawione na rys. 2.4 ÷ 2.5. Szczyt poranny na analizowanych skrzyżowaniach wystąpił między  $7^{15} \div 8^{15}$ , natomiast szczyt popołudniowy pomiędzy  $15^{15} \div 16^{15}$ .



Rys. 2.4. Wyniki pomiarów ruchu podczas szczytu porannego  
wykonane w październiku 2015 roku [P/h]



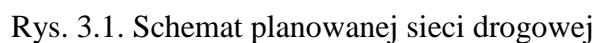
wykonane w październiku 2015 roku [P/h]

Podczas prowadzonych pomiarów ruchu zauważono, że ul. Kosów stanowi drogę alternatywną dla przejazdu przez centrum miasta. Duże potoki ruchu zjeżdżały z ul. Rybnickiej na ul. Żurawią, dalej ul. Czapli i ul. Kosów poruszali się w kierunku ul. Słowackiego i ul. Zygmunta Starego (oraz odwrotnie).

### 3. Opis planowanej inwestycji

Pomiędzy zachodnią częścią obwodnicy Gliwic a ulicą Kosów planowane jest połączenie drogowe, które obsługiwałoby nowe obszary mieszkaniowe. Schemat planowanej sieci drogowej w tym obszarze pokazano na rys. 3.1.





Rys. 3.2. Oznaczenia poszczególnych sektorów [1]

Tabela 3.1. Charakterystyka poszczególnych sektorów

<b>Id</b>	<b>Sektor</b>	<b>Powierzchnia [ha]</b>
1	10 Mn	3,810
2	11 Mn	2,459
3	13 Mn	1,657
4	12 Mn	0,596
5	14 Mn	2,263
6	16 Mn	0,256
7	15 Mn	1,676
8	17 Mn	1,826
9	19 Mn	2,679
10	18 Mn	2,339
11	7 Mn	9,449
12	8 Mn	3,557
13	5 MNn	2,470
14	6 MNn	2,564
15	4 MNn	4,303
16	3 MNn	7,482
17	2 MNn	0,389
18	9 MNn	0,419
19	1 MNn	0,260
<b>Ogółem</b>		<b>50,454</b>

Sektory o oznaczeniu Mn są to tereny mieszkaniowe o średniej intensywności zabudowy. Na podstawie opracowania [2] założono średnią gęstość zaludnienia – 80 mieszkańców/ha. Natomiast sektory o oznaczeniu MNn są to tereny mieszkaniowe o niskiej intensywności zabudowy. Na podstawie opracowania [2] założono średnią gęstość zaludnienia – 27 mieszkańców/ha.

Charakterystyka ruchotwórcza poszczególnych sektorów przedstawiona jest w tabeli 3.2. Założono, zgodnie z [3] i [4], że każdy mieszkaniec będzie generować ok. 2 podróży w ciągu doby. W szczycie popołudniowym komunikacją indywidualną (samochodami) odbywa się 14,26 % wszystkich podróży [4]. W zdecydowanej większości są to podróże kończące się



w domu (73 %). Podróże rozpoczynane w domu stanowią 27 % wszystkich podróży w szczycie popołudniowym [3].

Tabela 3.2. Charakterystyka ruchotwórcza poszczególnych sektorów

Id	Sektor	Powierzchnia [ha]	Liczba mieszkańców	Generacja mieszkańcy (doba)	Generacja mieszkańcy (15 - 16)	Atrakcja mieszkańcy (15 - 16)
1	10 Mn	3,810	305	305	12	32
2	11 Mn	2,459	197	197	8	20
3	13 Mn	1,657	133	133	5	14
4	12 Mn	0,596	48	48	2	5
5	14 Mn	2,263	181	181	7	19
6	16 Mn	0,256	20	20	1	2
7	15 Mn	1,676	134	134	5	14
8	17 Mn	1,826	146	146	6	15
9	19 Mn	2,679	214	214	8	22
10	18 Mn	2,339	187	187	7	19
11	7 Mn	9,449	756	756	29	79
12	8 Mn	3,557	285	285	11	30
13	5 MNn	2,470	67	67	3	7
14	6 MNn	2,564	69	69	3	7
15	4 MNn	4,303	116	116	4	12
16	3 MNn	7,482	202	202	8	21
17	2 MNn	0,389	11	11	0	1
18	9 MNn	0,419	11	11	0	1
19	1 MNn	0,260	7	7	0	1
<b>Ogółem</b>		<b>50,454</b>	<b>3088</b>	<b>3088</b>	<b>119</b>	<b>321</b>

## 4. Prognoza ruchu drogowego

### 4.1. Założenia do prognozy ruchu

Prognozę ruchu opracowano dla następujących horyzontów czasowych: 2018 (planowany termin oddania projektowanego połączenia), 2023, 2028, 2033, 2038 i 2043 (horyzont 25 lat).

Dodatkowo prognozę ruchu wykonano dla roku 2019 (rok po oddaniu połączenia, w którym zostaną zainwestowane tereny mieszkaniowe).

Ze względu na charakter ruchu w analizach uwzględniono tylko dwa typy pojazdów: osobowe i lekkie ciężarowe (dostawcze). W analizach nie uwzględniono ruchu ciężkiego jaki może pojawić się na drodze podczas budowy domów oraz późniejszego ich utrzymania (dowóz opału, wywóz śmieci).

Podstawą do wykonania prognozy ruchu stanowiły pomiary ruchu wykonane w październiku 2015 roku. Ze względu na to, że ruch podczas szczytu popołudniowego był większy prognozę ruchu opracowano jedynie dla godziny szczytu popołudniowego. Podstawę do prognoz ruchu stanowiła również informacja o powierzchni poszczególnych obszarów oraz wielkości zabudowy.

Prognozę ruchu wykonano metodą uproszczoną (zgodnie z umową). Do opracowania prognozy przyjęto następujące założenia:

- planowane połączenie zachodniej obwodnicy Gliwic z ul. Kosów obsługiwać będzie głównie tereny mieszkaniowe, które powstaną po wybudowaniu połączenia (założono, że powstaną one rok po wybudowaniu połączenia – 2019 rok),
- planowane połączenie zachodniej obwodnicy Gliwic z ul. Kosów przeznaczone będzie głównie dla pojazdów lekkich (osobowych i lekkich ciężarowych),
- na planowanym połączeniu nie uwzględniono ruchu pojazdów ciężarowych związanych z budową domów i ich późniejszym utrzymaniem,
- po wybudowaniu połączenia 40 % relacji tranzytowej (ul. Rybnicka – ul. Żurawia – ul. Czapli – ul. Kosów – ul. Słowackiego/ul. Zygmunta Starego) przeniesie się na planowaną obwodnicę Gliwic,
- po wybudowaniu połączenia drogę tę wykorzystywać będą mieszkańcy osiedla Sikornik oraz rejonu skrzyżowania ul. Zygmunta Starego i ul. Kosów – założono, że 10 % ruchu przeniesie się na analizowane połączenie drogowe,
- ruch osobowy z nowych terenów mieszkaniowych rozkładać się będzie następująco: 20 % w kierunku północnym obwodnicy, 35 % w kierunku południowym obwodnicy, 25 % w kierunku ul. Kosów i skrzyżowania z ul. Zygmunta Starego oraz 20 % w kierunku ul. Kosów i skrzyżowania z ul. Czapli,
- wielkość ruchu na obwodnicy Gliwic przyjęto na podstawie [2].

W analizach wykorzystano wskaźniki wzrostu ruchu skorelowane z przewidywanym przyrostem PKB (według metody zalecanej przez GDDKiA [5]). Obliczone wartości wskaźników wzrostu dla poszczególnych typów pojazdów pokazano w tabeli 4.1. Wskaźniki wzrostu ruchu dotyczą podregionu gliwickiego i odnoszą się do roku 2018. Ze względu na charakter miejski dodatkowo założono współczynniki elastyczności równe 0,7.

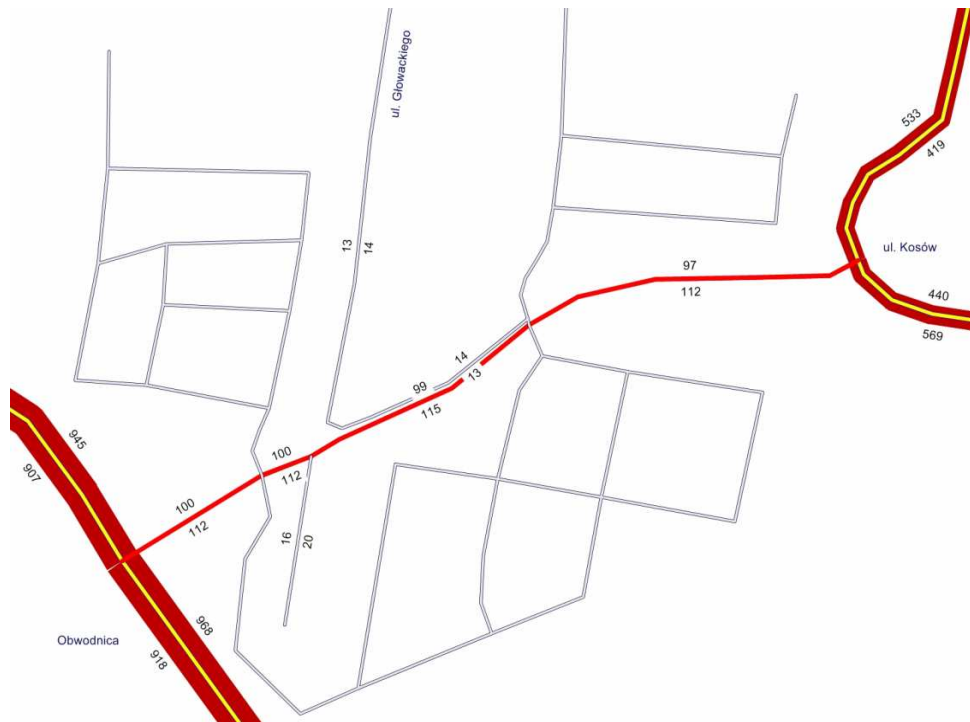
Tabela 4.1. Wskaźniki wzrostu ruchu dla gliwickiego w stosunku do roku 2015 [5]

	Rok prognozy					
	2019	2023	2028	2033	2038	2043
Samochody osobowe	1,017	1,088	1,175	1,268	1,364	1,455
Samochody lekkie ciężarowe	1,007	1,036	1,069	1,104	1,137	1,168

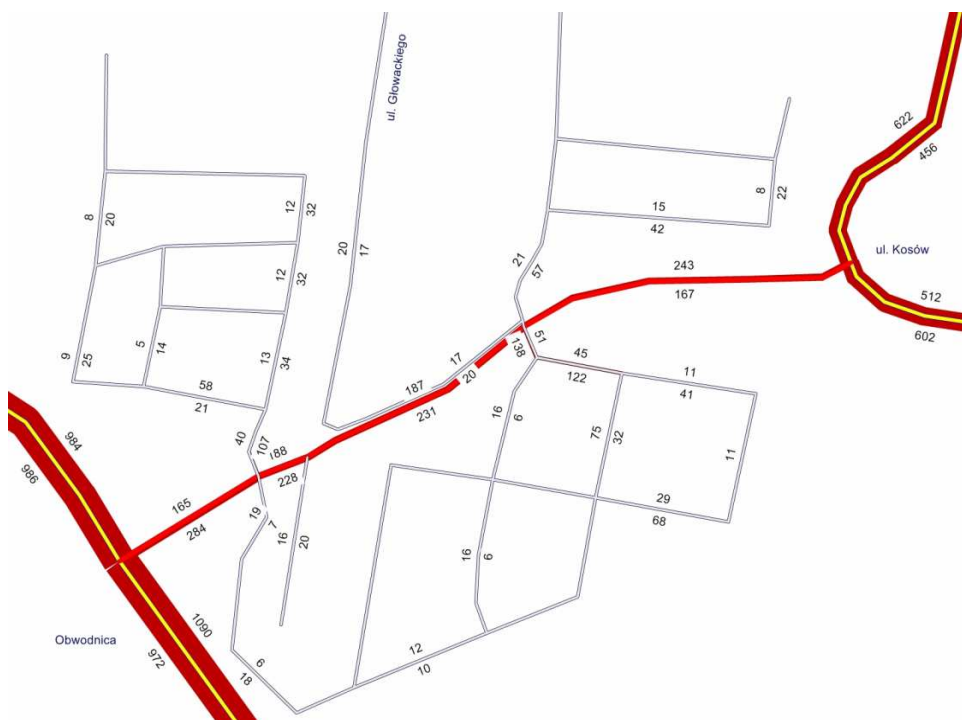
## 4.2. Prognoza ruchu na odcinkach międzywęzłowych

Prognozę ruchu opracowano dla następujących horyzontów czasowych: 2018 (planowany termin oddania projektowanego połączenia), 2023, 2028, 2033, 2038 i 2043 (horyzont 25 lat). Dodatkowo prognozę ruchu wykonano dla roku 2019 (rok po oddaniu połączenia, w którym zostaną zainwestowane tereny mieszkaniowe).

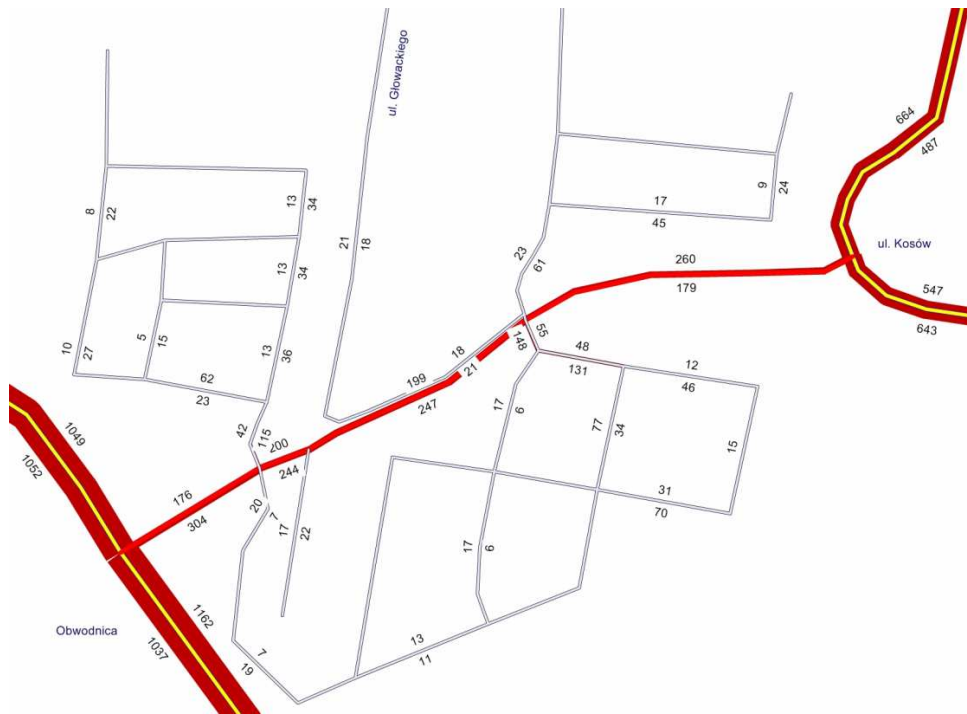
Na rysunkach 4.1 ÷ 4.7 przedstawiono potoki ruchu na planowanym połączeniu drogowym pomiędzy obwodnicą a ul. Kosów w Gliwicach dla poszczególnych horyzontów czasowych. Pokazane tam wartości dotyczą ruchu godzinowego (szczyt popołudniowy) w jednym kierunku.



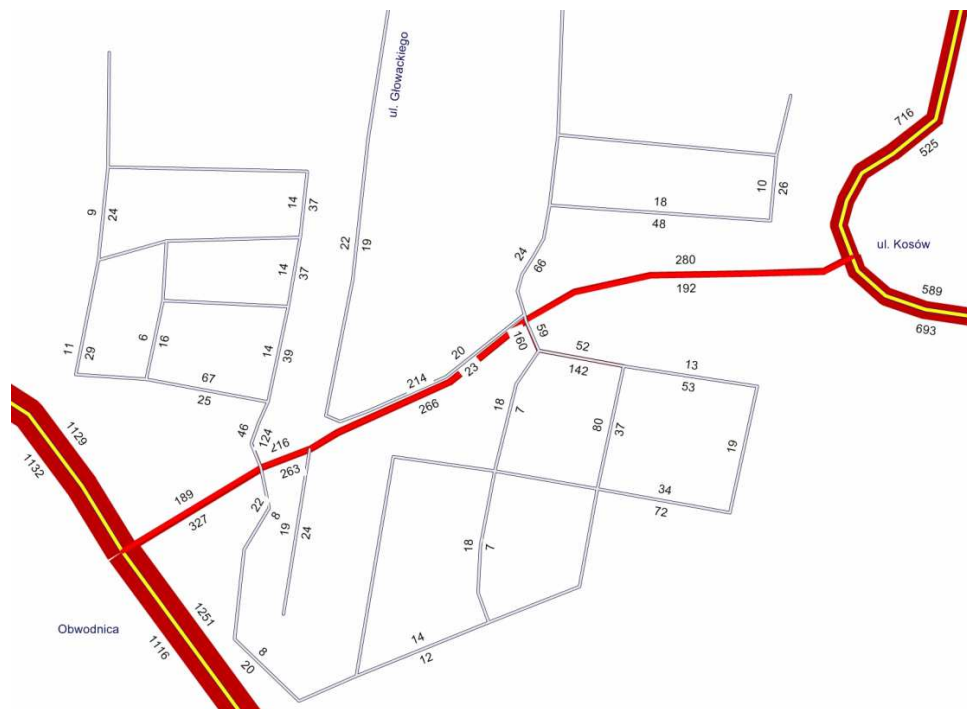
Rys. 4.1. Natężenie ruchu na planowanym połączeniu drogowym w roku 2018 w szczycie popołudniowym [P/h]



Rys. 4.2. Natężenie ruchu na planowanym połączeniu drogowym w roku 2019 w szczycie popołudniowym [P/h]

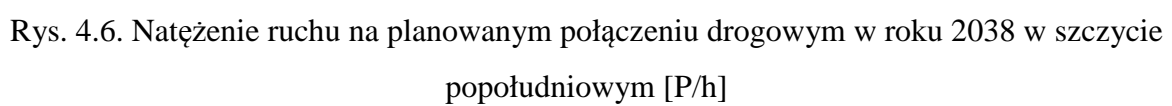
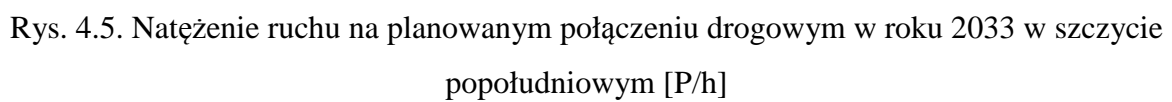


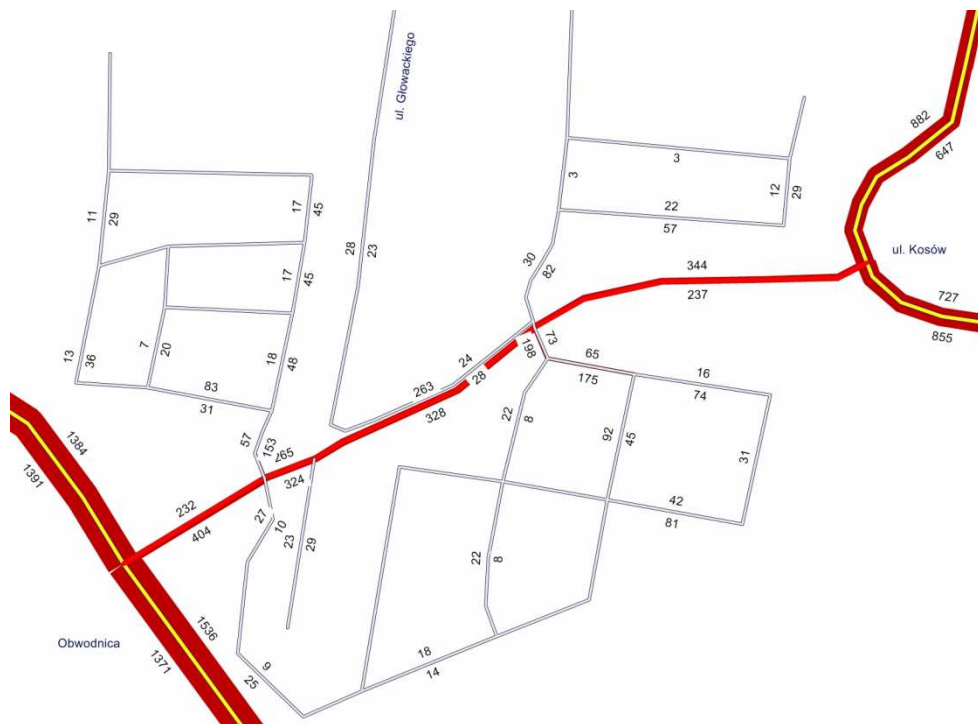
Rys. 4.3. Natężenie ruchu na planowanym połączeniu drogowym w roku 2023 w szczycie popołudniowym [P/h]



Rys. 4.4. Natężenie ruchu na planowanym połączeniu drogowym w roku 2028 w szczycie popołudniowym [P/h]

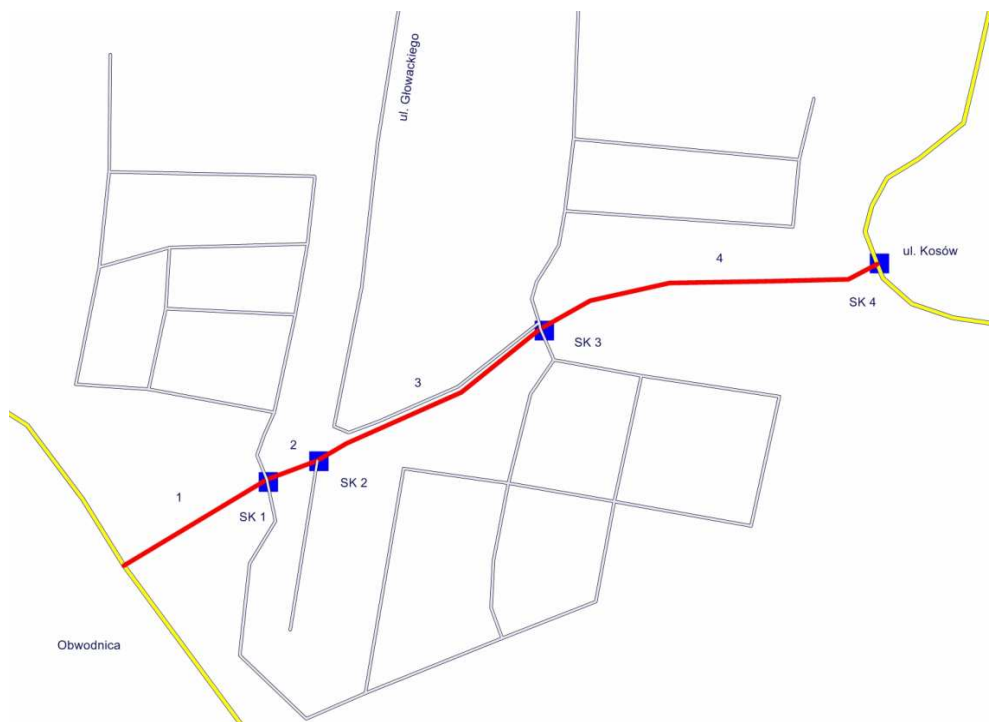






Rys. 4.7. Natężenie ruchu na planowanym połączeniu drogowym w roku 2043 w szczycie popołudniowym [P/h]

Na rysunku 4.8 przedstawiono podział drogi na odcinki. Dla tych odcinków określono strukturę rodzajową. Wyniki przedstawione zostały w tabelach 4.2 ÷ 4.8.



Rys. 4.8. Podział drogi na odcinki oraz oznaczenia skrzyżowań

Tabela 4.2. Struktura rodzajowa ruchu na poszczególnych odcinkach drogi w roku 2018

Odcinek	O		LC		SUMA	
	P/h	%	P/h	%	P/h	%
1	188	88,7	24	11,3	212	100,0
2	188	88,7	24	11,3	212	100,0
3	190	88,8	24	11,2	214	100,0
4	184	88,0	25	12,0	209	100,0

Tabela 4.3. Struktura rodzajowa ruchu na poszczególnych odcinkach drogi w roku 2019

Odcinek	O		LC		SUMA	
	P/h	%	P/h	%	P/h	%
1	424	94,6	24	5,4	448	100,0
2	392	94,2	24	5,8	416	100,0
3	394	94,3	24	5,7	418	100,0
4	385	93,9	25	6,1	410	100,0

Tabela 4.4. Struktura rodzajowa ruchu na poszczególnych odcinkach drogi w roku 2023

Odcinek	O		LC		SUMA	
	P/h	%	P/h	%	P/h	%
1	454	95,0	24	5,0	478	100,0
2	419	94,6	24	5,4	443	100,0
3	422	94,6	24	5,4	446	100,0
4	412	94,1	26	5,9	438	100,0

Tabela 4.5. Struktura rodzajowa ruchu na poszczególnych odcinkach drogi w roku 2028

Odcinek	O		LC		SUMA	
	P/h	%	P/h	%	P/h	%
1	491	95,0	26	5,0	517	100,0
2	453	94,6	26	5,4	479	100,0
3	454	94,6	26	5,4	480	100,0
4	446	94,3	27	5,7	473	100,0

Tabela 4.6. Struktura rodzajowa ruchu na poszczególnych odcinkach drogi w roku 2033

Odcinek	O		LC		SUMA	
	P/h	%	P/h	%	P/h	%
1	530	95,3	26	4,7	556	100,0
2	489	95,0	26	5,0	515	100,0
3	491	95,0	26	5,0	517	100,0
4	480	94,5	28	5,5	508	100,0

Tabela 4.7. Struktura rodzajowa ruchu na poszczególnych odcinkach drogi w roku 2038

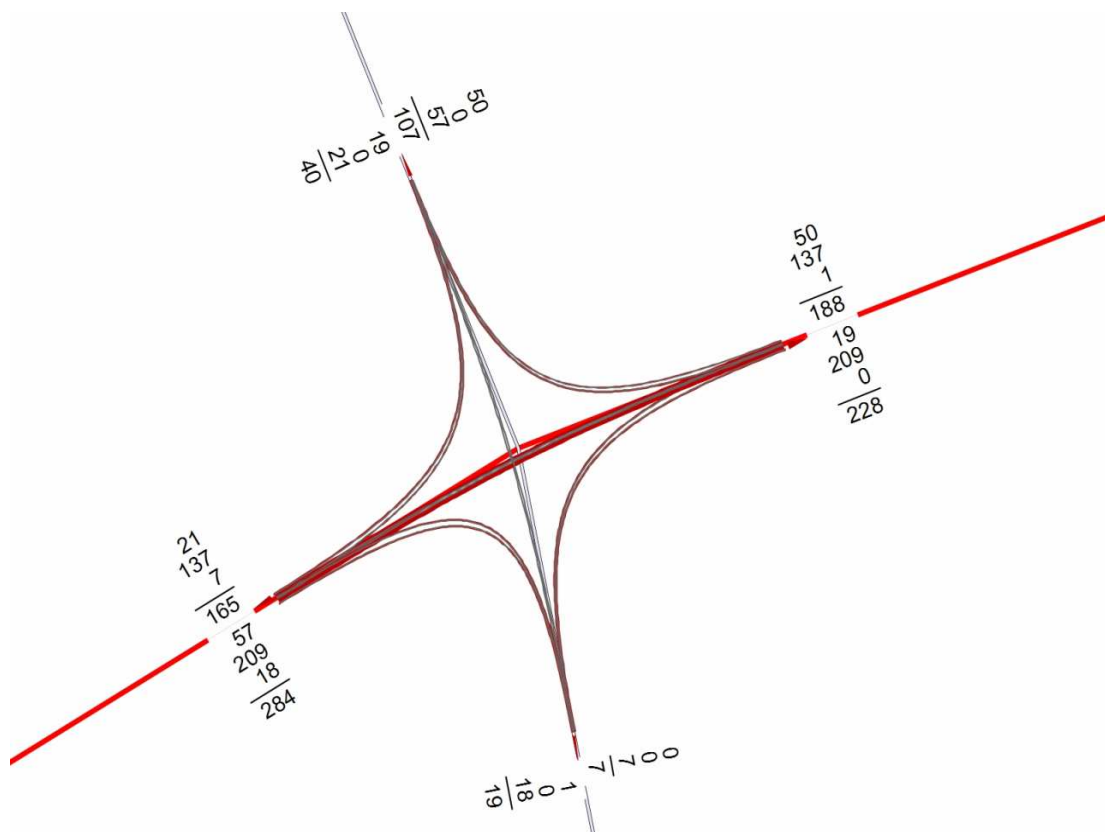
Odcinek	O		LC		SUMA	
	P/h	%	P/h	%	P/h	%
1	569	95,3	28	4,7	597	100,0
2	525	94,9	28	5,1	553	100,0
3	529	95,1	27	4,9	556	100,0
4	517	94,9	28	5,1	545	100,0

Tabela 4.8. Struktura rodzajowa ruchu na poszczególnych odcinkach drogi w roku 2043

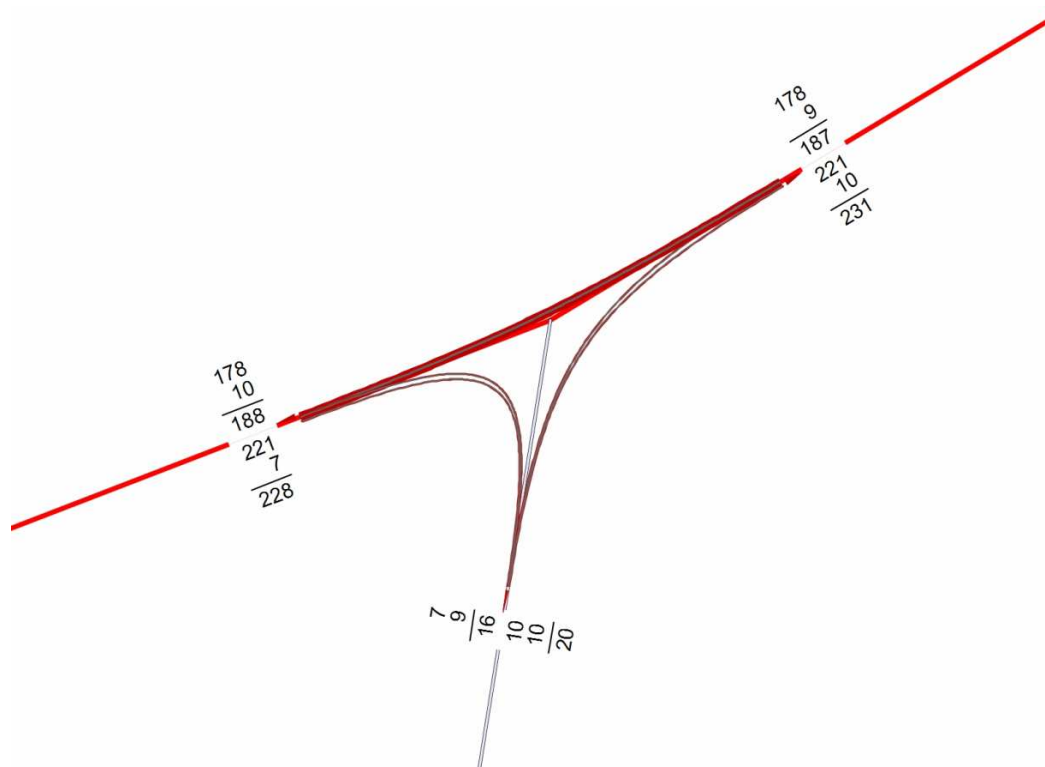
Odcinek	O		LC		SUMA	
	P/h	%	P/h	%	P/h	%
1	608	95,6	28	4,4	636	100,0
2	561	95,2	28	4,8	589	100,0
3	564	95,3	28	4,7	592	100,0
4	551	94,8	30	5,2	581	100,0

### 4.3. Prognoza ruchu na skrzyżowaniach drogowych

Sporządzono prognozę ruchu na poszczególnych skrzyżowaniach drogowych. Oznaczenie poszczególnych skrzyżowań przedstawiono na rys. 4.8. Struktury kierunkowe ruchu pokazano na rysunkach 4.9 ÷ 4.20. Podane tam wartości dotyczą godziny szczytu popołudniowego. Kartogramy przedstawiono jedynie dla trzech horyzontów czasowych: 2019, 2033 i 2043.

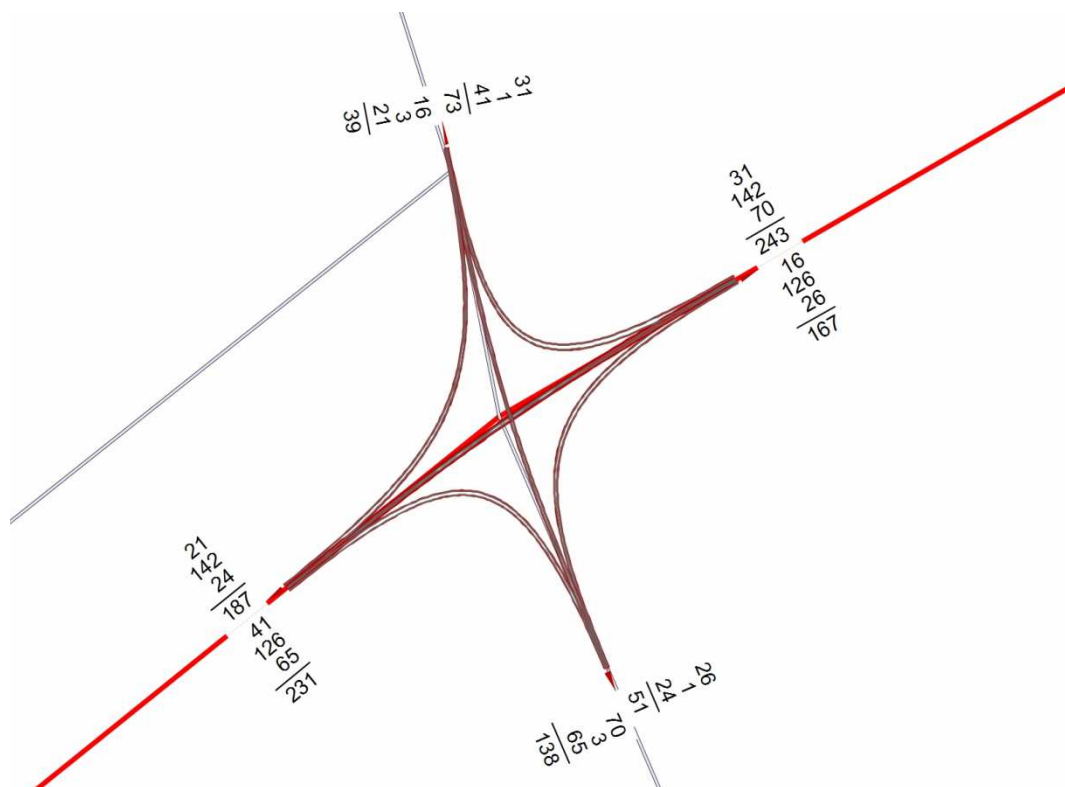


Rys. 4.9. Rozkład ruchu na skrzyżowaniu SK 1 w roku 2019 [P/h]

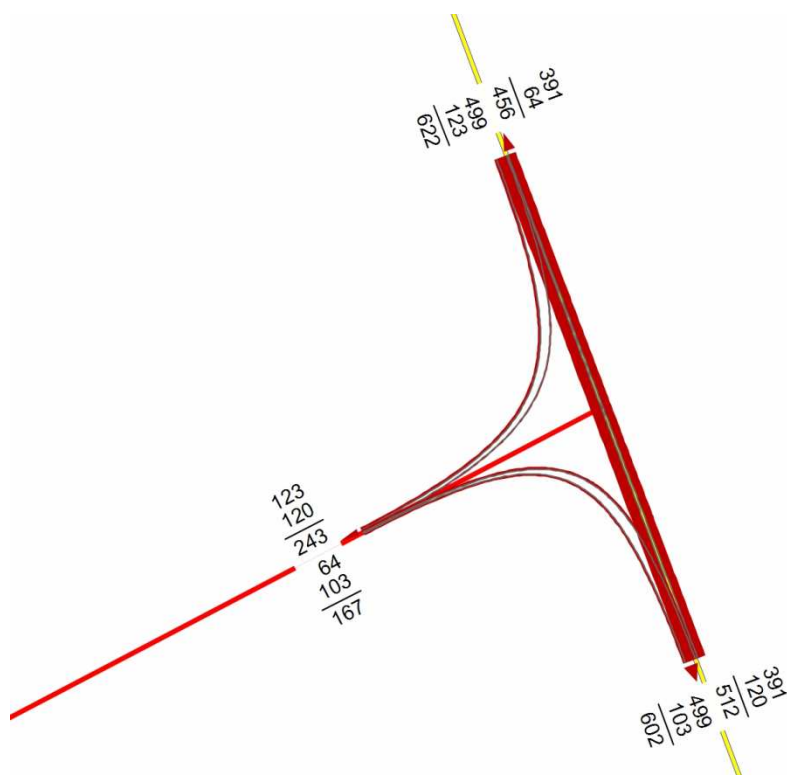


Rys. 4.10. Rozkład ruchu na skrzyżowaniu SK 2 w roku 2019 [P/h]

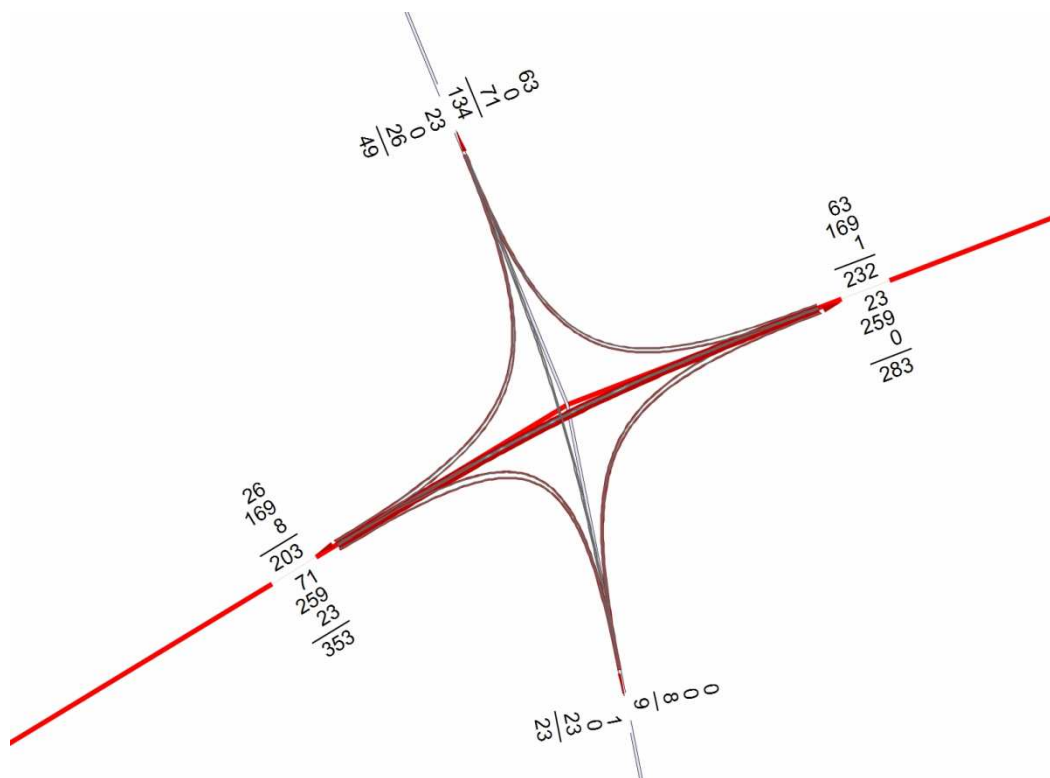




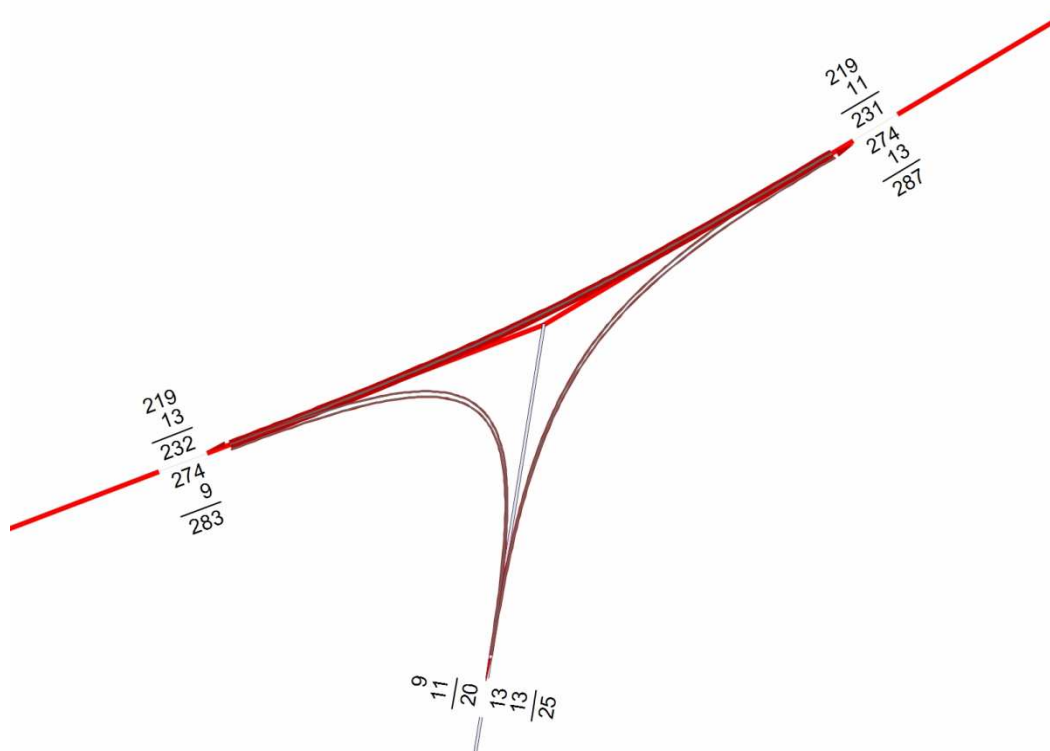
Rys. 4.11. Rozkład ruchu na skrzyżowaniu SK 3 w roku 2019 [P/h]



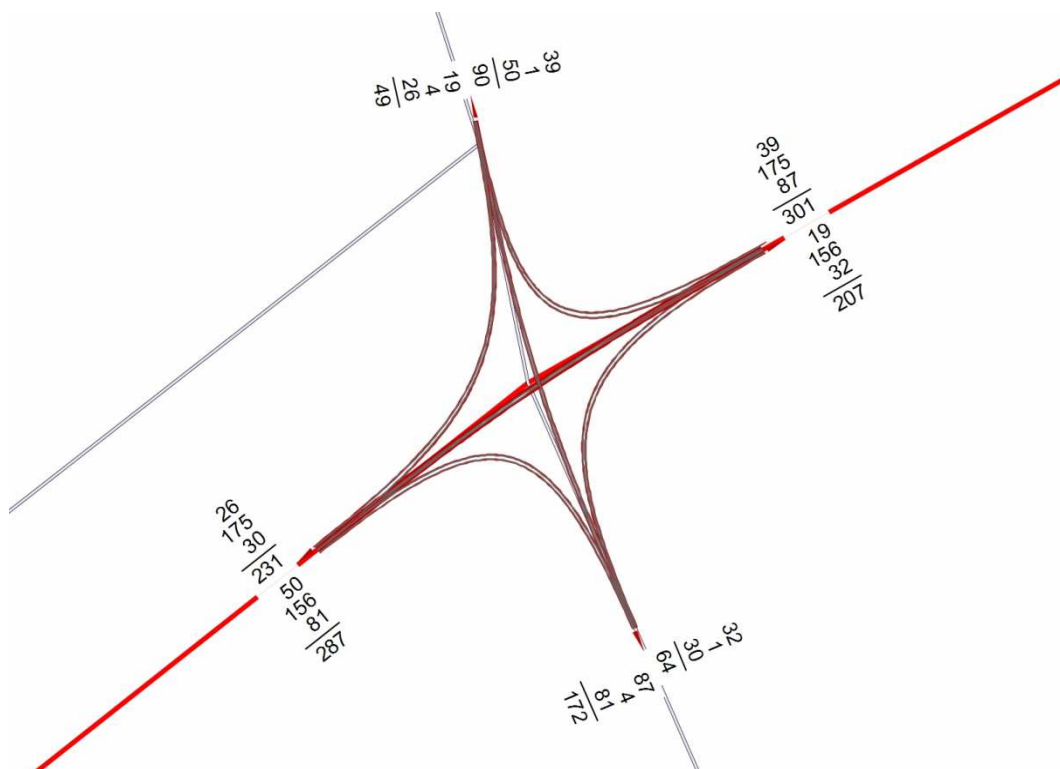
Rys. 4.12. Rozkład ruchu na skrzyżowaniu SK 4 w roku 2019 [P/h]



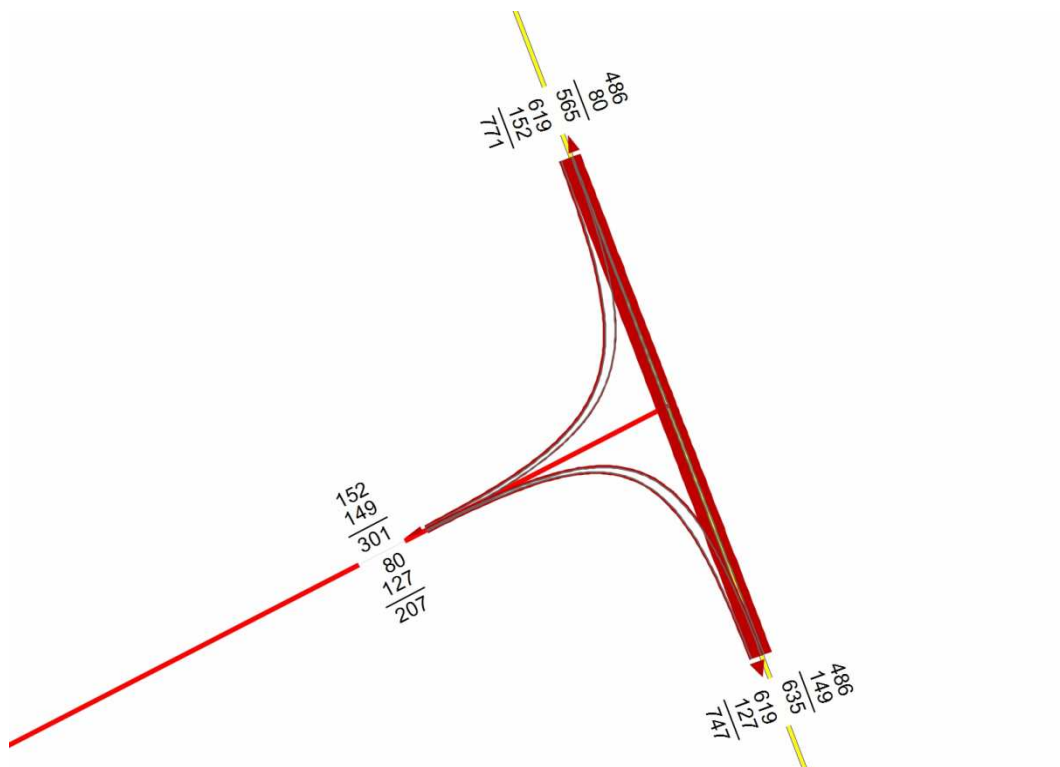
Rys. 4.13. Rozkład ruchu na skrzyżowaniu SK 1 w roku 2033 [P/h]



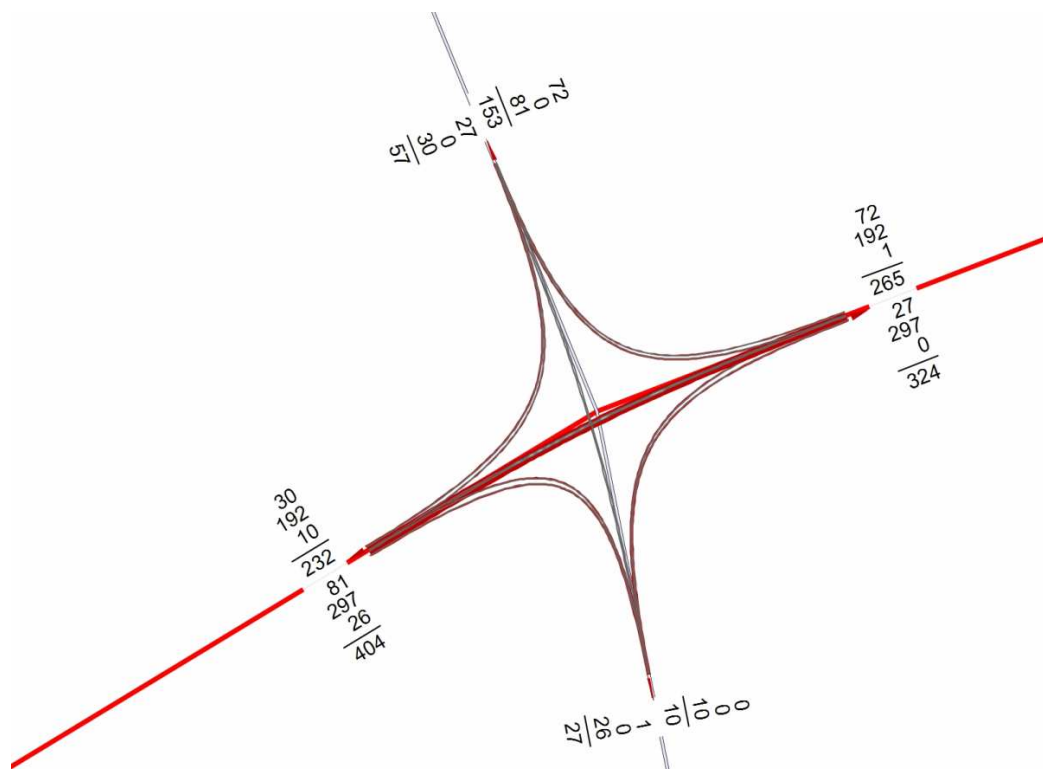
Rys. 4.14. Rozkład ruchu na skrzyżowaniu SK 2 w roku 2033 [P/h]



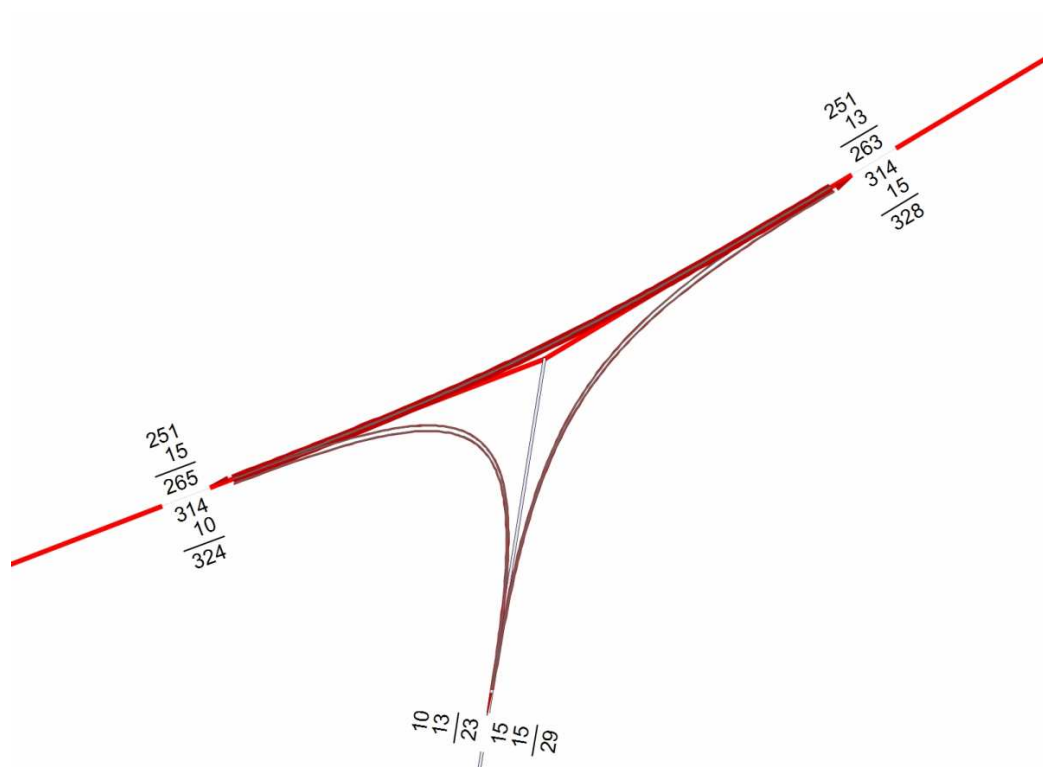
Rys. 4.15. Rozkład ruchu na skrzyżowaniu SK 3 w roku 2033 [P/h]



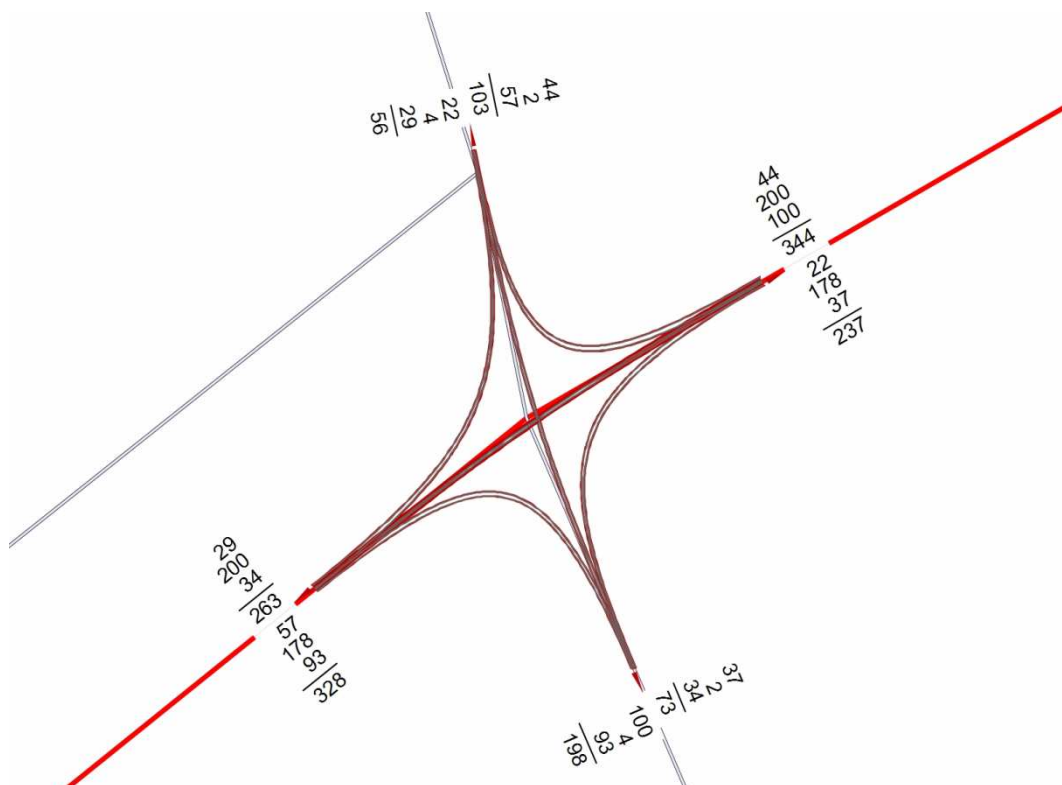
Rys. 4.16. Rozkład ruchu na skrzyżowaniu SK 4 w roku 2033 [P/h]



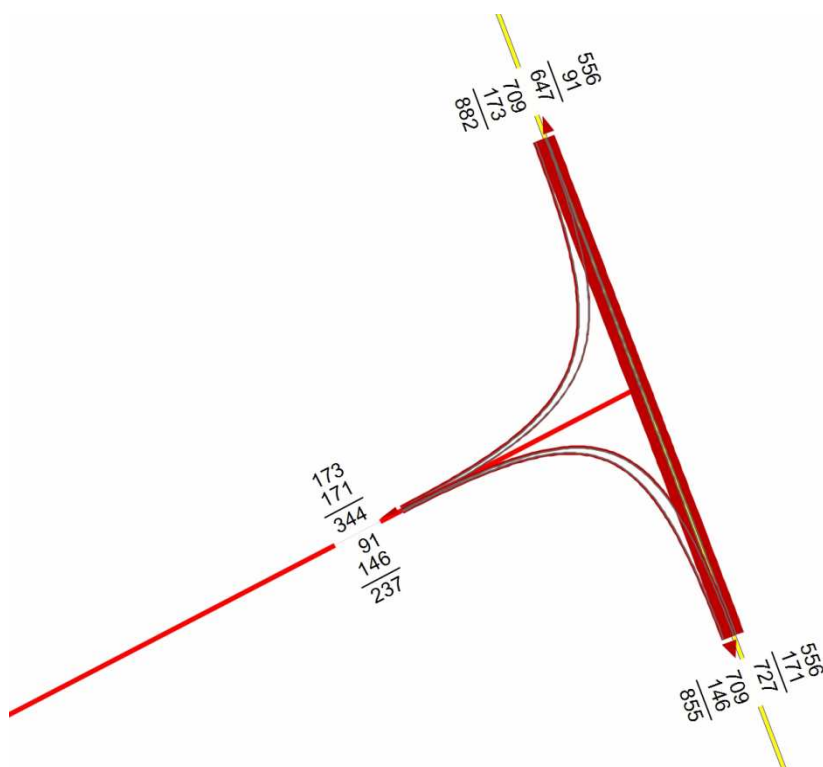
Rys. 4.17. Rozkład ruchu na skrzyżowaniu SK 1 w roku 2043 [P/h]



Rys. 4.18. Rozkład ruchu na skrzyżowaniu SK 2 w roku 2043 [P/h]



Rys. 4.19. Rozkład ruchu na skrzyżowaniu SK 3 w roku 2043 [P/h]



Rys. 4.20. Rozkład ruchu na skrzyżowaniu SK 4 w roku 2043 [P/h]



## 5. Analiza przepustowości i warunków ruchu

### 5.1. Metoda obliczania przepustowości skrzyżowań bez sygnalizacji świetlnej

Obliczenia przepustowości i warunków ruchu na skrzyżowaniu bez sygnalizacji świetlnej przeprowadza się na podstawie [6].

Natężenie obliczeniowe ruchu pieszego można wyznaczyć z zależności (5.1):

$$Q_{Ps} = \frac{QP}{n_{Ps}}, \quad (5.1)$$

$$n_{Ps} = 0,0027 \cdot QP + 1,38, \quad (5.2)$$

gdzie:

$QP$  – natężenie ruchu pieszego na danym przejściu w godzinie [Ps/h],

$n_{Ps}$  – średnia liczebność grup pieszych [Ps/gp].

Przepustowość rzeczywistą relacji korzystającej z jednego pasa ruchu można obliczyć na podstawie zależności (5.3):

$$C_r = C_{or} \cdot f_d \cdot f_p \cdot f_c \cdot f_a, \quad (5.3)$$

gdzie:

$C_{or}$  – przepustowość wyjściowa relacji [E/h],

$f_d$  – korygujący współczynnik uwzględniający wpływ dławienia ruchu [-],

$f_p$  – korygujący współczynnik uwzględniający wpływ pieszych [-],

$f_c$  – korygujący współczynnik uwzględniający wpływ struktury rodzajowej ruchu [-],

$f_a$  – korygujący współczynnik uwzględniający wpływ przystanków autobusowych [-].

Przepustowość wyjściowa obliczana jest na podstawie zależności (5.4) oraz (5.5):

- dla relacji skrętu w lewo z drogi z pierwszeństwem przejazdu:

$$C_{or} = \frac{3600}{t_f} \cdot \exp \left[ -1,10 \cdot \frac{Q_n}{3600} \cdot \left( t_g - \frac{t_f}{2} \right) \right], \quad (5.4)$$

- dla dowolnej relacji z wlotu podporządkowanego:

$$C_{or} = \frac{3600}{t_f} \cdot \exp \left[ -1,07 \cdot \frac{Q_n}{3600} \cdot \left( t_g - \frac{t_f}{2} \right) \right], \quad (5.5)$$

gdzie:

$Q_n$  – natężenie relacji nadrzędnych [P/h],

$t_g$  – graniczny odstęp czasu [s],

$t_f$  – odstęp czasu pomiędzy pojazdami wyjeżdżającymi z kolejki [s].

Dla wyznaczenia współczynnika dławienia  $f_d$  wykorzystuje się stopnie wykorzystania przepustowości  $\rho_{rd}$  poszczególnych relacji dławiących. Można je wyznaczyć na podstawie zależności (5.6):

$$\rho_{rd} = \frac{Q_{rd}}{C_{rd}}, \quad (5.6)$$

gdzie:

$Q_{rd}$  – natężenie ruchu relacji dławiącej  $rd$  [P/h],

$C_{rd}$  – przepustowość relacji dławiącej  $rd$  [P/h].

Wpływ pieszych uwzględnia się poprzez określenie udziałów czasów blokowania każdej ze stref kolizji:

$$U_{tbi} = \frac{Q_{Ps} \cdot l_{pi}}{3600 \cdot v_{Ps}}, \quad (5.7)$$

$$U_{tb} = \max\{U_{tbi}\} + \frac{\min\{U_{tbi}\}}{2}, \quad (5.8)$$

$$f_p = 1 - U_{tb} \cdot (1,05 - 0,0006 \cdot Q_n), \quad (5.9)$$

gdzie:

$Q_{Ps}$  – obliczeniowe natężenie ruchu pieszego [gp/h],

$l_{pi}$  – długość strefy kolizji na rozpatrywanym wlocie [m],

$v_{Ps}$  – prędkość przechodzenia pieszych przez strefę kolizji na wlocie [m/s],

$Q_n$  – natężenie relacji nadrzędnych [P+gp/h].

Współczynnik uwzględniający wpływ struktury rodzajowej ruchu  $f_c$  można obliczyć na podstawie zależności (5.10):

$$f_c = \frac{1}{1 + u_c \cdot (E_c - 1) + u_{cp} \cdot (E_{cp} - 1) + u_{mr} \cdot (E_{mr} - 1)}, \quad (5.10)$$

gdzie:

$u_c, u_{cp}, u_{mr}$  – udziały w natężeniu danej relacji wyróżnionych rodzajów pojazdów [-],

$E_c, E_{cp}, E_{mr}$  – współczynniki przeliczeniowe [-].

Przepustowość rzeczywistą pasa ruchu można wyznaczyć na podstawie zależności (5.11):

$$C_j = \frac{100}{\frac{m_L}{C_L} + \frac{m_W}{C_W} + \frac{m_P}{C_P}}, \quad (5.11)$$

gdzie:

$m_L, m_W, m_P$  – procentowe udziały relacji w lewo, na wprost i w prawo na pasie ruchu [%],

$C_L, C_W, C_P$  – przepustowości relacji w lewo, na wprost i w prawo korzystających z pasa ruchu [P/h].

Przepustowość rzeczywista wlotu podporządkowanego może być wyznaczona na podstawie zależności (5.12):

$$C_{wl} = \min_j \left\{ 100 \cdot \frac{C_j}{m_j} \right\}, \quad (5.12)$$

gdzie:

$C_j$  – przepustowość pasa ruchu  $j$  [P/h],

$m_j$  – udział ruchu z wlotu na danym pasie  $j$  [%].

Średnie straty czasu na pasie ruchu można wyznaczyć z zależności (5.13):

$$d_j = \begin{cases} 1,12 \cdot \left[ \frac{3600}{C_j} + 900 \cdot t_a \cdot \left\{ (\rho_j - 1) + \sqrt{(\rho_j - 1)^2 + \frac{\frac{3600}{C_j} \cdot \rho_j}{450 \cdot t_a}} \right\} \right] + \frac{0,027}{1 - 0,99 \cdot \rho_j} - 2,2 & \text{dla } 0 < \rho_j \leq 1,0 \\ 1,12 \cdot \left[ \frac{3600}{C_j} + 900 \cdot t_a \cdot \left\{ (\rho_j - 1) + \sqrt{(\rho_j - 1)^2 + \frac{\frac{3600}{C_j} \cdot \rho_j}{450 \cdot t_a}} \right\} \right] + 0,5 & \text{dla } 1,0 < \rho_j \leq 1,2 \end{cases} \quad (5.13)$$

gdzie:

$C_j$  – przepustowość pasa ruchu  $j$  [P/h],

$\rho_j$  – stopień wykorzystania przepustowości pasa ruchu  $j$  [-],

$Q_j$  – natężenie ruchu na pasie  $j$  [P/h],

$t_a$  – okres analizy [h].

Znając średnie straty czasu przypadające na pojazd na pasie ruchu można określić występujący na tym pasie ruchu poziom swobody ruchu PSR (na podstawie odpowiedniej tabeli w instrukcji [6]).

## 5.2. Metoda obliczania przepustowości skrzyżowań z sygnalizacją świetlną

Obliczenia przepustowości i warunków ruchu na skrzyżowaniu z sygnalizacją świetlną przeprowadza się na podstawie [7].

Natężenie nasycenia pasa ruchu dla relacji na wprost obliczono na podstawie wzoru (5.14):

$$S_w = [S_0 + 200 \cdot (w - 3,5) - 30 \cdot \delta_i \cdot i] \cdot \frac{1}{1 + u_c}, \quad (5.14)$$

gdzie:

$S_0$  – wyjściowe natężenie nasycenia,

$w$  – szerokość pasa ruchu [m],

$i$  – średnie pochylenie wlotu na odcinku ustawiania się kolejki pojazdów [%],

$\delta_i$  – wskaźnik kierunku pochylenia [-],

$u_c$  – udział pojazdów ciężkich w ruchu [-].

Natężenie nasycenia pasa ruchu dla bezkolizyjnej relacji skrętu w lewo lub w prawo oblicza się na podstawie wzoru (5.15):

$$S_r = [S_0 + 80 \cdot (w - 3,5) - 30 \cdot \delta_i \cdot i - 160 \cdot \delta_k - 75 \cdot \delta_t] \cdot \frac{10^{-3} \cdot R + 1,025}{1 + \frac{2}{R}} \cdot \frac{1}{1 + u_c}, \quad (5.15)$$

gdzie:

$S_0$  – wyjściowe natężenie nasycenia,

$w$  – szerokość pasa ruchu [m],

$i$  – średnie pochylenie wlotu na odcinku ustawiania się kolejki pojazdów [%],

$\delta_i$  – wskaźnik kierunku pochylenia [-],

$\delta_k$  – wskaźnik położenia pasa ruchu [-] (dla pasa ruchu położonego przy chodniku  $\delta_k = 1$ , dla pasa ruchu niesąsiadującego z chodnikiem  $\delta_k = 0$ ),

$\delta_t$  – wskaźnik przejazdu przez torowisko tramwajowe [-],

$R$  – promień skrętu [m],

$u_c$  – udział pojazdów ciężkich w ruchu [-].

Natężenie nasycenia pasa ruchu dla relacji skrętnej kolizyjnej z ruchem pieszym można obliczyć na podstawie wzoru (5.16):

$$S_r = S_0 \cdot f_p \cdot \frac{1}{1 + u_c}, \quad (5.16)$$

gdzie:

$S_0$  – wyjściowe natężenie nasycenia [E/h<sub>z</sub>],

$f_p$  – współczynnik uwzględniający wpływ ruchu pieszego,

$u_c$  – udział w ruchu pojazdów ciężkich [-].

Współczynnik uwzględniający wpływ pieszych na przejściu na wylocie na natężenie nasycenia relacji skrajnej można obliczyć wg wzoru (5.17):

$$f_p = 1 - \frac{1}{G_e} \cdot \left( \frac{1}{\frac{1450}{QP \cdot T} + 0,024} - 1,3 \cdot \sqrt{l} + 1 \right), \quad (5.17)$$

gdzie:

$G_e$  – długość sygnału zielonego efektywnego [s],

$QP$  – natężenie ruchu pieszych [Ps/h],

$T$  – długość cyklu sygnalizacji [s],

$l$  – długość drogi dojazdu pojazdów skręcających w prawo, mierzona od linii zatrzymania do przejścia dla pieszych [m].

Przepustowość obliczeniowej grupy pasów można obliczyć na podstawie równania (5.18):

$$C_{gr} = \lambda \cdot \sum_{j=1}^{n_{gr}} S_j, \quad (5.18)$$

gdzie:

$\lambda$  – stosunek efektywnego sygnału zielonego do długości cyklu [-],

$n_{gr}$  – liczba pasów ruchu w grupie [-].

Średnie straty czasu przypadające na pojazd w obliczeniowej grupie pasów można obliczyć na podstawie równania (5.19):

$$d_{gr} = f_k \cdot d_1 + d_2, \quad (5.19)$$

gdzie:

$$d_1 = \frac{T}{2} \cdot \frac{(1-\lambda)^2}{1 - [\min\{1, X\} \cdot \lambda]}, \quad (5.20)$$

$$d_2 = 900 \cdot t_a \cdot \left[ (X-1) + \sqrt{(X-1)^2 + \frac{7 \cdot r_s \cdot w_s \cdot X^2}{C \cdot t_a}} \right], \quad (5.21)$$

$f_k$  – współczynnik koordynacji sygnalizacji [-],

$T$  – długość cyklu sygnalizacji [s],

$\lambda$  – udział efektywnego sygnału zielonego w cyklu sygnalizacji [-]:

$$\lambda = \frac{G_e}{T}, \quad (5.22)$$

$G_e$  – efektywna długość sygnału zielonego [s],

$X$  – stopień obciążenia obliczeniowej grupy pasów [-]:



$$X = \frac{Q}{C}, \quad (5.23)$$

$Q$  – natężenie obliczeniowej grupy pasów [P/h],

$C$  – przepustowość obliczeniowej grupy pasów [P/h],

$t_a$  – okres analizy [h],

$r_s$  – współczynnik uwzględniający rodzaj sterowania [-],

$w_s$  – współczynnik uwzględniający obecność sąsiednich skrzyżowań z sygnalizacją świetlną.

Znając średnie straty czasu przypadające na pojazd analizowanej grupy pasów można określić występujący na tych pasach ruchu poziom swobody ruchu PSR (na podstawie odpowiedniej tabeli w instrukcji [7]).

### 5.3. Metoda obliczania przepustowości rond

Obliczenia przepustowości i warunków ruchu na rondzie przeprowadza się na podstawie [8].

Przepustowość wyjściową ( $C_{owl}$ ) wlotu ronda jednopasowego można obliczyć na podstawie równania (5.24):

$$C_{owl} = \frac{Q_{nwl} \cdot \exp(-0,95 \cdot \frac{Q_{nwl} \cdot t_g}{3600})}{1 - \exp(-1,10 \cdot \frac{Q_{nwl} \cdot t_f}{3600})}, \quad (5.24)$$

gdzie:

$Q_{nwl}$  – natężenie ruchu na jezdni ronda przy wlocie  $wl$  [P/h],

$t_g$  – graniczny odstęp czasu [s],

$t_f$  – odstęp czasu między pojazdami opuszczającymi kolejkę na wlocie w przypadku wystąpienia dużej luki w potoku na jezdni ronda [s].

Przepustowość wyjściową ( $C_{owl}$ ) wlotu ronda dwupasowego można obliczyć na podstawie równania (5.25):

$$C_{owl} = \frac{Q_{nwl} \cdot \exp(-0,85 \cdot \frac{Q_{nwl} \cdot t_g}{3600})}{1 - \exp(-0,50 \cdot \frac{Q_{nwl} \cdot t_f}{3600})}, \quad (5.25)$$

Przepustowość możliwą wlotu ronda ( $C_{mwl}$ ) w odniesieniu do realnych warunków geometryczno-ruchowych można obliczyć na podstawie zależności (5.26):

$$C_{mwl} = C_{owl} \cdot f_p \cdot f_c, \quad (5.26)$$

gdzie:

$f_p$  – współczynnik korygujący uwzględniający wpływ pieszych [-],

$f_c$  – współczynnik korygujący uwzględniający wpływ struktury rodzajowej ruchu [-]:

$$f_c = \frac{1}{1 + u_c \cdot (E_c - 1) + u_{cp} \cdot (E_{cp} - 1) + u_{mr} \cdot (E_{mr} - 1)}, \quad (5.27)$$

$u_c, u_{cp}, u_{mr}$  – udziały w natężeniu na wlocie ronda pojazdów ciężarowych i autobusów,

pojazdów ciężarowych z przyczepami oraz motocykli i rowerów,

$E_c, E_{cp}, E_{mr}$  – współczynniki przeliczeniowe na pojazdy umowne dla pojazdów ciężarowych i autobusów, pojazdów ciężarowych z przyczepami oraz motocykli i rowerów.

Średnie straty czasu na wlocie ronda obliczono na podstawie zależności (5.28):

$$d_{wl} = 1,12 \cdot \left[ \frac{3600}{C_{mwl}} + 900 \cdot t_a \cdot \left\{ \left( \frac{Q_{wl}}{C_{mwl}} - 1 \right) + \sqrt{\left( \frac{Q_{wl}}{C_{mwl}} - 1 \right)^2 + \frac{3600 \cdot \frac{Q_{wl}}{C_{mwl}}}{450 \cdot t_a}} \right\} \right] + \frac{0,027}{1 - 0,99 \cdot \frac{Q_{wl}}{C_{mwl}}} - 2,2 \quad (5.28)$$

w przypadku gdy  $\frac{Q_{wl}}{C_{mwl}} \leq 1$  oraz na podstawie zależności (5.29):

$$d_{wl} = 1,12 \cdot \left[ \frac{3600}{C_{mwl}} + 900 \cdot t_a \cdot \left\{ \left( \frac{Q_{wl}}{C_{mwl}} - 1 \right) + \sqrt{\left( \frac{Q_{wl}}{C_{mwl}} - 1 \right)^2 + \frac{3600 \cdot \frac{Q_{wl}}{C_{mwl}}}{450 \cdot t_a}} \right\} \right] + 0,5, \quad (5.29)$$

gdzie:

$d_{wl}$  – średnia strata czasu przypadająca na pojazd analizowanego wlotu ronda [s/P],

$Q_{wl}$  – natężenie ruchu na wlocie ronda [P/h],

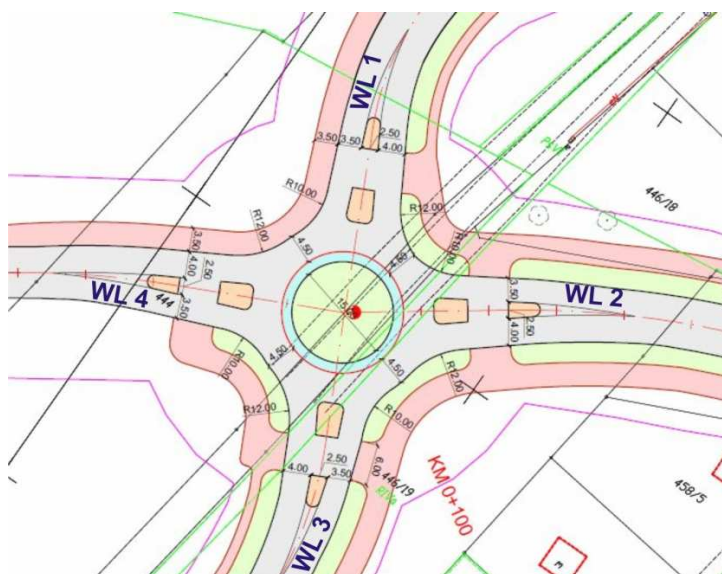
$C_{mwl}$  – przepustowość możliwa wlotu ronda [P/h],

$t_a$  – okres analizy [h].

Znając średnie straty czasu przypadające na pojazd analizowanego wlotu można określić występujący na danym wlocie poziom swobody ruchu PSR (na podstawie odpowiedniej tabeli w instrukcji [8]).

#### 5.4. Przepustowość skrzyżowania SK 1

Skrzyżowanie SK 1 jest małym rondem jednopasowym o średnicy zewnętrznej  $D_z = 27$  metrów. Schemat skrzyżowania przedstawiono na rys. 5.1. Na rysunku tym oznaczono również poszczególne wloty.



Rys. 5.1. Schemat skrzyżowaniu SK 1 [9]

W tabelach 5.1 ÷ 5.3 przedstawiono ocenę warunków ruchu (PSR) na poszczególnych wlotach. Oznaczenia poszczególnych parametrów opisane zostały w rozdziale 5.3. Obliczenia wykonano jedynie dla trzech horyzontów czasowych: 2019, 2033 i 2043.

Tabela 5.1. Obliczenia przepustowości poszczególnych wlotów na skrzyżowaniu SK 1 w roku 2019

WLOT	$Q_n$	$C_{owl}$	$f_c$	$f_p$	$C_m$	$Q_0$	$k_{15}$	$Q$	$\Delta C$	$Q/C$	$d$	PSR
	[P/h]	[E/h]	[-]	[-]	[P/h]	[P/h]	[-]	[P/h]	[P/h]	[-]	[s/P]	
WL 1	145	1001	1,00	1	1001	40	0,9	44	956	0,04	2,0	I
WL 2	64	1070	1,00	1	1070	188	0,9	209	862	0,20	2,5	I
WL 3	285	890	1,00	1	890	7	0,9	8	882	0,01	2,4	I
WL 4	20	1110	1,00	1	1110	284	0,9	316	795	0,28	2,9	I

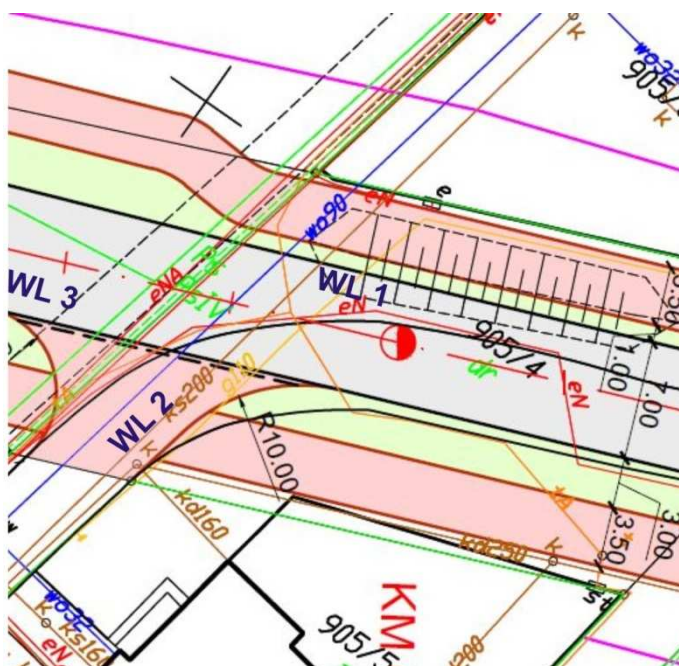
Tabela 5.2. Obliczenia przepustowości poszczególnych wlotów na skrzyżowaniu SK 1 w roku 2033

WLOT	$Q_n$	$C_{owl}$	$f_c$	$f_p$	$C_m$	$Q_0$	$k_{15}$	$Q$	$\Delta C$	$Q/C$	$d$	PSR
	[P/h]	[E/h]	[-]	[-]	[P/h]	[P/h]	[-]	[P/h]	[P/h]	[-]	[s/P]	
WL 1	178	974	1,00	1	974	49	0,9	54	919	0,06	2,2	I
WL 2	79	1057	1,00	1	1057	232	0,9	258	799	0,24	2,9	I
WL 3	353	840	1,00	1	840	8	0,9	9	831	0,01	2,7	I
WL 4	24	1106	1,00	1	1106	353	0,9	392	714	0,35	3,5	I

Tabela 5.3. Obliczenia przepustowości poszczególnych wlotów na skrzyżowaniu SK 1 w roku 2043

Na skrzyżowaniu SK 1 do roku 2043 na wszystkich wlotach będzie występować poziom swobody ruchu I.

Skrzyżowanie SK 2 jest skrzyżowaniem zwykłym bez sygnalizacji świetlnej. Schemat skrzyżowania przedstawiono na rys. 5.2. Na rysunku tym oznaczono również poszczególne wloty.



W tabelach 5.4 ÷ 5.6 przedstawiono ocenę warunków ruchu (PSR) na poszczególnych wlotach. Oznaczenia poszczególnych parametrów opisane zostały w rozdziale 5.1. Obliczenia wykonano jedynie dla trzech horyzontów czasowych: 2019, 2033 i 2043. Oznaczenia W, L, P oznaczają poszczególne relacje skrętne (W – na wprost, L – relacja lewoskrętna, P – relacja prawoskrętna).

Tabela 5.4. Obliczenia przepustowości poszczególnych wlotów na skrzyżowaniu SK 2 w roku 2019

Relacja	Q	$Q_{n\ poj}$	$C_{or}$	$f_d$	$f_p$	$f_c$	$C_r$	Q/C	d	PSR
	[P/h]	[P/h]	[E/h]	[-]	[-]	[-]	[P/h]	[-]	[s/P]	
WL 1 W	178	0	1700	1,00	1,00	1,00	1700	0,11	0,6	I
WL 1 L	9	228	1020	1,00	1,00	1,00	1020			
WL 2 P	10	225	898	1,00	1,00	1,00	898	0,03	3,4	I
WL 2L	10	412	657	0,98	1,00	1,00	644			

Tabela 5.5. Obliczenia przepustowości poszczególnych wlotów na skrzyżowaniu SK 2 w roku 2033

Relacja	Q	$Q_{n\ poj}$	$C_{or}$	$f_d$	$f_p$	$f_c$	$C_r$	Q/C	d	PSR
	[P/h]	[P/h]	[E/h]	[-]	[-]	[-]	[P/h]	[-]	[s/P]	
WL 1 W	219	0	1700	1,00	1,00	1,00	1700	0,14	0,7	I
WL 1 L	11	283	956	1,00	1,00	1,00	956			
WL 2 P	13	279	844	1,00	1,00	1,00	844	0,04	4,0	I
WL 2L	13	509	587	0,98	1,00	1,00	575			

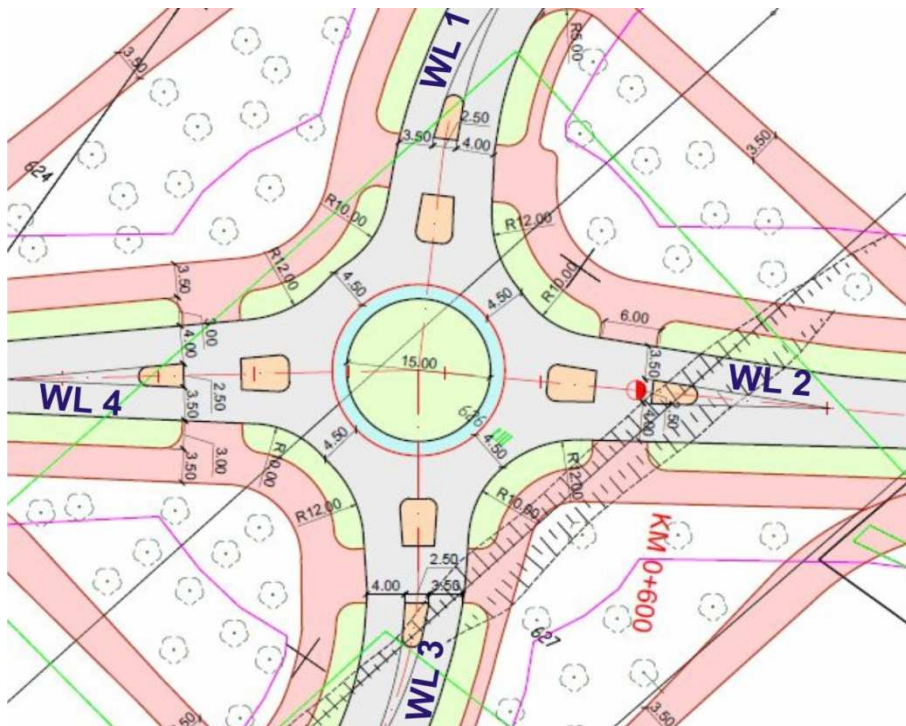
Tabela 5.6. Obliczenia przepustowości poszczególnych wlotów na skrzyżowaniu SK 2 w roku 2043

Relacja	Q	$Q_{n\ poj}$	$C_{or}$	$f_d$	$f_p$	$f_c$	$C_r$	Q/C	d	PSR
	[P/h]	[P/h]	[E/h]	[-]	[-]	[-]	[P/h]	[-]	[s/P]	
WL 1 W	251	0	1700	1,00	1,00	1,00	1700	0,16	0,8	I
WL 1 L	13	324	911	1,00	1,00	1,00	911			
WL 2 P	15	319	806	1,00	1,00	1,00	806	0,05	4,5	I
WL 2L	15	583	539	0,98	1,00	1,00	528			

Na skrzyżowaniu SK 2 do roku 2043 będzie występować poziom swobody ruchu I.

## 5.6. Przepustowość skrzyżowania SK 3

Skrzyżowanie SK 3 jest małym rondem jednopasowym o średnicy zewnętrznej  $D_z = 27$  metrów. Schemat skrzyżowania przedstawiono na rys. 5.3. Na rysunku tym oznaczono również poszczególne wloty.



Rys. 5.3. Schemat skrzyżowaniu SK 3 [9]

W tabelach 5.7 ÷ 5.9 przedstawiono ocenę warunków ruchu (PSR) na poszczególnych wlotach. Oznaczenia poszczególnych parametrów opisane zostały w rozdziale 5.3. Obliczenia wykonano jedynie dla trzech horyzontów czasowych: 2019, 2033 i 2043.

Tabela 5.7. Obliczenia przepustowości poszczególnych wlotów na skrzyżowaniu SK 3 w roku 2019

WLOT	$Q_n$	$C_{owl}$	$f_c$	$f_p$	$C_m$	$Q_0$	$k_{15}$	$Q$	$\Delta C$	$Q/C$	$d$	PSR
	[P/h]	[E/h]	[-]	[-]	[P/h]	[P/h]	[-]	[P/h]	[P/h]	[-]	[s/P]	
WL 1	236	927	1,00	1	927	39	0,9	43	884	0,05	2,4	I
WL 2	66	1069	1,00	1	1069	243	0,9	270	799	0,25	2,9	I
WL 3	183	970	1,00	1	970	51	0,9	57	913	0,06	2,2	I
WL 4	89	1048	1,00	1	1048	231	0,9	257	792	0,24	2,9	I

Tabela 5.8. Obliczenia przepustowości poszczególnych wlotów na skrzyżowaniu SK 3 w roku 2033



WLOT	$Q_n$	$C_{owl}$	$f_c$	$f_p$	$C_m$	$Q_0$	$k_{15}$	$Q$	$\Delta C$	$Q/C$	$d$	PSR
	[P/h]	[E/h]	[-]	[-]	[P/h]	[P/h]	[-]	[P/h]	[P/h]	[-]	[s/P]	
WL 1	292	885	1,00	1	885	49	0,9	54	830	0,06	2,7	I
WL 2	81	1055	1,00	1	1055	301	0,9	334	721	0,32	3,4	I
WL 3	225	936	1,00	1	936	64	0,9	71	865	0,08	2,5	I
WL 4	110	1030	1,00	1	1030	287	0,9	319	711	0,31	3,5	I

Tabela 5.9. Obliczenia przepustowości poszczególnych wlotów na skrzyżowaniu SK 3 w roku 2043

WLOT	$Q_n$	$C_{owl}$	$f_c$	$f_p$	$C_m$	$Q_0$	$k_{15}$	$Q$	$\Delta C$	$Q/C$	$d$	PSR
	[P/h]	[E/h]	[-]	[-]	[P/h]	[P/h]	[-]	[P/h]	[P/h]	[-]	[s/P]	
WL 1	334	854	1,00	1	854	56	0,9	62	792	0,07	2,9	I
WL 2	93	1045	1,00	1	1045	344	0,9	382	663	0,37	3,9	I
WL 3	257	911	1,00	1	911	73	0,9	81	830	0,09	2,7	I
WL 4	126	1017	1,00	1	1017	328	0,9	364	652	0,36	4,0	I

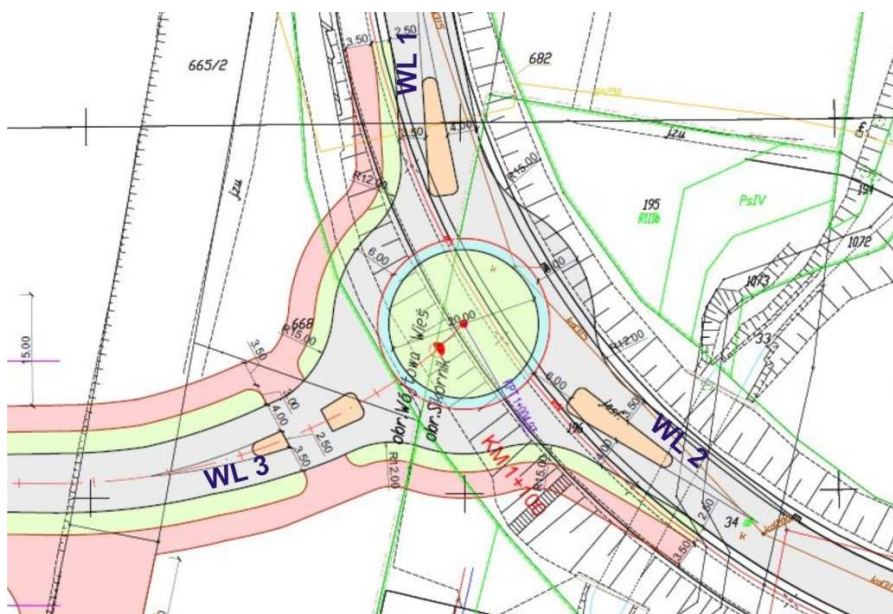
Na skrzyżowaniu SK 3 do roku 2043 będzie występować poziom swobody ruchu I.

## 5.7. Przepustowość skrzyżowania SK 4

### 5.7.1. Rondo jednopasowe

Obliczenia przepustowości na skrzyżowaniu SK 4 zostały wykonane dla trzech wariantów: dla małego ronda jednopasowego, dla skrzyżowania skanalizowanego bez sygnalizacji świetlnej i dla skrzyżowania z sygnalizacją świetlną.

Skrzyżowanie SK 4 jest małym rondem jednopasowym o średnicy zewnętrznej  $D_z = 35$  metrów. Schemat skrzyżowania przedstawiono na rys. 5.4. Na rysunku tym oznaczono również poszczególne wloty.



Rys. 5.4. Schemat skrzyżowania SK 4 [9]

W tabelach 5.10 ÷ 5.12 przedstawiono ocenę warunków ruchu (PSR) na poszczególnych wlotach. Oznaczenia poszczególnych parametrów opisane zostały w rozdziale 5.3. Obliczenia wykonano jedynie dla trzech horyzontów czasowych: 2019, 2033 i 2043.

Tabela 5.10. Obliczenia przepustowości poszczególnych wlotów na skrzyżowaniu SK 4 w roku 2019

WLOT	$Q_n$	$C_{owl}$	$f_c$	$f_p$	$C_m$	$Q_0$	$k_{15}$	$Q$	$\Delta C$	$Q/C$	$d$	PSR
	[P/h]	[E/h]	[-]	[-]	[P/h]	[P/h]	[-]	[P/h]	[P/h]	[-]	[s/P]	
WL 1	120	1063	1,00	1	1063	622	0,95	655	408	0,62	7,6	I
WL 2	64	1111	1,00	1	1111	512	0,95	539	572	0,48	4,9	I
WL 3	499	784	1,00	1	784	167	0,95	176	608	0,22	4,5	I

Tabela 5.11. Obliczenia przepustowości poszczególnych wlotów na skrzyżowaniu SK 4 w roku 2033

WLOT	$Q_n$	$C_{owl}$	$f_c$	$f_p$	$C_m$	$Q_0$	$k_{15}$	$Q$	$\Delta C$	$Q/C$	$d$	PSR
	[P/h]	[E/h]	[-]	[-]	[P/h]	[P/h]	[-]	[P/h]	[P/h]	[-]	[s/P]	
WL 1	149	1039	1,00	1	1039	771	0,95	812	227	0,78	14,2	I
WL 2	80	1097	1,00	1	1097	635	0,95	668	429	0,61	7,1	I
WL 3	619	710	1,00	1	710	207	0,95	218	492	0,31	6,0	I

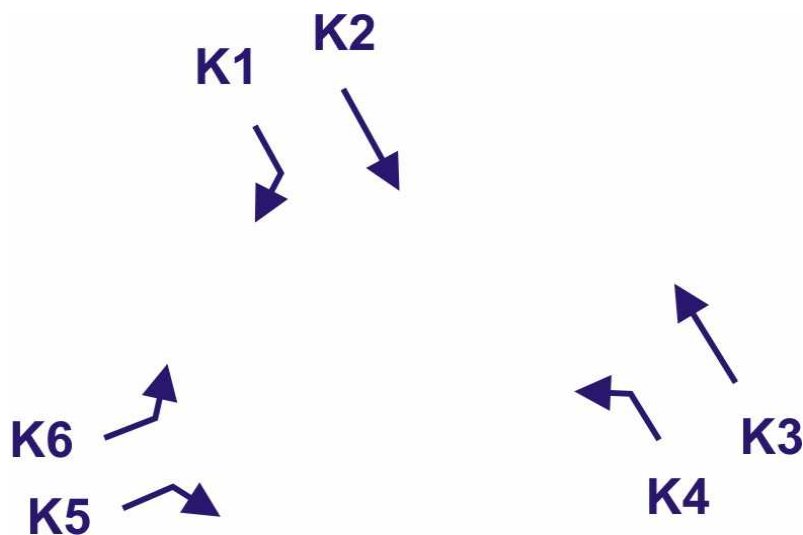
Tabela 5.12. Obliczenia przepustowości poszczególnych wlotów na skrzyżowaniu SK 4 w roku 2043

WŁOT	$Q_n$	$C_{owl}$	$f_c$	$f_p$	$C_m$	$Q_0$	$k_{15}$	$Q$	$\Delta C$	$Q/C$	$d$	PSR
	[P/h]	[E/h]	[-]	[-]	[P/h]	[P/h]	[-]	[P/h]	[P/h]	[-]	[s/P]	
WL 1	171	1021	1,00	1	1021	882	0,95	928	92	0,91	27,5	II
WL 2	91	1088	1,00	1	1088	727	0,95	765	323	0,70	9,9	I
WL 3	709	659	1,00	1	659	237	0,95	249	410	0,38	7,6	I

Skrzyżowanie SK 4 zaprojektowane jako małe rondo jednopasowe zapewni bardzo dobre warunki ruchu. Do roku 2033 na wszystkich wlotach będzie występować poziom swobody ruchu I. Dopiero w roku 2043 na wlocie WL 1 pojawi się poziom swobody ruchu II (na pozostałych wlotach dalej będzie utrzymywał się PSR I).

### 5.7.2. Skrzyżowanie skanalizowane (bez sygnalizacji świetlnej)

Jako jeden z wariantów skrzyżowania SK 4 zaproponowano skrzyżowanie skanalizowane bez sygnalizacji świetlnej. Relacją główną są relacje na ul. Kosów, natomiast relacją podporządkowaną – wlot z planowanego połączenia. Na każdym wlocie założono oddzielne pasy ruchu dla poszczególnych relacji. Schemat oraz oznaczenie pasów ruchu przedstawiono na rys. 5.5.



Rys. 5.5. Oznaczenie pasów ruchu na skrzyżowaniu SK 4 (skrzyżowanie skanalizowane)

W tabelach 5.13 ÷ 5.15 przedstawiono ocenę warunków ruchu (PSR) na poszczególnych pasach ruchu. Oznaczenia poszczególnych parametrów opisane zostały w rozdziale 5.1. Obliczenia wykonano jedynie dla trzech horyzontów czasowych: 2019, 2033 i 2043.

Tabela 5.13. Obliczenia przepustowości poszczególnych pasów ruchu na skrzyżowaniu SK 4 w roku 2019 (skrzyżowanie skanalizowane)

Relacja	Q	$Q_{n\ poj}$	$C_{or}$	$f_d$	$f_p$	$f_c$	$C_r$	Q/C	d	PSR
	[P/h]	[P/h]	[E/h]	[-]	[-]	[-]	[P/h]	[-]	[s/P]	
K1	123	0	1500	1,00	1,00	1,00	1500	0,08	0,8	I
K2	499	0	1700	1,00	1,00	1,00	1700	0,29	1,2	I
K3	391	0	1700	1,00	1,00	1,00	1700	0,23	0,9	I
K4	120	622	641	1,00	1,00	1,00	641	0,19	5,6	I
K5	103	499	656	1,00	1,00	1,00	656	0,16	5,1	I
K6	64	1011	328	0,90	1,00	1,00	295	0,22	15,3	II

Tabela 5.14. Obliczenia przepustowości poszczególnych pasów ruchu na skrzyżowaniu SK 4 w roku 2033 (skrzyżowanie skanalizowane)

Relacja	Q	$Q_{n\ poj}$	$C_{or}$	$f_d$	$f_p$	$f_c$	$C_r$	Q/C	d	PSR
	[P/h]	[P/h]	[E/h]	[-]	[-]	[-]	[P/h]	[-]	[s/P]	
K1	152	0	1500	1,00	1,00	1,00	1500	0,10	0,8	I
K2	619	0	1700	1,00	1,00	1,00	1700	0,36	1,6	I
K3	486	0	1700	1,00	1,00	1,00	1700	0,29	1,2	I
K4	149	771	538	1,00	1,00	1,00	538	0,28	8,2	I
K5	127	619	572	1,00	1,00	1,00	572	0,22	6,9	I
K6	80	1254	247	0,80	1,00	1,00	198	0,40	31,9	III

Tabela 5.15. Obliczenia przepustowości poszczególnych pasów ruchu na skrzyżowaniu SK 4 w roku 2043 (skrzyżowanie skanalizowane)

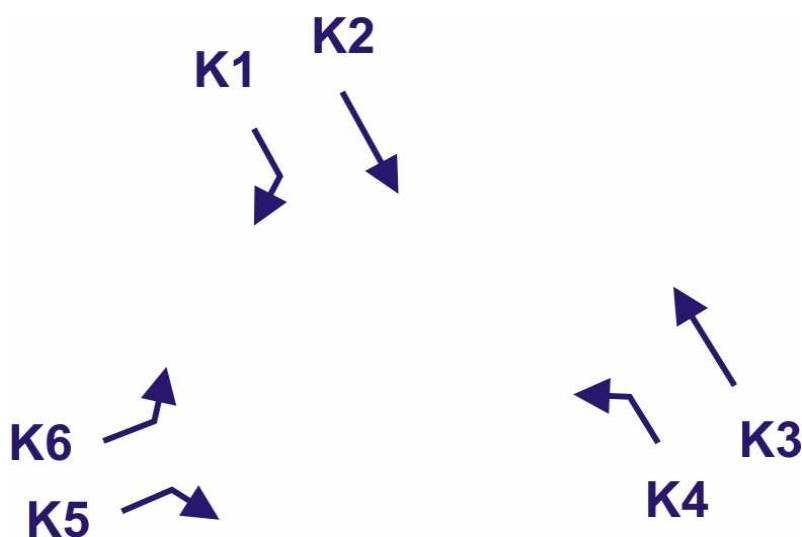
Relacja	Q	$Q_{n\ poj}$	$C_{or}$	$f_d$	$f_p$	$f_c$	$C_r$	Q/C	d	PSR
	[P/h]	[P/h]	[E/h]	[-]	[-]	[-]	[P/h]	[-]	[s/P]	
K1	173	0	1500	1,00	1,00	1,00	1500	0,12	0,9	I
K2	709	0	1700	1,00	1,00	1,00	1700	0,42	1,9	I
K3	556	0	1700	1,00	1,00	1,00	1700	0,33	1,4	I
K4	171	882	472	1,00	1,00	1,00	472	0,36	11,2	I
K5	146	709	516	1,00	1,00	1,00	516	0,28	8,7	I
K6	91	1436	200	0,76	1,00	1,00	152	0,60	61,9	IV

Skrzyżowanie SK 4 zaprojektowane jako skrzyżowanie skanalizowane bez sygnalizacji świetlnej nie zapewni właściwych warunków ruchu. Relacją problemową jest lewoskręt z drogi głównej (z oddzielnego pasa ruchu). Na tej relacji w roku 2019 występuje PSR II,

w roku 2033 – PSR III a w roku 2043 – PSR IV. Na pozostałych pasach ruchu do roku 2043 będzie występować poziom swobody ruchu I.

### 5.7.3. Skrzyżowanie z sygnalizacją świetlną

Jako jeden z wariantów skrzyżowania SK 4 zaproponowano skrzyżowanie skanalizowane z sygnalizacją świetlną. Na każdym wlocie założono oddzielne pasy ruchu dla poszczególnych relacji. Schemat oraz oznaczenie pasów ruchu przedstawiono na rys. 5.6.



Rys. 5.6. Oznaczenie pasów ruchu na skrzyżowaniu SK 4  
(skrzyżowanie z sygnalizacją świetlną)

W tabelach 5.16 ÷ 5.18 przedstawiono ocenę warunków ruchu (PSR) na poszczególnych pasach ruchu. Oznaczenia poszczególnych parametrów opisane zostały w rozdziale 5.2. Obliczenia wykonano jedynie dla trzech horyzontów czasowych: 2019, 2033 i 2043. Na skrzyżowaniu założono sygnalizację trójfazową o bezkolizyjnym przebiegu. Długość cyklu przyjęto równą 80 sekund. W pierwszej fazie założono ruch relacji K1, K2 i K3 (37 sekund), w drugiej fazie K4 i K5 (14 sekund), zaś w trzeciej fazie K1 i K6 (14 sekund). Na potrzeby obliczenia przepustowości przyjęto, że czasy międzyczelone wynoszą 5 sekund (czas tracony wynosi zatem 15 sekund).

Tabela 5.16. Obliczenia przepustowości poszczególnych pasów ruchu na skrzyżowaniu SK 4 w roku 2019 (skrzyżowanie z sygnalizacją świetlną)

Pas	$Q_0$	$k_{15}$	S	$G_e$	$\lambda$	C	Q	$\Delta C$	Q/C	d	PSR
-----	-------	----------	---	-------	-----------	---	---	------------	-----	---	-----

	[P/h]	[-]	[P/h <sub>z</sub> ]	[s]	[-]	[P/h]	[P/h]	[P/h]	[%]	[s/P]	
K1	123	0,95	1710	53	0,663	1133	129	1003	11	4,9	I
K2	499	0,95	1900	38	0,475	903	525	377	58	16,6	I
K3	391	0,95	1900	38	0,475	903	412	491	46	14,7	I
K4	120	0,95	1805	15	0,188	338	126	212	37	29,4	II
K5	103	0,95	1710	15	0,188	321	108	212	34	29,0	II
K6	64	0,95	1805	15	0,188	338	67	271	20	27,7	II

Tabela 5.17. Obliczenia przepustowości poszczególnych pasów ruchu na skrzyżowaniu SK 4 w roku 2033 (skrzyżowanie z sygnalizacją świetlną)

Pas	$Q_0$	$k_{15}$	$S$	$G_e$	$\lambda$	$C$	$Q$	$\Delta C$	$Q/C$	$d$	PSR
	[P/h]	[-]	[P/h <sub>z</sub> ]	[s]	[-]	[P/h]	[P/h]	[P/h]	[%]	[s/P]	
K1	152	0,95	1710	53	0,663	1133	160	973	14	5,1	I
K2	619	0,95	1900	38	0,475	903	652	251	72	20,0	I
K3	486	0,95	1900	38	0,475	903	512	391	57	16,4	I
K4	149	0,95	1805	15	0,188	338	157	182	46	30,8	II
K5	127	0,95	1710	15	0,188	321	134	187	42	30,1	II
K6	80	0,95	1805	15	0,188	338	84	254	25	28,1	II

Tabela 5.18. Obliczenia przepustowości poszczególnych pasów ruchu na skrzyżowaniu SK 4 w roku 2043 (skrzyżowanie z sygnalizacją świetlną)

Pas	$Q_0$	$k_{15}$	$S$	$G_e$	$\lambda$	$C$	$Q$	$\Delta C$	$Q/C$	$d$	PSR
	[P/h]	[-]	[P/h <sub>z</sub> ]	[s]	[-]	[P/h]	[P/h]	[P/h]	[%]	[s/P]	
K1	173	0,95	1710	53	0,663	1133	182	951	16	5,1	I
K2	709	0,95	1900	38	0,475	903	746	156	83	24,5	II
K3	556	0,95	1900	38	0,475	903	585	317	65	18,0	I
K4	171	0,95	1805	15	0,188	338	180	158	53	32,1	II
K5	146	0,95	1710	15	0,188	321	154	167	48	31,2	II
K6	91	0,95	1805	15	0,188	338	96	243	28	28,4	II

Skrzyżowanie SK 4 zaprojektowane jako skrzyżowanie skanalizowane z sygnalizacją świetlną zapewni właściwe warunki ruchu do roku 2043. Na poszczególnych pasach ruchu będzie występować poziom swobody ruchu I lub II.

#### 5.7.4. Wybór najkorzystniejszego wariantu na skrzyżowaniu SK4

Obliczenia przepustowości na skrzyżowaniu SK 4 zostały wykonane w trzech wariantach:

- jako małe rondo jednopasowe (jeden pas na wlocie),
- jako skrzyżowanie skanalizowane bez sygnalizacji świetlnej (oddzielne pasy dla każdej relacji),
- jako skrzyżowanie z sygnalizacją świetlną (oddzielne pasy dla każdej relacji).

Skrzyżowanie SK 4 zaprojektowane jako małe rondo jednopasowe zapewni bardzo dobre warunki ruchu. Do roku 2033 na wszystkich wlotach będzie występować poziom swobody ruchu I. Dopiero w roku 2043 na wlocie WL 1 pojawi się poziom swobody ruchu II (na pozostałych wlotach dalej będzie utrzymywał się PSR I).

Skrzyżowanie SK 4 zaprojektowane jako skrzyżowanie skanalizowane bez sygnalizacji świetlnej nie zapewni właściwych warunków ruchu. Relacją problemową jest lewoskręt z drogi głównej (z oddzielnego pasa ruchu). Na tej relacji w roku 2019 występuje PSR II, w roku 2033 – PSR III a w roku 2043 – PSR IV. Straty czasu sięgają ponad 60 s/P. Na pozostałych pasach ruchu do roku 2043 będzie występować poziom swobody ruchu I.

Skrzyżowanie SK 4 zaprojektowane jako skrzyżowanie skanalizowane z sygnalizacją świetlną zapewni właściwe warunki ruchu do roku 2043. Na poszczególnych pasach ruchu będzie występować poziom swobody ruchu I lub II.

Spośród wymienionych wariantów najlepsze warunki ruchu będą występować, gdy na skrzyżowaniu SK 4 zostanie wybudowane małe rondo. Wówczas do roku 2043 na wszystkich wlotach będzie występować poziom swobody ruchu I, jedynie na wlocie WL 1 (od ul. Zygmunta Starego) w roku 2043 pojawi się poziom swobody ruchu II.

Wybór ronda wpłynie również na bezpieczeństwo na skrzyżowaniu. Skrzyżowanie to będzie występować na łuku, co może spowodować ograniczoną widoczność w przypadku skrzyżowania skanalizowanego a w konsekwencji również zdarzenia drogowe (również w przypadku wyłączanej sygnalizacji świetlnej). W przypadku zaprojektowania ronda pojazdy na wszystkich wlotach będą musiały zwolnić przed rondem, co w korzystny sposób wpłynie na bezpieczeństwo ruchu.

## **6. Podsumowanie i wnioski**



W opracowaniu sporządzono prognozę ruchu na połączeniu zachodniej obwodnicy miasta z ulicą Kosów w Gliwicach. Prognozę wykonano na horyzont 25 lat od roku bazowego (rok 2018 – planowany termin oddania połączenia do eksploatacji) z przedstawieniem ruchu w interwałach pięcioletnich: 2018, 2023, 2028, 2033, 2038 i 2043. Dodatkowo prognozę ruchu opracowano dla roku 2019, w którym planuje się pełne zainwestowanie terenów pod budownictwo mieszkaniowe (rok po oddaniu drogi do eksploatacji).

Dla wszystkich horyzontów czasowych określono strukturę rodzajową na poszczególnych odcinkach drogi. Sporządzono kartogramy ruchu na skrzyżowaniach drogowych.

Wykonano również analizę przepustowości na poszczególnych skrzyżowaniach. Na skrzyżowaniach SK 1, SK 2 i SK 3 będzie występować poziom swobody ruchu I do roku 2043. Natomiast na skrzyżowaniu SK 4 obliczenia przepustowości wykonano dla trzech wariantów: małego ronda jednopasowego, skrzyżowania skanalizowanego bez sygnalizacji świetlnej i skrzyżowania z sygnalizacją świetlną. Najlepsze warunki ruchu będą występować na rondzie. Do roku 2043 będzie tam występować PSR I, jedynie na wlocie WL 1 w roku 2043 pojawi się PSR II.

Wybór ronda wpłynie również na poprawę bezpieczeństwa na tym skrzyżowaniu, ponieważ skrzyżowanie to znajduje się na łuku.

## 7. Materiały źródłowe

- [1] „Wykonanie dokumentacji do uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach dla połączenia zachodniej części obwodnicy miasta z ulicą Kosów w Gliwicach wraz z uzyskaniem decyzji – zakres opracowania” – Pracownia Projektowa „MOST”, Wargowo 2015
- [2] „Wykonanie prognoz ruchowych dla obwodnicy miasta Gliwice od DK 88 – ul. Rybnicka – ul. Bojkowska – ul. Pszczyńska (węzeł z A1 i A4) – Przedsiębiorstwo Projektowo – Usługowe „INKOM” S.C. – Katowice 2011
- [3] „Warszawskie Badania Ruchu 2005” – BPRW S.A. – Warszawa, grudzień 2005
- [4] „Kompleksowe badania ruchu w Katowicach i Siemianowicach Śląskich. Synteza wyników” – Zeszyty Naukowo – Techniczne Oddziału Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie, nr 6 (zeszyt 73) – Kraków 1999
- [5] „Wymagania, założenia i zalecenia do analiz i prognoz ruchu”

– [www.gddkia.gov.pl](http://www.gddkia.gov.pl)

- [6] „Metoda obliczania przepustowości skrzyżowań bez sygnalizacji świetlnej. Instrukcja obliczania” – Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad – Warszawa 2004
- [7] „Metoda obliczania przepustowości skrzyżowań z sygnalizacją świetlną. Instrukcja obliczania” – Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad – Warszawa 2004
- [8] „Metoda obliczania przepustowości rond. Instrukcja obliczania” – Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad – Warszawa 2004
- [9] „Wykonanie dokumentacji do uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach dla połączenia zachodniej części obwodnicy miasta z ulicą Kosów w Gliwicach wraz z uzyskaniem decyzji – plan sytuacyjny” – Pracownia Projektowa „MOST”, Wargowo 2015

**Opracował:**

dr inż. Krzysztof Gasz

Lubliniec, 26 października 2015 roku