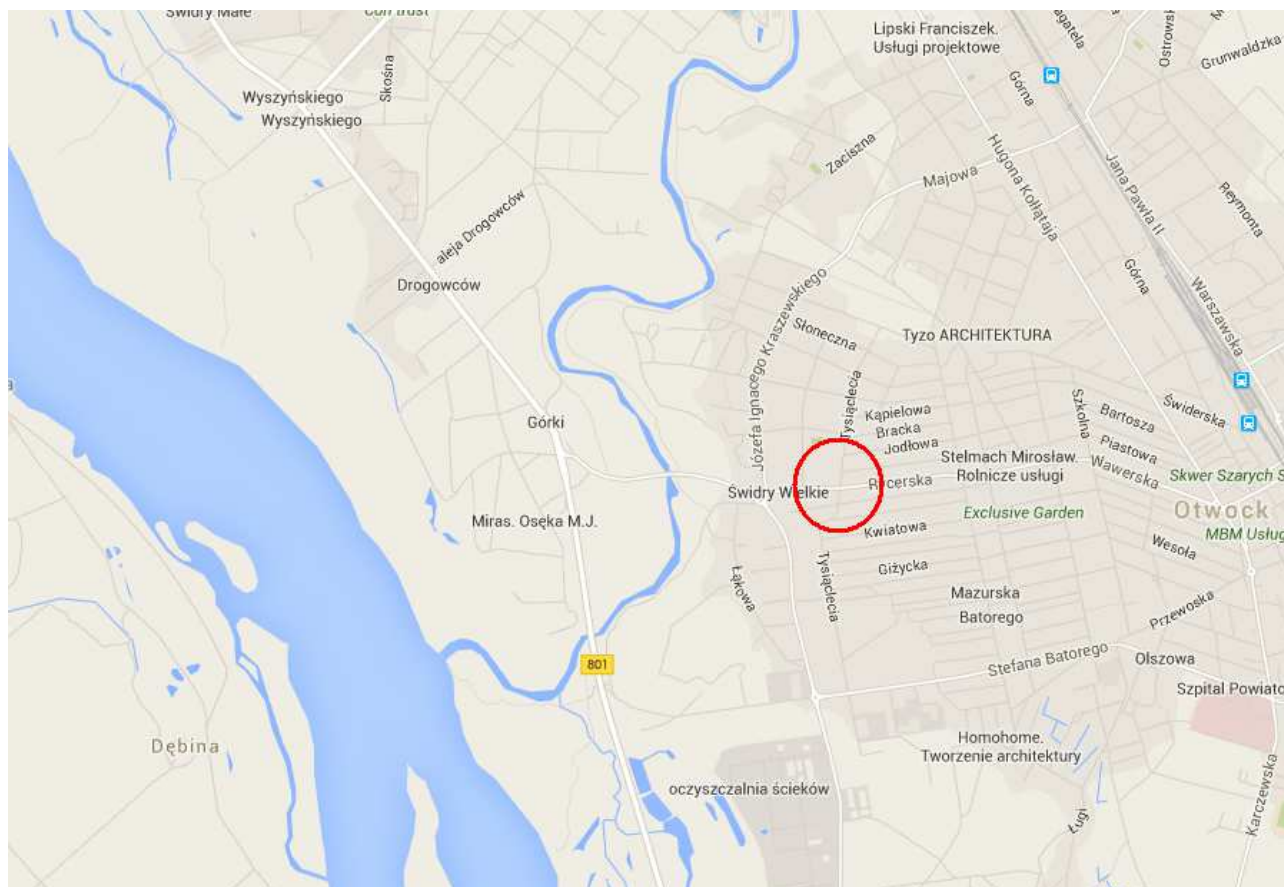


## Spis treści

1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA .....	2
2. PRZEPISY I MATERIAŁY WYJŚCIOWE .....	3
3. ZAKRES OPRACOWANIA CZĘŚCI RUCHOWEJ .....	4
3.1 Pomiary ruchu .....	4
3.2 Opis stanu istniejącego .....	5
3.3 Opis stanu projektowanego .....	5
4. OBLICZENIA CZASÓW MIĘDZYZIELONYCH .....	6
5. PROGRAM SYGNALIZACJI ŚWIETLNEJ .....	14
5.1 Rozmieszczenie i oznakowanie sygnalizatorów i detektorów .....	14
5.2 Układ faz .....	15
5.3 Programy sygnalizacji .....	16
6. LOGIKA STEROWANIA AKOMODACYJNEGO .....	16
7. OBLICZENIA PRZEPUSTOWOŚCI I MIAR WARUNKÓW RUCHU .....	17

## 1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest wykonanie projektu branży inżynierii ruchu dla skrzyżowania ulic Mieszka I, Tysiąclecia i Rycerskiej w miejscowości Otwock. Lokalizacja przedmiotowego skrzyżowania przedstawiona została na rys.1., oraz na rys. 1 w części rysunkowej.



**Rys. 1.** Lokalizacja przedmiotowego skrzyżowania

## **2. PRZEPISY I MATERIAŁY WYJŚCIOWE**

- 1 Rozporządzenia Ministrów Infrastruktury oraz Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie znaków i sygnałów drogowych, z dn. 31.07.2002, Dziennik Ustaw Nr 170, poz. 1393.
- 2 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków umieszczania ich na drogach, Dz. U. Nr 220 z dnia 3 lipca 2003 r. poz. 2181 z późniejszymi zmianami.
- 3 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 września 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków zarządzania ruchem na drogach oraz wykonywania nadzoru nad tym zarządzeniem. Dz. U. Nr 177 z dnia 23 października 2003 r., poz. 1729.
- 4 Instrukcja obliczania przepustowości skrzyżowań z sygnalizacją świetlną, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa 2004.
- 5 Aktualny podkład sytuacyjno – wysokościowy w skali 1:500.
- 6 Pomiary warunków ruchu.

### 3. ZAKRES OPRACOWANIA CZĘŚCI RUCHOWEJ

#### 3.1 Pomiary ruchu

Dla konstrukcji programu sterowania oraz stworzenia algorytmu sterowania przeprowadzone zostały badania ruchu w okresach szczytów: porannego (godziny: 7:00 – 8:00) i popołudniowego (godziny: 16:00 – 17:00) oraz dla okresu międzyszczytowego (godziny 12:00 – 13:00). Wyniki pomiarów przedstawiają tabele: dla szczytu porannego tabela 1, dla międzyszczytu tabela 2, dla szczytu popołudniowego tabela 3. W związku z przeprowadzeniem pomiarów w porze wakacyjnej wyniki zwiększone zostały o 15%.

**Tab. 1.** Pomiary warunków ruchu dla szczytu porannego

Dzień: 04.08.2015		Czas: 7:00 - 8:00							
Wloty	Relacja	M	O	D	C	C+P	A	P	PU
Tysiąclecia PN	Lewo	3	11	4	0	0	0	18	17
	Prosto	0	3	2	0	0	0	5	5
	Prawo	5	52	3	0	0	0	60	58
Rycerska WSCH	Lewo	2	15	4	0	0	0	21	20
	Prosto	5	243	12	9	2	4	275	285
	Prawo	2	25	2	0	0	0	29	28
Tysiąclecia PD	Lewo	3	57	4	3	0	0	67	68
	Prosto	2	14	2	0	0	0	18	17
	Prawo	3	36	2	2	0	0	43	43
Mieszka I ZACH	Lewo	2	18	3	0	0	0	23	22
	Prosto	11	186	7	5	0	4	213	214
	Prawo	2	15	3	0	0	0	20	19

**Tab. 2.** Pomiary warunków ruchu dla międzyszczytu

Dzień: 04.08.2015		Czas: 12:00 - 13:00							
Wloty	Relacja	M	O	D	C	C+P	A	P	PU
Tysiąclecia PN	Lewo	2	21	3	0	0	0	26	25
	Prosto	3	6	2	0	0	0	11	10
	Prawo	3	11	0	0	0	0	14	13
Rycerska WSCH	Lewo	2	27	4	0	0	0	33	32
	Prosto	2	163	6	6	0	3	180	186
	Prawo	0	11	3	0	0	0	14	14
Tysiąclecia PD	Lewo	2	14	2	0	0	0	18	17
	Prosto	0	3	3	0	0	0	6	6
	Prawo	0	29	3	0	0	0	32	32
Mieszka I ZACH	Lewo	2	10	3	0	0	0	15	14
	Prosto	3	159	5	10	0	3	180	188
	Prawo	0	21	2	0	0	0	23	23

**Tab. 3.** Pomiary warunków ruchu dla szczytu popołudniowego

Dzień: 04.08.2015		Czas: 16:00 - 17:00							
Wloty	Relacja	M	O	D	C	C+P	A	P	PU
Tysiąclecia PN	Lewo	2	22	4	2	0	0	30	31
	Prosto	0	11	2	0	0	0	13	13
	Prawo	3	13	2	2	0	0	20	20
Rycerska WSCH	Lewo	2	11	2	0	0	0	15	14
	Prosto	3	188	6	3	0	5	205	210
	Prawo	2	11	2	2	0	0	17	18
Tysiąclecia PD	Lewo	2	20	3	2	0	0	27	28
	Prosto	0	3	0	0	0	0	3	3
	Prawo	2	17	2	0	0	0	21	20
Mieszka I ZACH	Lewo	2	29	2	0	0	0	33	32
	Prosto	4	279	19	4	2	6	314	322
	Prawo	2	34	3	0	0	0	39	38

Gdzie:

M – motocykle i rowery

O – samochody osobowe

D – samochody dostawcze

C – samochody ciężarowe

C+P – samochody ciężarowe z przyczepami

A – Autobusy

P – pojazdy zsumowane

PU – pojazdy przeliczone na umowne

### 3.2 Opis stanu istniejącego

Przedmiotowe skrzyżowanie zlokalizowane jest w miejscowości Otwock, w części zachodniej na przecięciu dwóch dróg powiatowych. Drogą główną jest ul. Mieszka I / Rycerska. Jest to droga prowadząca ruch (głównie samochody osobowe) z centrum miasta w kierunku drogi wojewódzkiej 801. Wszystkie drogi dochodzące do skrzyżowania są jednojezdniowe, dwukierunkowe (1 x 2). Droga główna posiada na wlotach wyspy wydzielone w krawężnikach przez które prowadzą przejścia dla pieszych. Przejścia dla pieszych poprowadzone są przez wszystkie wloty. Na skrzyżowaniu obecnie nie pracuje sygnalizacja świetlna. Na północno – zachodnim rogu zlokalizowany jest hipermarket będący również istotnym generatorem ruchu na północnym wlocie ul. Tysiąclecia.

### 3.3 Opis stanu projektowanego

Na skrzyżowaniu tym projektowana jest akomodacyjna sygnalizacja świetlna pracująca w trybie preference dla strumieni ruchu jadących ulicą Mieszka I / Rycerską. Detekcja pojazdów odbywała się będzie poprzez pętle indukcyjne w układzie: pętla zajetości przed linią zatrzymania i na wlotach głównych pętla przejazdu oddalona o 40 m. Na wlotach podporządkowanych przed linią zatrzymania umieszczone będą pętle rombów dla wykrywania jednośladow. Zgłoszenia pieszych realizowane będą natomiast za pomocą detekcji przyciskowej (przejścia przez ul. Mieszka I /

Rycerską). Przejścia dla piesznych znajdowały się będą na wszystkich wlotach. Lokalizacja urządzeń sterowania oraz detekcji przedstawiona została w części rysunkowej na rys. 5.

#### 4. OBLICZENIA CZASÓW MIĘDZYZIELONYCH

Minimalne czasy międzyzielone wyznaczono z podanych poniżej wzorów. Wyznaczone strumienie ruchu na przedmiotowym skrzyżowaniu przedstawione zostały w części rysunkowej na rys. 6. Przyjęte prędkości ewakuacji i dojazdu przedstawione są w tabeli 4. Obliczenia czasów międzyzielonych przedstawione są w tabeli 5. Macierz kolizji przedstawiona jest na rysunku 2, macierz minimalnych czasów międzyzielonych na rysunku 3.

Minimalny czas międzyzielony  $t_m$ :  $t_m^{\min}(i, j) = t_z + t_e(i, j) - t_d(i, j)$

$$t_{e(i,j)} = \frac{l_{e(i,j)} + l_{p(i)}}{v_{e(i)}}$$

Czas ewakuacji:

$$t_{d(i,j)} = \frac{l_{d(i,j)}}{v_{d(j)}} + 1$$

Czas dojazdu:

Gdzie:

- $i$  – strumień ewakuujący się,
- $j$  – strumień dojeżdżający,
- $t_m(i, j)$  – czas międzyzielony dla pary strumieni  $(i, j)$  [s],
- $t_m^{\min}(i, j)$  – wartość minimalna czasu międzyzielonego dla pary strumieni  $(i, j)$  [s],
- $t_z$  – czas trwania sygnału żółtego [s] (3s),
- $t_e(i, j)$  – czas ewakuacji strumienia  $i$  poza punkt kolizji ze strumieniem  $j$  [s],
- $t_d(i, j)$  – czas dojazdu strumienia  $j$  do punktu kolizji ze strumieniem  $i$  [s],
- $l_e(i, j)$  – długość drogi ewakuacji strumienia  $i$  od linii warunkowego zatrzymania do punktu kolizji ze strumieniem  $j$  [m],
- $l_d(i, j)$  – długość drogi dojazdu strumienia  $j$  od linii warunkowego zatrzymania do punktu kolizji ze strumieniem  $i$  [m],
- $v_e(i)$  – prędkość ewakuacji strumienia  $i$  [m/s],
- $v_d(j)$  – prędkość dojazdu strumienia  $j$  [m/s],
- $l_p$  – wydłużenie drogi ewakuacji strumienia  $i$  :  
piesi = 0 m; pojazdy = 10 [m], autobusy = 14 [m], tramwaje = 13,4\*n [m].

**Tab. 4.** Przyjęte prędkości ewakuacji i dojazdu

Wlot	Wlot / grupa	Relacja	Przyjęta prędkość ewakuacji [m/s]	Przyjęta prędkość dojazdu [m/s]	Uwagi
Północny	K1	W lewo	8,3	13,9	Promień łuku R = 10 m
	K1	Na wprost	13,9	13,9	
	K1	W prawo	6,9	13,9	Promień łuku R = 8 m
	K2w	W prawo	6,9	13,9	Promień łuku R = 8 m
Wschodni	K3	W lewo	8,3	13,9	Promień łuku R = 12 m
	K3	Na wprost	13,9	13,9	
	K3	W prawo	6,9	13,9	Promień łuku R = 8 m
Południowy	K4	W lewo	8,3	13,9	Promień łuku R = 10 m
	K4	Na wprost	13,9	13,9	
	K4	W prawo	6,9	13,9	Promień łuku R = 8 m
	K5w	W prawo	6,9	13,9	Promień łuku R = 8 m
Zachodni	K6	W lewo	8,3	13,9	Promień łuku R = 12 m
	K6	Na wprost	13,9	13,9	
	K6	W prawo	6,9	13,9	Promień łuku R = 8 m
Północny	P7	Przejście	1,4	0	
Wschodni	P8	Przejście	1,4	0	
Południowy	P9	Przejście	1,4	0	
Zachodni	P10	Przejście	1,4	0	

**Objaśnienia tabeli obliczeń czasów międzyzielonych:**

Ew – potok ewakuujący się

ID – identyfikator pasa – L – w lewo, G – na wprost, R – w prawo. Numer oznacza kolejny numer pasa od prawej strony do lewej

Grupa	Grupa główna	ID Ew / Doj
K2w	K1	R1
K5w	K4	R1

Doj – potok dojeżdżający

Dew – droga ewakuacji

Ddoj – droga dojazdu

Vew – prędkość ewakuacji

Vdoj – prędkość dojazdu

LP – wydłużenie drogi ewakuacji w zależności od średniej długości pojazdu

CZ – czas sygnału żółtego

OCMZ – obliczony czas międzyzielony

CMZ – przyjęty czas międzyzielony

**Tab. 5.** Obliczenia czasów międzyzielonych

Ew	ID Ew	Doj	ID Doj	Dew [m]	Ddoj [m]	LP [m]	Vew [m/s]	Vdoj [m/s]	CZ [s]	OCMZ [s]	CMZ [s]
K1	R 1	K3	G 1	17.3	29.9	10.0	6.9	13.9	3	3.81	4
K1	R 1	P7		2.2		10.0	6.9		3	4.77	
K1	R 1	P7		6.2		10.0	6.9		3	5.35	6
K1	G 1	K3	G 1	11.0	21.0	10.0	13.9	13.9	3	2.00	
K1	G 1	K3	L 1	20.6	27.1	10.0	13.9	13.9	3	2.25	
K1	G 1	K6	R 1	25.2	17.5	10.0	13.9	13.9	3	3.27	
K1	G 1	K6	G 1	17.1	13.7	10.0	13.9	13.9	3	2.96	
K1	G 1	K6	L 1	13.9	14.8	10.0	13.9	13.9	3	2.65	
K1	G 1	P7		2.2		10.0	13.9		3	3.88	
K1	G 1	P7		6.2		10.0	13.9		3	4.17	
K1	G 1	P9		22.5		10.0	13.9		3	5.34	
K1	G 1	P9		26.5		10.0	13.9		3	5.63	6
K1	L 1	K3	G 1	11.2	19.0	10.0	8.3	13.9	3	3.19	
K1	L 1	K3	L 1	13.6	18.2	10.0	8.3	13.9	3	3.53	
K1	L 1	K6	G 1	23.4	26.9	10.0	8.3	13.9	3	4.09	5
K1	L 1	K6	L 1	10.9	18.6	10.0	8.3	13.9	3	3.18	
K1	L 1	P7		6.2		10.0	8.3		3	4.95	
K1	L 1	P7		2.2		10.0	8.3		3	4.47	
K3	R 1	K4	G 1	22.5	27.9	10.0	6.9	13.9	3	4.70	
K3	R 1	P8		1.9		10.0	6.9		3	4.72	
K3	R 1	P8		6.2		10.0	6.9		3	5.35	6
K3	G 1	K1	R 1	29.9	17.3	10.0	13.9	13.9	3	3.63	
K3	G 1	K1	G 1	21.0	11.0	10.0	13.9	13.9	3	3.44	
K3	G 1	K1	L 1	19.0	11.2	10.0	13.9	13.9	3	3.28	
K3	G 1	K4	G 1	18.1	18.0	10.0	13.9	13.9	3	2.73	
K3	G 1	K4	L 1	28.7	22.8	10.0	13.9	13.9	3	3.14	
K3	G 1	P8		1.9		10.0	13.9		3	3.86	
K3	G 1	P8		6.2		10.0	13.9		3	4.17	
K3	G 1	P10		28.7		10.0	13.9		3	5.78	
K3	G 1	P10		33.0		10.0	13.9		3	6.09	7
K3	L 1	K1	G 1	27.1	20.6	10.0	8.3	13.9	3	4.99	5
K3	L 1	K1	L 1	18.2	13.6	10.0	8.3	13.9	3	4.42	
K3	L 1	K4	G 1	19.1	15.4	10.0	8.3	13.9	3	4.40	
K3	L 1	K4	L 1	22.7	12.7	10.0	8.3	13.9	3	5.03	6
K3	L 1	P8		6.2		10.0	8.3		3	4.95	



Ew	ID Ew	Doj	ID Doj	Dew [m]	Ddoj [m]	LP [m]	Vew [m/s]	Vdoj [m/s]	CZ [s]	OCMZ [s]	CMZ [s]
K3	L 1	P8		1.9		10.0	8.3		3	4.43	
K4	R 1	K6	G 1	17.0	23.8	10.0	6.9	13.9	3	4.20	5
K4	R 1	P9		2.4		10.0	6.9		3	4.80	
K4	R 1	P9		6.4		10.0	6.9		3	5.38	6
K4	G 1	K3	R 1	27.9	22.5	10.0	13.9	13.9	3	3.11	
K4	G 1	K3	G 1	18.0	18.1	10.0	13.9	13.9	3	2.71	
K4	G 1	K3	L 1	15.4	19.1	10.0	13.9	13.9	3	2.45	
K4	G 1	K6	G 1	12.1	16.7	10.0	13.9	13.9	3	2.39	
K4	G 1	K6	L 1	23.3	24.0	10.0	13.9	13.9	3	2.67	
K4	G 1	P7		22.6		10.0	13.9		3	5.35	
K4	G 1	P7		26.8		10.0	13.9		3	5.65	6
K4	G 1	P9		2.4		10.0	13.9		3	3.89	
K4	G 1	P9		6.4		10.0	13.9		3	4.18	
K4	L 1	K3	G 1	22.8	28.7	10.0	8.3	13.9	3	3.89	4
K4	L 1	K3	L 1	12.7	22.7	10.0	8.3	13.9	3	3.10	
K4	L 1	K6	G 1	12.0	15.2	10.0	8.3	13.9	3	3.56	
K4	L 1	K6	L 1	15.2	14.1	10.0	8.3	13.9	3	4.02	
K4	L 1	P9		6.4		10.0	8.3		3	4.98	
K4	L 1	P9		2.4		10.0	8.3		3	4.49	
K6	R 1	K1	G 1	17.5	25.2	10.0	6.9	13.9	3	4.17	
K6	R 1	P10		2.9		10.0	6.9		3	4.87	
K6	R 1	P10		7.0		10.0	6.9		3	5.46	6
K6	G 1	K1	G 1	13.7	17.1	10.0	13.9	13.9	3	2.47	
K6	G 1	K1	L 1	26.9	23.4	10.0	13.9	13.9	3	2.97	
K6	G 1	K4	R 1	23.8	17.0	10.0	13.9	13.9	3	3.21	
K6	G 1	K4	G 1	16.7	12.1	10.0	13.9	13.9	3	3.05	
K6	G 1	K4	L 1	15.2	12.0	10.0	13.9	13.9	3	2.95	
K6	G 1	P8		34.2		10.0	13.9		3	6.18	7
K6	G 1	P8		29.9		10.0	13.9		3	5.87	
K6	G 1	P10		7.0		10.0	13.9		3	4.22	
K6	G 1	P10		2.8		10.0	13.9		3	3.92	
K6	L 1	K1	G 1	14.8	13.9	10.0	8.3	13.9	3	3.99	
K6	L 1	K1	L 1	18.6	10.9	10.0	8.3	13.9	3	4.66	5
K6	L 1	K4	G 1	24.0	23.3	10.0	8.3	13.9	3	4.42	5
K6	L 1	K4	L 1	14.1	15.2	10.0	8.3	13.9	3	3.81	

Ew	ID Ew	Doj	ID Doj	Dew [m]	Ddoj [m]	LP [m]	Vew [m/s]	Vdoj [m/s]	CZ [s]	OCMZ [s]	CMZ [s]
K6	L 1	P10		2.8		10.0	8.3		3	4.54	
K6	L 1	P10		7.0		10.0	8.3		3	5.05	
P7		K1	R 1	10.5	6.2		1.4	13.9	0	6.05	7
P7		K1	R 1	6.2	2.2		1.4	13.9	0	3.27	
P7		K1	G 1	6.2	2.2		1.4	13.9	0	3.27	
P7		K1	G 1	10.5	6.2		1.4	13.9	0	6.05	7
P7		K1	L 1	10.5	6.2		1.4	13.9	0	6.05	7
P7		K1	L 1	6.2	2.2		1.4	13.9	0	3.27	
P7		K4	G 1	10.5	22.6		1.4	13.9	0	4.87	5
P7		K4	G 1	6.2	26.8		1.4	13.9	0	1.50	
P8		K3	R 1	8.9	1.9		1.4	13.9	0	5.22	
P8		K3	R 1	9.4	6.2		1.4	13.9	0	5.27	6
P8		K3	G 1	8.9	1.9		1.4	13.9	0	5.22	
P8		K3	G 1	9.4	6.2		1.4	13.9	0	5.27	6
P8		K3	L 1	9.4	6.2		1.4	13.9	0	5.27	6
P8		K3	L 1	8.9	1.9		1.4	13.9	0	5.22	
P8		K6	G 1	9.4	29.9		1.4	13.9	0	3.56	4
P8		K6	G 1	8.9	34.2		1.4	13.9	0	2.90	
P9		K1	G 1	9.6	22.5		1.4	13.9	0	4.24	5
P9		K1	G 1	6.4	26.5		1.4	13.9	0	1.66	
P9		K4	R 1	6.4	2.4		1.4	13.9	0	3.40	
P9		K4	R 1	9.6	6.4		1.4	13.9	0	5.40	6
P9		K4	G 1	6.4	2.4		1.4	13.9	0	3.40	
P9		K4	G 1	9.6	6.4		1.4	13.9	0	5.40	6
P9		K4	L 1	6.4	2.4		1.4	13.9	0	3.40	
P9		K4	L 1	9.6	6.4		1.4	13.9	0	5.40	6
P10		K3	G 1	11.5	28.7		1.4	13.9	0	5.15	6
P10		K3	G 1	9.2	33.0		1.4	13.9	0	3.20	
P10		K6	R 1	9.2	2.9		1.4	13.9	0	5.36	
P10		K6	R 1	11.5	7.0		1.4	13.9	0	6.71	7
P10		K6	G 1	11.5	7.0		1.4	13.9	0	6.71	7
P10		K6	G 1	9.2	2.8		1.4	13.9	0	5.37	
P10		K6	L 1	11.5	7.0		1.4	13.9	0	6.71	7
P10		K6	L 1	9.2	2.8		1.4	13.9	0	5.37	

### Grupy dojeżdżające

Grupy ewakuujące się

	K1	K2w	K3	K4	K5w	K6	P7	P8	P9	P10
K1		X	X			X	X		X	
K2w	X									
K3	X			X				X		X
K4			X		X	X	X		X	
K5w				X						
K6	X			X				X		X
P7	X			X						
P8			X			X				
P9	X			X						
P10			X			X				

Rys. 2. Macierz kolizyjnych grup sygnałowych

### Grupy dojeżdżające

Grupy ewakuujące się

	K1	K2w	K3	K4	K5w	K6	P7	P8	P9	P10
K1		4	4			5	6		6	
K2w	2									
K3	5			6				6		7
K4			4		4	5	6		6	
K5w				2						
K6	5			5				7		6
P7	7			5						
P8			6			4				
P9	5			6						
P10			6			7				

Rys. 3. Macierz czasów międzyzielonych grup sygnałowych

## Obliczenia offsetów

Offsety są wartościami opisującymi zależności czasowe pomiędzy poszczególnymi grupami (sygnał zielony w których grupach zapala się wcześniej lub później w stosunku do innych grup).

Offset o wartości dodatniej – start po danej grupie

Offset o wartości ujemnej – start przed daną grupą

W tabeli 2 czas dojazdu dla grup sterowanych sygnałem S-2 jest liczony ze startu zatrzymanego.

### 1. Dla sygnałów S-1 w stosunku do równoległych przejść dla pieszych

Grupa dojeżdżająca	Grupa piesza	Długość dojazdu [m]	Prędkość dojazdu [m/s]	Czas dojazdu [s]	Czas dojazdu (zaokrąglony) [s]	Offset (+1 s bezpieczeństwa) [s]
K1	P10	16	13,9	1,16	1	0
K3	P7	17,1	13,9	1,24	1	0
K4	P8	23,1	13,9	1,67	1	0
K6	P9	9,6	13,9	0,7	0	1

### 2. Dla sygnałów S-2 kolizyjnych z poprzecznymi grupami sterowanymi sygnałami S-1

S-1				S-2				Offset
Grupa	Długość dojazdu [m]	Prędkość dojazdu [m/s]	Czas dojazdu [s]	Grupa	Długość dojazdu [m]	Przyspieszenie [m/s <sup>2</sup> ]	Czas dojazdu [s]	
K3	29,9	13,9	2,16	K2w	17,3	3,5	3,28	-1
K6	23,8	13,9	1,72	K5w	17	3,5	3,26	-1

Prędkość dojazdu dla grup kołowych przyjęte zostały jako maksymalne dopuszczalne na poszczególnych wlotach. Macierz offsetów startów sygnałów zielonych poszczególnych grup sygnalizacyjnych przedstawiono na rysunku 4.

## Grupy dojeżdżające

Grupy ewakuujące się

	K1	K2w	K3	K4	K5w	K6	P7	P8	P9	P10
K1										0
K2w			1				-2			
K3		-1					0			
K4								0		
K5w						1			-2	
K6					-1				-1	
P7		2	0							
P8				0						
P9					2	1				
P10	0									

Rys. 4. Macierz offsetów dla startów grup sygnalizacyjnych

## 5. PROGRAM SYGNALIZACJI ŚWIETLNEJ

### 5.1 Rozmieszczenie i oznakowanie sygnalizatorów i detektorów

Rozmieszczenie i oznaczenie sygnalizatorów i detektorów przedstawiono w części rysunkowej na rys. 5.

Tabela przedstawiająca zestawienie detektorów dla wszystkich grup akomodowanych przedstawiona jest w załączniku 1. Zestawienie projektowanych typów sygnalizatorów przedstawione zostało w tabeli 6.

**Tab. 6.** Wykaz zaprojektowanych sygnalizatorów

Lp	Sygnalizator	Grupa sygnalizacyjna	Grupa nadzorowana	Typ latarni	Średnica soczewki	Źródło światła
1	K1.1	K1	TAK	S-1	300	LED
2	K1.2	K1	TAK	S-1	100	LED
3	K2w	K2w	NIE	S-2	200	LED
4	K3.1	K3	TAK	S-1	300	LED
5	K3.2	K3	TAK	S-1	300	LED
6	K3.3	K3	TAK	S-1	100	LED
7	K4.1	K4	TAK	S-1	300	LED
8	K5w	K5w	NIE	S-2	200	LED
9	K6.1	K6	TAK	S-1	300	LED
10	K6.2	K6	TAK	S-1	300	LED
11	K6.3	K6	TAK	S-1	100	LED
12	P7a	P7	TAK	S-5	200	LED
13	P7b	P7	TAK	S-5	200	LED
14	P8a	P8	TAK	S-5	200	LED
15	P8b	P8	TAK	S-5	200	LED
16	P9a	P9	TAK	S-5	200	LED
17	P9b	P9	TAK	S-5	200	LED
18	P10a	P10	TAK	S-5	200	LED
19	P10b	P10	TAK	S-5	200	LED

Przejsięcie sygnalizacji w stan pracy „żółty migający” odbędzie się po przepaleniu ostatniego czynnego sygnalizatora czerwonego w danej grupie kołowej lub przepaleniu któregośkolwiek sygnalizatora czerwonego w grupach pieszych.

Poszczególne projektowane sygnalizatory przyporządkowano do odpowiednich grup. Lista tych grup przedstawiona jest w tabeli 7. Minimalne i maksymalne długości sygnałów zielonych dla pieszych podane są bez sygnału zielonego migającego (4 s).

**Tab. 7.** Zestawienie projektowanych grup sygnalizacyjnych

Numer grupy	Nazwa grupy	Sygnalizatory	Minimalny zielony [s]	Maksymalny zielony [s]		
				Program 1	Program 2	Program 3
1	K1	K1.1, K1.2	5	19	15	19
2	K2w	K2w	5	36	26	36
3	K3	K3.1, K3.2, K3.3	15	33	20	26
4	K4	K4.1	5	20	14	18
5	K5w	K5w	5	34	27	27
6	K6	K6.1, K6.2, K6.3	15	25	23	34
7	P7	P7a, P7b	8	29	19	29
8	P8	P8a, P8b,	7	16	10	14
9	P9	P9a, P9b	7	29	21	31
10	P10	P10a, P10b,	9	15	11	14

Na skrzyżowaniu projektowane są cztery przejścia dla pieszych. Zestawienie obliczeń minimalnych długości sygnałów zielonych dla grup pieszych i rowerowych przedstawione jest w tabeli 8.

**Tab. 8.** Zestawienie obliczeń minimalnych sygnałów zielonych dla grup pieszych i rowerowych

Grupa	Długość przejścia [m]	Prędkość pieszego [m/s]	Zielone [s]	Minimalne zielone + migające [s]
P7	10,5	1,4	7,5	8 + 4
P8	9,4	1,4	6,72	7 + 4
P9	9,6	1,4	6,86	7 + 4
P10	11,5	1,4	8,22	9 + 4

## 5.2 Układ faz

Dla rozpatrywanego skrzyżowania zaprojektowano akomodacyjną (acykliczną) sygnalizację świetlną.

Analizy natężeń ruchu oraz geometrii skrzyżowania i bezpieczeństwa ruchu wykazały konieczność zastosowania dwóch faz podstawowych. Dodatkowo w fazie A zastosowano podfazę umożliwiającą skręt w lewo pojazdów jadących ul. Mieszka I / Rycerską. Skład poszczególnych faz pracy sygnalizacji przedstawiony jest w tabeli 9. Schemat faz przedstawiony jest w części rysunkowej na rysunku 7.

**Tab. 9.** Skład poszczególnych faz pracy sygnalizacji

FAZA	Rodzaj	Uruchamiane grupy sygnalizacyjne
A	Podstawowa (preference)	K2w, K3, K5w, K6, P7, P9
B	Podstawowa	K1, K4, P8, P10
B1	Dodatkowa	K1, K4

### 5.3 Programy sygnalizacji

Analiza natężeń oraz rozkładu ruchu wykazała konieczność zastosowania trzech programów sterowania uruchamianych w zależności od pory dnia (opisane na rysunkach programów):

- Program 1 o długości cyklu  $T_c = 65$  s, przedstawiony na rys. 8 w części rysunkowej,
- Program 2 o długości cyklu  $T_c = 51$  s, przedstawiony na rys. 9 w części rysunkowej,
- Program 3 (będący też programem awaryjnym) o długości cyklu  $T_c = 65$  s, przedstawiony na rys. 10 w części rysunkowej,
- Dla godzin 23:00 – 5:00 przewidziany jest sygnał żółty migający dla grup kołowych, brak sygnału dla grup pieszych. Program startowy jest na rys.11, kończący na rys. 12.

## 6. LOGIKA STEROWANIA AKOMODACYJNEGO

Sygnalizacja świetlna pracując w trybie zmiennoczasowym pracować będzie w trybie fazy preferowanej („preference”), którą jest FAZA A układu podstawowego. Faza ta realizowana będzie w przypadku braku wzbudzeń na skrzyżowaniu. W przypadku wzbudzeń we wszystkich grupach realizowany będzie program maksymalny, przyporządkowany do danego okresu czasowego. Hierarchię przejść, warunków przerwania i wywołania faz przedstawia tabela 10.

**Tab. 10.** Hierarchia przejść, warunków przerwania i wywołania faz

I.p.	FAZA	warunek wywołania	warunek przerwania
<b>Faza A</b>			
2	Faza B	zgłoszenie z det. grup.: P8, P10	przerwanie det. grup: K3, K6, obsługa $G_{p_{min}}$ P7, P9
3	Faza B1	zgłoszenie z det. grupy K1, K4	przerwanie det. grup: K3, K6, obsługa $G_{p_{min}}$ P7, P9
<b>Faza B</b>			
1	Faza A	zgłoszenie ciągłe	Przerwanie det. grup: K1, K4 obsługa $G_{p_{min}}$ P8, P10
<b>Faza B1</b>			
1	Faza A	zgłoszenie ciągłe	Przerwanie det. grup: K1, K4

Wymagania dodatkowe:

- Podczas zgłoszeń na wszystkich detektorach będzie realizowany program maksymalny w sekwencji  $A \rightarrow B \rightarrow A$ . Lub  $A \rightarrow B1 \rightarrow A$  w przypadku braku zgłoszeń na detektorach przyciskowych przypisanych do grup P8 i P10.
- W przypadku braku zgłoszeń na detektorach będzie realizowana faza A.
- Przejścia P7 i P9 będą uruchamiane pasywnie w fazie A.



- W fazie B oprócz grup pieszych P8 i P10 sygnał zielony otrzymają grupy K1 i K4 niezależnie od zgłoszeń na detektorach. Jeśli podczas trwania tej fazy na detektorach przypisanych do grupy K1 i K4 pojawią się zgłoszenia, sygnał zielony będzie wydłużany zgodnie z opisem w tabeli detektorów (załącznik 1).
- Podczas trwania fazy B1 nie będzie możliwe przejście do fazy B (z przejściami dla pieszych). Będzie to możliwe tylko podczas przejścia z B1 → A → B.

## 7. OBLICZENIA PRZEPUSTOWOŚCI I MIAR WARUNKÓW RUCHU

W ocenie sprawności funkcjonowania skrzyżowania wykorzystano metodologię GDDKiA. Obliczenia przeprowadzono dla natężeń ruchu w godzinach szczytu porannego i szczytu popołudniowego oraz okresu międzyszczytu. Obliczenia miar ruchu przedstawione są odpowiednio dla szczytu porannego w tabeli 11, dla międzyszczytu w tabeli 12, dla szczytu popołudniowego w tabeli 13.

Wyznaczenie poziomu swobody ruchu przedstawione zostało w tabeli 14.

Legenda

	Nazwa
q [poj/h]	Natężenie (q [poj/h])
Bs [poj/h]	Natężenie nasycenia (Bs [poj/h])
s [poj/h]	Nasycenie (s [poj/h])
cp [%]	Przepustowość w procentach (cp [%])
c [poj/h]	Przepustowość (c [poj/h])
x [%]	Stopień nasycenia (x [%])
Tczek [s]	Średni czas oczekiwania pojazdu (Tczek [s])
zatrz [-]	Średnia liczba zatrzymań pojazdu (zatrz [-])
Nziel [poj]	Średnia długość kolejki na końcu Zielonego (Nziel [poj])

**Tab. 11.** Obliczenia miar ruchu dla szczytu porannego (program nr 1)

	q [poj/h]	Bs [poj/h]	s [poj/h]	cp [%]	c [poj/h]	x [%]	Tczek [s]	zatrz [-]	Nziel [poj]
K1	83	1220	1220	430	356	23	17	0.8	0
K3	325	1350	1350	211	685	47	11	0.6	0
K4	128	1220	1220	293	375	34	18	0.8	0
K6	256	1350	1350	203	519	49	17	0.8	0

**Tab. 12.** Obliczenia miar ruchu dla międzyszczytu (program nr 2)

	q	Bs	s	cp	c	x	Tczek	zatrz	Nziel
	[poj/h]	[poj/h]	[poj/h]	[%]	[poj/h]	[%]	[s]	[-]	[poj]
K1	51	1220	1220	704	358	14	13	0.7	0
K3	227	1350	1350	233	529	43	12	0.7	0
K4	56	1220	1220	598	334	17	14	0.8	0
K6	218	1350	1350	279	608	36	10	0.7	0

**Tab. 13.** Obliczenia miar ruchu dla szczytu popołudniowego (program nr 3)

	q	Bs	s	cp	c	x	Tczek	zatrz	Nziel
	[poj/h]	[poj/h]	[poj/h]	[%]	[poj/h]	[%]	[s]	[-]	[poj]
K1	63	1220	1220	566	356	18	16	0.7	0
K3	237	1350	1350	228	539	44	15	0.7	0
K4	51	1220	1220	662	337	15	17	0.8	0
K6	386	1350	1350	183	706	55	12	0.7	0

**Tab. 14.** Wyznaczenie poziomu swobody ruchu

Grupa	Szczyt poranny (program nr 1)		Międzyszczyt (program nr 2)		Szczyt popołudniowy (program nr 3)	
	Tczek [s]	PSR	Tczek [s]	PSR	Tczek [s]	PSR
K1	17	I	13	I	16	I
K3	11	I	12	I	15	I
K4	18	I	14	I	17	I
K6	17	I	10	I	12	I

## ZAŁĄCZNIK 1

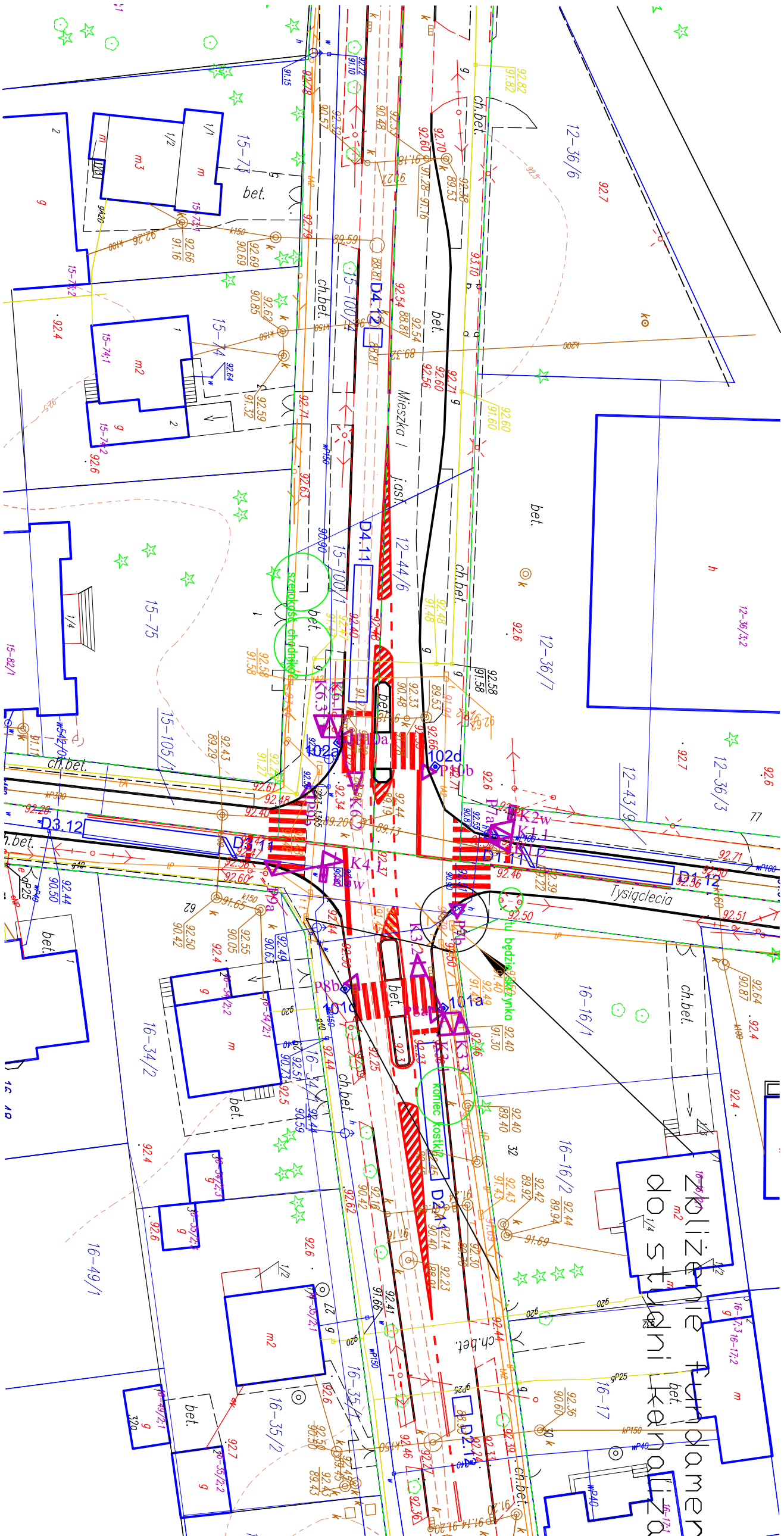
### Zestawienie detektorów

Lp	Nazwa detektora	Nazwa grupy	Odległość od linii zatrzymania (m)	Wymiary (m)	Zgłasza x sek. po zakończeniu sygn. zielonego	Pamiętanie meldowania	Wydłużenie (interwał) (s)	Czuły na rowery, motocykle	Funkcja liczenia
1	D1.11	K1	1	2,5 x 5 (45°)	5	X	1	X	X
2	D1.12	K1	3	2 x 15	5	X	1	X	X
3	D2.11	K3	1	2 x 15	1	X	1	X	X
4	D2.12	K3	40	2 x 2	1	X	3	X	X
5	D3.11	K4	1	2,5 x 5 (45°)	5	X	1	X	X
6	D3.12	K4	3	2 x 15	5	X	1	X	X
7	D4.11	K6	1	2 x 15	1	X	1	X	X
8	D4.12	K6	40	2 x 2	1	X	3	X	X

### Zestawienie przycisków dla pieszych

Lp	Nazwa detektora	Nazwa grupy
1	101a	P8
2	101b	P8
3	102a	P10
4	102b	P10

## **CZĘŚĆ RYSUNKOWA**



LEGENDA

Sygnalizatory

▲ Ogólny grup kołowych

▲ Pieszy

Detektory

◆ Detektor przysięgowy

□ Detektor pętlowy

Inwestor:

Urząd Miasta w Otwocku

Temat: Projekt sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu ulic Rycerskiej i Tysiąclecia w Otwocku

Nazwa rysunku:  
plan sytuacyjny

Stadium: PBW  
Branża: Stela Org. Ruchu

Projektant:  
mgr. inż. Tomasz Wróblewski

Podpis:

SKALA:  
1:500

ECO  
TRAFFIC

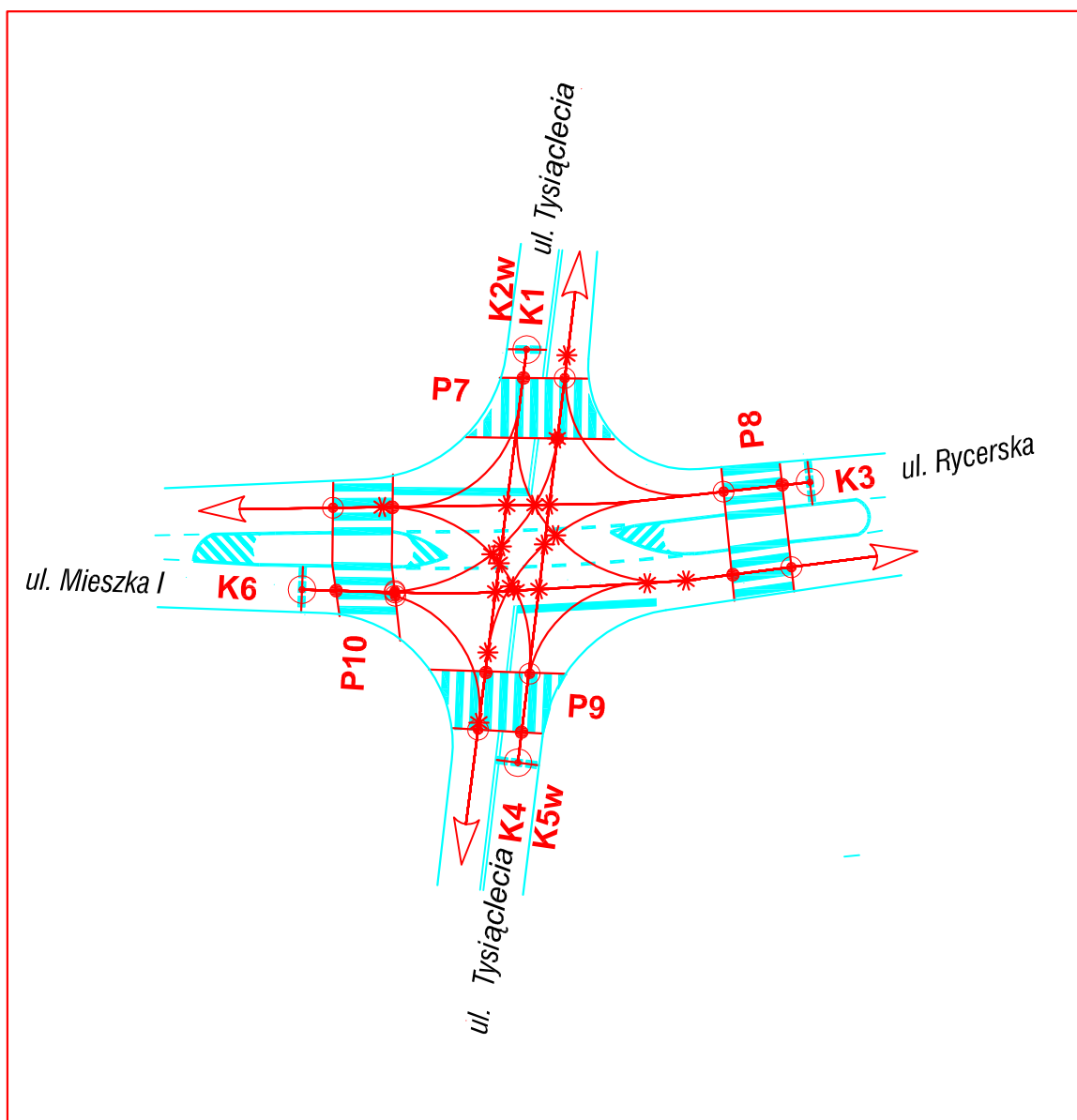
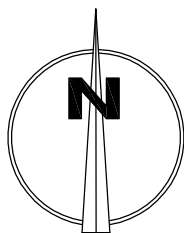
Sp. z o.o.

04-041 Warszawa, ul. Ostrobramska 101

Data:  
17.08.15

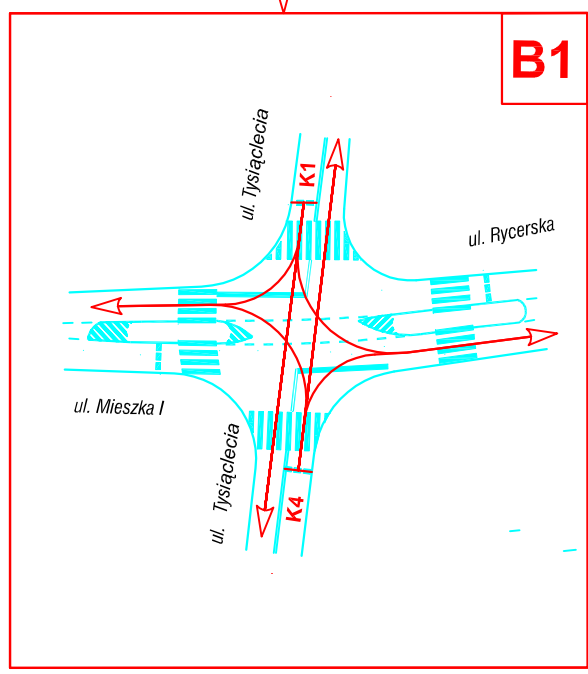
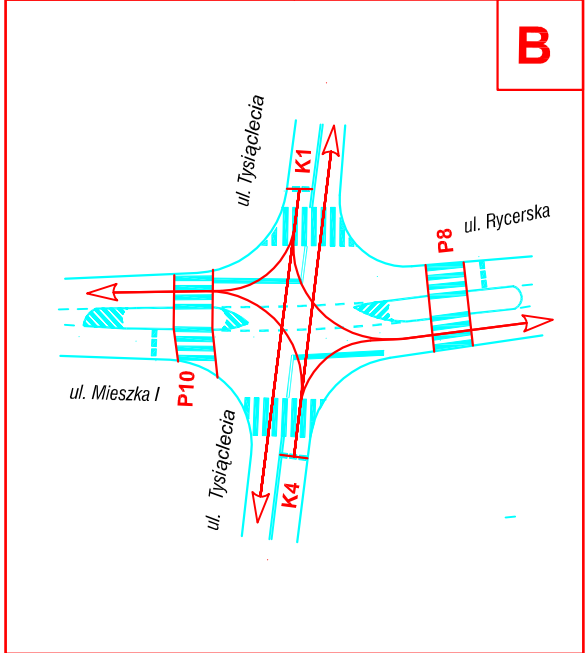
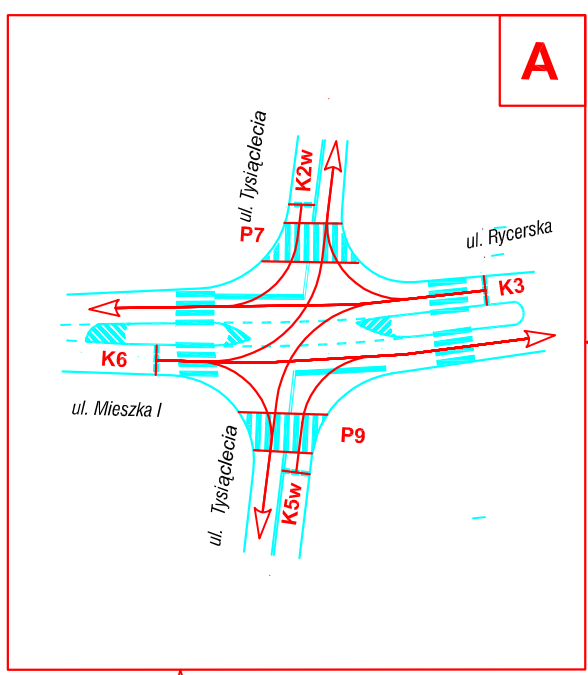
Nr rys.  
6

# Strumienie ruchu



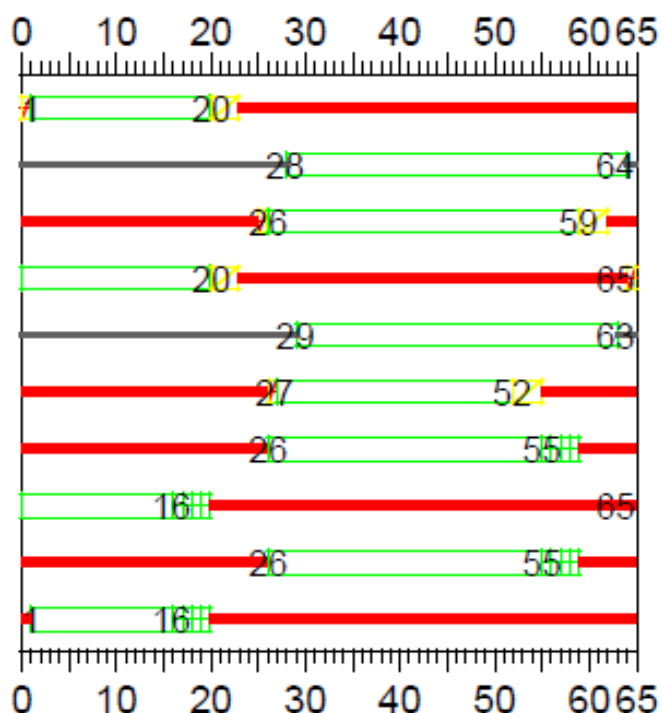
Inwestor:				Urząd Miasta w Otwocku	
Temat: Projekt pracy sygnalizacji świetlnej					
Nazwa rysunku: strumienie ruchu				Stadium: PBW Branża: Stała Org. Ruchu	
Projektant: mgr. inż Tomasz Wróblewski			Podpis:		SKALA: 1:500
 Sp. z o.o. 04-041 Warszawa, ul. Ostrobramska 101			Data: 10.08.15		Nr rys. 6

# Schemat faz



Inwestor:				Urząd Miasta w Otwocku	
Temat: Projekt pracy sygnalizacji świetlnej					
Nazwa rysunku: schemat faz				Stadium: PBW Branża: Stała Org. Ruchu	
Projektant: mgr. inż Tomasz Wróblewski			Podpis:		SKALA:
 Sp. z o.o. 04-041 Warszawa, ul. Ostrobramska 101			Data: 10.08.15		Nr rys. 7

Grupa sygnalizacyjna	P Z	K Z
K1	1	20
K2w	28	64
K3	26	59
K4	65	20
K5w	29	63
K6	27	52
P7	26	59
P8	65	20
P9	26	59
P10	1	20



### Oznaczenia

	zielony		czerwony		wylaczony
	zółty		czerwono - żółty		zielony migający

Program Dla szczytu porannego,  $T_c = 65$  s Nr **1**

### Godziny pracy

Pn	Wt	Śr	Cz	Pt	So	Nd
6:00 - 9:30	6:00 - 9:30	6:00 - 9:30	6:00 - 9:30	6:00 - 9:30	6:00 - 9:30	6:00 - 9:30

Inwestor:



Urząd Miasta w Otwocku

Temat: Projekt pracy sygnalizacji świetlnej

Nazwa rysunku:  
program sygnalizacji świetlnej nr 1

Stadium: PBW  
Branża:  
Stara Org. Ruchu

Projektant:  
mgr. inż. Tomasz Wróblewski

Podpis:

SKALA:

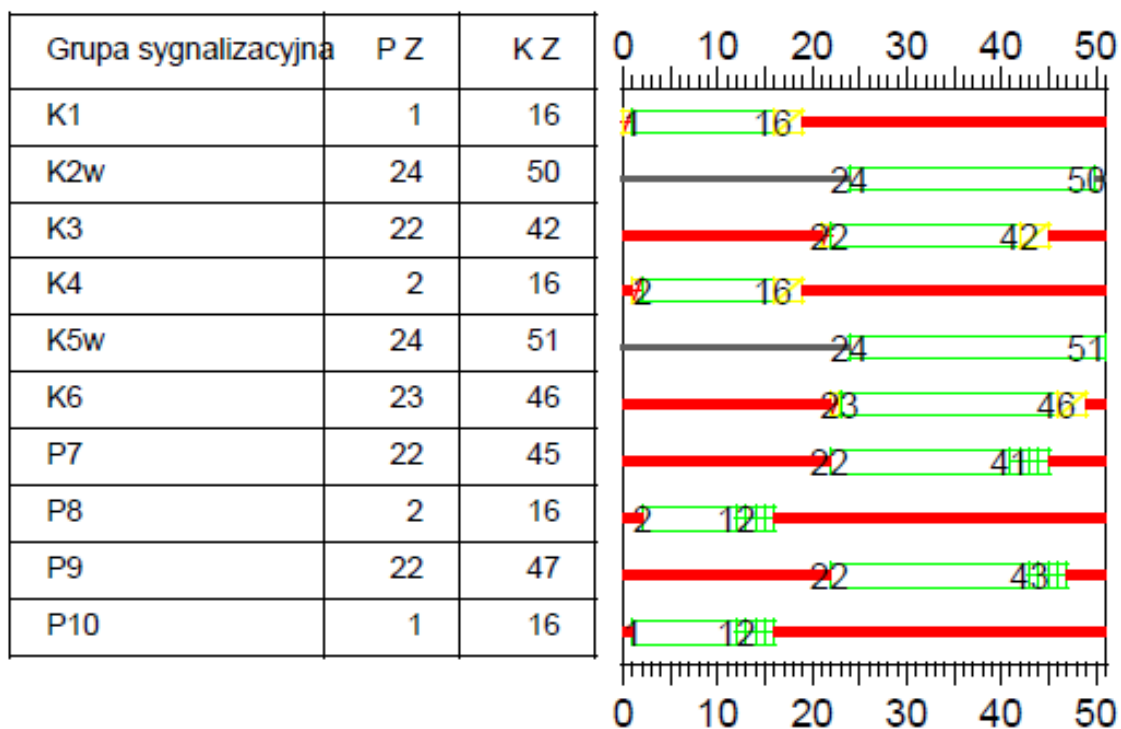


Sp. z o.o.  
04-041 Warszawa, ul. Ostrobramska 101

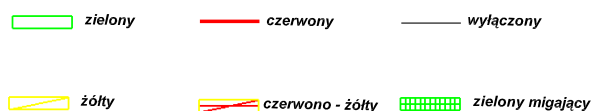
Data:  
10.08.15

Nr rys. **8**





### Oznaczenia



Program Dla okresu międzyszczytowego,  $T_c = 51$  s Nr **2**

### Godziny pracy

Pn	Wt	Śr	Cz	Pt	So	Nd
5:00 - 6:00 9:30 - 15:00 20:00 - 23:00	5:00 - 6:00 9:30 - 15:00 20:00 - 23:00	5:00 - 6:00 9:30 - 15:00 20:00 - 23:00	5:00 - 6:00 9:30 - 15:00 20:00 - 23:00	5:00 - 6:00 9:30 - 15:00 20:00 - 23:00	5:00 - 6:00 9:30 - 15:00 20:00 - 23:00	5:00 - 6:00 9:30 - 15:00 20:00 - 23:00

Inwestor:



Urząd Miasta w Otwocku

Temat: Projekt pracy sygnalizacji świetlnej

Nazwa rysunku:  
program sygnalizacji świetlnej nr 2

Stadium: PBW  
Branża:  
Stata Org. Ruchu

Projektant:  
mgr. inż Tomasz Wróblewski

Podpis:

SKALA:



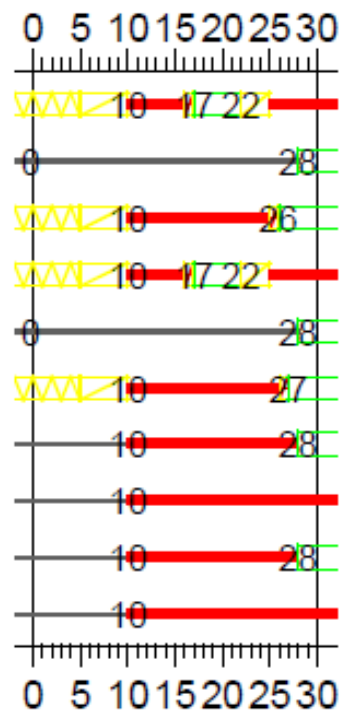
Sp. z o.o.  
04-041 Warszawa, ul. Ostrobramska 101

Data:  
10.08.15

Nr rys. **9**





Grupa sygnalizacyjna	P Z	K Z
K1	17	22
K2w	28	---
K3	26	---
K4	17	22
K5w	28	---
K6	27	---
P7	28	---
P8	---	---
P9	28	---
P10	---	---

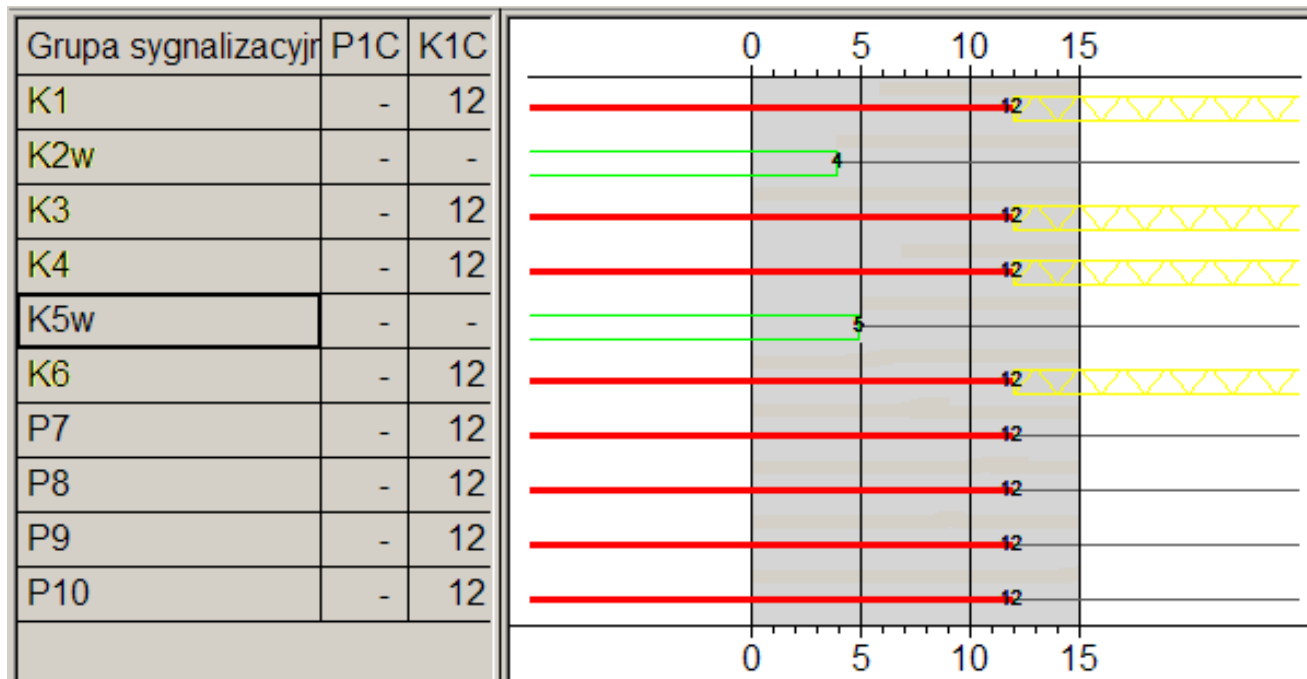


### Oznaczenia

	zielony		czerwony		wyłączony
	żółty		czerwono - żółty		zielony migający

<i>Program</i>	Startowy (poprzedzony sygnałem żółtym migającym o długości 180 s i brakiem sygnału dla innych uczestników ruchu)					Nr	4
<i>Godziny pracy</i>							
<i>Pn</i>	<i>Wt</i>	<i>Śr</i>	<i>Cz</i>	<i>Pt</i>	<i>So</i>	<i>Nd</i>	
5:00 - 6:00 9:30 - 15:00 20:00 - 23:00	5:00 - 6:00 9:30 - 15:00 20:00 - 23:00	5:00 - 6:00 9:30 - 15:00 20:00 - 23:00	5:00 - 6:00 9:30 - 15:00 20:00 - 23:00	5:00 - 6:00 9:30 - 15:00 20:00 - 23:00	5:00 - 6:00 9:30 - 15:00 20:00 - 23:00	5:00 - 6:00 9:30 - 15:00 20:00 - 23:00	

Inwestor:		Urząd Miasta w Otwocku		
Temat: Projekt pracy sygnalizacji świetlnej				
Nazwa rysunku: program sygnalizacji świetlnej nr 4			Stadium: PBW Branża: Stata Org. Ruchu	
Projektant: mgr. inż Tomasz Wróblewski		Podpis:		SKALA:
 04-041 Warszawa, ul. Ostrobramska 101		Data: 10.08.15		Nr rys. 11



### Oznaczenia



<i>Program</i>	<i>Kończący (z programu 2)</i>	<i>Nr</i>	<b>5</b>			
<i>Godziny pracy</i>						
<i>Pn</i>	<i>Wt</i>	<i>Śr</i>	<i>Cz</i>	<i>Pt</i>	<i>So</i>	<i>Nd</i>
15:00 - 20:00	15:00 - 20:00	15:00 - 20:00	15:00 - 20:00	15:00 - 20:00	15:00 - 20:00	15:00 - 20:00

Inwestor: **Urząd Miasta w Otwocku**

Temat: Projekt pracy sygnalizacji świetlnej

Nazwa rysunku:  
program sygnalizacji świetlnej nr 5

Stadium: PBW  
Branża:  
Stara Org. Ruchu

Projektant:  
mgr. inż. Tomasz Wróblewski

Podpis:

SKALA:



Sp. z o.o.  
04-041 Warszawa, ul. Ostrobramska 101

Data:  
10.08.15

Nr rys. 12