

## **Zawartość opracowania:**

▪ Opis techniczny .....	2
○ Podstawa opracowania .....	2
○ Przedmiot i zakres opracowania .....	2
○ Warunki ruchowe .....	3
• Lokalizacja skrzyżowania .....	3
• Geometria i organizacja ruchu na skrzyżowaniu ....	3
• Projekt organizacji ruchu .....	3
• Sygnalizacja świetlna .....	4
• Sterownik sygnalizacji .....	7
○ Wnioski końcowe .....	10
▪ Obliczenia minimalnych czasów międzyzielonych .....	11
▪ Pomiar natężenia ruchu .....	14
▪ Obliczenia programu sygnalizacji .....	25
▪ Analiza przepustowości .....	26
▪ Tabele:	
○ Parametry grup sygnałowych .....	27
○ Tabela minimalnych czasów międzyzielonych .....	28
○ Konstrukcja faz ruchu .....	28
○ Parametry detektorów .....	29
▪ Rysunki:	
○ Projekt organizacji ruchu – skala 1:500 .....	30
○ Lokalizacja sygnalizatorów i detektorów – skala 1:500 .....	31
○ Numeracja wlotów .....	32
○ Punkty kolizji .....	33
○ Schemat faz .....	34
○ Program sygnalizacji .....	35

## **Opis techniczny**

### **1. Podstawa opracowania**

Niniejszy projekt sygnalizacji świetlnej opracowano w oparciu o następujące materiały wyjściowe:

- umowę nr SP.3431-9/2007 z dnia 2007-04-24 zawartą z Powiatowym Zarządem Dróg w Sieradzu,
- obrys z planu sytuacyjno - wysokościowego w skali 1 : 500 z naniesionym układem geometrycznym skrzyżowania,
- wstępne ustalenia dokonane z Inwestorem dotyczące systemu sterowania ruchem,
- prognozy ruchu drogowego wykonane przez autora,
- Szczegółowe warunki techniczne dla sygnałów drogowych i warunki ich umieszczania na drogach Załącznik Nr 3 do zarządzenia MTiGM z 6 marca 1994 r. poz.120.
- Ustawa „Prawo o ruchu drogowym” z 20 czerwca 1997 r. (Dz. U. Nr 58, poz. 515 z 2003 r. tekst jednolity)

### **2. Przedmiot i zakres opracowania**

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt organizacji ruchu i sygnalizacji świetlnej sterującej ruchem na skrzyżowaniu ulic Warcka - Żwirki i Wigury – Toruńska w Sieradzu.

Projekt obejmuje wybór rodzaju sygnalizacji na podstawie analiz geometrii skrzyżowania, w tym także liczbę i sekwencje faz, lokalizację sygnalizatorów, lokalizację detektorów, macierz minimalnych czasów międzyzielonych oraz program wyświetlania sygnałów świetlnych. Rozwiązania projektowe uwzględniają przyjętą przez Inwestora geometrię skrzyżowania oraz organizację ruchu.

### **3. Warunki ruchowe**

#### **3.1. Lokalizacja skrzyżowania**

Przedmiotowe skrzyżowanie ulic Warcka - Żwirki i Wigury – Toruńska jest usytuowane w centralnej części Sieradza, w dzielnicy staromiejskiej. W bliskim sąsiedztwie skrzyżowania mieszczą się najważniejsze urzędy Sieradza, dyrekcja firmy farmaceutycznej MEDANA oraz Rynek. Skrzyżowanie to jest ważnym punktem komunikacyjnym w miejscowości. Ze względu na swoje umiejscowienie jest ono obciążone ruchem lokalnym, zwłaszcza w godzinach szczytu. Ze względu na słabą widoczność na przedmiotowym skrzyżowaniu, ograniczaną przez gęstą zabudowę, notowana jest wysoka wypadkowość.

#### **3.2. Geometria i organizacja ruchu na skrzyżowaniu**

Analizowane skrzyżowanie jest skrzyżowaniem czterowłotowym o lekko przesuniętym i ustawionym pod kątem wlocie ulicy Toruńskiej. Ze względu na ostry kąt pomiędzy ulicą Toruńską i Warcką prawoskręt z ulicy Warckiej w ulicę Toruńską jest wydzielony wyspą. Zastosowane jest pierwszeństwo przejazdu na ciągu ulic Żwirki i Wigury i Toruńskiej. Wszystkie wloty są jednopasowe dwukierunkowe. Charakterystyczną cechą przedmiotowego skrzyżowania jest zachodzenie na siebie torów jazdy lewoskrętów z obu wlotów ulicy Warckiej. Przez wszystkie wloty łącznie z wydzielonym prawoskrętem poprowadzone są przejścia dla pieszych bez azyli.

#### **3.3. Projekt organizacji ruchu**

Szczegółowy projekt organizacji ruchu, uwzględniający oznakowanie poziome i pionowe, przedstawiony jest na rysunku 1.

Zasadniczo oznakowanie pionowe na przebudowywanym skrzyżowaniu nie ulega zmianie. Częściowej zmianie ulegają ciągi piesze, poprzez zbliżenie przejść do skrzyżowania. Oznakowanie pionowe wykonać należy z folii odbłaskowej I generacji. Wielkość znaków zastosowana na skrzyżowaniu to znaki z grupy S /średnie/. Na wydzielonym prawoskręcie od ulicy Warckiej oprócz drogowskazu tablicowego E2

ustawionego przed pasem wyłączania, na jego początku ustawiono drogowskaz E3 ze wskazaniem kierunku w celu zapewnić lepszą informację kierującym. Doznakowane zostały dla poprawy bezpieczeństwa wszystkie przejścia dla zarówno od kierunku wylotu jak i najazdu. W obrębie całego skrzyżowania w celu wyeliminowania zatrzymywania się pojazdów jak i przechodzenia przez jezdnię w miejscach niedozwolonych zastosowano bariery chodnikowe ochronne. Jest to zabudowa modułowa ze słupów i przęseł skręcanych śrubami o wysokości 110 cm. Bariera winna być odblaskowa i wykazywać cechy energochłonne. Oznakowanie pionowe i poziome należy wykonać według załączonego rysunku organizacji ruchu w skali 1:500. Znaki należy montować z zachowaniem odpowiednich odległości i wysokości określonych w Dzienniku Ustaw Nr 220 z dnia 23 grudnia 2003 roku poz.2181. Jeżeli na planie znak jest zlokalizowany na sygnalizatorze, to należy go przymocować do słupka sygnalizatora za pomocą wysięgnika. Oznakowanie poziome wykonać jako cienkowarstwowe według załączonego projektu i powyższego Dziennika Ustaw. Ponadto dla poprawy bezpieczeństwa pojazdów należy usunąć wskazane na projekcie drzewa których usytuowanie jest zbyt bliskie jezdni. Dokonano korekty łuków kołowych, łuków ograniczających wyspę azylową dla pieszych polepszając przez to geometrię skrzyżowania. Dodano od ulicy Warckiej w bezpośrednim obrębie skrzyżowania dwa zieleńce oddzielające ruch pieszy bezpośrednio od jezdni kierujące strumień pieszy na przejścia dla pieszych.

### **3.4. Sygnalizacja świetlna**

#### **3.4.1. Lokalizacja i rodzaje sygnalizatorów**

Projektowane usytuowanie sygnalizatorów szczegółowo przedstawiono na załączonym rysunku 2.

Na wlotach numer 1, 2 i 4 zastosowano sygnalizatory ogólne, natomiast na wlocie 3 zastosowano sygnalizatory kierunkowe. Sygnalizatory umieszczone są obok jezdni jako sygnalizatory podstawowe. Na wszystkich wlotach oprócz wlotu 3, dla poprawy widoczności zastosowano również powtarzacze nad jezdnią. W opracowaniu zakłada się wykorzystanie następujących rodzajów sygnalizatorów:

- dla pojazdów – 3-komorowe o średnicy soczewki 300mm
- dla pieszych – 2-komorowe o średnicy soczewki 200mm

We wszystkich sygnalizatorach należy zastosować diodowe źródła światła.

### **3.4.2. Program sygnalizacji**

Sygnalizację zaprojektowano jako acykliczną grupowo-fazową, pracującą w trybie „Wszystko czerwone” z Dynamiczną Minimalizacją Kosztów Zatrzymania. Na wlocie 3 i 4 wszystkie relacje będą sterowane bezkolizyjnie, natomiast na pozostałych wlotach relacje będą sterowane z kolizjami dopuszczalnymi. Detekcją i akomodacją objęto wszystkie grupy sygnałowe. Grupy kołowe objęto detekcją indukcyjną, grupy piesze objęto detekcją przez przyciski.

Przewidziano 10 grup sygnałowych - 5 grup kołowych i 5 grup pieszych. Zestawienie parametrów grup sygnałowych przedstawiono w Tabeli 1.

### **3.4.3. Fazy ruchu**

W programie przewidziano cztery fazy ruchu:

#### **Faza 1:**

- Obsługuje następujące strumienie ruchu:
  - wszystkie relacje na wlotach numer 2 i 5
  - przejścia dla pieszych przez wloty numer 1, 3 i 4

#### **Faza 2:**

- Obsługuje następujące strumienie ruchu:
  - wszystkie relacje na wlocie numer 1
  - przejścia dla pieszych przez wloty numer 3 i 5

#### **Faza 3:**

- Obsługuje następujące strumienie ruchu:

- wszystkie relacje na wlotach numer 3 i 4
- przejście dla pieszych przez wlot numer 2

#### **Faza 4:**

- Obsługuje następujące strumienie ruchu:
  - wszystkie przejścia dla pieszych na skrzyżowaniu

**W przypadku braku zgłoszeń uruchamiana jest domyślnie faza „wszystko czerwone”.**

W celu osiągnięcia najwyższej efektywności sterowania sygnalizacja pracować powinna według następujących zasad:

- Wszystkie grupy kołowe załączane są w fazach bezwarunkowo, tzn. niezależnie od zgłoszenia i przedłużenia, natomiast grupy piesze załączana jest warunkowo – pod warunkiem zgłoszenia.
- Długości poszczególnych faz wynikają z długości okresów światła zielonego dla grup otwartych i momentów ich otwarcia.
- Zakończenie fazy następuje w momencie wyczerpania się interwałów przedłużających wszystkich grup nie występujących w fazie następnej lub zakończenia się ostatniego z okresów tych grup.
- Zgłoszenie fazy polega na sumowaniu logicznym zgłoszeń grup do niej należących.
- W momencie zakończenia fazy sterownik przechodzi do fazy **wybranej według algorytmu Dynamicznej Minimalizacji Kosztów Zatrzymania.**
- W stanie statycznym sygnalizacji, czyli w stanie braku zgłoszeń z grup kolizyjnych, grupy otwarte nie wchodzą w okres wydłużania, dzięki czemu faza może trwać w nieskończoność.

Konstrukcja faz ruchu przedstawiona jest w Tabeli 3.

#### **3.4.4. Sekwencja faz**

Sekwencja faz ruchu jest dowolna i zależy wyłącznie od zarejestrowanych zgłoszeń i wartości bieżących wyznaczników kosztów zatrzymania poszczególnych faz. W przypadku permanentnych zgłoszeń dla wszystkich grup sekwencja ta jest następująca:

**F1 -> F2 -> F3 -> F1 ...**

Jest to preferowana sekwencja faz.

#### **3.4.5. Detektory**

Detekcja ruchu kołowego odbywać się będzie za pomocą pętli indukcyjnych przydzielonych dla każdej grupy kołowej.

Sygnały zielone dla pieszych wywoływane będą za pomocą przycisków umieszczonych na masztach sygnalizatorów.

Zestawienie parametrów detektorów zamieszczono w Tabeli 4.

#### **3.4.6. Harmonogram pracy sygnalizacji**

Projektuje się całodobową pracę sygnalizacji z jednym acyklicznym programem sygnalizacji. Układ ten dostosowany jest w sposób ciągły do występujących na skrzyżowaniu potrzeb ruchu.

### **3.5. Sterownik sygnalizacji**

Zastosowany sterownik sygnalizacji musi spełniać następujące wymagania funkcjonalne:

- możliwość pracy w trybie acyklicznym typu „wszystko czerwone” z Dynamiczną Minimalizacją Kosztów Zatrzymania
- możliwość współpracy z detektorami dowolnego typu (pętla indukcyjne, detektory video, detektory radarowe, detektory podczerwieni, przyciski dla pieszych 24V, z optycznym lub akustycznym potwierdzeniem przyjęcia zgłoszenia)
- współpraca z dowolnymi rodzajami sygnalizatorów (LED 230V, LED 42V, z żarówkami 230V, z żarówkami niskonapięciowymi i

halogenowymi) z funkcją ściemniania w porze nocnej, którą można włączać lub wyłączać

- możliwość pomiaru mocy pobieranej przez każde wyjście dla grup sygnalizacyjnych i programowej zmiany progów nadzoru z krokiem 1W
- możliwość pracy w sieci dla potrzeb koordynacji i pracy w systemie centralnego sterowania
- dostęp do funkcji sterownika zablokowany hasłem
- możliwość zdalnej obsługi poprzez nie komercyjne łącza radiowe z wykorzystaniem palmtopa i ewentualnie innych urządzeń przenośnych, a w szczególności:
  - możliwość zdalnej modyfikacji programu bez konieczności wyłączania sygnalizacji
  - **możliwość zdalnego programowania detektorów wideo i zdalnego podglądu ich pracy w trybie ruchomym**
  - możliwość zdalnego odczytu temperatury i wilgotności wewnątrz szafy sterownika
- posiadać rejestr zdarzeń z pamięcią minimum 1000 zdarzeń
- posiadać rejestr ruchu dla minimum 32 detektorów z przedziałami 1-minutowymi i pamięcią minimum 1 miesiąca
- **każdy moduł wyjść dla grup sygnalizacyjnych powinien posiadać moduł zapasowy, automatycznie załączany przez sterownik w wypadku awarii modułu podstawowego. Automatyczne przełączanie i wymiana tych modułów powinna być możliwa bez konieczności wyłączania sygnalizacji świetlnej**
- wymiana każdego z modułów obsługujących detekcję ruchu powinna być możliwa bez konieczności wyłączania sygnalizacji świetlnej i bez ryzyka ich uszkodzenia
- szafa sterownika powinna być wykonana z tworzywa sztucznego
- sterownik powinien być wykonany w takiej konfiguracji, aby można go było bez przeróbek rozbudować poprzez wsunięcie dodatkowych

modułów do 16 grup sygnalizacyjnych, 32 pętli indukcyjnych i 16 przycików dla pieszych.

Ponadto każdy sterownik bezwzględnie musi być wyposażony w wymagane prawem układy kontrolno–zabezpieczające:

- nadzoru (kontroli obciążenia) sygnałów czerwonych,
- wykrywania kolizji sygnałów zielonych,
- kontroli minimalnych czasów międzyszielonych w grupach kolizyjnych,
- kontroli nadmiaru sygnałów zielonych w trybie „żółte pulsujące”, powodującego w przypadku zadziałania wyłączenie zasilania obwodów zewnętrznych
- nadzoru długości cyklu przy sterowaniu cyklicznym,
- nadzoru napięcia zasilania z funkcją automatycznego restartu po zaniku zasilania i w przypadku zawieszenia się systemu,
- kontroli sygnałów wyświetlanych przez grupy sygnałowe,
- nadzoru pracy zdalnej,
- nadzoru pracy detektorów.

Sterownik powinien posiadać co najmniej dwa niezależne układy nadzorujące poprawność jego działania, osobno logujące wykryte błędy.

### **3.6. Wnioski końcowe**

Projektowana sygnalizacja świetlna usprawni ruch na przedmiotowym skrzyżowaniu oraz podniesie jego bezpieczeństwo. W szczególności umożliwi bezpieczne i sprawne przekraczanie skrzyżowania przez pojazdy poruszające się ulicą Warcką. Dzięki zastosowaniu bezkolizyjnego sterowania wlotami numer 3 i 4, zapewniony zostanie podwyższony poziom bezpieczeństwa ruchu, natomiast dzięki zastosowaniu nowoczesnego, zależnego od ruchu sterowania grupowego, sygnalizacja w najmniejszym stopniu zakłóci warunki ruchu na drodze głównej. Po okresie miesiąca pracy sygnalizacji zalecana jest analiza programu i ewentualna jego korekta.

## **Obliczenia minimalnych czasów międzyzielonych**

Obliczenia minimalnych czasów międzyzielonych wykonano zgodnie z Załącznikiem Nr 3 do zarządzenia MTiGM z 6 marca 1994 r. poz.120 według poniższych wzorów:

$T_m(i,j) = T_z + T_e(i,j) - T_d(i,j)$ , gdzie:

$T_e(i,j) = (S_e(i,j) + l_p) / V_e(i)$  - czas ewakuacji strumienia „i”

$T_d(i,j) = S_d(i,j) / V_d(j) + 1$  - czas dojazdu strumienia „j”, 0 dla pieszych

Do obliczeń przyjęto:

- $T_z$  – czas sygnału „żółte” = 3,0s, a przy ewakuacji pieszych  $T_z = 0$
- $l_p$  - długość pojazdu dla wyliczenia czasu ewakuacji = 10m
- $V_e$  – prędkość ewakuacji pojazdów = 10m/s
- $V_{ep}$  – prędkość ewakuacji pieszych = 1,4m/s
- $V_d$  – prędkość dojazdu pojazdów = 14m/s

Pośrednie wyniki obliczeń zestawiono w poniższej tabeli, a końcowe – w tabeli minimalnych czasów międzyzielonych (Tabela 2).

*Projekt sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu ulic Warcka - Żwirki i Wigury – Toruńska w Sieradzu*

Grupa dojeżdżająca	Grupa ewakuująca się	Droga dojazdu [m]	Droga ewakuacji [m]	Droga ewakuacji +Lp [m]	Prędkość dojazdu [m/s]	Prędkość ewakuacji [m/s]	Czas dojazdu	Czas ewakuacji [s]	Czas obliczony [s]	Czas przyjęty [s]	Max wartości
							[s]				
1P	2W	25,1	30,4	40,4	14	10	2,79	4,04	4,247143	5	5
1W	2W	22	19,5	29,5	14	10	2,57	2,95	3,378571	4	
1W	2L	36,9	24,2	34,2	14	10	3,64	3,42	2,784286	3	
1L	2W	22,1	19,2	29,2	14	10	2,58	2,92	3,341429	4	3
1L	2L	30,1	13,6	23,6	14	10	3,15	2,36	2,21	3	
1L	3P	64,6	45,9	55,9	14	10	5,61	5,59	2,975714	3	
1P	4L	25,1	37,6	47,6	14	10	2,79	4,76	4,967143	5	5
1W	4L	21,3	23,6	33,6	14	10	2,52	3,36	3,838571	4	
1L	4W	28,7	16,3	26,3	14	10	3,05	2,63	2,58	3	
1L	4L	28,4	16,4	26,4	14	10	3,03	2,64	2,611429	3	3
1W	5P	33,1	19,2	29,2	14	10	3,36	2,92	2,555714	3	
1W	5W	26,2	14	24	14	10	2,87	2,4	2,528571	3	
1W	5L	21,1	13,9	23,9	14	10	2,51	2,39	2,882857	3	3
1L	5W	31,2	20,6	30,6	14	10	3,23	3,06	2,831429	3	
1L	5L	21,1	14,1	24,1	14	10	2,51	2,41	2,902857	3	
1	6	2	7,9	7,9	14	1,4	1,14	5,642857	4,5	5	5
1L	7	36,4	8,4	8,4	14	1,4	3,60	6	2,4	3	
1W	9	37,2	7,8	7,8	14	1,4	3,66	5,571429	1,914286	2	
2W	1P	30,4	25,1	35,1	14	10	3,17	3,51	3,338571	4	6
2W	1W	19,5	22	32	14	10	2,39	3,2	3,807143	4	
2W	1L	19,2	22,1	32,1	14	10	2,37	3,21	3,838571	4	
2L	1W	24,2	36,9	46,9	14	10	2,73	4,69	4,961429	5	5
2L	1L	13,6	30,1	40,1	14	10	1,97	4,01	5,038571	6	
2P	4W	20,4	26,8	36,8	14	10	2,46	3,68	4,222857	5	
2W	4W	15,3	20,1	30,1	14	10	2,09	3,01	3,917143	4	4
2W	4L	18,1	21,9	31,9	14	10	2,29	3,19	3,897143	4	
2L	4W	15,1	14,7	24,7	14	10	2,08	2,47	3,391429	4	
2L	4L	15,1	14,7	24,7	14	10	2,08	2,47	3,391429	4	6
2	7	2	8,4	8,4	14	1,4	1,14	6	4,857143	5	
2W	10	27	8	8	14	1,4	2,93	5,714286	2,785714	3	
3P	1L	45,9	64,6	74,6	14	10	4,28	7,46	6,181429	7	7
3P	5W	45,9	54	64	14	10	4,28	6,4	5,121429	6	
3	8	2	4	4	14	1,4	1,14	2,857143	1,714286	2	
4W	1L	16,3	28,7	38,7	14	10	2,16	3,87	4,705714	5	5
4L	1P	37,6	25,1	35,1	14	10	3,69	3,51	2,824286	3	
4L	1W	25,6	21,3	31,3	14	10	2,83	3,13	3,301429	4	
4W	2P	26,8	20,4	30,4	14	10	2,91	3,04	3,125714	4	4
4W	2W	20,1	15,3	25,3	14	10	2,44	2,53	3,094286	4	
4W	2L	14,7	15,1	25,1	14	10	2,05	2,51	3,46	4	
4L	2W	21,9	18,1	28,1	14	10	2,56	2,81	3,245714	4	4
4L	2L	14,7	15,1	25,1	14	10	2,05	2,51	3,46	4	
4W	5W	15,9	18,3	28,3	14	10	2,14	2,83	3,694286	4	
4W	5L	30,5	23,1	33,1	14	10	3,18	3,31	3,131429	4	4
4L	5W	16	18,1	28,1	14	10	2,14	2,81	3,667143	4	
4L	5L	23,8	13,8	23,8	14	10	2,70	2,38	2,68	3	
4W	6	37,2	7,9	7,9	14	1,4	3,66	5,642857	1,985714	2	2
4	9	2	7,8	7,8	14	1,4	1,14	5,571429	4,428571	5	
4L	10	31,1	8	8	14	1,4	3,22	5,714286	2,492857	3	

Projekt sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu ulic Warcka - Żwirki i Wigury – Toruńska w Sieradzu

5P	1W	19,2	33,1	43,1	14	10	2,37	4,31	4,938571	<b>5</b>	<b>5</b>
5W	1W	14	26,2	36,2	14	10	2,00	3,62	4,62	<b>5</b>	
5W	1L	20,6	31,2	41,2	14	10	2,47	4,12	4,648571	<b>5</b>	
5L	1W	13,9	21,1	31,1	14	10	1,99	3,11	4,117143	<b>5</b>	
5L	1L	14,1	21,1	31,1	14	10	2,01	3,11	4,102857	<b>5</b>	
5W	3P	45,9	54	64	14	10	4,28	6,4	5,121429	<b>6</b>	<b>6</b>
5W	4W	18,3	15,9	25,9	14	10	2,31	2,59	3,282857	<b>4</b>	<b>5</b>
5W	4L	18,1	6	16	14	10	2,29	1,6	2,307143	<b>3</b>	
5L	4W	23,1	30,5	40,5	14	10	2,65	4,05	4,4	<b>5</b>	
5L	4L	13,8	23,8	33,8	14	10	1,99	3,38	4,394286	<b>5</b>	
5W	7	25,8	8,4	8,4	14	1,4	2,84	6	3,157143	<b>4</b>	<b>4</b>
5	10	2	8	8	14	1,4	1,14	5,714286	4,571429	<b>5</b>	<b>6</b>
6	1	0	6	16	0	10	0,00	1,6	4,6	<b>5</b>	<b>5</b>
6	4W	0	41,4	51,4	0	10	0,00	5,14	8,14	<b>9</b>	<b>9</b>
7	1L	0	40,4	50,4	0	10	0,00	5,04	8,04	<b>9</b>	<b>9</b>
7	2	0	6	16	0	10	0,00	1,6	4,6	<b>5</b>	<b>5</b>
7	5W	0	29,8	39,8	0	10	0,00	3,98	6,98	<b>7</b>	<b>7</b>
8	3	0	6	16	0	10	0,00	1,6	4,6	<b>5</b>	<b>5</b>
9	1W	0	41,2	51,2	0	10	0,00	5,12	8,12	<b>9</b>	<b>9</b>
9	4	0	6	16	0	10	0,00	1,6	4,6	<b>5</b>	<b>5</b>
10	2W	0	31	41	0	10	0,00	4,1	7,1	<b>8</b>	<b>8</b>
10	4L	0	35,1	45,1	0	10	0,00	4,51	7,51	<b>8</b>	<b>8</b>
10	5	0	6	16	0	10	0,00	1,6	4,6	<b>5</b>	<b>5</b>

## **Pomiary natężenia ruchu**

Do obliczenia programu sygnalizacji przyjęto wartości obciążeń zgodnie z wynikami badań ruchu wykonanych dnia 2007-05-07 w godzinach 6.00 – 10.00 i 14.00 – 18.00. Badaniom poddano jedynie okresy szczytu porannego i popołudniowego, ponieważ w przypadku sygnalizacji zależnej od ruchu istotne dla obliczeń programu są tylko natężenia szczytowe. Wyniki pomiarów ruchu zawarte są w poniższych tabelach.

Na podstawie wyników badań ruchu określono maksymalne spodziewane natężenia ruchu w przedziałach 15-minutowych, dla poszczególnych grup kołowych. Wartości te zostały przyjęte do obliczeń długości światła zielonego dla tych grup w cyklu.

Skrzyżowanie: **Warcka - Żwirki i Wigury – Toruńska**; Data: **2007-05-07**; Włot: **1**

Prze-dział	←					↑					→				
	A	O+D	C	Cp	M+R	A	O+D	C	Cp	M+R	A	O+D	C	Cp	M+R
6.00 - 6.15		2					0			0		0			0
6.15 - 6.30		0					3			0		2			0
6.30 – 6.45		0					5			0		2			0
6.45 – 7.00		1					1			1		8			0
7.00 – 7.15		0					4			0		4			1
7.15 – 7.30		0					2			0		1			0
7.30 – 7.45		0					6			1		3			0
7.45 – 8.00		1					8			0		9			0
8.00 – 8.15		3					5			0		7			0
8.15 – 8.30		3					6			0		4		1	0
8.30 – 8.45		0					7			2		10		1	0
8.45 – 9.00		1					13			0		4		0	0
9.00 – 9.15		1					12			0		7		0	0
9.15 – 9.30		2					12			0		7		0	0
9.30 – 9.45		2					13			0		5		1	0
9.45 – 10.00		3					11			0		6		0	0
							12			0		7		0	0

Skrzyżowanie: **Warcka - Żwirki i Wigury – Toruńska**; Data: **2007-05-07**; Włot: **1**

Prze-dział	←						↑						→					
	A	O+D	C	Cp	M+R	A	O+D	C	Cp	M+R	A	O+D	C	Cp	M+R			
14.00 - 14.15		2					12			0	0	7	0	0				
14.15 - 14.30		2					11			0	0	6	0	0				
14.30 – 14.45		5					15			0	0	7	0	1				
14.45 – 15.00		0					9			0	0	5	0	0				
15.00 – 15.15		0					12			1	0	8	0	0				
15.15 – 15.30		0					4			0	0	5	1	1				
15.30 – 15.45		1					14			0	1	5	2	0				
15.45 – 16.00		1					9			0	0	10	0	0				
16.00 – 16.15		0					8			0	0	7	0	0				
16.15 – 16.30		0					8			0	0	5	0	0				
16.30 – 16.45		0					10			0	0	7	0	0				
16.45 – 17.00		0					11			0	0	5	1	0				
17.00 – 17.15		3					5			0	0	6	0	0				
17.15 – 17.30		2					7			0	0	5	0	0				
17.30 – 17.45		1					3			0	0	2	0	0				
17.45 – 18.00		4					4			0	0	3	0	0				

Skrzyżowanie: **Warcka - Żwirki i Wigury – Toruńska**; Data: **2007-05-07**; Włot: **2**

Prze-dział	←					↑					→				
	A	O+D	C	Cp	M+R	A	O+D	C	Cp	M+R	A	O+D	C	Cp	M+R
6.00 - 6.15	1	2	1		1	1	6	0		0		2			1
6.15 - 6.30	0	1	0		0	0	6	0		1		2			0
6.30 – 6.45	0	1	0		1	1	19	1		0		0			1
6.45 – 7.00	0	5	0		0	0	25	0		1		0			0
7.00 – 7.15	0	2	0		0	1	26	0		0		0			0
7.15 – 7.30	0	3	0		0	1	43	1		1		3			0
7.30 – 7.45	0	3	0		0	1	47	0		1		1			0
7.45 – 8.00	0	8	0		0	1	64	0		0		1			0
8.00 – 8.15	0	7	0		0	1	25	0		0		0			0
8.15 – 8.30	0	17	0		0	1	22	0		2		1			0
8.30 – 8.45	0	9	0		1	0	22	0		0		2			0
8.45 – 9.00	0	5	0		0	0	26	1		0		3			0
9.00 – 9.15	0	7	1		0	1	45	0		1		1			0
9.15 – 9.30	0	11	0		0	0	26	0		0		1			0
9.30 – 9.45	1	8	0		0	0	33	1		0		2			0
9.45 – 10.00	0	8	0		0	0	25	0		0		5			0

Skrzyżowanie: **Warcka - Żwirki i Wigury – Toruńska**; Data: **2007-05-07**; Włot: **2**

Prze-dział	←					↑					→				
	A	O+D	C	Cp	M+R	A	O+D	C	Cp	M+R	A	O+D	C	Cp	M+R
14.00 - 14.15		7				0	33	0		0		2			
14.15 - 14.30		9				0	41	0		0		0			
14.30 – 14.45		11				2	58	2		0		2			
14.45 – 15.00		4				1	38	0		0		1			
15.00 – 15.15		15				2	36	0		0		0			
15.15 – 15.30		4				1	36	0		5		1			
15.30 – 15.45		6				0	20	0		0		2			
15.45 – 16.00		6				1	47	3		0		0			
16.00 – 16.15		9				0	40	0		2		1			
16.15 – 16.30		10				1	51	0		1		1			
16.30 – 16.45		6				0	27	0		0		1			
16.45 – 17.00		5				1	33	0		0		0			
17.00 – 17.15		3				0	25	0		1		0			
17.15 – 17.30		7				0	43	0		0		0			
17.30 – 17.45		4				0	26	0		2		0			
17.45 – 18.00		5				0	24	1		0		0			

Skrzyżowanie: **Warcka - Żwirki i Wigury – Toruńska**; Data: **2007-05-07**; Włot: **3**

Prze-dział	←						↑						→					
	A	O+D	C	Cp	M+R		A	O+D	C	Cp	M+R		A	O+D	C	Cp	M+R	
6.00 - 6.15														2				
6.15 - 6.30														6				
6.30 - 6.45														6				
6.45 - 7.00														7				
7.00 - 7.15														6				
7.15 - 7.30														8				
7.30 - 7.45														3				
7.45 - 8.00														17				
8.00 - 8.15														6				
8.15 - 8.30														14				
8.30 - 8.45														7				
8.45 - 9.00														6				
9.00 - 9.15														14				
9.15 - 9.30														11				
9.30 - 9.45														6				
9.45 - 10.00														10				

Skrzyżowanie: **Warcka - Żwirki i Wigury – Toruńska**; Data: **2007-05-07**; Włot: **3**

Prze-dział	←					↑					→				
	A	O+D	C	Cp	M+R	A	O+D	C	Cp	M+R	A	O+D	C	Cp	M+R
14.00 - 14.15												11	0		0
14.15 - 14.30												7	0		0
14.30 – 14.45												12	0		0
14.45 – 15.00												14	0		0
15.00 – 15.15												13	0		0
15.15 – 15.30												11	0		0
15.30 – 15.45												14	0		0
15.45 – 16.00												15	0		1
16.00 – 16.15												11	0		0
16.15 – 16.30												13	0		0
16.30 – 16.45												7	0		0
16.45 – 17.00												16	0		0
17.00 – 17.15												15	0		2
17.15 – 17.30												6	1		1
17.30 – 17.45												9	0		0
17.45 – 18.00												5	0		0

Skrzyżowanie: **Warcka - Żwirki i Wigury – Toruńska**; Data: **2007-05-07**; Włot: **4**

Prze-dział	←					↑					→				
	A	O+D	C	Cp	M+R	A	O+D	C	Cp	M+R	A	O+D	C	Cp	M+R
6.00 - 6.15		1			0		3	0	0	0					
6.15 - 6.30		2			0		5	0	0	2					
6.30 – 6.45		1			0		6	0	0	2					
6.45 – 7.00		4			1		17	0	0	1					
7.00 – 7.15		1			0		7	0	0	1					
7.15 – 7.30		6			0		7	0	0	3					
7.30 – 7.45		4			0		8	0	0	2					
7.45 – 8.00		7			0		16	0	0	1					
8.00 – 8.15		7			0		12	0	0	0					
8.15 – 8.30		6			0		23	1	1	1					
8.30 – 8.45		7			0		17	1	0	0					
8.45 – 9.00		8			1		17	0	0	1					
9.00 – 9.15		5			0		17	0	0	0					
9.15 – 9.30		7			1		24	0	0	0					
9.30 – 9.45		6			0		17	0	0	1					
9.45 – 10.00		10			0		21	0	0	0					

Skrzyżowanie: **Warcka - Żwirki i Wigury – Toruńska**; Data: **2007-05-07**; Włot: **4**

Prze-dział	←					↑					→				
	A	O+D	C	Cp	M+R	A	O+D	C	Cp	M+R	A	O+D	C	Cp	M+R
14.00 - 14.15		9			0	0	12			0					
14.15 - 14.30		6			0	0	8			2					
14.30 - 14.45		13			0	1	19			1					
14.45 - 15.00		7			0	1	19			0					
15.00 - 15.15		10			0	0	27			1					
15.15 - 15.30		3			0	0	17			0					
15.30 - 15.45		6			0	0	16			0					
15.45 - 16.00		11			0	0	17			5					
16.00 - 16.15		10			3	0	20			0					
16.15 - 16.30		4			0	0	15			1					
16.30 - 16.45		4			0	0	14			4					
16.45 - 17.00		8			0	0	15			0					
17.00 - 17.15		5			1	0	14			1					
17.15 - 17.30		4			0	0	11			0					
17.30 - 17.45		4			0	0	11			0					
17.45 - 18.00		3			0	0	8			0					

Skrzyżowanie: **Warcka - Żwirki i Wigury – Toruńska**; Data: **2007-05-07**; Włot: **5**

Prze-dział	←						↑						→					
	A	O+D	C	Cp	M+R	A	O+D	C	Cp	M+R	A	O+D	C	Cp	M+R			
6.00 - 6.15		2	0		0	0	5	0		0		0	0		0	1		
6.15 - 6.30		1	0		0	0	7	0		2		4	0		0	0		
6.30 – 6.45		6	0		0	2	16	0		0		3	0		0	0		
6.45 – 7.00		3	0		0	2	15	0		1		13	0		0	0		
7.00 – 7.15		7	1		0	2	15	1		1		16	1		0	0		
7.15 – 7.30		7	0		0	1	12	0		1		23	1		0	0		
7.30 – 7.45		11	0		0	0	22	1		0		14	0		0	0		
7.45 – 8.00		19	0		0	1	22	0		1		33	0		1	0		
8.00 – 8.15		7	0		0	0	25	0		1		23	1		0	0		
8.15 – 8.30		9	0		0	2	19	0		0		42	0		0	0		
8.30 – 8.45		10	0		0	0	25	0		0		22	0		0	0		
8.45 – 9.00		6	0		1	0	20	0		0		27	0		0	0		
9.00 – 9.15		7	0		0	0	21	0		1		32	0		0	0		
9.15 – 9.30		6	0		0	0	25	0		0		27	0		0	0		
9.30 – 9.45		8	0		0	1	18	0		0		29	0		0	0		
9.45 – 10.00		7	0		0	0	23	0		3		39	0		0	0		

Skrzyżowanie: **Warcka - Żwirki i Wigury – Toruńska**; Data: **2007-05-07**; Włot: **5**

Prze-dział	←					↑					→				
	A	O+D	C	Cp	M+R	A	O+D	C	Cp	M+R	A	O+D	C	Cp	M+R
14.00 - 14.15		7			1	1	23	0		1		37			0
14.15 - 14.30		10			0	0	22	0		1		37			0
14.30 – 14.45		7			0	2	43	1		1		34			0
14.45 – 15.00		7			0	0	24	0		2		38			2
15.00 – 15.15		6			0	0	27	0		0		35			0
15.15 – 15.30		3			0	1	50	0		1		31			1
15.30 – 15.45		6			1	0	39	0		2		32			0
15.45 – 16.00		4			0	1	32	0		0		28			0
16.00 – 16.15		5			0	1	42	0		0		31			0
16.15 – 16.30		1			1	0	20	1		1		19			0
16.30 – 16.45		5			0	0	22	0		0		27			0
16.45 – 17.00		3			0	0	26	0		1		18			1
17.00 – 17.15		3			0	0	19	0		0		19			0
17.15 – 17.30		5			0	1	9	0		1		20			1
17.30 – 17.45		3			0	0	18	0		0		18			1
17.45 – 18.00		4			0	1	16	0		1		14			0

## Obliczenia programu sygnalizacji

Do obliczenia programu sygnalizacji przyjęto następujące założenia:

Natężenia maksymalne w przedziałach 15-minutowych:

GS1 = 30 PU; GS2 = 76 PU; GS3 = 17 PU; GS4 = 38 PU; GS5 = 88 PU

Współczynnik nasycenia  $\leq 0,5$

Suma czasu trwania sekwencji międzyfazowych = 18s

Prędkość pieszego = 1,0 m/s

Minimalny czas trwania zielonego dla pieszych:

GS6: 7,9m / 1,0m/s = 7,9s, przyjęto **8,0s**

GS7: 8,4m / 1,0m/s = 8,4s, przyjęto **9,0s**

GS8: 4,0m / 1,0m/s = 4,0s, przyjęto **5,0s**

GS9: 7,8m / 1,0m/s = 7,8s, przyjęto **8,0s**

GS10: 8,0m / 1,0m/s = 8,0s, przyjęto **8,0s**

Program sygnalizacji realizujący w/w założenia przedstawiony jest na rysunku 6.

## **Analiza przepustowości**

Dla uproszczenia obliczeń przepustowości przyjęto jednolitą wartość natężeń nasycenia wlotów, równą 1800 E/h, co jest wystarczająco dokładną metodą dla sygnalizacji acyklicznych. Poniższa tabela przedstawia przyjęte wartości natężeń ruchu i współczynniki nasycenia dla zaprojektowanego programu sygnalizacji:

	<b>Numery grup kołowych</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Natężenie ruchu [E/h]</b>	120	304	68	152	352
<b>Cykl programu sygnalizacji [s]</b>	75				
<b>Czas trwania sygnału „Zielone” w cyklu</b>	13	29	16	18	28
<b>Współczynnik nasycenia</b>	0,38	0,44	0,18	0,35	0,52

Jak widać, przy założonych natężeniach ruchu przyjęty program sygnalizacji zapewnia bardzo dobrą obsługę wszystkich relacji z dużą rezerwą przepustowości.

## Tabele

Poniżej przedstawione są wszystkie tabele, opisujące zaprojektowany program sygnalizacji:

<b>Nr grupy</b>	<b>Typ grupy</b>	<b>Sygnalizatory</b>	<b>Detektory skojarzone</b>	<b>G stałe [s]</b>	<b>G wydłużania [s]</b>	<b>G oczekiwania [s]</b>	<b>G dozwolone [s]</b>
<b>1</b>	K	K1	D1, D2	5	8	4	0
<b>2</b>	K	K2	D3, D4, D5	5	23	5	0
<b>3</b>	K	K3	D6	5	10	4	0
<b>4</b>	K	K4	D7, D8	5	12	4	0
<b>5</b>	K	K5	D9, D10, D11	5	23	5	0
<b>6</b>	P	P1a, P1b	PP1	8	12	0	12
<b>7</b>	P	P2a, P2b	PP2	9	0	0	0
<b>8</b>	P	P3a, P3b	PP3	5	8	0	8
<b>9</b>	P	P4a, P4b	PP4	8	20	0	20
<b>10</b>	P	P5a, P5b	PP5	8	0	0	0

**Tabela 1. Parametry grup sygnałowych**

		DOJAZD									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
EWAKUACJA	1	-	6	7	5	5	5	9		9	
	2	5	-		4			5			8
	3	3		-		6			5		
	4	5	5		-	5	9			5	8
	5	3		6	4	-		7			5
	6	6			2		-	-	-	-	-
	7	3	6			4	-	-	-	-	-
	8			3			-	-	-	-	-
	9	2			6		-	-	-	-	-
	10		3		3	6	-	-	-	-	-

**Tabela 2. Tabela minimalnych czasów międzzielonych**

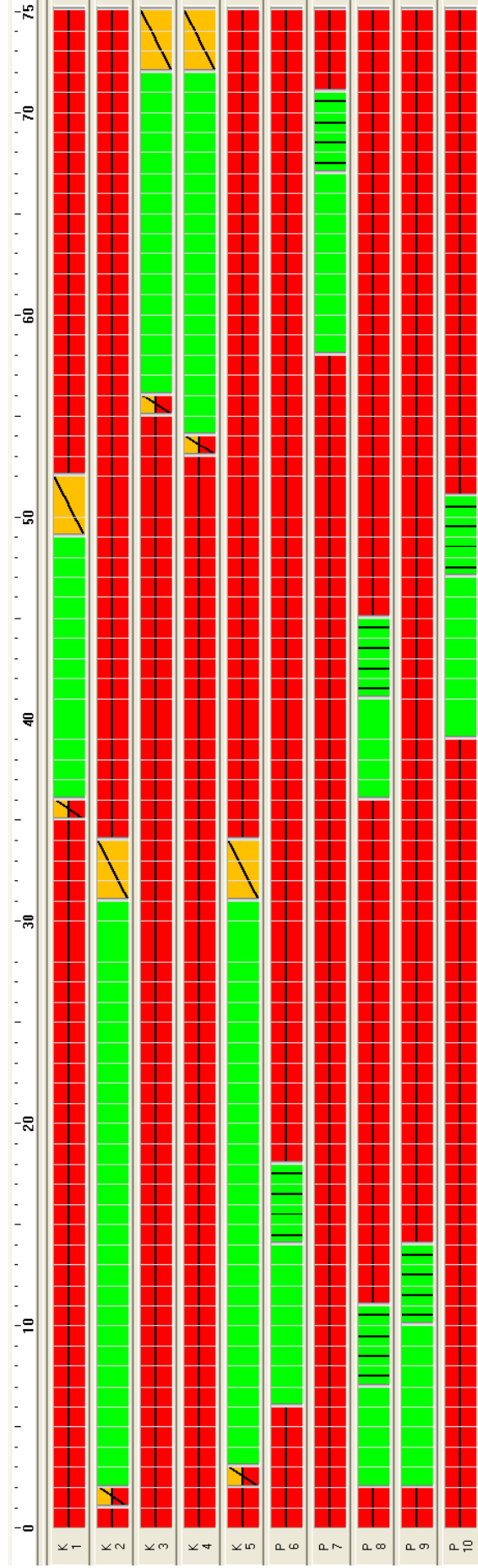
Numer fazy	Numery grup									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		B			B	W		W	W	
2	B							W		W
3			B	B			W			
4						W	W	W	W	W

B – bezwarunkowo, W-warunkowo

**Tabela 3. Konstrukcja faz ruchu**

Nu- mer pętli	Ozna- czenie	Numer grupy skoja- rzonej	Odle- głość od linii zatrzy- mania [m]	Dłu- gość [m]	Inter- wał [s]	Czas nie- aktyw- ności [s]	Maksy- malny czas obecno- ści [s]	Zli- cza- nie
1	D1/40	1	40	1	3,0	1	4	x
2	D2/1-24	1	1	23	0,8	5	240	
3	D3/55	2	55	1	3,4	0	4	
4	D4/36	2	36	1	2,3	2	4	x
5	D5/1-24	2	1	23	0,8	5	240	
6	D6/1	3	1	1	0,8	5	240	x
7	D7/40	4	40	1	3,0	1	4	x
8	D8/1-24	4	1	23	0,8	5	240	
9	D9/55	5	55	1	3,4	0	4	
10	D10/36	5	36	1	2,3	2	4	x
11	D11/1-24	5	1	23	0,8	5	240	

**Tabela 4. Parametry detektorów**



Rys. 6. Program sygnalizacji