



Global Traffic Systems Sp. z o.o.  
Baranowo ul. Szamotulska 67  
62-081 Przeźmierowo  
Tel. +48 (61) 279 72 00  
Fax +48 (61) 279 72 01  
NIP 781-189-78-49, REGON 302819947

## **PROJEKT SYGNALIZACJI ŚWIETLNEJ I STAŁEJ ORGANIZACJI RUCHU**

INWESTOR: ZARZĄD DRÓG MIEJSKICH W KALISZU  
UL. ŻŁOTA 43, 62-800 KALISZ

TEMAT OPRACOWANIA: PROJEKT SYGNALIZACJI ŚWIETLNEJ DLA SKRZYŻOWANIA  
ULIC GÓRNOŚLĄSKA - STASZICA W KALISZU

BRANŻA: INŻYNIERIA RUCHU

STADIUM: PROJEKT WYKONAWCZY

OPRACOWAŁ: mgr inż. Bogusław Dombek

Poznań 2016

OPINIE, UZGODNIENIA:

## SPIS TREŚCI.

1	PRZEDMIOT OPRACOWANIA.	3
2	MATERIAŁY WYJŚCIOWE.	3
3	STAN PROJEKTOWANY.	3
3.1	Wykaz detektorów.	4
3.2	Wykaz sygnalizatorów.	6
4	PROGRAMY SYGNALIZACJI.	8
4.3	Obliczenia czasów międzyzielonych.	8
4.4	Sterowanie ruchem pojazdów.	8
4.5	Sterowanie ruchem pieszych.	10
4.6	Harmonogram pracy sygnalizacji.	10
4.7	Programy startowy i końcowy	11
5	KOORDYNACJA.	12
6	STEROWNIK SYGNALIZACJI ŚWIETLNEJ.	18
7	ZAŁĄCZNIKI – CZĘŚĆ GRAFICZNA	19
7.1	Obliczenia czasów międzyzielonych.	19
7.2	Tablica czasów międzyzielonych	25
7.3	Awaryjne programy sygnalizacji.	26
7.4	Program startowy i końcowy	29
7.5	Obliczenia przepustowości	30
7.6	Rysunki:	32

## **1 Przedmiot opracowania.**

Przedmiotem opracowania jest projekt modernizacji sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu Górnośląskiej i Staszica w Kaliszu.

## **2 Materiały wyjściowe.**

1. Mapa zasadnicza.
2. „Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach” który stanowi załącznik do Dziennika Ustaw nr 220 poz.2181 z dnia 23 grudnia 2003. Tekst rozporządzenia przywołuje 4 załączniki zawierające wytyczne do projektowania oznakowania pionowego, poziomego, sygnalizacji świetlnej oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego.
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 lipca 2015 zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach. Dziennik Ustaw RP z dnia 7 września 2015. Poz.1314.
4. Pomiary natężenia ruchu drogowego wykonane w dniu 15.04.2015 r. (środa).
5. GDDKiA: Metoda obliczania przepustowości skrzyżowań z sygnalizacją świetlną. Wydawnictwo PiT, Warszawa 2004.
6. Wizja lokalna.

## **3 Stan projektowany.**

Projektowana sygnalizacja świetlna ma za zadanie zwiększenie bezpieczeństwa wszystkich użytkowników skrzyżowania. Praca programów sygnalizacji będzie związana zarówno z pracą lokalną jak i pracą w koordynacji w ciągu skrzyżowań wzdłuż ulicy Górnośląskiej w arterii nr 5. Na skrzyżowaniu przeprowadzone zostaną następujące prace związane z budową sygnalizacją świetlną:

- Montaż sygnalizatorów oraz konstrukcji wsporczych,
- Montaż sterownika,
- Montaż przycisków dla pieszych,
- Instalacja okablowania,
- Instalacja detekcji dla pojazdów.

Szczegóły rozmieszczenia urządzeń sygnalizacji pokazano na załączonym rysunku 1.

W związku z budową sygnalizacji aktualizacji podlega również organizacja ruchu. Niniejszy projekt przedstawia zmiany organizacji ruchu na skrzyżowaniu oraz jego wlotach w zakresie oznakowania poziomego i pionowego. Skrzyżowanie Górnosłaska – Staszica będzie pracowało jako skrzyżowanie skoordynowane z sąsiednim skrzyżowaniem Górnosłaska - Polna. Sygnalizacji i detekcji podlegają wszystkie wloty na skrzyżowaniu.

Na skrzyżowaniu wydzielone zostały następujące grupy sygnałowe:

- 4 grup sygnalizacyjnych przeznaczonych do sterowania pojazdami.
- 4 grupy sygnalizacyjne będące strzałkami jazdy warunkowej.
- 4 grupy sygnalizacyjne dla pieszych.
- 2 grupy sygnalizacyjne ostrzegawcze.

Sygnalizacja będzie pracować w trybie pełnej akomodacji, której działanie oparte jest na systemie detekcji obejmującym wszystkich uczestników ruchu.

### 3.1 Wykaz detektorów.

Detektory w postaci pętli indukcyjnych oraz przycisków dla pieszych zaprojektowano na wszystkich wlotach. Wykrywanie pieszych odbywać się będzie przy pomocy przycisków dla pieszych z optycznym potwierdzeniem zgłoszenia. Szczegółowe zestawienie detektorów wraz z przypisanymi do nich funkcjami pokazano w tabeli 3.1.

Tabela 3.1 Wykaz detektorów. Funkcje przypisane.

L.p.	Nazwa	Wymiary [m] (dł x szer)	Odległość [m]	Grupa sygnałowa	Typ detektora	Funkcje	Wydłużenie (czas interwału w [s])	Detekcja kolejki	Liczenie pojazdów
						Meldowanie			
GRUPY KOŁOWE									
1	D0211	1.0 x 2.0	2.0	02	pętla indukcyjna	X	3.0	X	X
2	D0212	20.0 x 1.0	25.0		pętla indukcyjna	X	1.0	X	-
3	D0213	1.0 x 2.0	60.0		pętla indukcyjna	X	3.0	X	-
4	D0511	1.0 x 2.0	2.0	05	pętla indukcyjna	X	3.0	X	X
5	D0512	20.0 x 1.0	20.0		pętla indukcyjna	X	1.0	X	-
6	D0513	1.0 x 2.0	60.0		pętla indukcyjna	X	3.0	X	-
7	D0521	1.0 x 2.0	2.0		pętla indukcyjna	X	3.0	X	X
8	D0522	20.0 x 1.0	20.0		pętla indukcyjna	X	1.0	X	-
9	D0523	1.0 x 2.0	60.0		pętla indukcyjna	X	3.0	X	-
10	D0811	1.0 x 2.0	2.0	08	pętla indukcyjna	X	3.0	X	X
11	D0812	20.0 x 1.0	11.0		pętla indukcyjna	X	1.0	X	-
12	D0813	1.0 x 2.0	60.0		pętla indukcyjna	X	3.0	X	-
13	D1111	1.0 x 2.0	2.0	11	pętla indukcyjna	X	3.0	X	X
14	D1112	20.0 x 1.0	20.0		pętla indukcyjna	X	1.0	X	-
15	D1113	1.0 x 2.0	60.0		pętla indukcyjna	X	3.0	X	-
16	D1121	1.0 x 2.0	2.0		pętla indukcyjna	X	3.0	X	X

Tabela 3.1 Wykaz detektorów. Funkcje przypisane.

L.p.	Nazwa	Wymiary [m] (dł x szer)	Odległość [m]	Grupa sygnałowa	Typ detektora	Funkcje	Wydłużenie (czas interwału w [s])	Detekcja kolejki	Liczenie pojazdów
						Meldowanie			
17	D1122	20.0 x 1.0	20.0		pętla indukcyjna	X	1.0	X	-
18	D1123	1.0 x 2.0	60.0		pętla indukcyjna	X	3.0	X	-
GRUPY PIESZE									
1	P311			31	przycisk	X	-	-	-
2	P312	-	-		przycisk	X	-	-	-
3	P331			33	przycisk	X	-	-	-
4	P332	-	-		przycisk	X	-	-	-
5	P351			35	przycisk	X	-	-	-
6	P352	-	-		przycisk	X	-	-	-
7	P371			37	przycisk	X	-	-	-
8	P372	-	-		przycisk	X	-	-	-

Przy sygnale zielonym zajętość detektora przedłuża sygnał zielony według podanych interwałów. Nadzajętość definiowana jest jako nieprzerwane wzbudzenie przycisku, natomiast podzajętość oznacza brak wzbudzenia w projektowanym zakresie czasu. Wartości parametrów podanych w tabeli podlegają kalibracji.

Odległość pętli liczy się od czoła pętli detekcyjnej. Długość pętli jest to wymiar zgodny z kierunkiem jazdy. Szerokość pętli jest to wymiar prostopadły do kierunku jazdy.

Przyciski zgłoszeniowe dla pieszych usytuowane są na masztach sygnalizatorów. Nad przyciskami dla pieszych należy umieścić naklejki informujące o konieczności wciśnięcia przycisku w celu uzyskania zielonego światła. Naklejki powinny informować również o kierunku ruchu pieszego, który dany przycisk wyzwala. Każdy przycisk zgłoszeniowy dla pieszych połączyć ze sterownikiem sygnalizacji świetlnej osobnym kablem sygnałowym. Sterownik sygnalizacji powinien posiadać osobne wejście dla każdego przycisku.

Lokalizacja detektorów oraz przycisków dla pieszych została przedstawiona na rysunku 1. Montaż i uruchomienie urządzeń należy przeprowadzić zgodnie z instrukcją obsługi dostarczoną przez ich producenta urządzenia.

### 3.2 Wykaz sygnalizatorów.

Poniższa tabela zawiera zestawienie sygnalizatorów zaprojektowanych na przedmiotowym skrzyżowaniu.

Tabela 3.2 Wykaz zaprojektowanych sygnalizatorów.

Rodzaje sygnalizatorów						
Oznaczenie	Typ	Ekran kontrastowy	Średnica [mm]	Lokalizacja	Rodzaj źródła światła	Grupa sygnałowa
<b>GRUPY KOŁOWE</b>						
021+011	S2, 3k ogólny ze strzałką jazdy warunkowej w prawo	-	300 / 200	Maszt	LumiLED	02/01
022	S2, 3k ogólny	Tak	300	Wysięgnik	LumiLED	02
051+041	S2, 3k ogólny ze strzałką jazdy warunkowej w prawo	-	300 / 200	Maszt	LumiLED	05/04
052	S2, 3k ogólny	Tak	300	Wysięgnik	LumiLED	05
081+071	S2, 3k ogólny ze strzałką jazdy warunkowej w prawo	-	300 / 200	Maszt	LumiLED	08/07
082	S2, 3k ogólny	Tak	300	Wysięgnik	LumiLED	08
111+101	S2, 3k ogólny ze strzałką jazdy warunkowej w prawo	-	300 / 200	Maszt	LumiLED	11/10
112	S2, 3k ogólny	Tak	300	Wysięgnik	LumiLED	11
<b>GRUPY PIESZE</b>						
311, 312	S5, 2k	-	200	Maszt	LumiLED	31
331, 332	S5, 2k	-	200	Maszt	LumiLED	33
351, 352	S5, 2k	-	200	Maszt	LumiLED	35
371, 372	S5, 2k	-	200	Maszt	LumiLED	37
<b>GRUPY OSTRZEGAWCZE</b>						
931	S0, 1k	-	200	Maszt	LumiLED	93
971	S0, 1k	-	200	Maszt	LumiLED	97

Podłączenie urządzeń (sygnalizatorów, sygnałów akustycznych) należy wykonać zgodnie z instrukcją dostarczoną przez ich producenta.

Dla sygnalizatorów znajdujących się na wysięgnikach minimalna skrajnia pionowa wynosi 5,5 m [7]. Zastosować komory sygnalizacyjne ze źródłami światła typu LumiLED o napięciu 42V, które powinny być wyposażone w funkcje przyciemniania, umożliwiającą w godzinach nocnych nadawanie sygnałów o obniżonej o 20 % luminancji. Obniżenie napięcia zasilania lamp sygnalizacyjnych z 42 V na 31 V powinno powodować ich przejście w tryb pracy nocnej [7]. Przejście do trybu "przyciemnionego" następować powinno automatycznie, bez zauważalnych zmian w działaniu programu sygnalizacyjnego. Przejście następuje na podstawie działania zintegrowanego zegara astronomicznego, który przekazuje informację do sterownika o potrzebie obniżenia napięcia przez sygnalizator. Należy użyć zegara astronomicznego wschód -1, zachód +1 dla miasta Kalisz.

Trwałość komory typu LED powinna wynosić co najmniej 5 lat. Elementy świetlne (diody elektroluminescencyjne) muszą być umieszczone w taki sposób, aby zapewnić równomierne oświetlenie całej powierzchni soczewki. Dla zapewnienia odpowiedniej skuteczności sygnału, komora, w której źródłem światła są diody elektroluminescencyjne, musi być traktowana jako uszkodzona, w przypadku przepalenia się 25% diod - funkcję tę muszą zapewnić komory sygnalizatora. Układy elektroniczne tworzące rozproszone źródło światła powinny pracować bezawaryjnie w zakresie temperatur od  $-25^{\circ}\text{C}$  do  $+40^{\circ}\text{C}$  [7].

Należy stosować ekrany kontrastowe perforowane zespolone.

Pieszne grupy sygnałowe należy wyposażać w sygnalizatory akustyczne dla pieszych zapewniające nadawanie sygnału zielonego dla pieszych. Sygnał dźwiękowy równoważny sygnałowi zielonemu migającemu powinien być sygnałem przerywanym o częstotliwości powtarzania dwukrotnie większej, niż sygnału zielonego [3]. Sygnalizatory akustyczne będą wyłączane między 22:00 a 06:00. Należy zapewnić możliwość programowej zmiany okresu pracy modułów akustycznych.

Sterownik sygnalizacji świetlnej musi zapewniać pełną realizację zadań przewidywanych w programie sygnalizacji przy zachowaniu warunków bezpieczeństwa ruchu drogowego. Realizacja nadzoru sygnału czerwonego przez sterownik przedstawiona została w tabeli 2.4, w której podano warunek logiczny, przy którym sterownik przechodzi w stan „żółty migający”. Przez awarię komory wyświetlającej sygnał czerwony, w której źródłem światła są diody elektroluminescencyjne, należy rozumieć przepalenie minimum 25% diod. Wynikiem tego jest przełączenie sygnalizacji w tryb "żółty pulsujący".

Tabela 3.3 Warunki logiczne

L.p.	Grupa kołowa	Warunki logiczne	L.p.	Grupa piesza	Warunki logiczne
1	02	do przepalenia ostatniej komory	1	31	do przepalenia pierwszej komory
2	05	do przepalenia ostatniej komory	2	33	do przepalenia pierwszej komory
3	08	do przepalenia ostatniej komory	3	35	do przepalenia pierwszej komory
4	11	do przepalenia ostatniej komory	4	37	do przepalenia pierwszej komory



#### 4 Programy sygnalizacji.

Opracowano następujące programy sygnalizacji dla podstawowych stanów ruchowych na skrzyżowaniu:

- *program acykliczny*, akomodacyjny uzależniający ruch pojazdów i pieszych na skrzyżowaniu od aktualnego zapotrzebowania oraz indywidualnych zgłoszeń, pobudzeń na detektorach,
- *programy awaryjne*, stałoczasowe, załączane w przypadku awarii sterowania akomodacyjnego (np. przy awarii modułu detektorów).

Zaprojektowany został system koordynacji dynamicznej, którego szczegółowy opis znajduje się w rozdziale nr 4.

#### 4.3 Obliczenia czasów międzyzielonych.

Czasy międzyzielone zostały wyliczone zgodnie z wytycznymi zamieszczonymi w **Błąd!** Nie można odnaleźć źródła odwołania. przy założeniu konieczności zapewnienia ewakuacji pojazdów z punktów kolizji fazy kończącej i rozpoczynającej w oparciu o następujące zależności:

- a) prędkość ewakuacji
  - dla potoków skręcających 30 i 40 km/h (8,33 i 11,11 m/s)
  - dla potoków na wprost przyjęto 50 km/h (13,89 m/s)
- b) prędkość dojazdu
  - dla potoków na wlotach Gómośląskiej 50 km/h (13,89 m/s),
  - dla potoków na pozostałych wlotach 60 km/h (16,7 m/s),
- c) prędkość pieszych 1,4 m/s
- d) długość światła żółtego dla pojazdów 3,0 s
- e) długość światła zielonego pulsującego dla pieszych 4,0 s
- f) minimalna długość światła czerwonego 2,0 s
- g) długość pojazdów równa 10 [m].

#### 4.4 Sterowanie ruchem pojazdów.

Sterowanie ruchem pojazdów będzie realizowane w trzech możliwych wariantach.

##### 4.4.1 Praca w koordynacji.

Sterownik sygnalizacji świetlnej będzie pracował w koordynacji z sąsiednim skrzyżowaniem Gómośląska - Polna. Zaprojektowano koordynację dynamiczną typu Marathon w obu kierunkach ruchu. Długość cyklu będzie zmienna i zależeć będzie od obciążenia wlotów poszczególnych skrzyżowań. Szczegółowy opis działania koordynacji

znajduje się w rozdziale 4. Algorytm sterowania skoordynowanymi sygnalizacjami świetlnymi powinien zapewnić dynamiczną koordynację obu kierunków ruchu. Długość cyklu powinna być zmienna i zależeć od obciążenia poszczególnych skrzyżowań. Należy zapewnić możliwość złożenia podfali oraz wyłączania koordynacji, gdy liczba pojazdów spadnie poniżej założonego minimum (automatyczne przejście w tryb pracy "all-red"). Długości sygnałów zielonych dla poszczególnych grup sygnalizacyjnych podano w tabeli 4.1. Wartości te mogą ulec zmianie w momencie uruchamiania sygnalizacji.

#### 4.4.2 Praca autonomiczna w trybie akomodacyjnym.

Stanem ustalonym dla pracy autonomicznej jest tryb „all-red”. Praca autonomiczna jest możliwa w dwóch przypadkach. Pierwszy podczas awarii komunikacji pomiędzy sąsiednimi sterownikami sygnalizacji pracującymi w koordynacji. Drugi, gdy nie ma zapotrzebowania na wiązkę koordynacyjną i skrzyżowanie pracuje w trybie „all-red”.

W obu przypadkach sterowanie ruchem pojazdów będzie zależne od pobudzeń detektorów zainstalowanych na wlotach. Na tej podstawie sygnał zielony dla poszczególnych grup sygnałowych jest załączany na długość czasu minimalnego i zostaje wydłużany do określonego maksimum w zależności od zapotrzebowania. W przypadku pełnego obciążenia wlotów skrzyżowania długości sygnałów zielonych w poszczególnych fazach ruchu powinny być realizowane zgodnie z wartościami przedstawionymi w tabeli 4.1

Tabela 4.1 Długości trwania czasów sygnałów zielonych dla poszczególnych grup sygnałowych

Grupy sygnałowe	Praca całodobowa			
	Minimum zielonego [s]	Maksimum zielonego [s]		
	cała doba	Program 1	Program 2	Program 3
01	5	52 (∞)	57 (∞)	62 (∞)
02	8	20	25	30
04	5	19 (∞)	24 (∞)	29 (∞)
05	8	57	62	67
07	5	52 (∞)	57 (∞)	62 (∞)
08	8	20	25	30
10	5	19 (∞)	24 (∞)	29 (∞)
11	8	56	61	66
31	7	7	7	7
33	10	10	10	10
35	7	7	7	7
37	10	10	10	10

Znak (∞) oznacza stan, w którym dana grupa sygnałowa wyświetla sygnał zielony podczas trwania sygnału czerwonego dla grup kolizyjnych.

Strzałki jazdy warunkowej powinny być załączane każdorazowo podczas trwania sygnału czerwonego dla grup kolizyjnych. Równoległe grupy pieszce i kołowe powinny być załączone przynajmniej równocześnie (grupy 02 i 37, 05 i 31, 08 i 33, 11 i 35). Programy sygnalizacji będą pracowały zgodnie z harmonogramem pracy przedstawionym w punkcie 4.6. Ze względu na to, że modernizowane skrzyżowanie stanowi element ważnego ciągu komunikacyjnego, program akomodacyjny będzie pracował przez całą dobę. Uzasadnione jest to bezpieczeństwem uczestników ruchu drogowego.

#### **4.4.3 Praca autonomiczna w trybie awaryjnym**

W przypadku awarii modułów detekcji lub awarii programu akomodacyjnego sterownik automatycznie przełącza się do trybu pracy awaryjnej. Skrzyżowanie jest sterowane za pomocą programów stałoczasowych o długościach 90, 100 i 110 [s].

#### **4.5 Sterowanie ruchem pieszych.**

Na skrzyżowaniu istnieją 4 przejścia dla pieszych. Schemat sterowania dla ruchu pieszego:

- Dla grup pieszych wyposażonych w przyciski otrzymanie sygnału zielonego możliwe jest jedynie po naciśnięciu przycisku. W przeciwnym przypadku wyświetlany jest sygnał czerwony.
- Sygnał zielony dla poszczególnych grup sygnałowych jest załączany na wymagany minimalny czas.
- Każde z przejść dla pieszych pracuje niezależnie.

#### **4.6 Harmonogram pracy sygnalizacji.**

Praca programów sterownika odbywać się będzie według następującego harmonogramu.

- a) Program akomodacyjny - praca w koordynacji - cała doba
- b) Program akomodacyjny - tryb autonomiczny
  - program 1 (cykl 90 [s]), praca w godzinach 20:00 – 06:30.
  - program 2 (cykl 100 [s]), praca w godzinach 06:30 – 14:00, 16:00 – 20:00.
  - program 3 (cykl 110 [s]), praca w godzinach 14:00 – 16:00.
- c) Programy awaryjne
  - Program o długości cyklu 90 [s], praca w godzinach 20:00 - 22:00.
  - Program o długości cyklu 100 [s], praca w godzinach 06:00 – 14:00, 16:00 – 20:00.
  - Program o długości cyklu 110 [s], praca w godzinach 14:00 – 16:00
  - stan "żółte migające", praca w godzinach 22:00 – 06:00

#### 4.7 Programy startowy i końcowy

Uruchomienie oraz zakończenie pracy sterownika sygnalizacji powinno być poprzedzone odpowiednimi programami startowym i końcowym. Dla programów awaryjnych programy startowy i końcowy zostały przedstawione w załącznikach. Programy startowy i końcowy dotyczące sterowania w trybie akomodacji powinny pracować według następujących założeń:

- a) program startowy - przejście z nadawania sygnału ostrzegawczego na program trójbarwny musi przebiegać według następującej sekwencji
  - sygnał żółty migający dla pojazdów przez co najmniej 180 sekund (grupy sygnałowe 02, 05, 08, 11), brak sygnału dla pozostałych uczestników ruchu (grupy sygnałowe 31, 33, 35, 37),
  - sygnał żółty ciągły przez 5 sekund dla pojazdów, sygnał czerwony dla pozostałych uczestników ruchu,
  - sygnał czerwony dla wszystkich uczestników ruchu o czasie trwania równym 8 sekund,
  - sygnał zielony dla strumieni poruszających się po drodze podporządkowanej (grupy sygnałowe 02 i 08),
  - program trójbarwny realizujący sygnały zielone dla poszczególnych grup sygnałowych na podstawie żądań z detekcji.
- b) program końcowy - przejście z programu trójbarwnego do trybu pracy ostrzegawczej musi przebiegać według następującej sekwencji
  - dokończenie bieżącej sekwencji sygnałów,
  - sygnał zielony (skrócony do 5 sekund) dla grup kołowych (grupy sygnałowe 02, 05, 08, 11), sygnał zielony migający dla grup pieszych (grupy sygnałowe 31, 33, 35, 37), sygnał czerwony dla pozostałych grup,
  - sygnał czerwony dla wszystkich grup przez czas 8 sekund,
  - sygnał żółty migający.

W przypadku braku zasilania sygnalizacji świetlnej, sterownik za pomocą wbudowanego urządzenia UPS umożliwi zakończenie pracy programów sterujących i podtrzyma sygnał żółty migający przez czas minimum 5 minut.

## 5 Koordynacja

W ciągu ulicy Gómoślaskiej sterowniki sygnalizacji świetlnej pracują w koordynacji zapewniając płynny ruch pojazdów. Do tej koordynacji zostanie dołączony sterownik pracujący na przedmiotowym skrzyżowaniu i będzie on pracował ze sterownikiem przy skrzyżowaniu Gómoślaska – Polna. Wymiana danych będzie zapewniała:

- włączanie się w przypadku przekroczenia liczby pojazdów w analizowanych węzłach, w pozostałych przypadkach sygnalizacja powinna pracować w trybie "all-red",
- możliwość elastycznego tworzenie zielonej fali/ podfali,
- koordynowania potoków jadących w obu kierunkach ruchu jednocześnie,
- system monitorowania i zarządzania pracą sygnalizacji świetlnej umieszczony w kaliskim CSR musi umożliwiać bieżącą wizualizację schematów koordynacji z uwzględnieniem średniej prędkości przejazdu oraz zmianę wszelkich parametrów algorytmu optymalizacji arterii, w tym granicy liczby pojazdów dla włączenia jego pracy.

Komunikacja pomiędzy sterownikami odbywać się będzie za pomocą sieci światłowodowej.

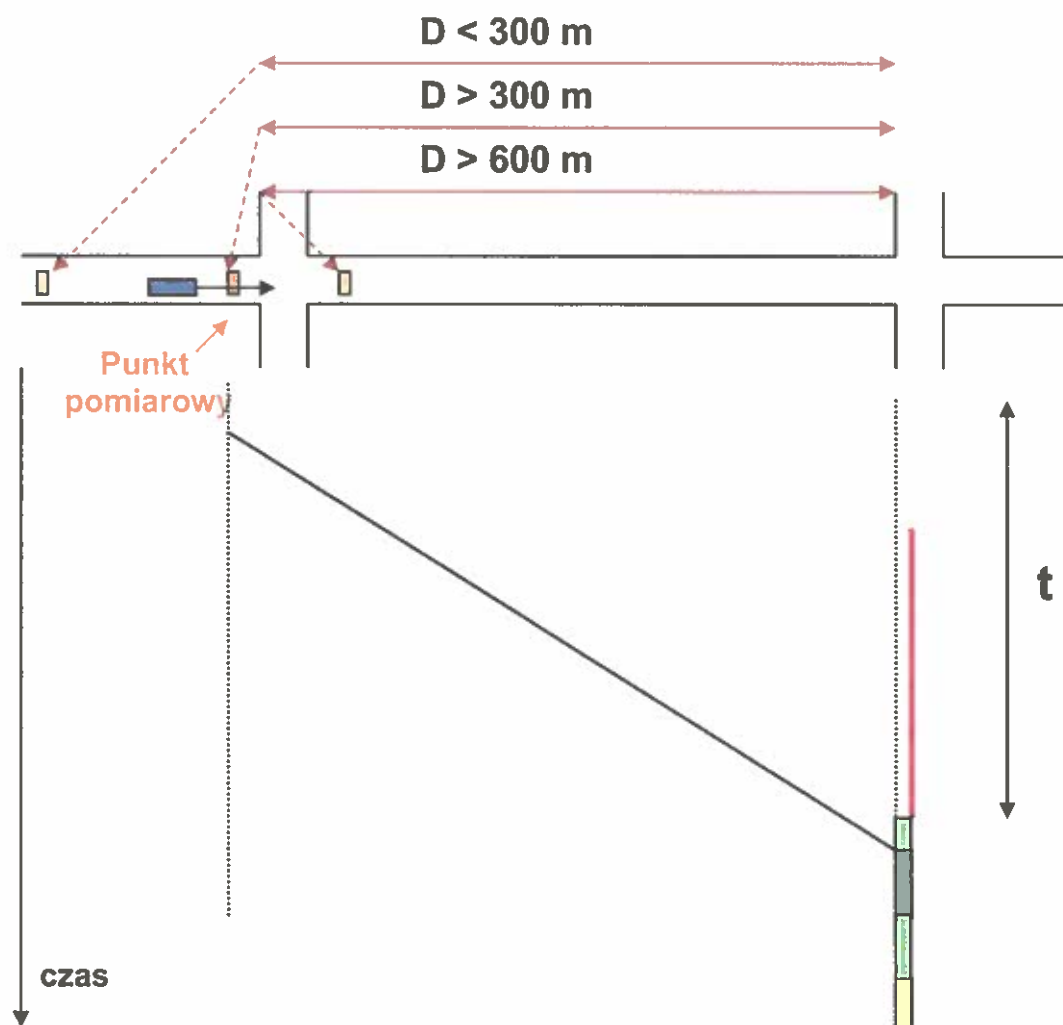
### Opis ogólny działania funkcji "Marathon"

Sterowanie „Maraton” jest rozwiązaniem umożliwiającym dynamiczne tworzenie tzw. „zielonej fali” dla pojazdów. Koordynacja zestawiana jest dla wcześniej zdefiniowanych grup sygnalizacyjnych, oparta jest na komunikacji pomiędzy sterownikami i przekazywaniu potrzebnych informacji w celu wygenerowania programu na skrzyżowaniu. Sterownik bazuje na informacji lokalnej, którą otrzymuje z detektorów ruchu jak i na funkcji nadrzędnej bazującej na informacji z sąsiednich skrzyżowań. W każdym cyklu sterowniki wymieniają ze sobą informacje dotyczące ruchu tzn. jaki potrzebny jest czas na obsługę wszystkich żądających grup sygnalizacyjnych oraz liczbę pojazdów zmierzających w kierunku skrzyżowania. Na podstawie znajomości odległości i średniej prędkości pojazdów funkcja ta oblicza za każdym razem możliwy do zrealizowania czas początku zielonego dla obsługi strumienia pojazdów. Najczęściej koordynację „Marathon” stosujemy dla koordynacji na arterii.

Synchronizacja pracy sterowników bazuje na odpowiednio skonstruowanej sieci komunikacyjnej pomiędzy nimi. Poprawna praca sterowników w ciągu skrzyżowań wymaga zdefiniowania parametrów niezbędnych do prawidłowego sterowania. Definicja parametrów dla funkcji „Marathon” składa się zasadniczo z dwóch części. W pierwszej definiuje się parametry otrzymane od poprzedniego sterownika, natomiast w drugiej określamy parametry jakie muszą być przesłane do następnego sterownika w koordynowanym ciągu. Konfiguracji i kalibracji poszczególnych parametrów dokonuje się w programie sterownika.

Funkcja „Maraton” nie ogranicza stosowania dodatkowych funkcji sterujących takich jak obsługa priorytetowa transportu zbiorowego w tym warunkowego, łączenie grup tzw. *couplingi* itp.

Informacje o stanie ruchu na skrzyżowaniach dostarczane są do sterowników dzięki wcześniej zdefiniowanym punktom pomiarowym. Rozmieszczenie punktów pomiarowych jest zależne od odległości między liniami zatrzymań dla grup koordynowanych. Gdy odległość ta jest większa niż 300m, tymi punktami mogą być detektory, które znajdują się przy liniach stopu. Jeżeli natomiast odległość jest mniejsza niż 300m, ustala się inny punkt - detektor, który będzie oddalony o co najmniej 300m w górę strumienia.



Rys.3. Rozmieszczenie punktów pomiarowych.

Rysunek przedstawia rozmieszczenie punktów pomiarowych w zależności od odległości pomiędzy skrzyżowaniami.

Podczas definiowania punktów pomiarowych określa się dla nich tzw. *gap*, czyli lukę czasową między pojazdami w strumieniu (z dokładnością do 0,1s.) oraz *okres pomiarowy* – czas zliczania impulsów z punktów pomiarowych. Oba te czasy podawane są w sekundach.

Realizacja żądania funkcji „Marathon” może być wykonywana na dwóch poziomach priorytetu. Poziom niski (*free coupling*) jest żądaniem realizacji koordynacji na aktualnym skrzyżowaniu przy wykorzystaniu tylko informacji ze skrzyżowania poprzedniego tzn. nie ma możliwości wpływania na wystąpienie sygnału zielonego na poprzednim skrzyżowaniu. Koordynacja na tym poziomie nie zawsze jest gwarantowana. Wynika to z możliwości dopasowania sygnału koordynowanego do aktualnej sytuacji ruchowej. Poziom wysoki (*hard coupling*) jest realizacją wyższego poziomu, umożliwia koordynację wpływając również na skrzyżowanie źródłowe.

Okresy pomiarowe są definiowane osobno dla *free* oraz *hard couplingu*.

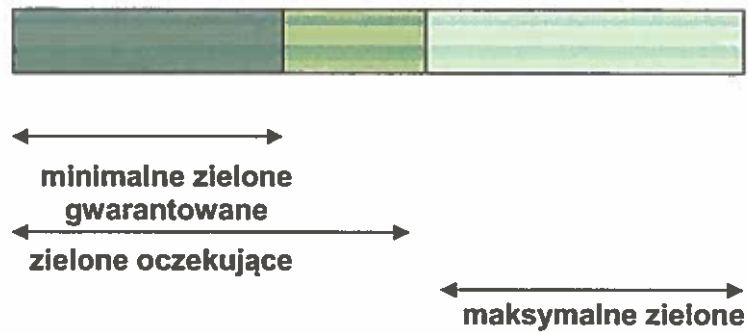
Funkcja „Marathon” jest uruchamiana, gdy przekroczona zostanie zdefiniowana liczba pojazdów (patrz tabela 4). Jeśli liczba pojazdów jest większa niż zdefiniowana w parametrach tej funkcji to następuje wysłanie żądania realizacji koordynacji „Marathon” do następnego sterownika.

Po odebraniu sygnału koordynującego automatycznie kalkulowany jest czas do (*d1* na rys5) zapalenia sygnału zielonego. Kalkulacja odbywa się na bazie danych wprowadzonych podczas definiowania funkcji *Marathon coupling* (odległość między skrzyżowaniami oraz średnia prędkość pojazdów dla danego obszaru).

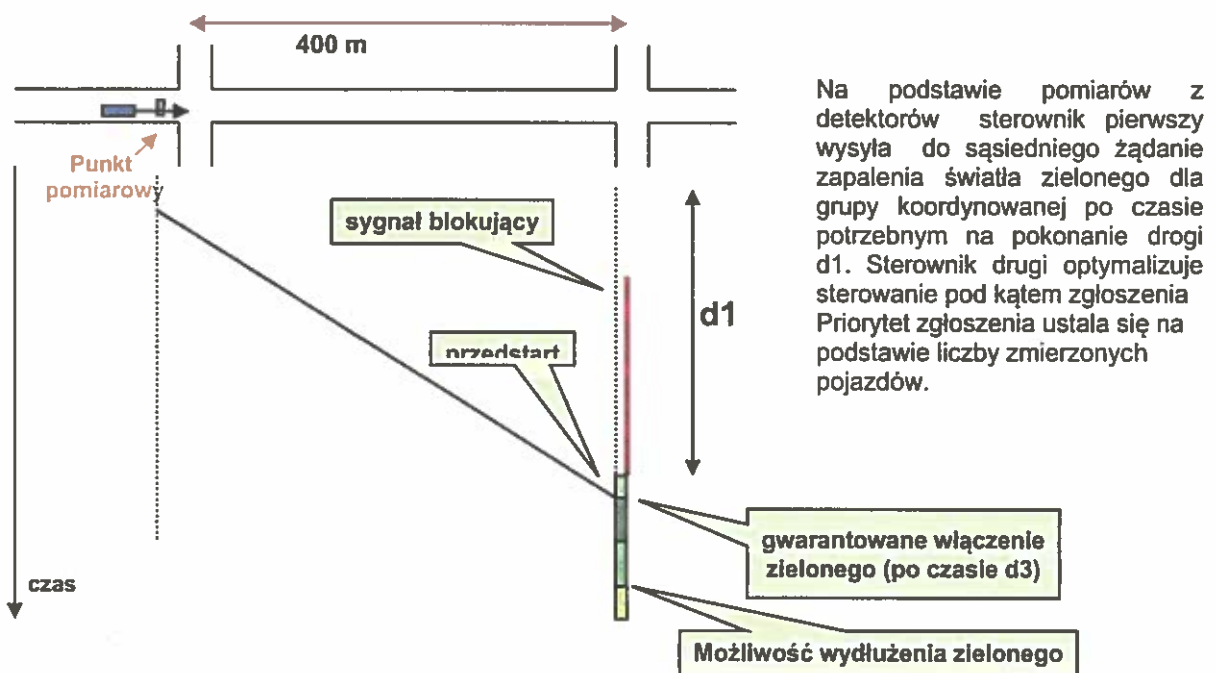
Innym parametrem jest definicja czasu (*przedstartu*) (rys. 5) który zezwala na wcześniejsze zapalenie sygnału zielonego dla grupy. To zapewnia wyeliminowanie kolejki oczekujących na zjazd ze skrzyżowania pojazdów, a które nie zjechały na poprzednim sygnale zielonym.

Czas trwania sygnału zielonego jest uzależniony od wartości następujących parametrów:

- minimalny czas zielony dla grupy - sygnał zielony zostaje zapalony zawsze minimalnie na czas określony w parametrach grupy;
- zielone oczekujące – stan oczekiwania w "zielonym" w przypadku braku pojazdów na detektorach
- maksymalne zielone – parametr określony w definicji grupy będący wartością maksymalnego sygnału zielonego wydłużenia z detektorów



Rys.4. Stany grupy sygnalizacyjnej koordynowanej.



Rys.5. Wykres droga - czas dla koordynacji Marathon



## Rozwiązania projektowe

W celu zapewnienia płynnego ruchu pojazdów wzdłuż ulicy Górnosłaskiej planuje się wprowadzenie koordynacji systemowej „Marathon”. Sterowniki sąsiadujące wymieniają ze sobą informacje o aktualnej potrzebnej długości cyklu do obsługi grup koordynowanych, wymieniając między sobą dane dotyczące liczby pojazdów jadących w kierunku skrzyżowania oraz kalkulują potrzebny czas do zapalenia światła zielonego. Dane przesyłane są w ramach informacyjnych zawierających parametry sterowania. Tabele 4.1 oraz 4.2 zawierają parametry i dane przesyłane pomiędzy skrzyżowaniem projektowanym a sąsiadującymi na skrzyżowaniu Górnosłaska - Polna

Tab.4.1. Dane przekazywane pomiędzy sterownikami.

Ramka S1M1 wysłana do S2M1 Skrzyżowanie: Górnosłaska – Polna Sterownik 1		Ramka S1M2 odebrana od S2M2 Skrzyżowanie: Górnosłaska – Polna Sterownik 1	
Dane wysyłane do sterownika	Sterownik 2	Dane odebrane ze sterownika	Sterownik 2
Numer programu	1	Numer programu	1
Numer grupy sygnałowej, która ma być koordynowana	05	Numer grupy sygnalizacyjnej, która ma być koordynowana	11
Numer grupy sygnałowej, wymuszającej grupę sygnałową	05	Numer grupy sygnałowej, wymuszającej grupę sygnałową	11
Odległość pomiędzy liniami zatrzymania grup z aktualnego do następnego skrzyżowania [m]	180	Odległość pomiędzy liniami zatrzymania grup z poprzedniego do aktualnego skrzyżowania [m]	173
Prędkość przejazdu [km/h]	Stała - 50	Prędkość przejazdu [km/h]	Stała - 50
Czas opisujący o ile sekund wcześniej koordynowana grupa sygnałowa może otrzymać pozwolenie na sygnał zielony (czas przedstartu) [s]	4	Czas opisujący o ile sekund wcześniej koordynowana grupa sygnałowa może otrzymać pozwolenie na sygnał zielony (czas przedstartu) [s]	4
Definicję punktów pomiarowych - detektorów	D0511, D0521	Numer grupy sygnalizacyjnej z poprzedniego sterownika, od której następuje koordynacja	11
Offset (po ilu sekundach zapali się światło zielone na kolejnym skrzyżowaniu) [s]	12	Offset (po ilu sekundach od zapalenia światła zielonego na poprzednim skrzyżowaniu zapalić należy światło zielone na analizowanym skrzyżowaniu)	12
Czas definiujący minimalny odstęp pomiędzy pojazdami w ruchu, decydujący o końcu zliczania pojazdów [s]	5	Oczekiwanie na pojawienie się odpowiedniej liczby pojazdów uruchamiającej funkcję „Marathon” po rozpoczęciu realizacji grupy [s]	15
Okres pomiarowy liczony w [s,ms] dla funkcji <i>free coupling</i> (poziom niski)	30		
Liczba pojazdów, która decyduje o żądaniu koordynacji „Marathon” dla następnego skrzyżowania na poziomie swobodnej koordynacji (poziom niski)	3		
Okres pomiarowy liczony w [m,ms] dla funkcji <i>hard coupling</i> (poziom wysoki)	30		
Liczba pojazdów, która decyduje o żądaniu koordynacji „Marathon” dla następnego skrzyżowania na poziomie pewnej koordynacji (poziom wysoki) [poj.]	5		

Tab.4.2. Dane przekazywane pomiędzy sterownikami.

Ramka S2M2 wysłana do S1M2 Skrzyżowanie: Gómośląska - Staszica Sterownik 2		Ramka S1M1 odebrana od S2M1 Skrzyżowanie: Gómośląska - Polna Sterownik 2	
Dane wysyłane do sterownika	Sterownik 1	Dane odebrane ze sterownika	Sterownik 1
Numer programu	1	Numer programu	1
Numer grupy sygnałowej, która ma być koordynowana	11	Numer grupy sygnalizacyjnej, która ma być koordynowana	05
Numer grupy sygnałowej, wymuszającej grupę sygnałową	11	Numer grupy sygnałowej, wymuszającej grupę sygnałową	05
Odległość pomiędzy liniami zatrzymania grup z aktualnego do następnego skrzyżowania [m]	173	Odległość pomiędzy liniami zatrzymania grup z poprzedniego do aktualnego skrzyżowania [m]	180
Prędkość przejazdu [km/h]	Stała - 50	Prędkość przejazdu [km/h]	Stała - 50
Czas opisujący o ile sekund wcześniej koordynowana grupa sygnałowa może otrzymać pozwolenie na sygnał zielony (czas przedstartu) [s]	4	Czas opisujący o ile sekund wcześniej koordynowana grupa sygnałowa może otrzymać pozwolenie na sygnał zielony (czas przedstartu) [s]	4
Definicję punktów pomiarowych - detektorów	D1111, D1121	Numer grupy sygnalizacyjnej z poprzedniego sterownika, od której następuje koordynacja	05
Offset (po ilu sekundach zapali się światło zielone na kolejnym skrzyżowaniu) [s]	12	Offset (po ilu sekundach od zapalenia światła zielonego na poprzednim skrzyżowaniu zapalić należy światło zielone na analizowanym skrzyżowaniu)	12
Czas definiujący minimalny odstęp pomiędzy pojazdami w ruchu, decydujący o końcu zliczania pojazdów [s]	5	Oczekiwanie na pojawienie się odpowiedniej liczby pojazdów uruchamiającej funkcję „Marathon” po rozpoczęciu realizacji grupy [s]	15
Okres pomiarowy liczony w [s,ms] dla funkcji <i>free coupling</i> (poziom niski)	30		
Liczba pojazdów, która decyduje o żądaniu koordynacji „Marathon” dla następnego skrzyżowania na poziomie swobodnej koordynacji (poziom niski)	3		
Okres pomiarowy liczony w [m,ms] dla funkcji <i>hard coupling</i> (poziom wysoki)	30		
Liczba pojazdów, która decyduje o żądaniu koordynacji „Marathon” dla następnego skrzyżowania na poziomie pewnej koordynacji (poziom wysoki) [poj.]	5		

Dzięki zastosowaniu tego typu koordynacji możliwe jest sterowanie pracą sygnalizacji w oparciu o natężenia ruchu, cykl zostaje automatycznie dobrany w zależności od wartości natężeń. Koordynacji podlegać będą grupy sygnałowe 02, 05, 08 i 11. Długość trwania sygnałów zielonych będzie realizowana zmiennocyklicznie i zależna będzie od pobudzeń detektorów.

## **6 Sterownik sygnalizacji świetlnej.**

Urządzenie realizujące programy sterowania powinno spełniać kryteria wymagane przez przepisy [2]. Poza tym, sterownik sygnalizacji musi być zgodny z obecnie obowiązującymi przepisami i normami oraz współpracować z kaliskim CSR. Sterownik będzie posiadał zaimplementowany protokół komunikacji z kaliskim CSR i umożliwiać zmianę wszystkich parametrów konfigurowanych przez operatora systemu. Sterownik zapewni możliwość przejścia do pracy autonomicznej w przypadku awarii połączenia z CSR.

Sterownik musi posiadać możliwość implementacji dowolnego algorytmu sterowania pracą sygnalizacji świetlnej, w tym stałoczasowego, akomodacyjnego, grupowego, typu "all - red", z zaawansowanymi algorytmami dynamicznej koordynacji arterii, sterowania obszarowego.

Sterownik będzie wyposażony w rezerwowy system zasilania UPS, którego zadaniem jest podtrzymanie napięcia zasilania sterownika sygnalizacji świetlnej na wypadek wyłączenia zasilania podstawowego. Zanik napięcia zasilania musi doprowadzić do wyłączenia sygnalizacji świetlnej z zapewnieniem realizacji całego programu końcowego. W przypadku zaniku zasilania sterownika sygnalizacji świetlnej, układ UPS powinien podtrzymać jego pracę tak, aby umożliwić przejście sygnalizacji świetlnej do trybu pracy awaryjnej z zastosowaniem programu końcowego. Tryb awaryjny powinien pracować przez co najmniej 5 minut, po czym sterownik powinien wyłączyć się.

## 7 Załączniki – część graficzna

### 7.1 Obliczenia czasów międzyzielonych.

Potok ewakuujący się	Pas ruchu	Potok dojeżdżający	Pas ruchu	Droga ewakuacji [m]	Droga dojazdu [m]	Vew [m/s]	Vdoj [m/s]	Czas żółty[s]	Wymagany CmZ [s]	Przyjęty CmZ [s]
01	P1	08	L1	21.3	25.4	8.3	16.7	0	1.25	
01	P1	08	L1	18.8	21	8.3	16.7	0	1.21	
01	P1	08	L1	20.9	22.2	8.3	16.7	0	1.39	2
02	P1	05	W1	15.7	26.1	8.3	13.9	3	3.22	
02	P1	05	W1	14.1	23.9	8.3	13.9	3	3.18	
02	P1	05	W2	20.3	29.3	8.3	13.9	3	3.54	
02	P1	05	W2	20.3	29.3	8.3	13.9	3	3.54	
02	P1	05	W2	20.3	29.3	8.3	13.9	3	3.54	
02	P1	05	W2	20.3	29.3	8.3	13.9	3	3.54	
02	P1	05	W2	20.3	29.3	8.3	13.9	3	3.54	
02	P1	05	W2	20.3	29.3	8.3	13.9	3	3.54	
02	P1	05	W2	20.3	29.3	8.3	13.9	3	3.54	
02	W1	05	W1	13.7	23.1	13.9	13.9	3	2.04	
02	W1	05	W2	16.9	24.4	13.9	13.9	3	2.18	
02	W1	05	L2	22.7	28.5	13.9	13.9	3	2.3	
02	L1	05	W1	13.5	22.1	8.3	13.9	3	3.24	
02	L1	05	W1	13.4	22.1	8.3	13.9	3	3.23	
02	L1	05	W2	16.6	21.1	8.3	13.9	3	3.69	
02	L1	05	W2	16.6	21.1	8.3	13.9	3	3.69	
02	L1	05	L2	17.4	20.7	8.3	13.9	3	3.81	4
02	L1	05	L2	17.4	20.8	8.3	13.9	3	3.8	
02	L1	07	P1	23.2	21	8.3	16.7	3	4.74	
02	L1	07	P1	25.9	21.4	8.3	16.7	3	5.04	6
02	L1	07	P1	22.1	19	8.3	16.7	3	4.73	
02	W1	11	P1	32.3	19.7	13.9	13.9	3	3.63	
02	W1	11	W1	23.7	17.6	13.9	13.9	3	3.16	
02	W1	11	W2	20.5	19.1	13.9	13.9	3	2.82	
02	W1	11	L2	18.3	20.3	13.9	13.9	3	2.58	
02	L1	11	W1	27.3	32	8.3	13.9	3	4.19	5
02	L1	11	W2	22.5	28.5	8.3	13.9	3	3.87	
02	L1	11	W2	20.7	26.2	8.3	13.9	3	3.81	
02	L1	11	L2	15.4	24.4	8.3	13.9	3	3.3	
02	L1	11	L2	15.4	24.5	8.3	13.9	3	3.3	
02	P1	31		6.9	0	8.3		3	5.04	6
02	P1	31		6.9	0	8.3		3	5.04	6
02	P1	31		2.9	0	8.3		3	4.55	
02	P1	31		2.9	0	8.3		3	4.55	

Potok ewakuujący się	Pas ruchu	Potok dojeżdżający	Pas ruchu	Droga ewakuacji [m]	Droga dojazdu [m]	Vew [m/s]	Vdoj [m/s]	Czas żółty[s]	Wymagany CmZ [s]	Przyjęty CmZ [s]
02	W1	31		2.9	0	13.9		3	3.93	
02	W1	31		6.9	0	13.9		3	4.22	
02	L1	31		6.9	0	8.3		3	5.04	6
02	L1	31		2.9	0	8.3		3	4.55	
02	L1	31		2.9	0	8.3		3	4.55	
02	L1	31		6.8	0	8.3		3	5.02	
02	W1	35		34	0	13.9		3	6.17	7
02	W1	35		30.2	0	13.9		3	5.89	
04	P1	11	L2	20.6	36.2	8.3	13.9	0	0.08	1
05	W1	02	P1	26.1	15.7	13.9	16.7	3	3.66	
05	W1	02	P1	23.9	14.1	13.9	16.7	3	3.59	
05	W1	02	W1	23.1	13.7	13.9	16.7	3	3.56	
05	W1	02	L1	22.1	13.4	13.9	16.7	3	3.51	
05	W1	02	L1	22.1	13.5	13.9	16.7	3	3.5	
05	W2	02	P1	29.3	20.3	13.9	16.7	3	3.61	
05	W2	02	P1	29.3	20.3	13.9	16.7	3	3.61	
05	W2	02	P1	29.3	20.3	13.9	16.7	3	3.61	
05	W2	02	P1	29.3	20.3	13.9	16.7	3	3.61	
05	W2	02	P1	29.3	20.3	13.9	16.7	3	3.61	
05	W2	02	P1	29.3	20.3	13.9	16.7	3	3.61	
05	W2	02	P1	29.3	20.3	13.9	16.7	3	3.61	
05	W2	02	W1	24.4	16.9	13.9	16.7	3	3.46	
05	W2	02	L1	21.1	16.6	13.9	16.7	3	3.24	
05	W2	02	L1	21.1	16.6	13.9	16.7	3	3.24	
05	L2	02	W1	28.5	22.7	8.3	16.7	3	5.28	6
05	L2	02	L1	20.7	17.4	8.3	16.7	3	4.66	
05	L2	02	L1	20.8	17.4	8.3	16.7	3	4.67	
05	P1	08	W1	21.8	33.5	8.3	16.7	3	3.83	
05	W1	08	W1	19.3	23.4	13.9	16.7	3	2.71	
05	W1	08	L1	32.5	26.4	13.9	16.7	3	3.48	
05	W2	08	W1	20.6	20.2	13.9	16.7	3	2.99	
05	W2	08	L1	30.5	22.8	13.9	16.7	3	3.55	
05	W2	08	L1	27.2	20.3	13.9	16.7	3	3.46	
05	L2	08	W1	21	19.3	8.3	16.7	3	4.58	
05	L2	08	L1	25.8	16.3	8.3	16.7	3	5.34	
05	L2	08	L1	26	16.3	8.3	16.7	3	5.36	6
05	L2	10	P1	37.2	18.8	8.3	13.9	3	6.33	7
05	P1	33		3.3	0	8.3		3	4.6	
05	P1	33		7.2	0	8.3		3	5.07	6
05	W1	33		3.3	0	13.9		3	3.96	
05	W1	33		7.2	0	13.9		3	4.24	

Potok ewakuujący się	Pas ruchu	Potok dojeżdżający	Pas ruchu	Droga ewakuacji [m]	Droga dojazdu [m]	Vew [m/s]	Vdoj [m/s]	Czas żółty[s]	Wymagany CmZ [s]	Przyjęty CmZ [s]
05	W2	33		3.2	0	13.9		3	3.95	
05	W2	33		7.2	0	13.9		3	4.24	
05	L2	33		7.2	0	8.3		3	5.07	6
05	L2	33		3.2	0	8.3		3	4.59	
05	W1	37		37.8	0	13.9		3	6.44	
05	W1	37		41.7	0	13.9		3	6.72	7
05	W2	37		37.8	0	13.9		3	6.44	
05	W2	37		41.7	0	13.9		3	6.72	7
07	P1	02	L1	19	22.1	8.3	16.7	0	1.17	
07	P1	02	L1	21.4	25.9	8.3	16.7	0	1.23	
07	P1	02	L1	21	23.2	8.3	16.7	0	1.35	2
08	L1	01	P1	25.4	21.3	8.3	16.7	3	4.99	5
08	L1	01	P1	21	18.8	8.3	16.7	3	4.61	
08	L1	01	P1	22.2	20.9	8.3	16.7	3	4.63	
08	W1	05	P1	33.5	21.8	13.9	13.9	3	3.56	
08	W1	05	W1	23.4	19.3	13.9	13.9	3	3.01	
08	W1	05	W2	20.2	20.6	13.9	13.9	3	2.69	
08	W1	05	L2	19.3	21	13.9	13.9	3	2.6	
08	L1	05	W1	26.4	32.5	8.3	13.9	3	4.05	5
08	L1	05	W2	20.3	27.2	8.3	13.9	3	3.69	
08	L1	05	W2	22.8	30.5	8.3	13.9	3	3.76	
08	L1	05	L2	16.3	25.8	8.3	13.9	3	3.31	
08	L1	05	L2	16.3	26	8.3	13.9	3	3.3	
08	P1	11	W1	16.5	25.8	8.3	13.9	3	3.34	
08	P1	11	W1	14.4	23.2	8.3	13.9	3	3.27	
08	P1	11	W2	22.3	30.6	8.3	13.9	3	3.69	
08	P1	11	W2	22.3	30.6	8.3	13.9	3	3.69	
08	P1	11	W2	22.3	30.6	8.3	13.9	3	3.69	
08	P1	11	W2	22.3	30.6	8.3	13.9	3	3.69	
08	P1	11	W2	22.3	30.6	8.3	13.9	3	3.69	
08	P1	11	W2	22.3	30.6	8.3	13.9	3	3.69	
08	P1	11	W2	22.3	30.6	8.3	13.9	3	3.69	
08	W1	11	W1	13.5	21.5	13.9	13.9	3	2.14	
08	W1	11	W2	16.6	22.9	13.9	13.9	3	2.27	
08	W1	11	L2	25.9	29.8	13.9	13.9	3	2.44	
08	L1	11	W1	13.3	20.6	8.3	13.9	3	3.33	
08	L1	11	W1	13.3	20.6	8.3	13.9	3	3.33	
08	L1	11	W2	16.3	20	8.3	13.9	3	3.73	
08	L1	11	W2	16.3	19.8	8.3	13.9	3	3.74	
08	L1	11	L2	18.1	18.9	8.3	13.9	3	4.03	5
08	L1	11	L2	18.1	19.4	8.3	13.9	3	3.99	

Potok ewakuujący się	Pas ruchu	Potok dojeżdżający	Pas ruchu	Droga ewakuacji [m]	Droga dojazdu [m]	Vew [m/s]	Vdoj [m/s]	Czas żółty[s]	Wymagany CmZ [s]	Przyjęty CmZ [s]
08	W1	31		30.2	0	13.9		3	5.89	
08	W1	31		34.1	0	13.9		3	6.17	7
08	P1	35		7	0	8.3		3	5.05	
08	P1	35		3.1	0	8.3		3	4.58	
08	P1	35		7	0	8.3		3	5.05	
08	P1	35		3.1	0	8.3		3	4.58	
08	W1	35		7	0	13.9		3	4.22	
08	W1	35		3.1	0	13.9		3	3.94	
08	L1	35		7.1	0	8.3		3	5.06	6
08	L1	35		3.2	0	8.3		3	4.59	
08	L1	35		7	0	8.3		3	5.05	
08	L1	35		3.1	0	8.3		3	4.58	
10	P1	05	L2	18.8	37.2	8.3	13.9	0	-0.21	0
11	P1	02	W1	19.7	32.3	8.3	16.7	3	3.64	
11	W1	02	W1	17.6	23.7	13.9	16.7	3	2.57	
11	W1	02	L1	32	27.3	13.9	16.7	3	3.39	
11	W2	02	W1	19.1	20.5	13.9	16.7	3	2.87	
11	W2	02	L1	26.2	20.7	13.9	16.7	3	3.36	
11	W2	02	L1	28.5	22.5	13.9	16.7	3	3.42	
11	L2	02	W1	20.3	18.3	8.3	16.7	3	4.55	
11	L2	02	L1	24.4	15.4	8.3	16.7	3	5.22	
11	L2	02	L1	24.5	15.4	8.3	16.7	3	5.23	6
11	L2	04	P1	36.2	20.6	8.3	13.9	3	6.08	7
11	W1	08	P1	23.2	14.4	13.9	16.7	3	3.53	
11	W1	08	P1	25.8	16.5	13.9	16.7	3	3.59	
11	W1	08	W1	21.5	13.5	13.9	16.7	3	3.46	
11	W1	08	L1	20.6	13.3	13.9	16.7	3	3.41	
11	W1	08	L1	20.6	13.3	13.9	16.7	3	3.41	
11	W2	08	P1	30.6	22.3	13.9	16.7	3	3.59	
11	W2	08	P1	30.6	22.3	13.9	16.7	3	3.59	
11	W2	08	P1	30.6	22.3	13.9	16.7	3	3.59	
11	W2	08	P1	30.6	22.3	13.9	16.7	3	3.59	
11	W2	08	P1	30.6	22.3	13.9	16.7	3	3.59	
11	W2	08	P1	30.6	22.3	13.9	16.7	3	3.59	
11	W2	08	W1	22.9	16.6	13.9	16.7	3	3.37	
11	W2	08	L1	19.8	16.3	13.9	16.7	3	3.17	
11	W2	08	L1	20	16.3	13.9	16.7	3	3.18	
11	L2	08	W1	29.8	25.9	8.3	16.7	3	5.24	6
11	L2	08	L1	19.4	18.1	8.3	16.7	3	4.46	
11	L2	08	L1	18.9	18.1	8.3	16.7	3	4.4	

Potok ewakuujący się	Pas ruchu	Potok dojeżdżający	Pas ruchu	Droga ewakuacji [m]	Droga dojazdu [m]	Vew [m/s]	Vdoj [m/s]	Czas żółty[s]	Wymagany CmZ [s]	Przyjęty CmZ [s]
11	W1	33		37.6	0	13.9		3	6.42	
11	W1	33		41.7	0	13.9		3	6.72	
11	W2	33		37.8	0	13.9		3	6.44	
11	W2	33		41.8	0	13.9		3	6.73	7
11	P1	37		3.1	0	8.3		3	4.58	
11	P1	37		7.1	0	8.3		3	5.06	
11	W1	37		3.1	0	13.9		3	3.94	
11	W1	37		7.1	0	13.9		3	4.23	
11	W2	37		7.2	0	13.9		3	4.24	
11	W2	37		3.3	0	13.9		3	3.96	
11	L2	37		3.3	0	8.3		3	4.6	
11	L2	37		7.2	0	8.3		3	5.07	6
31		02	P1	8.4	6.9	1.4	16.7	0	4.59	5
31		02	P1	7.8	2.9	1.4	16.7	0	4.4	
31		02	P1	8.4	6.9	1.4	16.7	0	4.59	5
31		02	P1	7.8	2.9	1.4	16.7	0	4.4	
31		02	W1	8.4	6.9	1.4	16.7	0	4.59	5
31		02	W1	7.8	2.9	1.4	16.7	0	4.4	
31		02	L1	8.4	6.9	1.4	16.7	0	4.59	5
31		02	L1	7.8	2.9	1.4	16.7	0	4.4	
31		02	L1	8.4	6.8	1.4	16.7	0	4.59	5
31		02	L1	7.8	2.9	1.4	16.7	0	4.4	
31		08	W1	8.4	30.2	1.4	16.7	0	3.19	4
31		08	W1	7.8	34.1	1.4	16.7	0	2.53	
33		05	P1	12.3	7.2	1.4	13.9	0	7.27	
33		05	P1	12.3	3.3	1.4	13.9	0	7.55	
33		05	W1	12.3	7.2	1.4	13.9	0	7.27	
33		05	W1	12.3	3.3	1.4	13.9	0	7.55	
33		05	W2	12.3	7.2	1.4	13.9	0	7.27	
33		05	W2	12.3	3.2	1.4	13.9	0	7.56	8
33		05	L2	12.3	3.2	1.4	13.9	0	7.56	8
33		05	L2	12.3	7.2	1.4	13.9	0	7.27	
33		11	W1	12.3	37.6	1.4	13.9	0	5.08	6
33		11	W1	12.3	41.7	1.4	13.9	0	4.79	
33		11	W2	12.3	37.8	1.4	13.9	0	5.07	
33		11	W2	12.3	41.8	1.4	13.9	0	4.78	
35		02	W1	8.4	30.2	1.4	16.7	0	3.19	4
35		02	W1	7.9	34	1.4	16.7	0	2.61	
35		08	P1	8.4	7	1.4	16.7	0	4.58	5
35		08	P1	7.9	3.1	1.4	16.7	0	4.46	
35		08	P1	7.9	3.1	1.4	16.7	0	4.46	

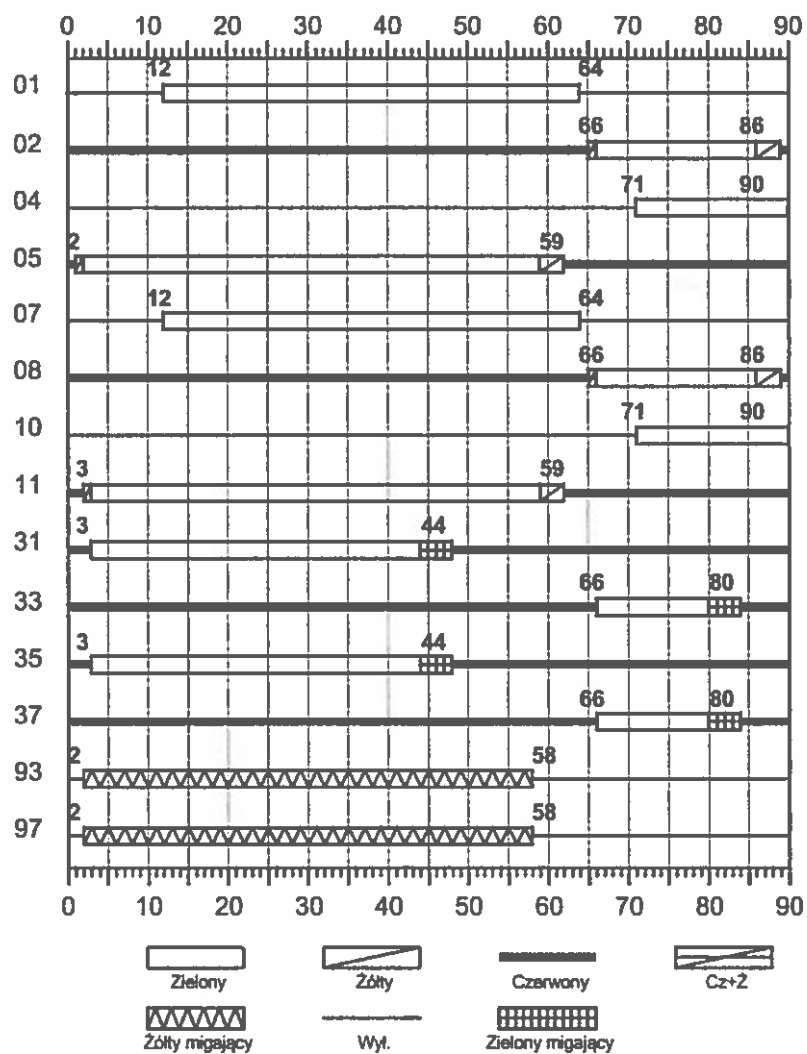


Potok ewakuujący się	Pas ruchu	Potok dojeżdżający	Pas ruchu	Droga ewakuacji [m]	Droga dojazdu [m]	Vew [m/s]	Vdoj [m/s]	Czas żółty[s]	Wymagany CmZ [s]	Przyjęty CmZ [s]
35		08	P1	8.4	7	1.4	16.7	0	4.58	5
35		08	W1	8.4	7	1.4	16.7	0	4.58	5
35		08	W1	7.9	3.1	1.4	16.7	0	4.46	
35		08	L1	8.4	7	1.4	16.7	0	4.58	5
35		08	L1	8.4	7.1	1.4	16.7	0	4.57	
35		08	L1	7.9	3.2	1.4	16.7	0	4.45	
35		08	L1	7.9	3.1	1.4	16.7	0	4.46	
37		05	W1	12.2	37.8	1.4	13.9	0	4.99	5
37		05	W1	12.2	41.7	1.4	13.9	0	4.71	
37		05	W2	12.2	37.8	1.4	13.9	0	4.99	5
37		05	W2	12.2	41.7	1.4	13.9	0	4.71	
37		11	P1	12.2	3.1	1.4	13.9	0	7.49	8
37		11	P1	12.2	7.1	1.4	13.9	0	7.2	
37		11	W1	12.2	3.1	1.4	13.9	0	7.49	8
37		11	W1	12.2	7.1	1.4	13.9	0	7.2	
37		11	W2	12.2	3.3	1.4	13.9	0	7.48	
37		11	W2	12.2	7.2	1.4	13.9	0	7.2	
37		11	L2	12.2	3.3	1.4	13.9	0	7.48	
37		11	L2	12.2	7.2	1.4	13.9	0	7.2	

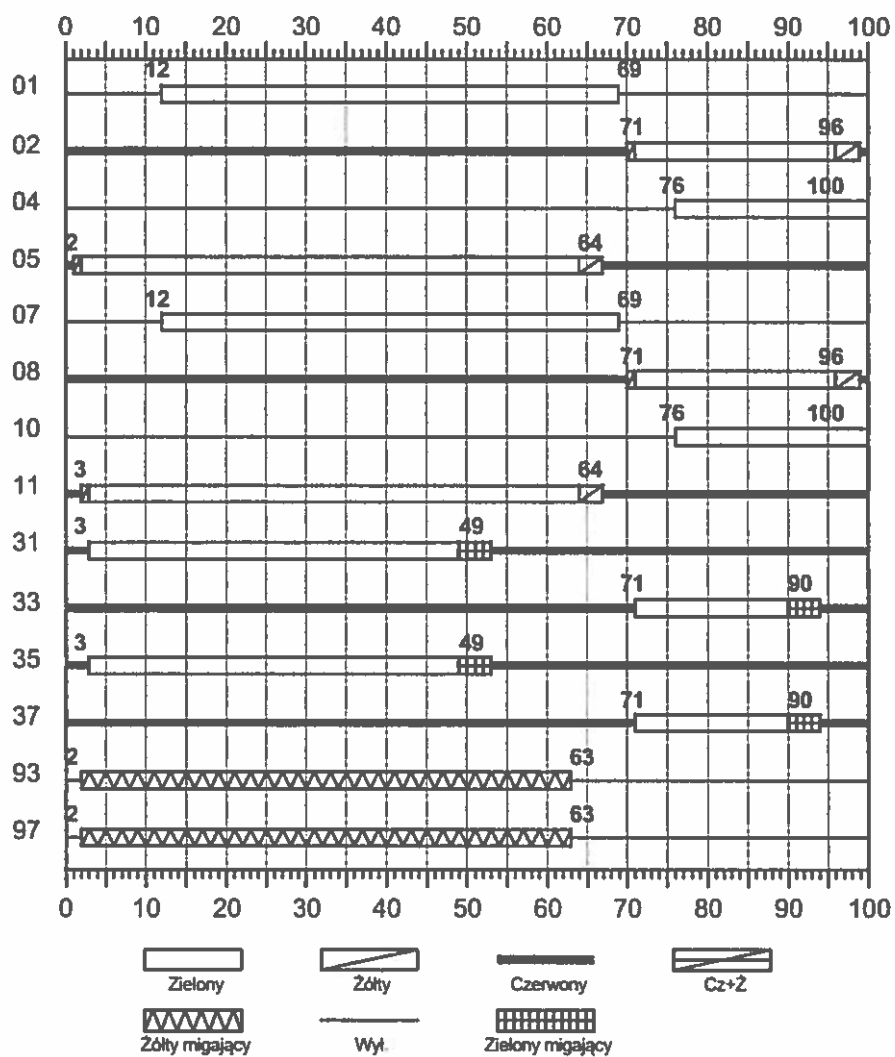
## 7.2 Tablica czasów międzylonnych

	01	02	04	05	07	08	10	11	31	33	35	37	93	97
01		1				2								
02	3			4	6			5	6		7			
04				1				1						
05		6	3			6	7			6		7		
07		2				1								
08	5			5	3			5	7		6			
10				0				1						
11		6	7			6	3			7		6		
31		5				4								
33				8				6						
35		4				5								
37				5				8						
93														
97														

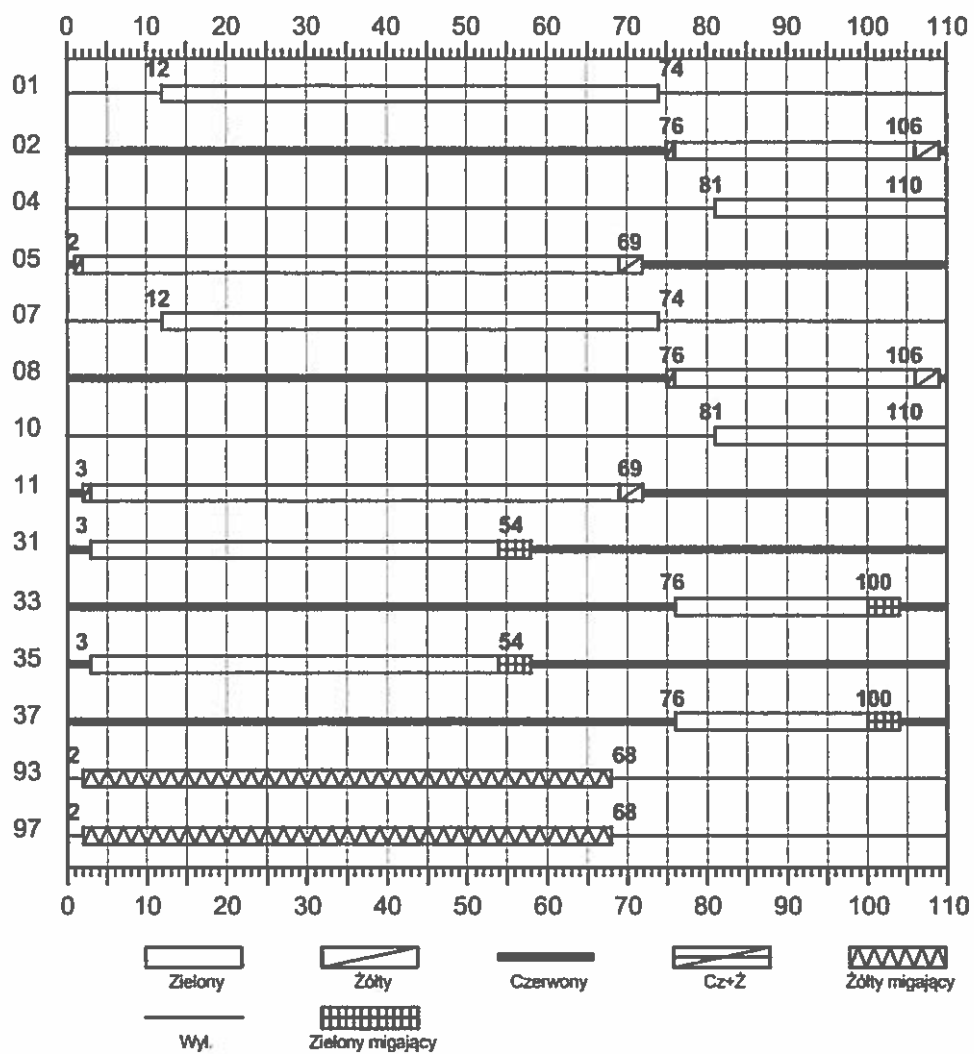
### 7.3 Awaryjne programy sygnalizacji.



Program o długości cyklu 90 [s], praca w godzinach 20:00 - 22:00



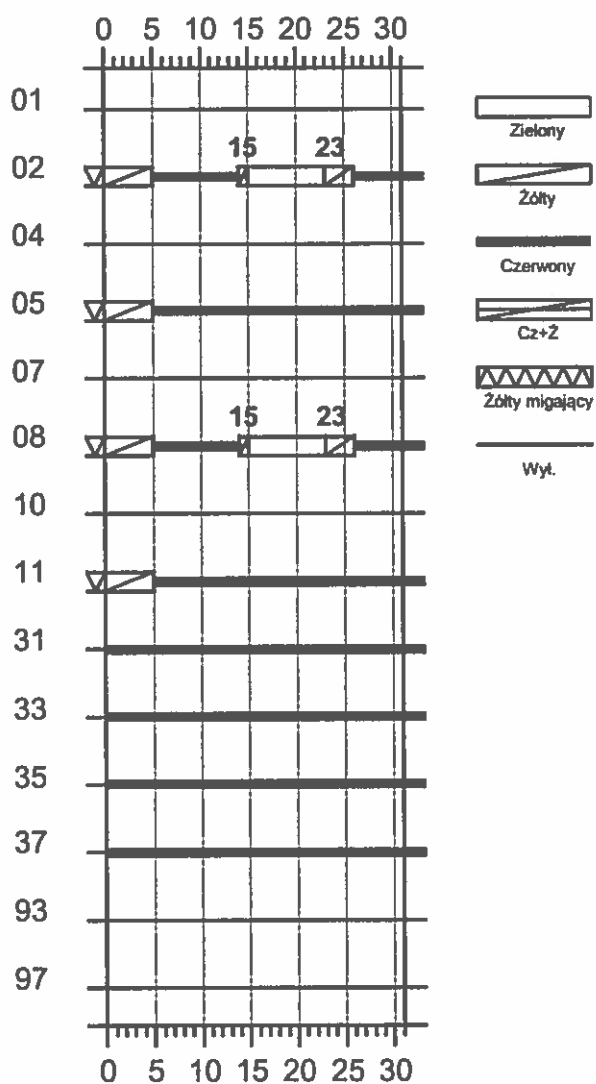
Program o długości cyklu 100 [s], praca w godzinach 06:00 – 14:00, 16:00 – 20:00.



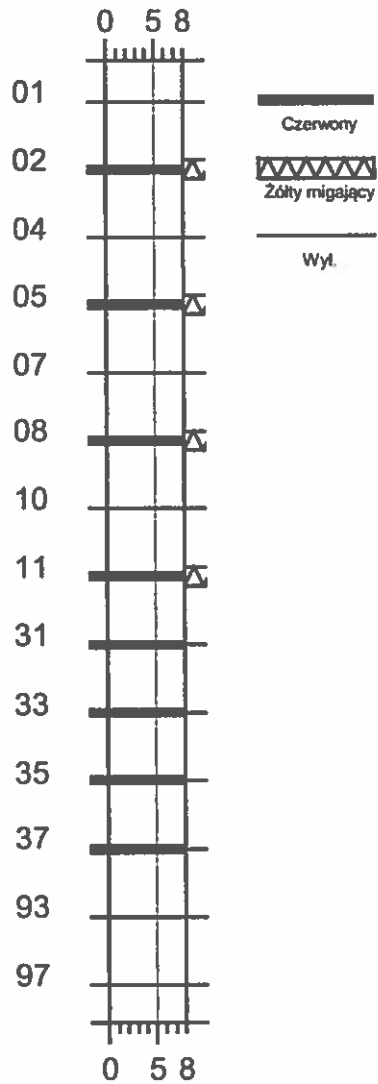
Program o długości cyklu 110 [s], praca w godzinach 14:00 – 16:00

## 7.4 Program startowy i końcowy

Poniższe diagramy przedstawiają programy startowy i końcowy przeznaczone dla programów awaryjnych.



Program startowy



Program końcowy

## 7.5 Obliczenia przepustowości

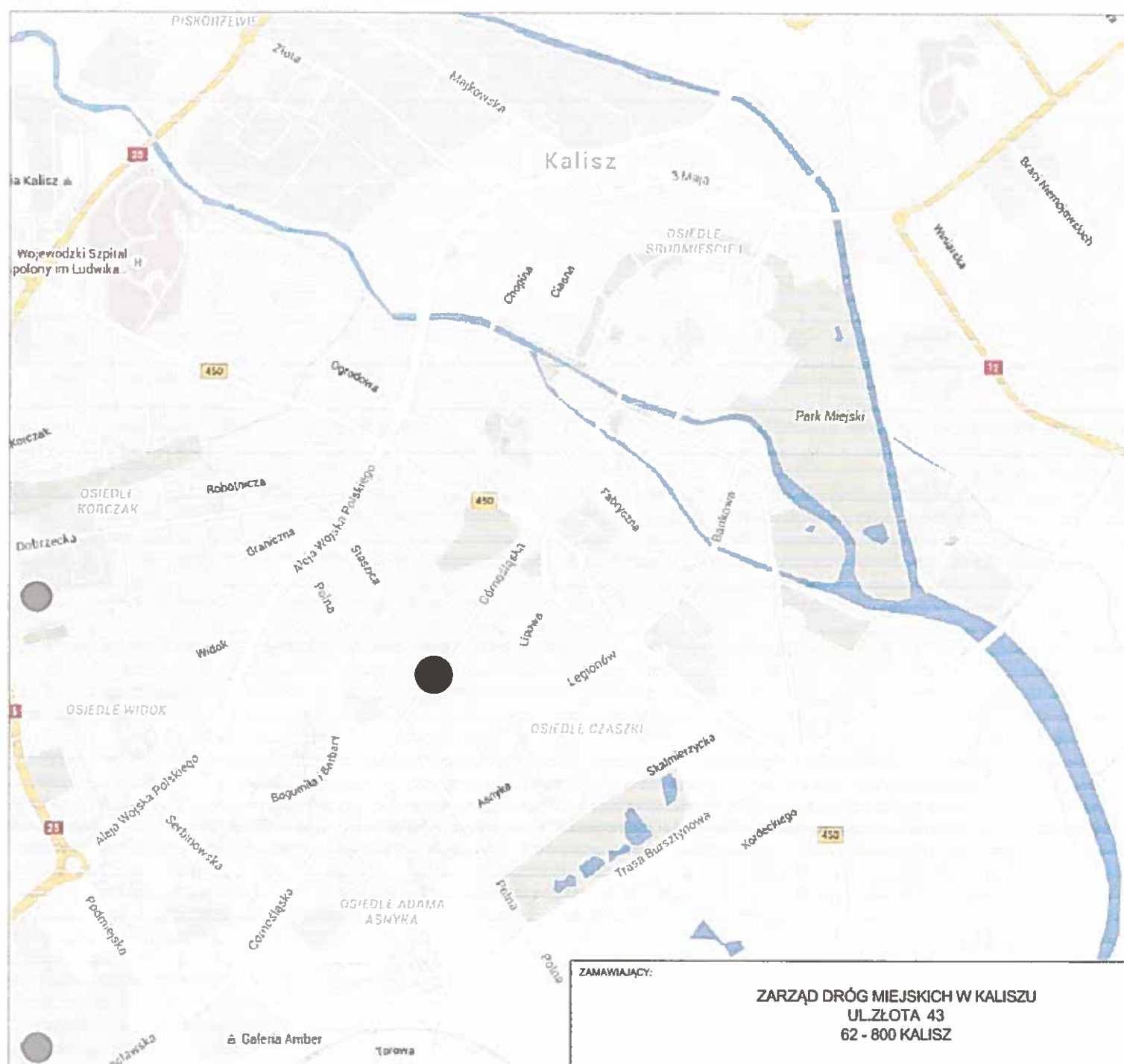
OBLICZANIE PRZEPUSTOWOŚCI I OCENA WARUNKÓW RUCHU NA SKRZYŻOWANIU Z SYGNALIZACJĄ ŚWIETLĄ													
ZESTAWIENIE ZBIORCZE PARAMETRÓW											FORMULARZ		7
Zamawiający:	ZDM w Kaliszu					Miejscowość:		Kalisz					
Wykonawca:	Global Traffic Systems					Skrzyżowanie:		Gómoślaska - Staszica					
Projekt nadrzędny:	Gómoślaska - Staszica	Nr pracy	2016/08	Data	30-06-2016	Godzina	Szczyt poranny						
Wlot	A			B			C			D			
Obliczeniowa grupa pasów	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	
Relacja	LWP	-	-	LWP	-	-	LWP	-	-	LWP	-	-	
Natężenie ruchu w grupie pasów $Q_p$ [P/h]	291			222			484			128			
Natężenie ruchu na wlocie $Q_w$ [P/h]	291			222			484			128			
Natężenie ruchu na skrzyżowaniu $Q_s$ [P/h]	1125												
Natężenie nasycenia w grupie pasów $S_p$ [P/hz]	2983			1517			3176			1293			
Stopień nasycenia grupy pasów $V_p$ [-]	0,101			0,146			0,153			0,099			
Przepustowość grupy pasów $C_p$ [P/h]	1879			410			2033			349			
Przepustowość wlotu $C_w$ [P/h]	1879			410			2033			349			
Przepustowość skrzyżowania $C_s$ [P/h]	2078												
Stopień obciążenia grupy pasów $V_{ps}$ [-]	0,155			0,541			0,238			0,367			
Stopień obciążenia wlotu $V_{ws}$ [-]	0,155			0,541			0,238			0,367			
Stopień obciążenia skrzyżowania $V_{ss}$ [-]	0,541												
Przepustowość praktyczna skrzyżowania $C_{ps}$ [P/h]	1766												
Rezerwa przepustowości skrzyżowania $\Delta C_{ps}$ [P/h]	641												
Średnie straty czasu w grupie pasów $I_p$ [s/P]	7,6			33,6			7,7			30,6			
Średnie straty czasu na wlocie $I_w$ [s/P]	7,6			33,6			7,7			30,6			
Średnie straty czasu na skrzyżowaniu $I_s$ [s/P]	15,4												
PSR w grupie pasów	I			II			I			II			
PSR na wlocie	I			II			I			II			
PSR na skrzyżowaniu	I												
Ekwiwalentne łączne straty czasu w grupie pasów $D^*_p$ [h/h]	0,61			2,07			1,04			1,09			
Ekwiwalentne łączne straty czasu na wlocie $D^*_w$ [h/h]	0,61			2,07			1,04			1,09			
Ekwiwalentne łączne straty czasu na skrzyżowaniu $D^*_s$ [h/h]	4,81												
Średnia kolejka porostająca $K_p$ [P]	0,0			0,3			0,0			0,1			
Kolejka maksymalna $K_{max}$ [P]	9,0			13,0			13,0			9,0			
Zasięg kolejki maksymalnej $L_s$ [m]	28,0			81,0			40,0			56,0			
Średnia liczba zatrzymań w grupie pasów $z_p$ [z/P]	0,369			0,813			0,382			0,754			
Średnia liczba zatrzymań na wlocie $z_w$ [z/P]	0,368			0,811			0,382			0,758			
Średnia liczba zatrzymań na skrzyżowaniu $z_s$ [z/P]	0,506												
Udział pojazdów zatrzymanych w grupie pasów $uz_p$ [-]	0,369			0,769			0,382			0,729			
Udział pojazdów zatrzymanych na wlocie $uz_w$ [-]	0,368			0,770			0,382			0,727			
Udział pojazdów zatrzymanych na skrzyżowaniu $uz_s$ [-]	0,494												

OBLICZANIE PRZEPUSTOWOŚCI I OCENA WARUNKÓW RUCHU NA SKRZYŻOWANIU Z SYGNALIZACJĄ ŚWIETLĄ												
ZESTAWIENIE ZBIORCZE PARAMETRÓW											FORMULARZ	7
Zamawiający:	ZDM w Kaliszu					Miejscowość:	Kalisz					
Wykonawca:	Global Traffic Systems					Skrzyżowanie:	Gómoślaska - Staszica					
Projekt nadrzędny:	Gómoślaska - Staszica	Nr pracy	2016/08		Data	30-06-2016		Godzina	Szczyt popołudniowy			
Wlot	A			B			C			D		
Obliczeniowa grupa pasów	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3
Relacja	LWP	-	-	LWP	-	-	LWP	-	-	LWP	-	-
Natężenie ruchu w grupie pasów $Q_p$ [P/h]	395			175			644			121		
Natężenie ruchu na wlocie $Q_w$ [P/h]	395			175			644			121		
Natężenie ruchu na skrzyżowaniu $Q_s$ [P/h]	1335											
Natężenie nasycenia w grupie pasów $S_p$ [P/hz]	3050			1583			3258			1450		
Stopień nasycenia grupy pasów $V_p$ [-]	0,134			0,111			0,199			0,083		
Przepustowość grupy pasów $C_p$ [P/h]	1885			461			2044			422		
Przepustowość wlotu $C_w$ [P/h]	1885			461			2044			422		
Przepustowość skrzyżowania $C_s$ [P/h]	3517											
Stopień obciążenia grupy pasów $V_w$ [-]	0,210			0,380			0,315			0,287		
Stopień obciążenia wlotu $V_w$ [-]	0,210			0,380			0,315			0,287		
Stopień obciążenia skrzyżowania $V_s$ [-]	0,380											
Przepustowość praktyczna skrzyżowania $C_{ps}$ [P/h]	2989											
Rezerwa przepustowości skrzyżowania $\Delta C_{ps}$ [P/h]	1654											
Średnie straty czasu w grupie pasów $d_p$ [s/P]	9,2			31,9			9,6			30,6		
Średnie straty czasu na wlocie $d_w$ [s/P]	9,2			31,9			9,6			30,6		
Średnie straty czasu na skrzyżowaniu $d_s$ [s/P]	14,3											
PSR w grupie pasów	I			II			I			II		
PSR na wlocie	I			II			I			II		
PSR na skrzyżowaniu	I											
Ekwiwalentne łączne straty czasu w grupie pasów $D^*_{ps}$ [h/h]	1,01			1,55			1,72			1,03		
Ekwiwalentne łączne straty czasu na wlocie $D^*_w$ [h/h]	1,01			1,55			1,72			1,03		
Ekwiwalentne łączne straty czasu na skrzyżowaniu $D^*_s$ [h/h]	5,31											
Średnia kolejka pozostająca $K_p$ [P]	0,0			0,1			0,1			0,1		
Kolejka maksymalna $K_{max}$ [P]	13,0			11,0			19,0			7,0		
Zasięg kolejki maksymalnej $L_k$ [m]	40,0			68,0			59,0			43,0		
Średnia liczba zatrzymań w grupie pasów $z_p$ [z/P]	0,395			0,734			0,423			0,720		
Średnia liczba zatrzymań na wlocie $z_w$ [z/P]	0,395			0,731			0,422			0,719		
Średnia liczba zatrzymań na skrzyżowaniu $z_s$ [z/P]	0,481											
Udział pojazdów zatrzymanych w grupie pasów $u_z$ [-]	0,395			0,717			0,418			0,696		
Udział pojazdów zatrzymanych na wlocie $u_w$ [-]	0,395			0,714			0,418			0,694		
Udział pojazdów zatrzymanych na skrzyżowaniu $u_s$ [-]	0,475											



## 7.6 Rysunki:

- Rysunek 1 – „*Położenie skrzyżowania na planie miasta.*”
- Rysunek 2 – „*Rozmieszczenie urządzeń sygnalizacji. Oznakowanie poziome i pionowe.*”
- Rysunek 3 – „*Trajektorie ruchu i punkty kolizji.*”
- Rysunek 4 – „*Pomiary ruchu.*”
- Rysunek 5 – „*Fazy ruchu.*”
- Rysunek 6 – „*Koordinacja. Połączenie sterowników.*”



**ZAMAWIAJĄCY:**

**ZARZĄD DRÓG MIEJSKICH W KALISZU**  
UL. ŻŁOTA 43  
62 - 800 KALISZ

**WYKONAWCA:**



**GT Systems**


Global Traffic Systems sp. z o.o.  
Baranowo ul. Szamotulska 67  
62 - 081 Przeźmierowo  
tel. +48 61 279 72 00  
fax +48 61 279 72 01

**NAZWA OPRACOWANIA:**

**PROJEKT SYGNALIZACJI ŚWIETLNEJ NA SKRZYŻOWANIU  
GÓRNOŚLĄSKA - STASZICA W KALISZU**

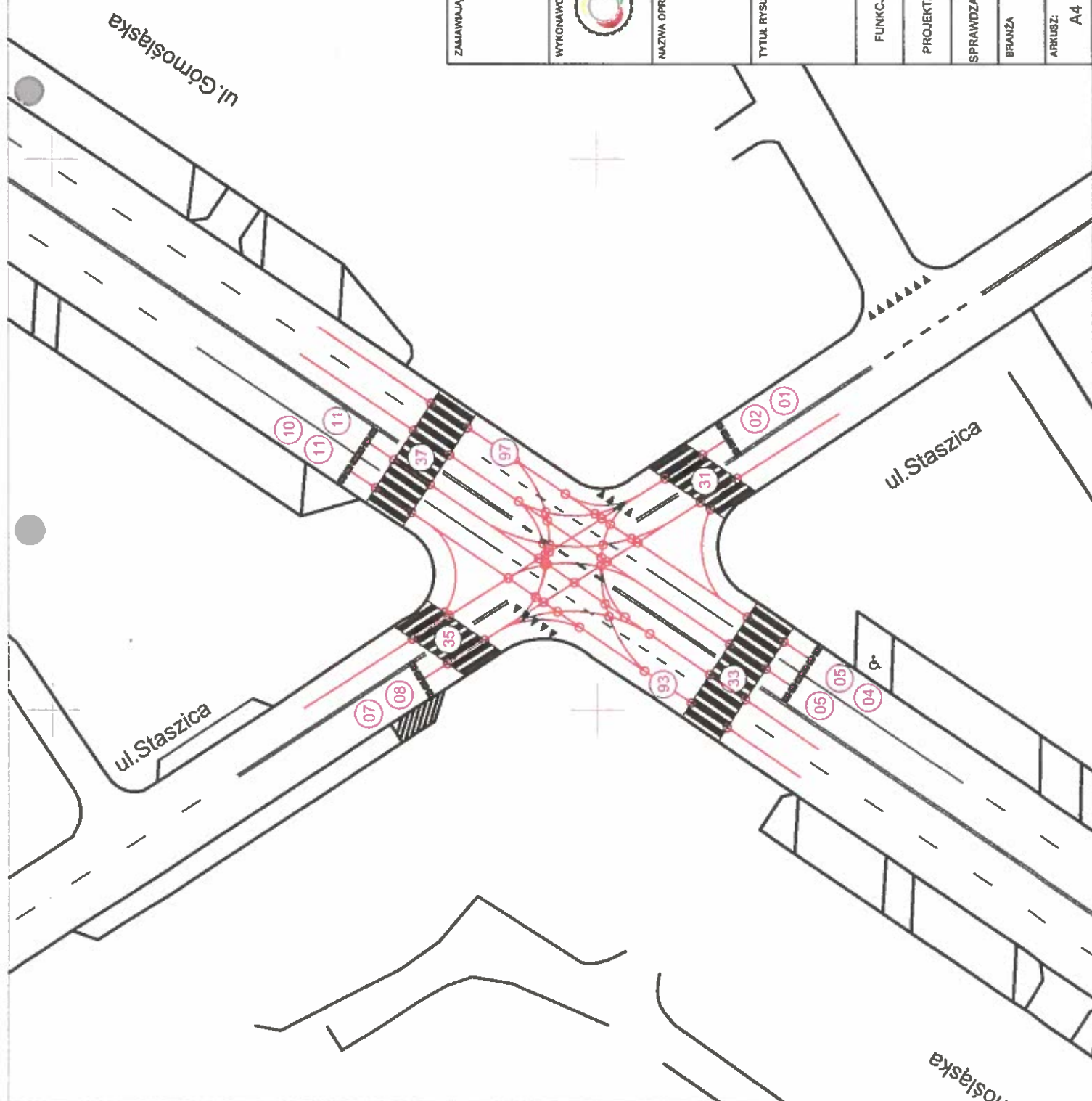
**TYTUŁ RYSUNKU:**

**PROJEKT SYGNALIZACJI  
POŁOŻENIE SKRZYŻOWANIA NA PLANIE MIASTA**

FUNKCJA	IMIĘ I NAZWISKO	UPRAWNIENIA	PODPIS
PROJEKTANT	Bogusław Dombek	18/99/Gw	
SPRAWDZAJĄCY			
BRANŻA		STADIUM:	
INŻYNIERIA RUCHU		Projekt wykonawczy	
ARKUSZ:	DATA:	SKALA:	NR RYS.
A4	2016-05	1:500	1

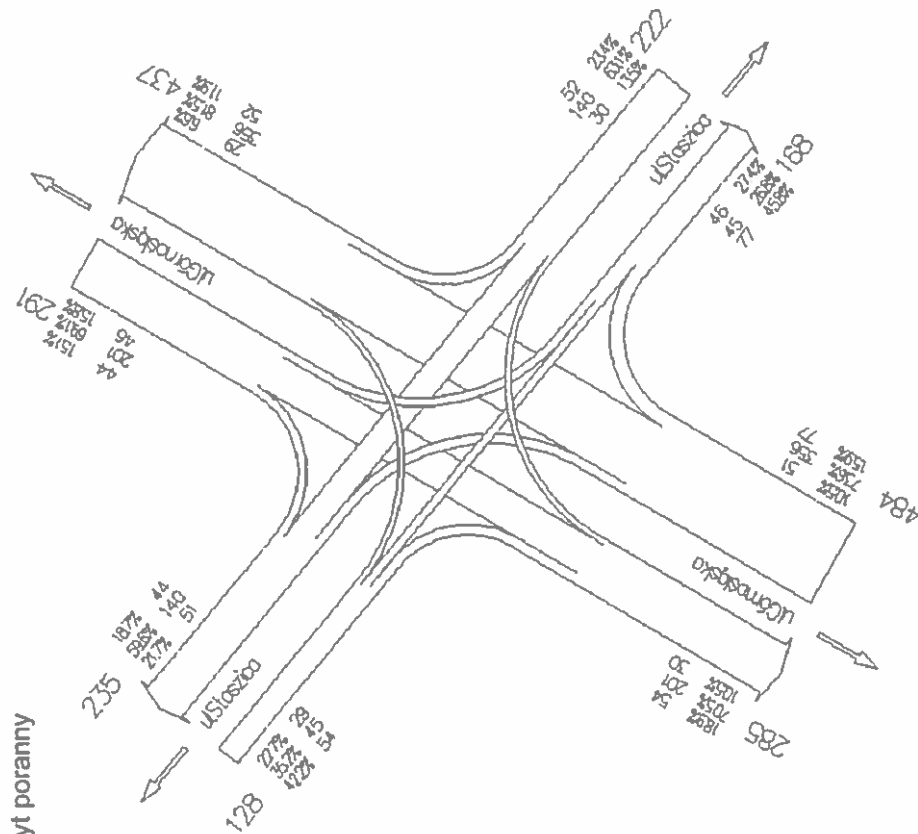




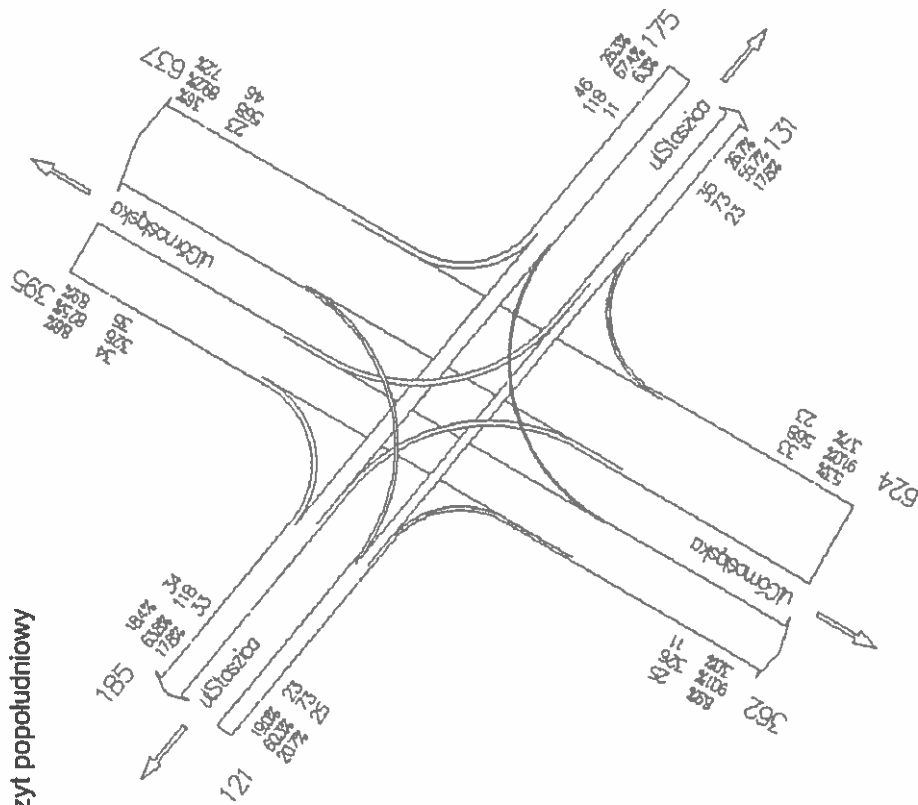


ZAMAWIAJĄCY:		ZARZĄD DRÓG MIEJSKICH W KALISZU UL. ZŁOTA 43 62 - 800 KALISZ	
WYKONAWCA:		 Global Traffic Systems sp. z o.o. Baranowo ul. Szamotulska 67 62 - 081 Przeźmierowo tel. +48 61 279 72 00 fax +48 61 279 72 01	
NAZWA OPRACOWANIA:		PROJEKT SYGNALIZACJI ŚWIETLNEJ NA SKRZYŻOWANIU GÓRNOŚLAŚKA - STASZICA W KALISZU	
TYTUŁ RYSUNKU:		PROJEKT SYGNALIZACJI TRAJEKTORIE I PUNKTY KOLIZJI	
FUNKCJA	IMIĘ I NAZWISKO	UPRAWNIENIA	PODPIS
PROJEKTANT	Bogusław Dombek	18/99/Gw	
SPRAWDZAJĄCY			
BRANŻA	INŻYNIERIA RUCHU	STADIUM:	Projekt wykonawczy
ARKUSZ:	DATA:	SKALA:	NR RYS.
A4	2016-05	1:500	3

Szczyt poranny



Szczyt popołudniowy



ZAMAWIAJĄCY:

ZARZĄD DRÓG MIEJSKICH W KALISZU  
UL. ŻŁOTA 43  
62 - 800 KALISZ

WYKONAWCA:



Global Traffic Systems sp. z o.o.  
Baranowo ul. Szamotulska 67  
62 - 081 Przeźmierowo  
tel. +48 61 279 72 00  
fax +48 61 279 72 01

NAZWA OPRACOWANIA:

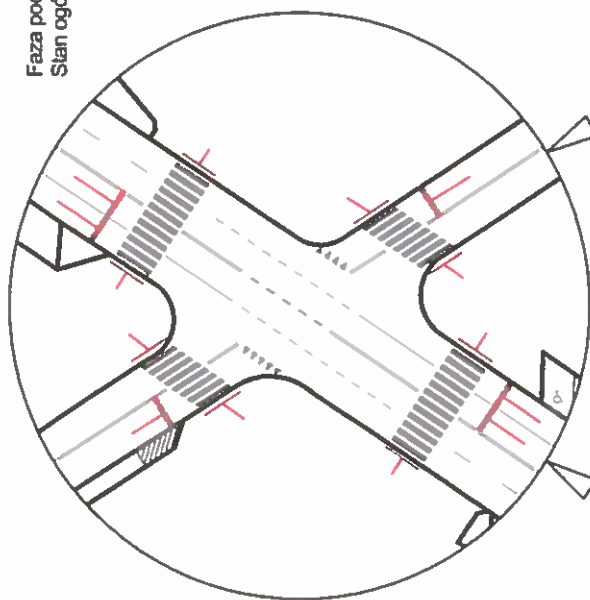
PROJEKT SYGNALIZACJI ŚWIETLNEJ NA SKRZYŻOWANIU  
GÓRNOŚLĄSKA - STASZICA W KALISZU

TYTUŁ RYSUNKU:

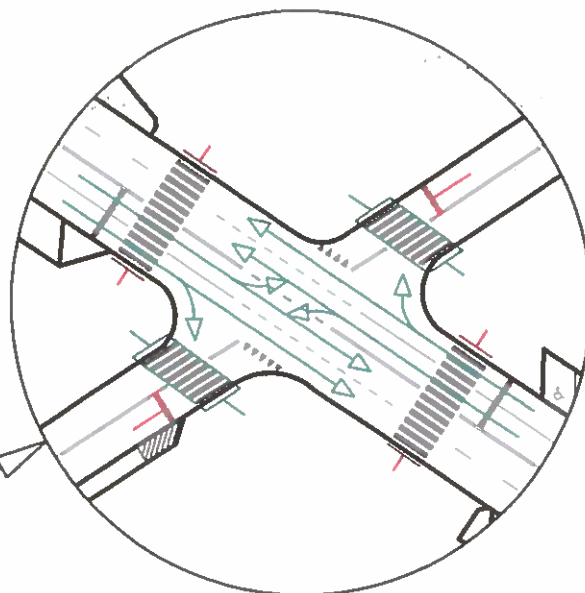
POMIARY RUCHU

FUNKCJA	IMIĘ I NAZWISKO	UPRAWNIENIA	PODPIS
PROJEKTANT	Bogusław Dombek	18/99/Gw	
SPRAWDZAJĄCY			
BRANŻA	INŻYNIERIA RUCHU	STADIUM:	Projekt wykonawczy
ARIUSZ:	DATA	SKALA:	NR RYS.
A4	2016-05	-	4

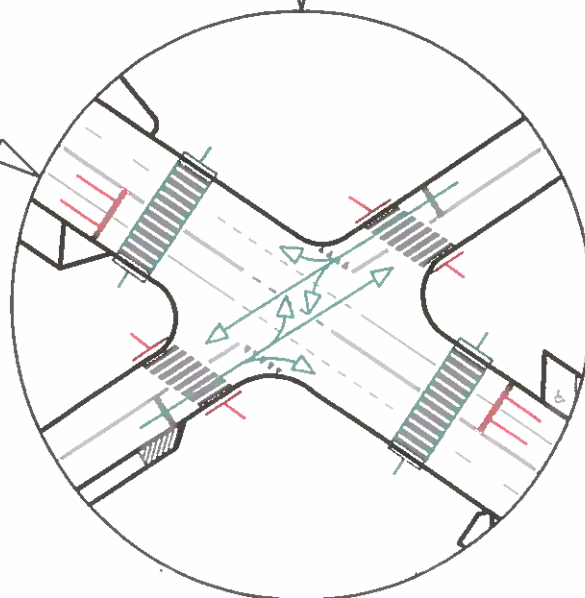
Faza podstawowa F0  
Stan ogólnoczerwonny



Faza 1



Faza 2



ZAMAWIAJĄCY:

ZARZĄD DRÓG MIEJSKICH W KALISZU  
UL. ŻŁOTA 43  
62 - 800 KALISZ

WYKONAWCA:



Global Traffic Systems sp. z o.o.  
Baranowo ul. Szamotulska 67  
62 - 081 Przeźmierowo  
tel. +48 61 279 72 00  
fax +48 61 279 72 01

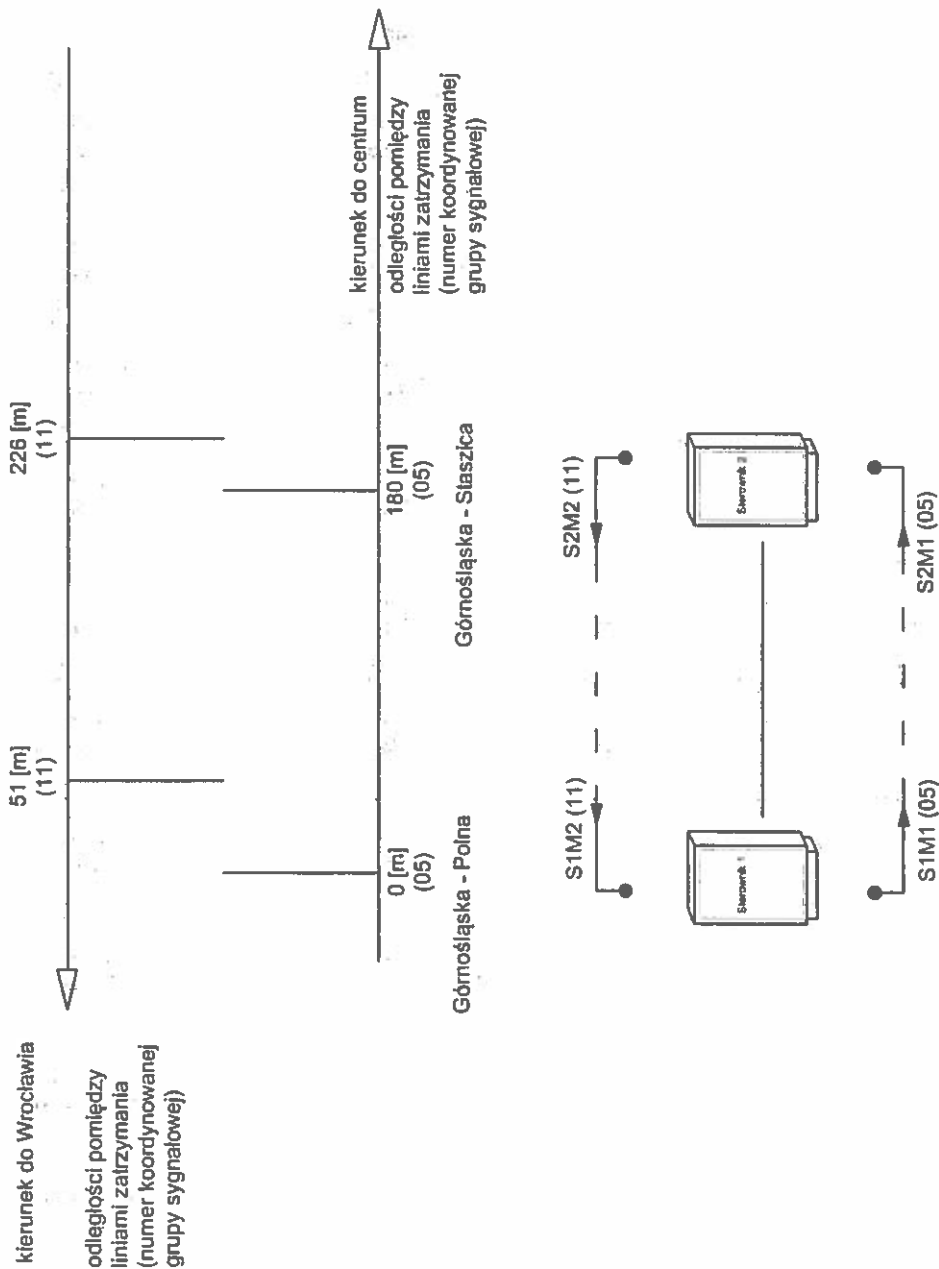
NAZWA OPRACOWANIA:

PROJEKT SYGNALIZACJI ŚWIETLNEJ NA SKRZYŻOWANIU  
GÓRNOŚLĄSKA - STASZICA W KALISZU

TYTUŁ RYSUNKU:

FAZY RUCHU

FUNKCJA	IMIĘ I NAZWISKO	UPRAWNIENIA	PODPIS
PROJEKTANT	Bogusław Dombek	18/99/Gw	
SPRAWDZAJĄCY			
BRANŻA	INŻYNIERIA RUCHU	STADIUM:	Projekt wykonawczy
ARKUSZ:	A4	DATA:	2016-05
		SKALA:	NR RYS.
			5



# UWAGA:

1. Odległości liczone względem skrzyżowania Górnośląska - Półna.
2. W nawiasach podano numer koordynowanych grup sygnalowych.

ZAMAWIAJĄCY:

ZARZĄD DRÓG MIEJSKICH W KALISZU  
UL. ŻŁOTA 43  
62 - 800 KALISZ

WYKONAWCA:



Global Traffic Systems sp. z o.o.  
Baranowo ul. Szamotulska 67  
62 - 081 Przeźmierowo  
tel. +48 61 279 72 00  
fax +48 61 279 72 01

NAZWA OPRACOWANIA:

PROJEKT SYGNALIZACJI ŚWIETLNEJ NA SKRZYŻOWANIU  
GÓRNOŚLĄSKA - STASZKA W KALISZU

TYTUŁ RYSUNKU:

KOORDYNACJA. POŁĄCZENIE STEROWNIKÓW.

FUNKCJA	IMIĘ I NAZWISKO	UPRAWNIENIA	PODPIS
PROJEKTANT	Bogusław Dombek	18/99/Gw	
SPRAWDZAJĄCY			
BRANŻA	INŻYNIERIA RUCHU	STADNIA:	Projekt wykonawczy
ARKUSZ:	DATA:	SKALA:	NR RYS.
A4	2016-05	-	6