

BIURO PROJEKTOWE DUKT
Marek Puchała
40-871 Katowice, ul. Tysiąclecia 78/83

**Projekt sygnalizacji świetlnej
na skrzyżowaniu ulic:
Warszawska – Szkolna
w Katowicach**

Projekt nr 2009-25G w II
Wariant II
(z przejściem przez ul. Warszawską)

Opracował: mgr inż. Marek Puchała
mgr inż. Łukasz Bittner

2010-07-06

Spis treści

1.	Cel opracowania	3
2.	Orientacja	3
3.	Stan istniejący	3
4.	Obliczenie przepustowości.....	3
5.	Stan projektowany.....	3
6.	Algorytm sterowania	4
7.	Harmonogram pracy sygnalizacji.....	5
8.	Numeracja elementów sterowania	5
9.	Wykaz grup nadzorowanych	5
10.	Detekcja dla pojazdów	6
11.	Przyciski dla pieszych	7
12.	Obliczenia czasów międzyzielonych	7
13.	Długości czasów sygnału zielonego.....	7
14.	Układ faz	7
15.	Priorytet.....	7
16.	Program pracy sygnalizacji	8
17.	Linie warunkowego zatrzymania P-14.....	8

1. Cel opracowania

Projekt sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu Warszawska – Szkolna w Katowicach wykonany został po remoncie torowiska na ul. Warszawskiej.

2. Orientacja

Orientacja przedstawiona jest na rysunku nr 925G w II-1.

3. Stan istniejący

Skrzyżowanie Warszawska – Szkolna w Katowicach jest skrzyżowaniem trójwylotowym. Wzdłuż ulicy Warszawskiej odbywa się ruch tramwajowy. Największy ruch jest na relacji skrętnej z ul. Warszawskiej w Szkolną. Na przedmiotowym skrzyżowaniu istnieje sygnalizacja świetlna. Składa się ona z 6 grup sygnałowych:

K1 – Warszawska od Zawodzia

K2 – lewoskręt od Rynku

T3 – tramwaj od Zawodzia

T4 – tramwaj od Rynku

P5 – przejście przez ul. Szkolną

W6 – strzałka jazdy warunkowej w prawo, umieszczona nad prawym pasem wlotu od Zawodzia.

Przejście dla pieszych wzbudzone jest poprzez przyciski dla pieszych. Stan istniejący przedstawiony jest na rysunku nr 925G w II-2

4. Obliczenie przepustowości

W związku z przebudową układu komunikacyjnego w centrum Katowic zmianie ulegnie rozkład ruchu na skrzyżowaniu. Ponieważ nie jest możliwe przewidzenie natężenia ruchu po oddaniu ul. Warszawskiej do ruchu po remoncie torowiska, nowy program sygnalizacji projektuje się w oparciu o istniejące natężenia ruchu zmierzone przed remontem ulicy. Obliczenia przedstawione są w tabeli 4.

Po oddaniu wszystkich skrzyżowań do ruchu należy przeprowadzić ponowne pomiary natężeń ruchu i zweryfikować długości sygnałów zielonych i długości cyklu.

5. Stan projektowany

Po remoncie torowiska zamknięty zostanie przejazd przez torowisko dla pojazdów jadących od Rynku w lewo. Przez wlot zachodni ulicy Warszawskiej zostało zaprojektowane przejście dla pieszych. W celu zoptymalizowania możliwości przekroczenia jezdni dla pieszych projektuje się zastosowanie wideodetekcji dla wykrywania obecności pojazdów. Dla tramwajów projektuje się priorytetowy przejazd przez skrzyżowanie.

6. Algorytm sterowania

Sygnalizacja będzie pracować w trybie „All Red”, co oznacza, że w przypadku braku zgłoszeń detektorów pojazdów oraz z przycisków dla pieszych, wszystkie grupy wyświetlają sygnał czerwony. W celu optymalnego działania programu sygnalizacji projektuje się następujące warunki:

1. Gdy brak zgłoszeń na przyciskach i detektorach we wszystkich grupach wyświetlany jest sygnał czerwony.
2. Zgłoszenie na dowolnym detektorze grupy K1:
 - jeżeli nie jest wywołany sygnał zielony na dowolnym przejściu dla pieszych i odliczone zostały ewakuacje pieszych to sygnał zielony w grupie K1 wywoływany jest natychmiast
 - jeżeli jest wywołane jest któreś z przejść lub odliczany jest czas ewakuacji przejść sygnał zielony w grupie K1 zostanie wywołany po odliczeniu czasu międzyzielonego.
 - sygnał zielony jest wydłużany zgodnie z wartościami interwałów
 - gdy w czasie trwania sygnału zielonego w grupach K1 zgłoszone zostanie dowolne przejście dla pieszych, sygnalizacja zaczyna odliczać czas maxG
 - gdy nie ma dalszych zgłoszeń na detektorach, po odliczeniu wartości interwałów, lub grupa osiągnęła czas maksymalny grupa K1 zostaje zamknięta.
3. Grupa W2 jest wywoływana razem z grupą P7, jeśli nie jest zameldowana grupa P6
4. Zgłoszenie na przyciskach przejścia P6:
 - jeżeli nie jest wywołany sygnał zielony w grupie K1 i odliczona została ewakuacja tych grup to sygnał zielony w grupie P6 wywoływany jest natychmiast
 - jeżeli jest realizowany sygnał zielony w grupie K1 rozpoczyna on wydłużanie czasu maxG zgodnie z wartościami interwałów. Po odliczeniu czasu maxG oraz czasu międzyzielonego wywołane zostaje przejście dla pieszych.
 - sygnał zielony w grupie P6 może być wywołany do 5 sekundy zielonego w grupie P1.

K1:

- wywoływana i wydłużana przez zgłoszenia na przyporządkowanych jej detektorach,

W2:

- wywoływana i wydłużana przez P7, kiedy brak P6

K3:

- wywoływana i wydłużana przez zgłoszenia na przyporządkowanych jej detektorach,
- wywoływana i wydłużana przez K1,

T4:

- wywoływana i wydłużana przez zgłoszenia na przyporządkowanych jej detektorach,

T5:

- wywoływana i wydłużana przez zgłoszenia na przyporządkowanych jej detektorach,

P6:

- wywoływana przez zgłoszenia na przyciskach

P7:

- wywoływana przez zgłoszenia na przyciskach

7. Harmonogram pracy sygnalizacji

Sygnalizacja będzie pracować w trybie „All Red” przez całą dobę 0.00-24.00.

8. Numeracja elementów sterowania

Numerację elementów sterowania przedstawia rysunek nr 925G w II-3.

Wykaz sygnalizatorów.

Grupa	Numery sygnalizatorów	Średnica	Opis	Sekwencja
K1	1, 1a, 1b	Ø 300	Ogólny	R-RY-G-Y-R
W2	2	Ø 200	Jazdy warunkowej w prawo	D-G-D
K3	3, 3a	Ø 300	Kierunkowy na wprost	R-RY-G-Y-R
T4	4	Ø 200	Tramwajowy	R-G-GF-R*
T5	5	Ø 200	Tramwajowy	R-G-GF-R*
P6	6a, 6b	Ø 200	Pieszy	R-G-GF-R
P7	7a, 7b	Ø 200	Pieszy	

R – czerwony (Red)

RY – czerwono-żółty (Red-Yellow)

G – zielony (Green)

Y – żółty (Yellow)

GF – zielony puls (Green Flash)

* dla grup tramwajowych są to odpowiednie sygnały: zielony = szczelina pionowa, czerwony = szczelina pozioma

9. Wykaz grup nadzorowanych

Nadzorem należy objąć wszystkie sygnały, w tym czerwone i zielone nadzorem pełnym, tj. nadmiarowym i braku.

Wykaz grup nadzorowanych

Grupa	R	Y	G
K1	3	3	3
W2	-	-	1
K3	3	3	3
T4	3	-	3
T5	3	-	3
P6	3	-	3
P7	3	-	3

- – brak sygnału
0 – brak nadzoru
3 – nadzór pełny (nadmiarowy i braku sygnału)
2 – nadzór braku sygnału
1 – nadzór nadmiarowy

10. Detekcja dla pojazdów

Ze względu na brak możliwości zastosowania w pasie torowiska detekcji w postaci pętli indukcyjnych zdecydowano na zastosowanie wideodetekcji. Projektuje się zastosowanie wideodetekcji np. Autoscope - dla detekcji pojazdów oraz tramwajów. Ponieważ lokalizacja kamery w pasie torowiska jest możliwa tylko poprzez umieszczenie kamery na końcu wysięgu, ogranicza to odległość detektora wirtualnego do 70m. Zwiększenie odległości detektora zwiększy liczbę fałszywych zgłoszeń wynikających z dużych drgań wysięgnika i zamontowanego na nim dodatkowego masztu. Dlatego dodatkowo zastosowano czujniki trakcyjne.

Kamery należy umieścić na wysokości 9m nad jezdnią. Czujniki trakcyjne zamontować na najbliższym odciągu trakcji od wskazanej odległości w kierunku skrzyżowania.

Parametry detektorów

Nazwa detektora	Grupa	Interwał 1	Interwał 2	Zwłoka meldowania	Meldowanie po zielonym	Zliczanie	Meldowanie
D1/40	K1	3	2	-	-	Tak	Tak
D2/(-6)-14	K1	1	0,5	-	4	-	Tak
D3/40	K1	3	2	-	-	Tak	Tak
D4/(-6)-14	K1	1	0,5	-	4	-	Tak
D5/70	T4	4	3	-	-	Tak	Tak
D6/10	T4	1	0,5	-	4	Tak	Tak
D7/40	K3	3	2	-	-	Tak	Tak
D8/2-22	K3	1	0,5	-	4	Tak	Tak
D9/70	T5	4	3	-	-	Tak	Tak
D10/10	T5	1	0,5	-	4	Tak	Tak
C1/170	T4	-	-			Tak	Tak
C2/190	T5	-	-			Tak	Tak

11. Przyciski dla pieszych

Dla detekcji pieszych projektuje się zastosowanie przycisków mechanicznych lub sensorowych z potwierdzeniem optycznym przyjęcia zgłoszenia, zasilanych napięciem 24V.

12. Obliczenia czasów międzyzielonych

Wykaz grup kolizyjnych, obliczenia czasów międzyzielonych oraz matryca czasów międzyzielonych przedstawione są w tabelach 1-3.

13. Długości czasów sygnału zielonego

Minimalne i maksymalne czasy sygnał zielonego

Grupa	Min G (I okres)	Max G (II okres)
K1	10	30
W2	5	-
K3	10	31
T4	8	38
T5	8	38
P6	10	-
P7	14	-

14. Układ faz

Układ faz przedstawia rysunek nr 925G w II-4.

15. Priorytet

W celu usprawnienia przejazdu tramwajów przez skrzyżowanie projektuje się zastosowanie priorytetu bezwzględnego dla tramwajów jadących w obu kierunkach.

W celu określenia odległości detektorów ruchu dla zapewnienia przejazdu tramwaju T4 i T5 bez zatrzymania wylicza się maksymalny czas, który potrzebny jest na podanie sygnału zielonego tramwajom.

Grupa ewakuująca się	RY	minG	tmz	Σ	Prędkość tramwaju	Odległość detektora
P7	0	14+4	7	25s	8,33m/s	208m

Dla potrzeb niniejszego skrzyżowania projektuje się dla grupy T4 detektor tramwajowy zgłaszający zapotrzebowanie na priorytetowe otwarcie grupy tramwajowej w odległości 170m od linii zatrzymania, co zapewni płynny przejazd tramwaju. Wykrycie tramwaju na czujniku C1 blokuje możliwość realizacji sygnału zielonego dla przejścia P7 do czasu zakończenia priorytetu.

Dla tramwaju T5 odległość wynosi 190m za znajdujący się dalej przystankiem tramwajowym. Po wykryciu tramwaju na czujniku C2 następuje obsługa wymiany pasażerów (30s) po czym dojazd do sygnalizacji wynosi 130m. Tramwaj zostaje zameldowany po czasie $30+130/8,33-25=20$ sekund.

Warunki priorytetu dla tramwaju (z obu stron):

Jeżeli zgłoszenie tramwaju nastąpiło w czasie trwania sygnału zielonego w grupach K1, K3 wówczas natychmiast zostaje podany sygnał zielony dla tramwaju.

Jeżeli tramwaj zgłosił się pod koniec czasu G_{max} w grupach kołowych sygnał zielony dla tramwaju zostaje podany natychmiast, a grupy kołowe zostają podtrzymane pasywnie do końca sygnału zielonego ciągłego w grupach tramwajowych. Faza zostaje przedłużona do czasu zgłoszenia tramwaju na detektorze zjazdowym, lecz nie dłużej niż o 20 sekund.

Jeżeli tramwaj zgłosił się tuż po zakończeniu fazy I, a żadna z grup kolizyjnych jeszcze nie dostała sygnału czerwono-żółtego lub zielonego, wtedy faza ta zostaje wstrzymana i wywołana zostaje ponownie faza I.

Jeżeli zgłoszenie tramwaju nastąpiło w czasie $minG$ grupy P7 wtedy grupa P7 pozostaje zielona do zakończenia czasu $minG$ a następnie sygnał zielony w P7 jest zakończony i po odliczeniu czasów międzzielonych wywołana zostaje faza I.

Jeśli w czasie trwania sygnału zielonego ciągłego dla tramwaju, było zgłoszenie tramwaju z przeciwnika to dla niego również zostaje wywołany sygnał zielony. Wówczas sygnał zielony dla obu tramwajów trwa do czasu zjazdu drugiego zgłoszonego tramwaju (zjazd z detektora przed linią warunkowego zatrzymania).

16. Program pracy sygnalizacji

Programy pracy sygnalizacji przedstawione są na rysunkach nr 925G w II-5.

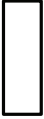






17. Linie warunkowego zatrzymania P-14

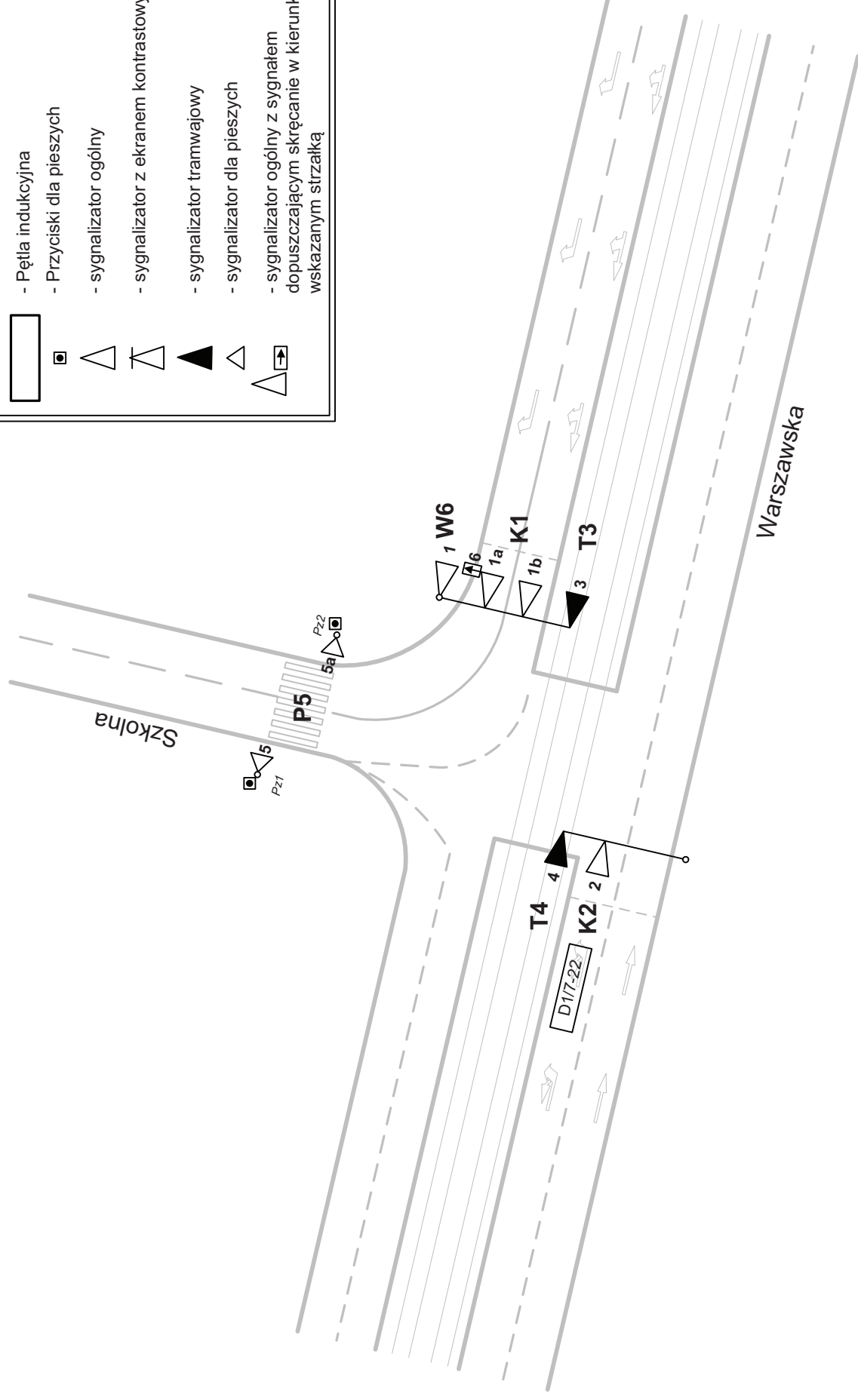
Linie zatrzymania należy wykonać w odległości 4m od sygnalizatora na wlocie od Rynku. Od Zawodzia linia łamana w odległości 8m na prawym pasie ze względu na strzałkę warunkowej jazdy w prawo umieszczonej tylko na wysięgu nad pasem (mierzone od płaszczyzny czołowej sygnalizatora do zewnętrznej krawędzi linii warunkowego zatrzymania P-14) oraz linia przesunięta o 2 m w stronę skrzyżowania na pasie lewym



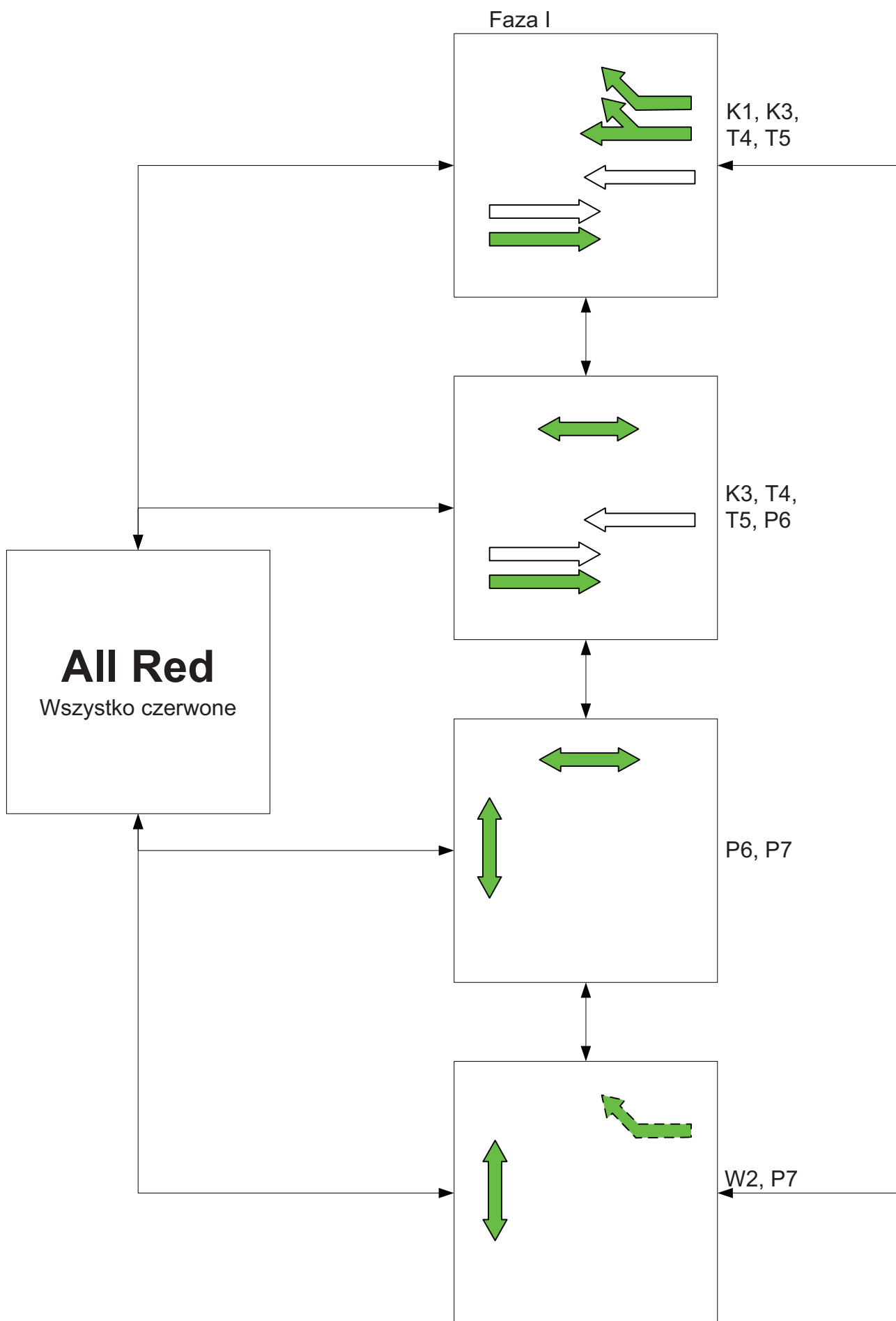
Rys. nr 925G w II - 1 Orientacja

Legenda:

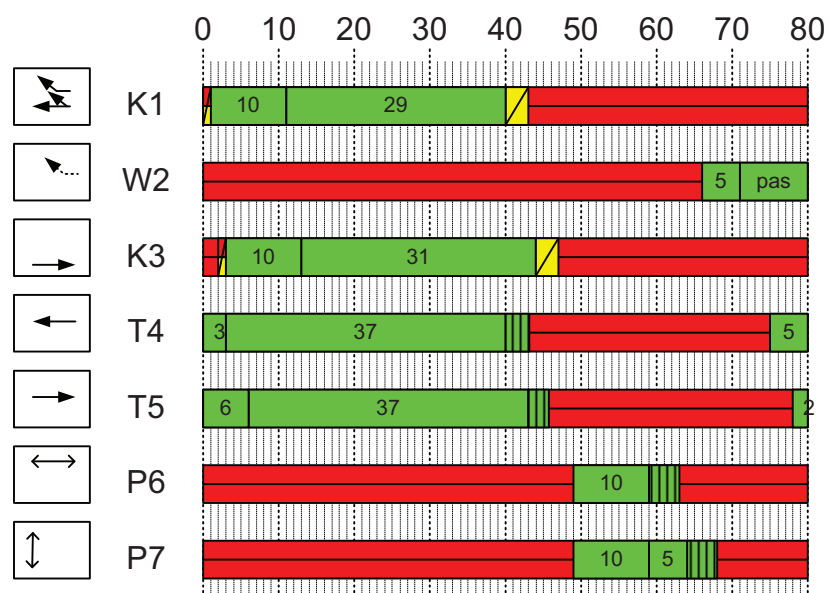
K1	- Nazwa grupy sygnalizacyjnej
	- Pętla indukcyjna
	- Przyciski dla pieszych
	- sygnalizator ogólny
	- sygnalizator z ekranem kontrastowym
	- sygnalizator tramwajowy
	- sygnalizator dla pieszych
	- sygnalizator ogólny z sygnałem dopuszczającym skręcanie w kierunku wskazanym strzałką



Rys. nr 925G w II - 2 Istniejąca organizacja ruchu



Rys. nr 925G w II - 4 Układ faz



Legenda:

-  - Czerwono żółty RY
-  - Zielony G
-  - Żółty Y
-  - Czerwony R
-  - Żółty pulsujący YF
-  - Zielony pulsujący GF
-  - Wyciemniony Dark

Tabela nr 1

**Wykaz grup kolizyjnych na skrzyżowaniu:
Warszawska - Szkolna w Katowicach**

		K1	W2	K3	T4	T5	P6	P7
		1	2	3	4	5	6	7
K1	1	X					X	X
W2	2		X				X	
K3	3			X				X
T4	4				X			X
T5	5					X		X
P6	6	X	X				X	
P7	7	X		X	X	X		X

Tabela nr 2

**Obliczenia czasów międzyzielonych na skrzyżowaniu:
Warszawska - Szkolna w Katowicach**

				Grupy ewakuujące się					Grupy dojeżdżające						
Nazwa grupy ewakuującej się	Numer grupy ewakuującej się	Nazwa grupy dojeżdżającej	Numer grupy dojeżdżającej	Droga ewakuacji t_e [m]	Prędkość ewakuacji V_e [km/h]	Prędkość ewakuacji V_e [m/s]	Długość pojazdu l_p [m]	Czas ewakuacji $t_e = (S_e + l_p)/V_e$ [s]	Droga dojazdu t_d [m]	Prędkość dojazdu V_d [km/h]	Prędkość dojazdu V_d [m/s]	Czas dojazdu $t_d = (S_d/V_d) + 1$ [s]	Czas sygnału żółtego t_z [s]	Obliczony czas międzyzielony	Przyjęty czas międzyzielony
K1	1	P6	6	35	30	8,33	14	5,88	0	5	1,4	0,00	3	8,88	9
K1	1	P7	7	41	40	11,11	10	4,59	0	5	1,4	0,00	3	7,59	8
W2	2	P6	6	31	30	8,33	14,0	5,40	0	5	1,4	0,00	3	8,40	9
K3	2	P7	7	8	40	11,11	10,0	1,62	0	5	1,4	0,00	3	4,62	5
T4	4	P7	7	41	36	10,00	13,5	5,45	0	5	1,4	0,00	3	8,45	9
T5	5	P7	7	8	36	10,00	13,5	2,15	0	5	1,4	0,00	3	5,15	6
P6	6	K1	1	7	5	1,4	0	5,04	28	50	13,89	3,02	0	2,02	3
P6	6	W2	2	7	5	1,4	0	5,04	28	50	13,89	3,02	0	2,02	3
P7	7	K1	1	20	5	1,4	0	14,40	36	50	13,89	3,59	0	10,81	11
P7	7	K3	3	20	5	1,4	0	14,40	4	50	13,89	1,29	0	13,11	14
P7	7	T4	4	15	5	1,4	0	10,80	36	36	10,00	4,60	0	6,20	7
P7	7	T5	5	15	5	1,4	0	10,80	4	36	10,00	1,40	0	9,40	10

Tabela nr 3

**Tabela czasów międzyzielonych na skrzyżowaniu:
Warszawska - Szkolna w Katowicach**

		K1	W2	K3	T4	T5	P6	P7
		1	2	3	4	5	6	7
K1	1	X					9	8
W2	2		X				9	
K3	3			X				5
T4	4				X			9
T5	5					X		6
P6	6	3	3				X	
P7	7	11		14	7	10		X

Tabela nr 4

OBLICZENIE PRZEPUSTOWOŚCI SYGNALIZACJI ŚWIETLNEJ
Skrzyżowanie: Warszawska - Szkolna w Katowicach

Długość cyklu : 80 [s]

Lp	Włot	Relacja	Ilość pasów		Szerokość pasa		Ruch ciężki			Pochylenie wlotów			Parkowanie na wlotach	Przystanki autobusowe	Lokalizacja skrzyżowania	Współczynnik relacji skrętnych	Natężenie nasycenia
			n		[m]	fw	[%]	fc	[%]	[%]	fs	fmp			fo	fp/fl	S [P/hz]
1	Warszawska	na wprost	1		3,50	0,99	0,0	1,00	0,0	1,00	0,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1881
2	Warszawska	w prawo	2		3,50	0,99	0,0	1,00	0,0	1,00	0,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3762

Lp	Włot	Relacja	Natężenie relacji		Czas zielonego w cyklu [s]			Przepustowość relacji		Przepustowość wlotu	Stopień nasycenia	Średnie straty zatrzymania		Poziom swobody ruchu
			Qi [P/h]		[s]	Ge [s]	Ci [P/h]	C [P/h]	Xi			dz [s/P]		
1	Warszawska	na wprost	180		39	40	941	941		0,19		7	B	
2	Warszawska	w prawo	544		39	40	1 881	801		0,29		8	B	