



“SYNCHROGOP”

Marek Ciesielski & Roman Tuloz

Spółka Jawna

40-611 Katowice ul. Fabryczna 15 NIP 634-025-34-82

tel. 032 252 68 19, 032 252 62 22 www: www.synchrogop.pl e-mail: synchrogop@interia.pl

**Zadanie: PRZEBUDOWA UL. 1-GO MAJA NA ODCINKU OD
UL. STASZICA DO ISTNIEJĄCEJ PĘTLI
TRAMWAJOWEJ W KATOWICACH ZAWODZIU**

**Tytuł opracowania: AKTUALIZACJA DOKUMENTACJI
PROGRAMOWO RUCHOWYCH
SYGNALIZACJI ŚWIETLNYCH:**
**1. PRZEJŚCIE DLA PIESZYCH PRZEZ UL.
1-GO MAJA W REJONIE UL. STASZICA**
**2. SKRZYŻOWANIE ULIC 1-GO MAJA –
BOHATERÓW MONTE CASSINO -
RACŁAWICKA**

- SYGNALIZACJA ŚWIETLNA

PROJEKT NR 01-2015-07

Zamawiający: DROGOPOL-ZW

Projektował: mgr inż. Bartosz Beliczyński

**KATOWICE
LIPIEC 2015r.**

SPIS TREŚCI

1. Dane ogólne	4
1.1. Podstawa opracowania	4
1.2. Cel opracowania	4
1.3. Zakres opracowania	4
1.4. Materiały wyjściowe i pomocnicze	4
2. Pomiary ruchu.....	5
3. Projektowane rozwiązanie	6
3.1. Oznakowanie	6
3.2. Program sygnalizacji świetlnej	6
3.3. Obliczenia czasów międzyzielonych	9
3.4. Elementy detekcji	10
3.5. Dobowy plan pracy sygnalizacji	12
3.6. PSR (Poziom Swobody Ruchu)	12

Część graficzną umieszczono w tekście.

Rysunek 1. LOKALIZACJA SYGNALIZACJI

Rysunek 2. SCHEMAT ROZMIESZCZENIE ELEMENTÓW STEROWANIA RUCHEM

Rysunek 3. UKŁAD FAZ, PROGRAM PRACY SYGNALIZACJI:

PRZEJŚCIE DLA PIESZYCH PRZEZ UL. 1-GO MAJA W REJONIE UL.
STASZICA

Rysunek 4. UKŁAD FAZ, PROGRAM PRACY SYGNALIZACJI:

SKRZYŻOWANIE UL. 1-GO MAJA – BOHATERÓW MONTE CASSINO -
RACŁAWICKA

1. Dane ogólne

1.1. Podstawa opracowania

Umowa na realizację zadania zawarta pomiędzy Miastem Katowice (Inwestor) a firmą DROGOPOL-ZW (Generalny Wykonawca) na realizację zadania pn.: **„Modernizacja ul. 1-go Maja na odcinku od ul. Staszica do istniejącej pętli tramwajowej w Katowicach Zawodziu”**.

1.2. Cel opracowania

Opracowanie dokumentacji programowo-ruchowej dla aktualizacji programów pracy sygnalizacji na przejściu dla pieszych przez ul. 1-go Maja w rejonie ul. Staszica oraz na skrzyżowaniu ulic 1-go Maja – Bohaterów Monte Cassino - Racławicka

1.3. Zakres opracowania

- rozmieszczenie elementów sterowania ruchem
- układ faz, program pracy sygnalizacji
- poziom swobody ruchu

1.4. Materiały wyjściowe i pomocnicze

- plan sytuacyjny w skali 1:1000; 1:500
- dane ruchowe ze skrzyżowania (archiwalne)
- projekty docelowej organizacji ruchu na odcinku ul. 1-go Maja
- szczegółowe warunki techniczne dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunki ich umieszczania na drogach Załącznik nr 1-4 do Rozporządzenia 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.

2. Pomiary ruchu

Z uwagi na trwające prace związane z przebudową ul. 1-go Maja nie można określić aktualnego i wiarygodnego obciążenia ruchowego poszczególnych sygnalizacji i do celów określenia parametrów ruchu (PSR określonego w dalszej części opracowania) wykorzystano archiwalne dane pomiarowe wykonane w ramach innych projektów.

Parametry obciążeń ruchowych przedstawiono w obliczeniach PSR w dalszej części opracowania.

3. Projektowane rozwiązanie

3.1. Oznakowanie

Oznakowanie pionowe i poziome nie jest przedmiotem niniejszego opracowania. Na rysunku nr 2 przedstawiono jedynie schematyczne oznakowanie poziome w celu ukazania rozmieszczenia elementów sterowania ruchem.

3.2. Program sygnalizacji świetlnej

Przejście dla pieszych przez ul. 1-go Maja w rejonie ul. Staszica

Sygnalizację świetlną na przejściu zaprojektowano jako sygnalizację akomodacyjną wzbudzaną przez pieszych pracującą w trybie preference (przy braku zgłoszeń z grupy pieszej otwarte grupy K1, K2, T3 oraz T4).

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

W celu zapewnienia przejazdu tramwaju T4 bez zatrzymania dla potrzeb niniejszego przejścia projektuje się dla grupy T4 detektor tramwajowy zgłaszający zapotrzebowanie na priorytetowe otwarcie grupy tramwajowej w odległości 200 m od linii zatrzymania, co zapewni płynny przejazd tramwaju.

Warunki priorytetu dla tramwaju T4 (od Rynku):

Jeżeli zgłoszenie tramwaju T4 nastąpiło w czasie trwania sygnału zielonego w grupach K1, K2 wówczas natychmiast zostaje zablokowana możliwość wejścia przejścia P5.

Jeżeli tramwaj T4 zgłosił się pod koniec czasu Gmax w grupach kołowych sygnał zielony dla tramwaju zostaje wydłużany natychmiast, a grupy kołowe zostają podtrzymane pasywnie do końca sygnału zielonego ciągłego w grupach tramwajowych. Faza zostaje przedłużona do czasu zgłoszenia tramwaju T4 na detektorze zlokalizowanym przed linią warunkowego zatrzymania lecz nie dłużej niż 25 sekund.

Jeżeli tramwaj T4 zgłosił się tuż po zakończeniu fazy I, a piesza grupa kolizyjna jeszcze nie dostała sygnału czerwono żółtego lub zielonego, wtedy faza ta zostaje wstrzymana i wywołana zostaje ponownie faza I.

Jeżeli zgłoszenie tramwaju T4 nastąpiło w czasie minG grupy P5 wtedy P5 pozostaje zielona do zakończenia czasu minG a następnie sygnał zielony w P5 jest zakończony i po odliczeniu czasów międzyzielonych wywołana zostaje faza I.

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

Skrzyżowanie 1-go Maja – Bohaterów Monte Cassino - Racla WICKA

Sygnalizację świetlną na skrzyżowaniu zaprojektowano jako sygnalizację akomodacyjną pracującą w systemie „ALL RED” (przy braku zgłoszeń we wszystkich grupach wyświetlany jest sygnał czerwony) wraz z obsługą priorytetową pojazdów tramwajowych.

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

Dla potrzeb niniejszego skrzyżowania projektuje się detektory tramwajowe zgłaszające zapotrzebowanie na priorytetowe otwarcie grup tramwajowych w odległości 200 m od linii warunkowego zatrzymania z kierunku od Rynku (za przejściem przy ul. Staszica), oraz 80m jadąc od Zawodzia (na przystanku tramwajowym). Przy założeniu, że czas wymiany pasażerów na przystanku wynosi 30 sekund pętla D14/80 musi być zajęta przez $30-23=7$ sekund.

Wykrycie tramwaju na czujniku C1 blokuje możliwość realizacji sygnału zielonego dla przejścia P13 do czasu zakończenia priorytetu. Obsługa priorytetu (zgłoszenie grupy tramwajowej) rozpoczyna się po $100/8,33=12$ sekundach od wykrycia tramwaju na czujniku C1.

Jeżeli dowolny tramwaj zgłosił się w trakcie trwania fazy kierunku głównego faza zostaje przedłużona do czasu zgłoszenia tramwaju na detektorze przed linią warunkowego zatrzymania.

Jeżeli zgłoszenie tramwaju nastąpiło w czasie trwania sygnalizacji w bezruchu – wszystko czerwone, wówczas wywołana zostaje faza I.

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

Jeżeli zgłoszenie tramwaju nastąpiło w czasie minG grup kolizyjnych do tramwaju, wtedy grupy te pozostają zielone do zakończenia czasu minG a następnie sygnał zielony w nich jest zakończony i po odliczeniu czasów międzyzielonych wywołana zostaje faza I.

Faza wywołana priorytetem trwa do czasu zjazdu tramwaju z detektora przed linią warunkowego zatrzymania lecz nie dłużej niż 20 sekund.

Jeżeli zgłoszenie tramwaju nastąpiło w czasie zielonego w grupach kolizyjnych i odliczyły one czas minG, zostają one natychmiast zamknięte i po odliczeniu czasów międzyzielonych wywołana zostaje faza I.

Jeśli w czasie trwania sygnału zielonego ciągłego dla tramwaju, było zgłoszenie tramwaju z przeciwka to dla niego również zostaje wywołany sygnał zielony. Wówczas sygnał zielony dla obu tramwajów trwa do czasu zjazdu drugiego zgłoszonego tramwaju (najazd na detektor zjazdowy).

Jeżeli zgłoszenie priorytetowe tramwaju nastąpiło w fazie, do której tramwaj należy to faza ta trwa zgodnie z czasami GMax grup do niej należących. Ponadto może być ona przedłużona do czasu zjazdu tramwaju z detektora przed linią warunkowego zatrzymania. Jeżeli zgłoszenie priorytetowe tramwaju nastąpiło w innej fazie niż faza tramwajowa wówczas zostaje ona przerwana i wywołana zostaje faza tramwajowa i trwa do czasu zjazdu tramwaju z detektora przed linią warunkowego zatrzymania. Grupy kołowe w tym czasie otrzymują zielone "za darmo" i nie są wydłużane od detekcji. Po obsłudze priorytetu skrzyżowanie powinno powrócić do obsługi kolejnej fazy po fazie, która była przerwana.

Po zakończeniu priorytetu dla tramwajów sygnalizacja winna wrócić do obsługi zgłoszeń wg zapotrzebowania.

Kolejne zgłoszenie tramwaju w tym samym cyklu obsługiwane bez priorytetu

3.3. Obliczenia czasów międzyzielonych

- czasy międzyzielone (t_m) obliczone zostały z konieczności zapewnienia ewakuacji pojazdów i pieszych z punktu kolizji fazy kończącej i rozpoczynającej,

-obliczeń dokonano według zależności:

$$t_m = t_z + t_e - t_d \quad [s]$$

gdzie:

t_m – czas międzyzielony [s],

t_z – czas trwania sygnału żółtego zgodnie z Instrukcją – 3 [s],

t_e – czas ewakuacji strumienia ewakuującego się poza punkt kolizji [s],

t_d – czas dojazdu strumienia dojazdowego do punktu kolizji

Czasy ewakuacji oraz dojazdu strumieni obliczono według zależności:

- czas ewakuacji (t_e) strumienia ewakuującego się:

$$t_e = \frac{S_e + 10,0}{V_e} \quad [s]$$

gdzie:

S_e – droga ewakuacji liczona do punktu kolizji [m],

10,0 – długość pojazdu statystycznego [m],

V_e – prędkość ewakuacji [m/s].

- czas dojazdu (t_d) strumienia dojazdowego:

$$t_d = \sqrt{\frac{2 \cdot (S_d + 1,5)}{a}} \quad [s]$$

gdzie:

S_d – droga dojazdu do punktu kolizji [m],

a – przyspieszenie pojazdu [3,0 – 3,5 m/s²].

- czas dojazdu (t_d) strumienia dojazdowego (ze startu lotnego):

$$t_d = \frac{S_d}{V_d} + 1 \quad [s]$$

gdzie:

S_d – droga dojazdu do punktu kolizji [m],

V_d – prędkość dojazdu do punktu kolizji

Wyniki obliczeń czasów międzyzielonych i grup kolizyjnych zestawione zostały w formie umieszczonej na rysunkach z programami sygnalizacji

3.4. Elementy detekcji

Do detekcji uczestników ruchu zastosowano

- dla grup kołowych – pętle indukcyjne oraz strefy wirtualne z nadjezdniowego systemu detekcji (video detekcja)
- dla grup tramwajowych – strefy wirtualne z nadjezdniowego systemu detekcji (video detekcja) oraz czujniki trakcyjne
- dla grup pieszych – przyciski zgłoszeniowe z optycznym potwierdzeniem przyjęcia zgłoszenia przez sterownik

Parametry funkcjonowania detektorów zamieszczono w *tabeli 3*, *tabeli 4* i *tabeli 5*

Tabela 3. Parametry detektorów przejście dla pieszych przez ul. 1-go Maja w rejinie ul. Staszica

DANE GŁÓWNE		ZGŁOSZENIE		PRZEDŁUŻENIE			INNE FUNKCJE			
Nr Detektora	Należy do grupy	Zgłasza x sek. po zgaszeniu zielonego	Opóźnione zgłoszenie	Czas interwału w sekundach dla poszczególnych okresów światła zielonego *)			Przedłużenie czasu międzyziel.	Czuły na rowery	Funkcja liczenia	Uwagi
				1okres	2 okres	3 okres				
D1/70	K2				3					
D2/40	K2				3				+	
D3/40	K2				3				+	
D4/2-22	K2				1					
D5/70	K1				3				+	
D6/40	K1				3				+	
D7/40	K1				3				+	
D8/2-22	K1				1					
D9/70	T3				4					
D10/10	T3				1					
C11/200	T4				4					
D12/10	T4				1					

Tabela 4. Parametry detektorów – skrzyżowanie ul. 1-go Maja – Bohaterów Monte Cassino - Raclawicka

DANE GŁÓWNE		ZGŁOSZENIE		PRZEDŁUŻENIE			INNE FUNKCJE			
Nr Detektora	Należy do grupy	Zgłasza x sek. po zgaszeniu zielonego	Opóźnione zgłoszenie	Czas interwału w sekundach dla poszczególnych okresów światła zielonego *)			Przedłużenie czasu międzyziel.	Czuły na rowery	Funkcja liczenia	Uwagi
				1 okres	2 okres	3 okres				
D1/70	K1				4	3		+	+	
D2/40	K1				3	2				
D3/0-20	K1				1	1		+		
D4/40	K2				3	2			+	
D5/0-20	K2				1	1		+		
C6/200	T7				-	-				
D7/10	T7				1	1				
D9/70	K3				4	3		+	+	
D10/40	K3				3	2		+	+	
D11/0-20	K3				1	1		+		
D12/40	K3				3	2		+	+	
D13/0-20	K3, K15				1	1		+		Stała zajętość D13 podczas otwarcia K3 melduje grupę K15
D14/80	T8				4	3				
D15/10	T8				1	1				
D17/40	K6				3	2		+	+	
D18/0-20	K6				1	1				
D19/40	K5				3	2		+	+	
D20/0-20	K5				1	1				
D21/0-20	K4				1	1				

3.5. Dobowy plan pracy sygnalizacji

Projektuje się następujący dobowy plan pracy sygnalizacji zarówno na skrzyżowaniu jak i na przejściu dla pieszych

- poniedziałek - sobota:

6.00-22.00 - praca w trybie kolorowym

- niedziela:

8.00-22.00 - praca w trybie kolorowym

w pozostałym okresie praca w trybie ostrzegawczym

3.6. PSR (Poziom Swobody Ruchu)

Przepustowość skrzyżowania z sygnalizacją świetlną akomodacyjną jest trudna do określenia, z uwagi na dynamiczną zmianę długości cyklu co powoduje zmianę udziału światła zielonego w cyklu na danym wlocie. Udział tego światła jest wagą dla zweryfikowania przepustowości wyjściowej wlotu i określenia w ten sposób przepustowości rzeczywistej. Można jedynie określić krytyczne warunki swobody ruchu w przypadku założenia stałego czasu pracy sygnalizacji tj. realizacji w każdym cyklu maksymalnych czasów otwarcia dla wszystkich faz.

Oceny warunków na skrzyżowaniach z sygnalizacją dokonano jak poprzednio w oparciu o wytyczne GDDKiA W-wa opracowane przez zespół prof. Tracza z Pol. Krakowskiej i wydane w kwietniu 2004 r.

Za w/w instrukcją przyjęto 4-y Poziomy Swobody Ruchu (PSR) , którym odpowiadają następujące przedziały strat czasu :

I PSR (warunki b. dobre)	-	0 - 20 s/P
II PSR (warunki dobre)	-	20,1 - 45 s/P
III PSR (warunki przeciętne)	-	45,1 - 80 s/P
IV PSR (warunki niekorzystne)	-	ponad 80 s/P

Obliczenia przepustowości dla okresu szczytowego obciążenia ruchem przedstawiono w *tabelach* poniżej.

Obliczenia PSR dla przejścia dla pieszych przez ul. 1-go Maja w rejonie ul. Staszica

Lp	Wlot	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	1 Maja od Rynku	na wprost	556	39	40	2 150	2150	0,26	5	I
2	1 Maja od Zawodzia	na wprost	638	39	40	2 150	801	0,30	5	I

Obliczenia PSR dla skrzyżowania 1-go Maja – Bohaterów Monte Cassino - Racławicka

Lp	Wlot	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	1 Maja od Rynku	na wprost-w prawo	620	37	38	650	650	0,95	40	II
		w lewo	375	23	24	410	410	0,91	44	
2	BMC	na wprost-w lewo	174	13	14	239		0,73	37	II
		w prawo	111	13	14	239	239	0,46	30	
3	1 Maja od Zawodzia	na wprost w prawo	200	41	42	1 436		0,14	14	I
		w prawo	276	41	42	718	718	0,38	16	I
		w lewo	21	5	6	103	103	0,20	32	D
4	Racławicka	na wprost-w lewo-w prawo	64	17	18	308	308	0,21	26	II

Powyższe obliczenia przepustowości sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu wykonano dla skrajnego najgorszego przypadku przy stałym zgłoszeniu zapotrzebowania we wszystkich grupach sygnalizacyjnych. Ponieważ sygnalizacja jest sygnalizacją akomodacyjną, czas otwarcia grup kołowych może być zmienny i uzależniony od ruchu co sprawia że rzeczywista przepustowość sygnalizacji będzie większa od skrajnego najgorszego przypadku i zależeć będzie od zgłoszeń na poszczególnych detektorach (wydłużenia sygnału zielonego) oraz stanu grup zależnych na skrzyżowaniu.