

Zawartość opracowania:

1. Podstawa opracowania	2
2. Przedmiot i zakres opracowania	2
3. Charakterystyka ogólna	2
4. Projekt sygnalizacji	3
4.1. Ocena stanu istniejącego	3
4.2. Projekt oznakowania	3
4.3. Pomiary ruchu	3
4.4. Obliczenia minimalnych czasów międzyzielonych	4
4.5. Program sygnalizacji	5
4.6. Analiza przepustowości	6
5. Wnioski końcowe	7
6. Część rysunkowa	8
Tabela 1 - Zestawienie grup sygnałowych i detektorów	8
Tabela 2 - Zagregowane wyniki pomiarów ruchu	10
Tabela 3 - Obliczenia czasów międzyzielonych	11
Tabela 4 - Tabela kolizji	12
Tabela 5 - Tabela minimalnych czasów międzyzielonych	12
Tabela 6 - Czasy sygnałów zielonych	12
Tabela 7 - Konstrukcja faz ruchu	12
Rysunek 1 - Plan orientacyjny	13
Rysunek 2 - Urządzenia sygnalizacji	14
Rysunek 3 - Układ faz ruchu	15
Rysunek 4 - Program całodobowy	16
Rysunek 5 - Program startowy	17
Rysunek 6 - Program końcowy	18

1. Podstawa opracowania

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

- zlecenie z dnia 2018-08-23 od pracowni projektowej VIABUSKO Tadeusz Budkowski, ul. Wiślana 22B, 97-300 Piotrków Trybunalski,
- mapę sytuacyjno - wysokościową w skali 1 : 500 z naniesionym układem geometrycznym drogi i projektem oznakowania,
- Wytyczne Biura Inwestycji i Remontów Urzędu Miasta w Piotrkowie Trybunalskim z dnia 2018-04-27,
- wyniki badań ruchu przekazane przez Zlecniodawcę,
- wstępne ustalenia dokonane z Zamawiającym, dotyczące systemu sterowania ruchem,
- Rozporządzenie Ministerstwa 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, z późniejszymi zmianami,
- Ustawa „Prawo o ruchu drogowym” (Dz. U. 2017r., poz. 128, tekst jednolity).

2. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest część drogowa projektu budowy sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu ulicy Żelaznej z ulicą Antona Haeringa w Piotrkowie Trybunalskim.

Opracowanie obejmuje projekt lokalizacji sygnalizatorów, wyniki badań ruchu oraz projekt programów sygnalizacji z analizą przepustowości, opracowany na podstawie wyników badań ruchu.

3. Charakterystyka ogólna

Przedmiotowe skrzyżowanie położone jest w południowej części Piotrkowa Trybunalskiego, w obszarze peryferyjnym. Ulica Żelazna jest 2-jezdniową drogą wylotową w kierunku Radomska, natomiast ulica Haeringa jest 1-jezdniową drogą dojazdową do pobliskiego zakładu przemysłowego, produkującego części samochodowe. Skrzyżowanie jest

z tego powodu obciążone wzmożonym ruchem w godzinach szczytów komunikacyjnych. Powyższe uwarunkowania powodują okresowe utrudnienia włączania się do ruchu z ulicy Haeringa, Powyższe problemy rozwiąże budowa drogowej sygnalizacji świetlnej.

4. Projekt sygnalizacji

4.1. Ocena stanu istniejącego

Skrzyżowanie ulicy Żelaznej z ulicą Antona Haeringa jest skrzyżowaniem 3-włotowym, w którym ulica Żelazna stanowi drogę główną, a ulica Haeringa drogę podporządkowaną. Ulica Żelazna biegnie w układzie północ - południe i tworzy wloty północny i południowy skrzyżowania, natomiast ulica Haeringa tworzy wlot zachodni.

Ulica Żelazna jest drogą 2-jezdniową, o 2 pasach ruchu na każdej jezdni. Obie jezdnie oddzielone są od siebie wyspą zieloną o szerokości 3,2m. Szerokości jezdni ulicy Żelaznej wynoszą: dla wlotu północnego 9,4m, dla południowego 7,2m. Przez wlot południowy, w odległości 20m od skrzyżowania, poprowadzone jest przejście dla pieszych o szerokości 4,0m. Prędkość dopuszczalna na ulicy Żelaznej wynosi 70km/h.

Wlot ulicy Haeringa posiada szerokość 7,2m. Pas wlotowy od wylotowego nie jest oddzielony linią segregacyjną. Przez wlot ten nie jest poprowadzone przejście dla pieszych. Podporządkowanie wlotu oznakowane jest znakiem A-7 "Ustąp pierwszeństwa". Prędkość dopuszczalna na ulicy Haeringa wynosi 50km/h.

4.2. Projekt Oznakowania

Projekt oznakowania poziomego i pionowego objęty jest odrębnym opracowaniem pracowni VIABUSKO.

4.3. Pomiary ruchu

Do obliczeń programów sygnalizacji przyjęto wartości obciążeń zgodnie z wynikami pomiarów ruchu, przekazanymi przez Zleceniodawcę. Pomiary przeprowadzono w godzinach 13.00 - 16.00, czyli w okresie wzmożonego ruchu. Szczegółowe wyniki badań ruchu przedstawiono w części rysunkowej.

Analiza zmienności natężeń ruchu wykazuje występowanie krótkookresowego wzmożonego ruchu z ulicy Haeringa przy lekko wzmożonym ruchu po ulicy Żelaznej. Jednakże ze względu na projektowane przejście dla pieszych i przejście połączone z

przejazdem rowerowym przez ulicę Żelazną, zanotowana zmienność wartości natężeń ruchu nie wpływa na spit programu sygnalizacji. Przyjęto więc zastosowanie jednego akomodacyjnego programu sygnalizacji. Do obliczeń programu przyjęto zanotowane wartości maksymalne natężeń ruchu.

Przyjęte wartości natężeń przedstawione są w poniższej tabeli:

	Wlot północny [Pu/h]	Wlot południowy [Pu/h]	Wlot zachodni [Pu/h]
Natężenia na pas ruchu	313	293	239

4.4. Obliczenia minimalnych czasów międzyzielonych

Podstawowym elementem programu sygnalizacji, odpowiedzialnym za bezpieczeństwo ruchu na skrzyżowaniu, jest tabela minimalnych czasów międzyzielonych. Sposób jej obliczenia przedstawiono w niniejszym punkcie.

Obliczenia minimalnych czasów międzyzielonych wykonano zgodnie z Załącznikiem Nr 3 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z 3 lipca 2003 r. (Dz.U. Nr 220, poz.2181 z późniejszymi zmianami, 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 = 10,0m
- V_e – prędkość ewakuacji pojazdów = 36km/h = 10,0m/s
- V_{ep} – prędkość ewakuacji pieszych = 1,4m/s
- V_d – prędkość dojazdu pojazdów na ulicy Żelaznej = 72km/h = 20,0m/s
- V_d – prędkość dojazdu pojazdów na ulicy Haeringa = 50km/h = 14,0m/s

Tabele z pośrednimi i końcowymi wynikami obliczeń oraz umieszczone są w części rysunkowej.

4.5. Program sygnalizacji

Ze względu na bezpieczeństwo pieszych obliczono wartości minimalne czasu sygnału zielonego dla pieszych, jednak dla przejść przez ulicę Haeringa przyjęto czasy minimalne umożliwiające przejście przez obie jezdnie w jednym cyklu. Przyjęto zatem następujące wartości:

Symbol grupy pieszej	Sygnalizatory	Długość przejścia [m]	Prędkość pieszego [m/s]	Czas obliczony zielonego [s]	Czas przyjęty [s]
P4	PR1a, PR1b	9,4	1,4	7,0	15,0
P5	PR1c, PR1d	7,1	1,4	6,0	15,0
P6	P2a, P2b	7,2	1,4	6,0	15,0
P7	P2c, P2d	9,8	1,4	7,0	15,0
P8	P3a, P3b	7,2	1,4	6,0	6,0

Istnienie na wlocie północnym przejazdu rowerowego łącznie z przejściem dla pieszych nie wpływa na żaden z przyjętych czasów, ponieważ prędkości ewakuacji rowerów są 3-krotnie wyższe od prędkości pieszych.

Dla dodatkowej ochrony pieszych i rowerzystów projektuje się zastosowanie 1-komorowych sygnalizatorów ostrzegawczych z sylwetką pieszego koloru żółtego, na wszystkich przejściach kolizyjnych z kołową relacją skrętną. Projektuje się następujące sygnalizatory ostrzegawcze:

- dla przejścia PR5 - sygnalizatory O1a, O1b po obu stronach jezdni
- dla przejścia P7 - sygnalizatory O2a, O2b po obu stronach jezdni
- dla przejścia P8 - sygnalizator O3 po stronie północnej jezdni

Sygnal ostrzegawczy pulsujący będzie przez nie emitowany począwszy od 1 sekundy przed podaniem sygnału zielonego pieszym (ew. rowerzystom) chronionego przejścia aż do upłynięcia czasu ewakuacji po podaniu sygnału czerwonego.

Projektuje się, aby detekcja ruchu kołowego odbywała się na ulicy Żelaznej poprzez detektory wizyjne, a na ulicy Haeringa poprzez detektory wizyjne i pętle indukcyjne, wykrywające pojazdy (D1) i rowery (D2). Detekcja pieszych i rowerzystów na ciągu pieszo-rowerowym będzie się odbywała poprzez przyciski dla pieszych. Zastosowanie detekcji pojazdów i pieszych umożliwia zgłaszanie zapotrzebowania na sygnał zielony i wydłużanie zielonego w trakcie jego trwania.

Zaprojektowano jeden program akomodacyjny o długości cyklu 62s. Program realizuje układ dwóch faz ruchu z krótką 3-sekundową podfazą dla wlotu południowego,

umożliwiająca zjazd oczekujących ewentualnie lewoskrętów w ulicę Haeringa. Przyjęty cykl zapewni najlepszy poziom swobody ruchu przy przyjętych obciążeniach.

W zaprojektowanym programie zastosowano następujące fazy ruchu:

Faza F1 - sygnał zielony otrzymują pojazdy jadące ulicą Żelazną oraz piesi przekraczający ulicę Haeringa - grupy sygnalizacyjne kołowe numer 1 i 2 oraz piesza numer 8.

Podfaza F1a - sygnał zielony otrzymują pojazdy jadące wlotem południowym ulicy Żelaznej.

Faza F2 - sygnał zielony otrzymują pojazdy jadące ulicą Haeringa oraz piesi i rowerzyści przekraczający ulicę Żelazną - grupa sygnalizacyjna kołowa numer 3 oraz piesze numer 4, 5, 6 i 7. W przypadku braku zgłoszenia od ciągu pieszo-rowerowego na wlocie północnym alternatywnie załączana będzie strzałka jazdy warunkowej w ulicę Haeringa - grupa sygnalizacyjna kołowa numer 9.

W stanie ustalonym sygnalizacja będzie trwała w fazie F1. W momencie pojawienia się zgłoszenia zapotrzebowania na sygnał zielony dla pojazdów lub pieszych i upłynięcia czasu minimalnego wszystkich grup fazy F1 sygnalizacja przejdzie poprzez sekwencję międzyfazową uwzględniającą stałoczasową podfazę F1a do fazy F2, po czym ponownie wróci do fazy F1. Grupy kołowe będą zawsze otrzymywały sygnał zielony w swojej fazie, natomiast grupy piesze tylko w razie zgłoszenia poprzez naciśnięcie przycisku.

Projektuje się, aby program awaryjny stałoczasowy był tożsamy z zaprojektowanym programem akomodacyjnym w wersji maksymalnej, czyli w stanie pełnych zgłoszeń.

Zaprojektowany program sygnalizacji, wraz z programem startowym i końcowym, przedstawiony jest w części rysunkowej opracowania.

4.6. Analiza przepustowości

Do analizy przepustowości przyjęto metodę zalecaną przez GDDKiA zgodnie z Zarządzeniem numer 20 z dnia 20 lipca 2004r. Obliczono przepustowość dla wszystkich pasów ruchu. Wyniki zestawiono w poniższej tabeli:

WARUNKI RUCHU W PROGRAMIE PORANNYM 6.00 - 13.00										
CYKL PROGRAMU [s]:		62								
WLOT	NUMER GRUPY	RELACJA	CZAS G	Q [P/h]	S [P/hz]	Y	C [P/h]	X	D [s/P]	PSR
Pn	1	PW	25	313	1710	0,183	717,097	0,436	14,1	
Pd	2	WL	27	293	1596	0,184	720,774	0,407	12,6	
Zach	3	PL	25	239	1422	0,168	596,323	0,401	13,9	

Jak widać, przy założonych natężeniach ruchu zaprojektowany program sygnalizacji posiada duże rezerwy przepustowości, zapewniając przy tym bardzo dobre warunki ruchu. Na ocenę taką wskazują wartości współczynnika poziomu swobody ruchu PSR. Oznacza to, że zaprojektowany program nie wprowadzi odczuwalnych utrudnień w ruchu na drodze głównej, natomiast podniesie bezpieczeństwo na drodze podporządkowanej.

5. Wnioski końcowe

Zaprojektowana budowa drogowej sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu ulicy Żelaznej z ulicą Antona Haeringa w Piotrkowie Trybunalskim poprawi bezpieczeństwo ruchu pieszego i kołowego w obrębie skrzyżowania. Szczególne korzyści odczują kierujący pojazdami włączający się do ruchu z ulicy Haeringa, a także piesi przekraczający ulicę Żelazną. Zastosowanie nowoczesnego sterownika sygnalizacji oraz nowoczesnych sygnalizatorów typu LED zapewni pełne bezpieczeństwo i niezawodność sygnalizacji oraz czytelność sygnałów w każdych warunkach atmosferycznych. Ogólnie zaprojektowane rozwiązanie poprawi warunki ruchu na przedmiotowym skrzyżowaniu.

6. Część rysunkowa

Numer grupy	Sygnalizatory	Oznaczenie na wykresie paskowym	Typ	Symbole	Detektory skojarzone
1	K1a, K1b, K1p	K1	Kołowa	Ogólny	Strefy wideo
2	K2a, K2b, K2p	K2	Kołowa	Ogólny	Strefy wideo
3	K3, K3p	K3	Kołowa	Ogólny	Pętle D1, D2, Strefy wideo
4	PR1a, PR1b, R1a	P4	Pieszorowerowa	Pieszorowerowy	Przyciski PP1a, PP1b, PP1c, PP1d
5	PR1c, PR1d, R1c	P5	Pieszorowerowa	Pieszorowerowy	Przyciski PP1c, PP1d, PP1e, PP1f
6	P2a, P2b	P6	Piesza	Pieszy	Przyciski PP2a, PP2b, PP2c, PP2d
7	P2c, P2d	P7	Piesza	Pieszy	Przyciski PP2c, PP2d, PP2e, PP2f
8	P3a, P3b	P8	Piesza	Pieszy	Przyciski PP3a, PP3b
9	W1, W1p	K9	Warunkowa	Strzałka w prawo	brak
10	O1a, O1b	P10	Ostrzegaw.	Pieszy	brak
11	O2a, O2b	P11	Ostrzegaw.	Pieszy	brak
12	O3	P12	Ostrzegaw.	Pieszy	brak

Tabela 1 - Zestawienie grup sygnałowych i detektorów

Godz: 13.00 – 14.00

Wyniki pomiarów ruchu

Godz: 14.00 – 15.00

Z.E. i A. TECHVISION, Al. Warszawska 31, 39-400 Tarnobrzeg

Godz: 15.00 – 16.00

ul. Żelazna
Od północy



Od zachodu



ul. Żelazna
Od południa

	W lewo		Prosto		W prawo		Razem	
	liczba	%	liczba	%	liczba	%	liczba	%
O	5	100,0%	419	85,5%	0	0,0%	424	85,7%
F	0	0,0%	50	10,2%	0	0,0%	50	10,1%
C	0	0,0%	14	2,9%	0	0,0%	14	2,8%
Cp	0	0,0%	1	0,2%	0	0,0%	1	0,2%
A	0	0,0%	6	1,2%	0	0,0%	6	1,2%

Z.E. i A. TECHVISION, Al. Warszawska 31, 39-400 Tarnobrzeg

Strumień dojeżdżający	Strumień ewakuujący się	Droga dojazdu	Droga ewakuacji	Predkość dojazdu	Predkość ewakuacji	Czas Dojazdu	Czas ewakuacji	Czas obliczony	Czas przyjęty
Strumienie kołowe									
1W1	3P	32	22,5	20	10	2,6	3,25	3,65	5
1W1	3L	23	19	20	10	2,15	2,9	3,75	
1W2	3P	31	26,5	20	10	2,55	3,65	4,1	
1W2	3L	22	23,5	20	10	2,1	3,35	4,25	
3P	1W1	22,5	32	14	10	2,607143	4,2	4,592857	5
3L	1W1	19	23	14	10	2,357143	3,3	3,942857	
3P	1W2	26,5	31	14	10	2,892857	4,1	4,207143	
3L	1W2	23,5	22	14	10	2,678571	3,2	3,521429	
2W1	3L	30,5	41	20	10	2,525	5,1	5,575	6
2W2	3L	26	36	20	10	2,3	4,6	5,3	
3L	2W1	41	30,5	14	10	3,928571	4,05	3,121429	4
3L	2W2	36	26	14	10	3,571429	3,6	3,028571	
Dojście pieszych									
P4 (P1ab)	1W1, 1W2	0	8,5	1,4	10	0	1,85	4,85	5
P5 (P1cd)	2W1, 2W2	0	37	1,4	10	0	4,7	7,7	8
P6 (P2ab)	2W1, 2W2	0	6	1,4	10	0	1,6	4,6	5
P7 (P2cd)	1W1, 1W2	0	37	1,4	10	0	4,7	7,7	8
P8 (P3ab)	3P, 3L	0	6	1,4	10	0	1,6	4,6	5
Ewakuacja pieszych									
1W1, 1W2	P4 (P1ab)	2	9,4	20	1,4	0,1	6,714286	6,614286	7
2W1, 2W2	P5 (P1cd)	30,5	7,1	20	1,4	1,525	5,071429	3,546429	4
2W1, 2W2	P6 (P2ab)	2	7,2	20	1,4	0,1	5,142857	5,042857	6
1W1, 1W2	P7 (P2cd)	33	9,8	20	1,4	1,65	7	5,35	6
3P, 3L	P8 (P3ab)	2	7,2	14	1,4	0,142857	5,142857	5	5

Tabela 3 - Obliczenia czasów międzyzielonych

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

Tabela 4 - Tabela kolizji

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

Tabela 5 - Tabela minimalnych czasów międzyzielonych

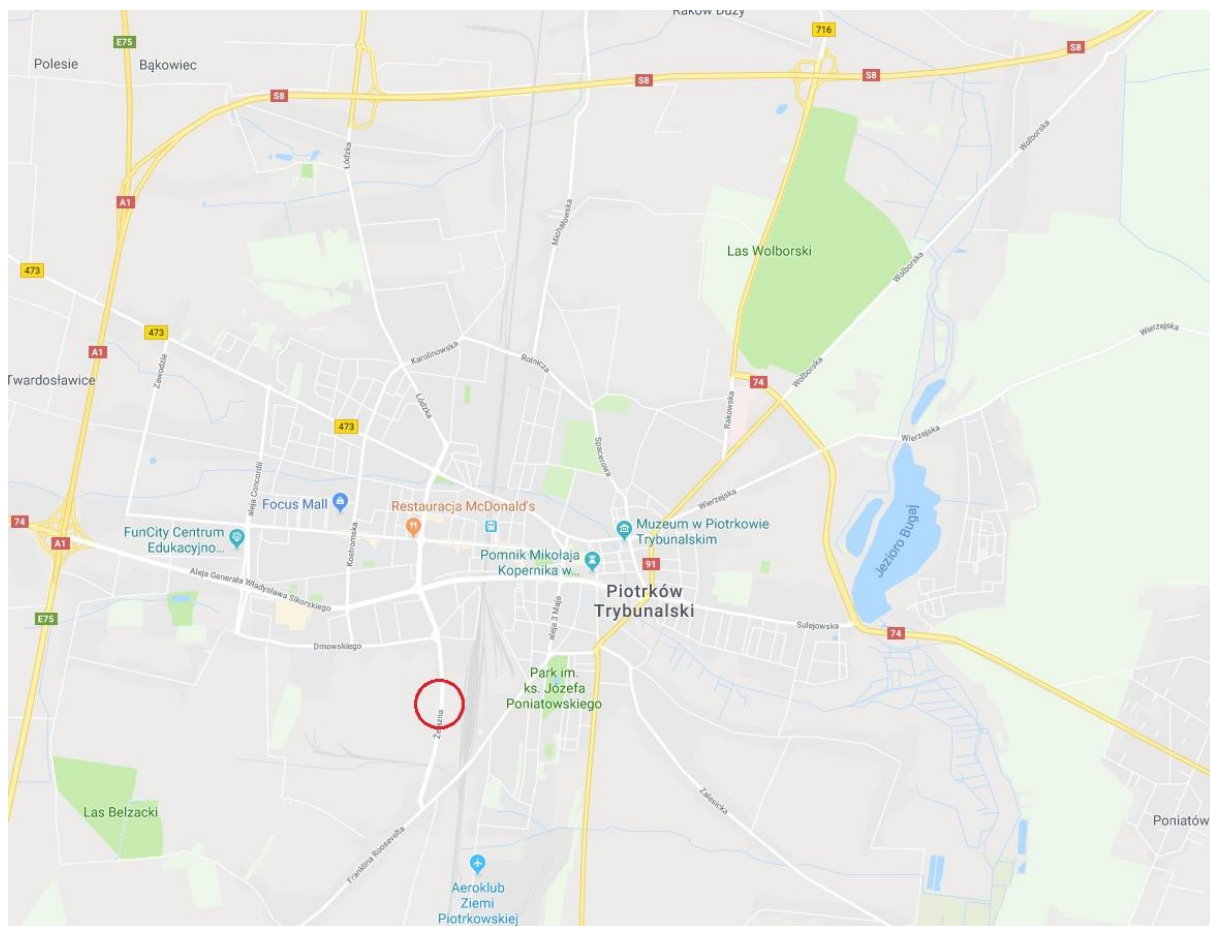
Nr GS:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Gmin [s]	5	5	5	15+4	15+4	15+4	15+4	6+4	5
Gmax [s]	25	27	25	15+4	15+4	15+4	15+4	21+4	17

Tabela 6 - Czasy sygnałów zielonych

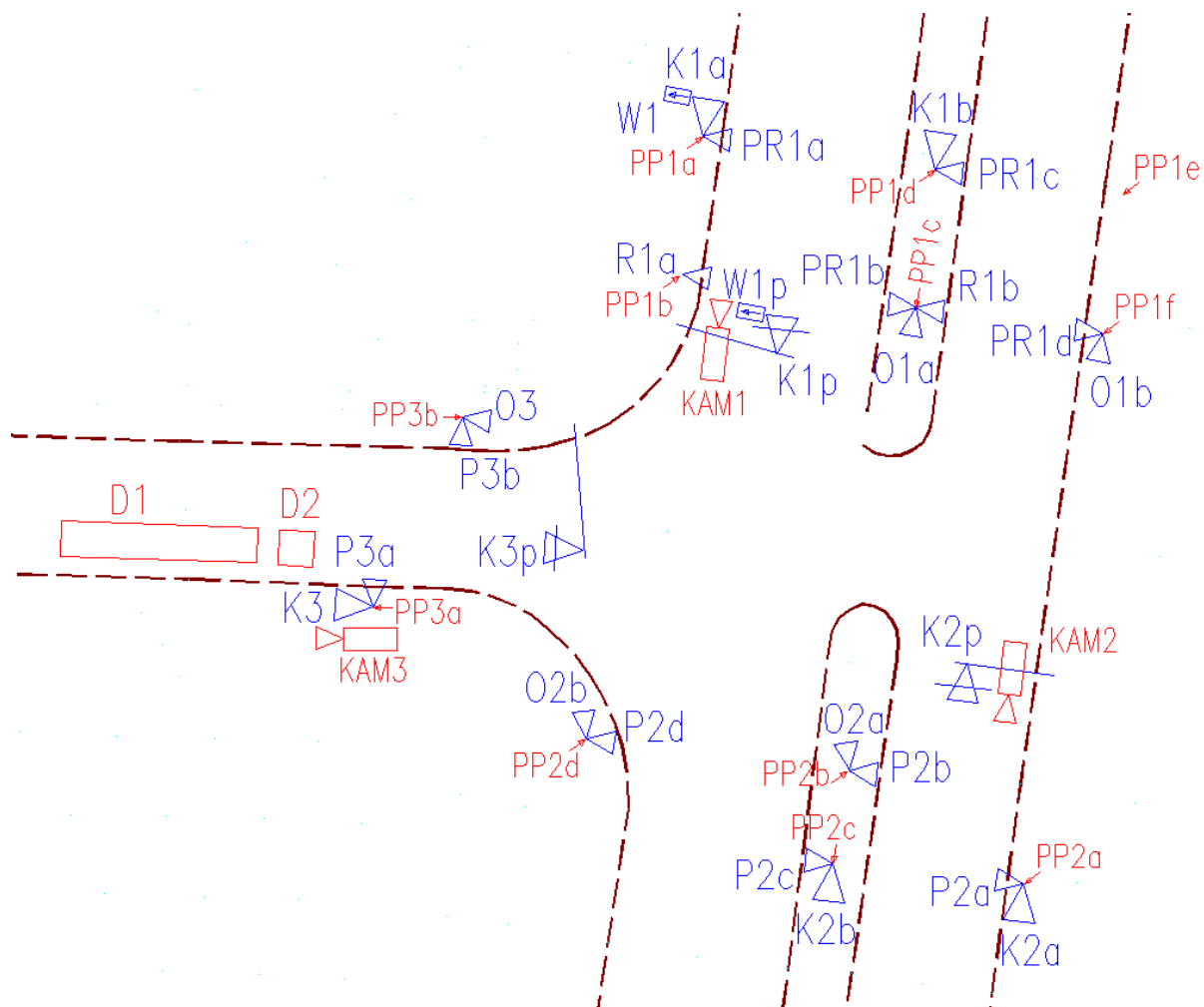
Nr GS:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F1	B	B						W	
F1a		B							
F2			B	W	W	W	W		B

B - występowanie bezwarunkowe, W - występowanie pod warunkiem zgłoszenia

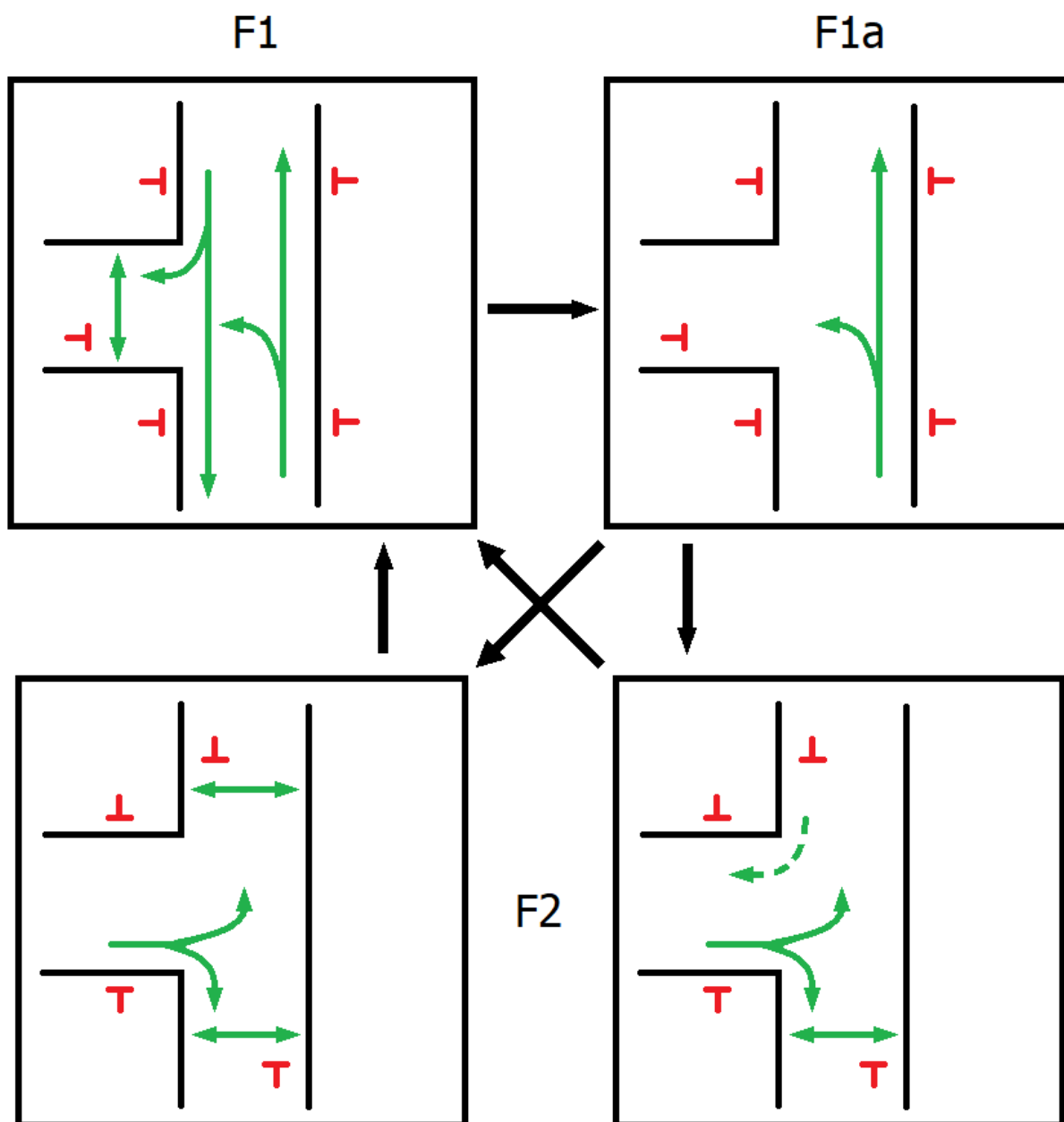
Tabela 7 - Konstrukcja faz ruchu



Rysunek 1 - Plan orientacyjny

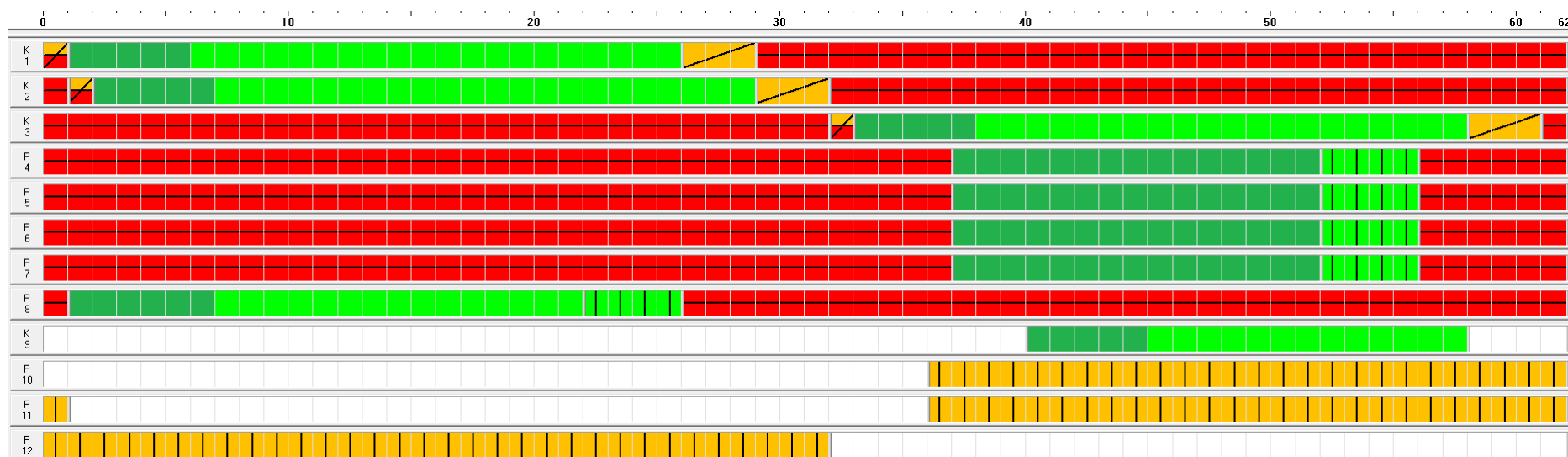


Rysunek 2 - Urządzenia sygnalizacji



Faza F2 przyjmuje jedną z dwóch alternatywnych postaci

Rysunek 3 - Układ faz ruchu

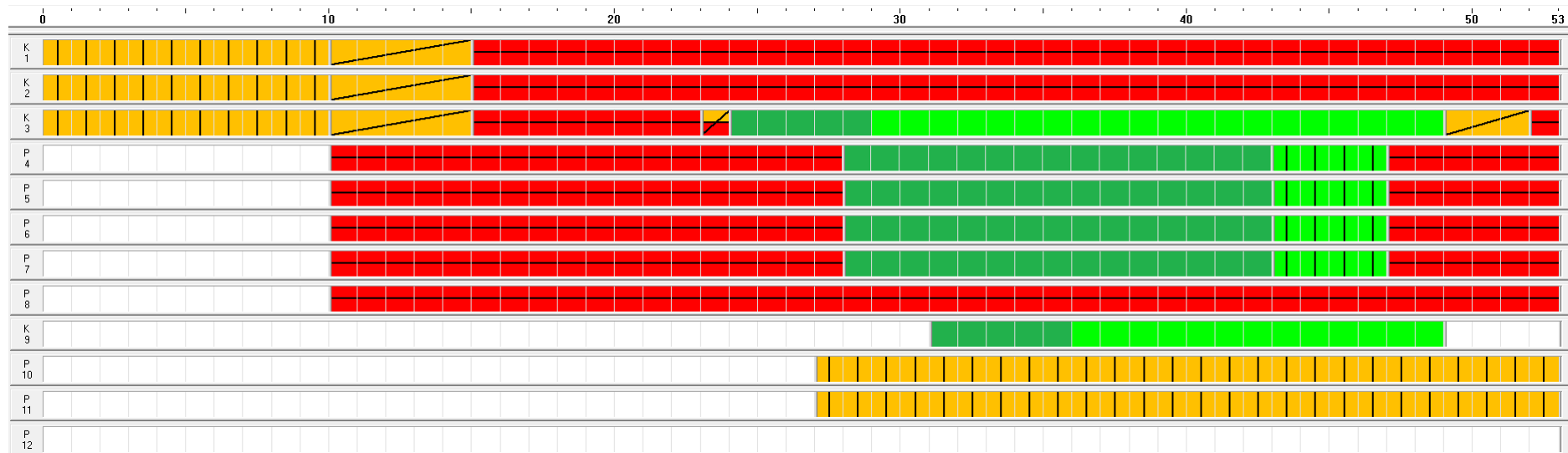


UWAGA! Grupy P4/P5 oraz K9 załączane są alternatywnie

Rysunek 4 - Program całodobowy

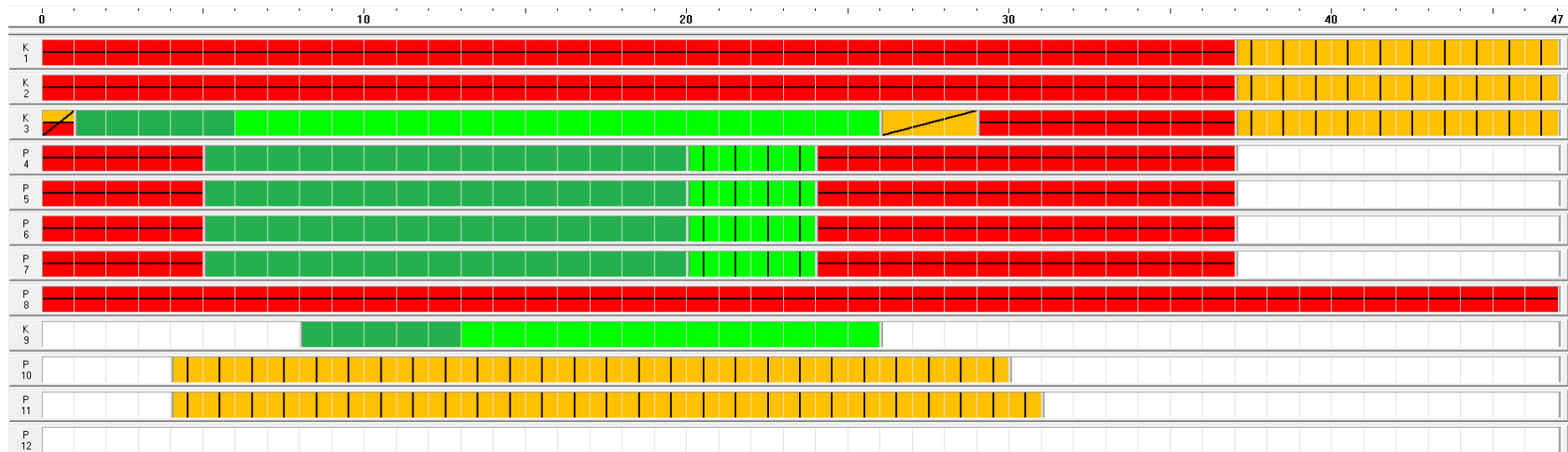
Godziny załączenia: 0.00 - 24.00

Kolorem ciemnozielonym zaznaczono czasy minimalne sygnału zielonego



UWAGA! Grupy P4/P5 oraz K9 załączane są alternatywnie

Rysunek 5 - Program startowy



UWAGA! Grupy P4/P5 oraz K9 załączane są alternatywnie

Rysunek 6 - Program końcowy