

1 PRZEDMIOT, ZAKRES I CEL OPRACOWANIA

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt programowo-ruchowy sygnalizacji świetlnej na przejściu dla pieszych przez drogę powiatową nr 2905S (ul. Wyzwolenia) przy Szkole Podstawowej nr 6 w Pyskowicach.

Celem projektu jest zapewnienie bezpieczeństwa oraz płynności ruchu dla pieszych i kierowców.

2 PODSTAWA OPRACOWANIA I MATERIAŁY WYJŚCIOWE

Jako podstawę do opracowania projektu przyjęto:

- [1] Prawo o ruchu drogowym (Dz.U. 1997 nr 98 poz. 602);
- [2] Rozporządzenie 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” (Dz. U. 2003 nr 220, poz. 2181 z dn. 23.12.2003r) z późniejszymi zmianami wraz z Załącznikami nr 1-4.
- [3] Załącznik 2 do Zarządzenia nr 20 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 23 lipca 2004 r. – „Metody obliczania przepustowości skrzyżowań z sygnalizacją świetlną – instrukcja obliczania”
- [4] Rozporządzenie Min. Transportu i Gospodarki Morskiej z dn. 2 marca 1999 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U z 1999 Nr 43 poz. 430 z późniejszymi zmianami)
- [5] Program Funkcjonalno-Użytkowy dla zadania pn. „Wykonanie sygnalizacji świetlnej na przejściu dla pieszych przy drodze powiatowej Nr 2905S ul. Wyzwolenia w Pyskowicach w rejonie Szkoły Podstawowej Nr 6 w trybie zaprojektuj i wybuduj” – mgr inż. Krzysztof Trólka, BSiPK sp. z o.o. w Katowicach
- [6] Mapa do celów projektowych

3 OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO

Dla uproszczenia nazewnictwa przyjęto następujące oznaczenia wlotów:

wlot A: droga powiatowa nr 2095S od Tworogu, 1-jezdniowy

wlot C: droga powiatowa nr 2095S od Gliwic, 1-jezdniowy

Geometria wlotów:

wlot A: 1 jezdnia dwupasowa o szer. ok. 8m

włot C: 1 jezdnia dwupasowa o szer. ok. 8m

Ruch pojazdów:

W szczycie popołudniowym od Tworogu 148 P/h, od Gliwic 252 P/h.

Ruch pieszy i rowerowy:

Przejście przekraczają 44 osoby/h. Chodniki po obydwu stronach wlotu A i po zachodniej stronie wlotu C. Brak infrastruktury rowerowej.

Sygnalizacja świetlna:

W przedmiotowej lokalizacji obecnie istnieje przejście dla pieszych z sygnalizacją wzbudzaną przez pieszych. Brak detekcji pojazdów.

4 OPIS STANU PROJEKTOWANEGO

Projektuje się wymianę istniejącego sprzętu sygnalizacyjnego (konstrukcje, sygnalizatory, sterownik, przyciski dla pieszych) na nowy, wraz z uzupełnieniem detekcji o kamery wideodetekcji, pętle indukcyjne, sygnalizatory. Ponadto wykonać linię zatrzymania na wlocie A w nowej lokalizacji (zob. rys. 2) oraz montaż kostki integracyjnej dla osób niewidomych na krawędzi przejścia

Geometria wlotów:

włot B: 1 jezdnia, 1 pas wlotowy o szer. 4,0m i wylotowy o szer. 4,0m

włot D: 1 jezdnia, 1 pas wlotowy o szer. 4,0m i wylotowy o szer. 4,0m

Ruch pieszy i rowerowy:

Geometria chodników bez zmian, nie planuje się dróg dla rowerów.

Sygnalizacja świetlna:

Każdy z wlotów obsługiwany przez sygnalizatory ogólne typu S-1, umieszczone na masztach i powtórzone na wysięgnikach. Ruch pieszy kierowany sygnalizatorami typu S-5 na masztach, wraz z sygnalizatorami akustycznymi.

Detekcja:

Projektuje się przyciski zgłoszeniowe dla pieszych, pętle indukcyjne oraz pola wideodetekcji. Szczegóły w rozdz. 5.2 i na rys. 2.

5 STAŁE ELEMENTY PROGRAMU SYGNALIZACJI

5.1 Rozmieszczenie sygnalizatorów

Zestawienie sygnalizatorów

Grupa sygnalizacyjna	Nr sygnalizatora	Typ latarni sygnalizacyjnej	Średnica soczewki [mm]	Lokalizacja	Ekran kontrastowy	UWAGI
K1	K1	S-1 ogólny	300	Maszt	-	
	K1p	S-1 ogólny	300	Wysięgnik	Tak	
K3	K3	S-1 ogólny	300	Maszt	-	
	K3p	S-1 ogólny	300	Wysięgnik	Tak	
P1	P1a	S-5 pieszy	200	Maszt	-	
	P1b	S-5 pieszy	200	Maszt	-	

Sygnalizatory przedstawiono na rys. 2.

5.2 Rozmieszczenie detektorów

Detektory		Parametry			Funkcje				Parametry geometryczne	
Nr detektora	Rodzaj detektora	Grupa sygnalizacyjna	Żądanie po czasie [s]	Interwał [s]	Żądanie	Wykrywanie prędkości	Wydłużenie	Liczenie	Odległość od linii zatrzymania [m]	Długość pola detekcji [m]
D1.1	Pętla ind.	K1	-	1,0	Tak	-	Tak	Tak	1,0	3,0
D1.1A	Pętla ind.		-	1,0	Tak	-	-	-	Wyjazd z posesji nr 9	1,0
V1.2	Pole wideodet.		1,0	2,5	Tak	-	Tak	-	20,0	10,0
V1.3	Pole wideodet.		4,0	8,0	Tak	-	Tak	-	70,0	10,0
D3.1	Pętla ind.	K3	-	1,0	Tak	-	Tak	Tak	1,0	3,0
V3.2	Pole wideodet.		1,0	2,5	Tak	-	Tak	-	20,0	10,0
V3.3	Pole wideodet.		4,0	8,0	Tak	-	Tak	-	70,0	10,0
Pp1a	Proj. przyciski	P1	-	-	Tak	-	-	-	-	-
Pp1b	Proj. przyciski		-	-	Tak	-	-	-	-	-

Detektory przedstawiono na rys. 2.

5.3 Macierz czasów międzyzielonych

Obliczenia czasów międzyzielonych dokonano zgodnie z Rozporządzeniem [2].
Zastosowano poniższe wzory:

$$t_m = t_z + t_e - t_d$$

gdzie:

t_m – czas międzyzielony

t_z – długość sygnału żółtego (= 3s)

t_e – czas ewakuacji grupy kończącej

t_d – czas dojazdu grupy rozpoczynającej

$$t_e = (S_e + l_p)/V_e$$

gdzie:

S_e – długość drogi ewakuacji

l_p – długość pojazdu (10m dla pojazdów)

V_e – prędkość ewakuacji

$$t_d = S_d/V_d + 1$$

gdzie:

S_d – długość drogi dojazdu

V_d – prędkość dojazdu

Przyjęte prędkości:

Ewakuacja pojazdów kołowych: 40 km/h (11,1m/s)

Dojazd pojazdów kołowych: 60 km/h (16,7m/s)

Prędkość ewakuacji pieszych: 5 km/h (1,4 m/s)

Czas dojścia pieszych: 0s

Trajektorie ruchu i punkty kolizji przedstawiono na rysunku nr 3.

Obliczeń dokonano za pomocą programu GA Sygnalizacja.

Tabelę z obliczeniami czasów międzyzielonych przedstawiono poniżej:

Grupa {E}	Grupa {D}	Rodzaj {E}	Lp {E} [m]	V {E} [m/s]	S {E} [m]	T {E} [s]	Tz {E} [s]	Rodzaj {D}	V {D} [m/s]	S {D} [m]	T {D} [s]	T min [s]	Tmz przyjęty [s]
K1	P1	Pojazdy	10	11,1	4	1,26	3	Piesi	1,4	0	0	4,3	5
K1	P1	Pojazdy	10	11,1	8,03	1,62	3	Piesi	1,4	0	0	4,6	5
K3	P1	Pojazdy	10	11,1	6,42	1,48	3	Piesi	1,4	0	0	4,5	5
K3	P1	Pojazdy	10	11,1	2,43	1,12	3	Piesi	1,4	0	0	4,1	5
P1	K1	Piesi	0	1,4	7,85	5,61	0	Pojazdy	16,7	4	1,2	4,4	5
P1	K1	Piesi	0	1,4	7,93	5,67	0	Pojazdy	16,7	8	1,5	4,2	5
P1	K3	Piesi	0	1,4	7,85	5,61	0	Pojazdy	16,7	6,4	1,4	4,2	5
P1	K3	Piesi	0	1,4	7,93	5,67	0	Pojazdy	16,7	2,4	1,2	4,5	5

{E} - grupy ewakuujące się

S - droga

jednostki każdego z parametrów podane w "[]"

{D} - grupy dojeżdżające/dochodzące

T - czas

V - prędkość

Macierz minimalnych czasów międzyzielonych*

grupy rozpoczynające

☒ ☒ ☒ sygnalizatory

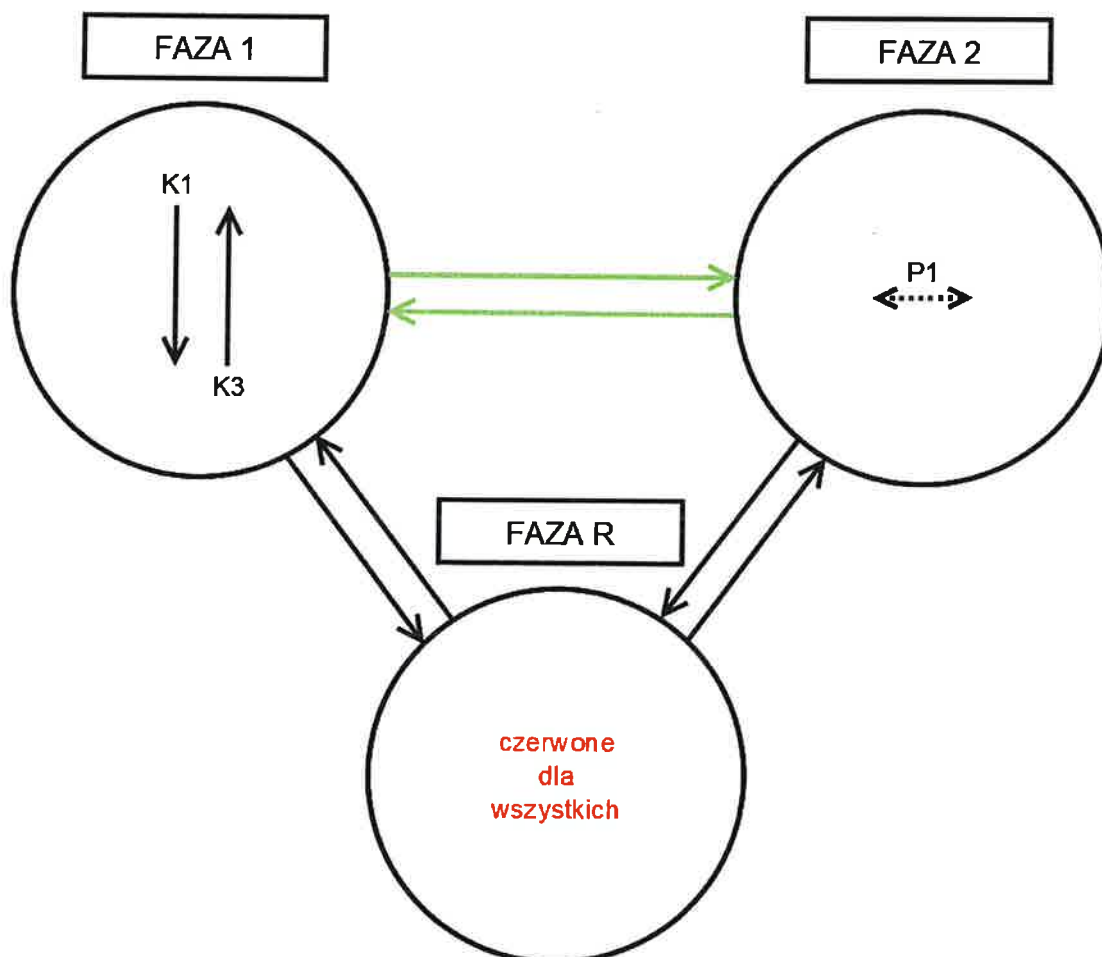
grupy kończące	K1	☒	☒	5	K1, K1p
	K3	☒	☒	5	K3, K3p
	P1	5	5	☒	P1a, P1b

5.4 Minimalne sygnały zielone dla pieszych

Grupa sygnalizacyjna	Długość przejścia [m]	Prędkość pieszego [m/s]	Czas przejścia [s]	Gmin przejścia [s]	75% Gmin przejścia [s]	Długość zielonego migającego [s]
P1	7,93	1,4	5,66	6	5	4

Z uwagi na zwiększenie komfortu pieszych, w programach sygnalizacyjnych wydłużono czas trwania fazy 2 (sygnał zielony dla grupy P1) z 6s do 8s

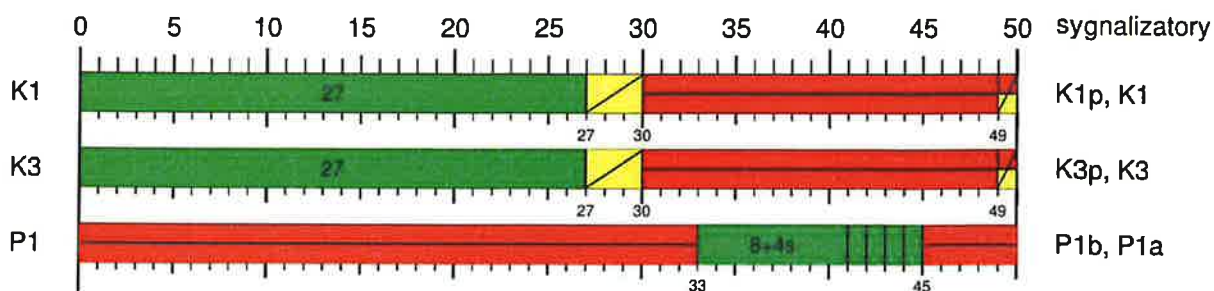
5.5 Schemat faz



5.6 Program sygnalizacji świetlnej

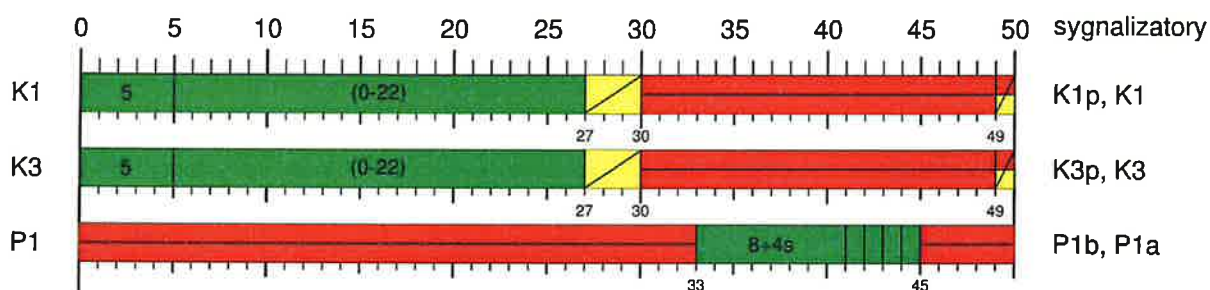
Projektuje się program awaryjny, stałoczasowy P1 oraz na jego bazie akomodacyjny program A1. Zaprojektowano także program startowy i końcowy.

Program P1 stałoczasowy (awaryjny)

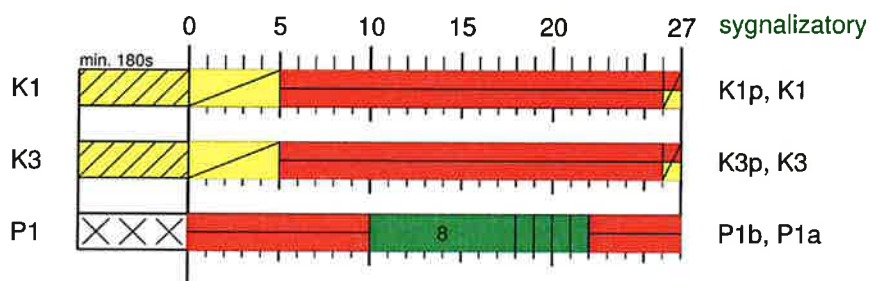


Dla dodatkowego zwiększenia bezpieczeństwa pieszych wydłużono czas między sygnałami zielonymi dla grup P1-K1 i P1-K3 do 6s

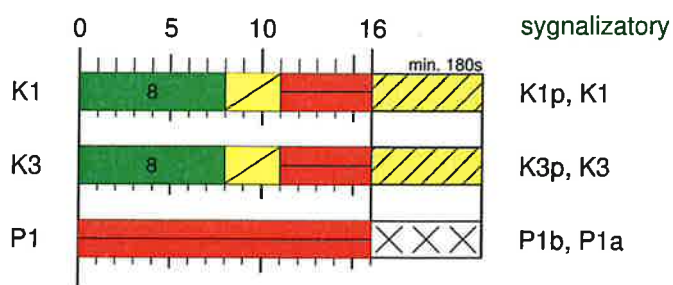
Program A1 akomodacyjny



Program startowy



Program końcowy



Harmonogram pracy sygnalizacji

Dzień tygodnia	Godziny pracy programu	Realizowany program	Tryb pracy
codziennie	00:00 – 24:00	A1	izolowany

5.7 Zasady sterowania

Projektuje się sygnalizację świetlną wzbudzaną z przycisków dla pieszych, sterowaną w strategii „all red”, w oparciu o trzy fazy ruchu:

Faza 1 - sygnał zielony dla pojazdów jadących ul. Wyzwolenia (obsługa grup K1 i K3), faza ta występuje po zgłoszeniu pojazdów z grupy K1 lub K3 i jest przez nie podtrzymywana;

Faza 2 - sygnał zielony dla pieszych (obsługa grupy P1), faza ta jest wywoływana z przycisku dla pieszych i ma stałą długość.

Faza R (all red) – sygnał czerwony dla wszystkich grup – faza ta występuje w przypadku braku zgłoszeń pieszych ani kierowców i trwa dopóki nie pojawi się żądanie realizacji fazy 1 lub 2.

W przypadku zgłoszenia pieszego, nastąpi przejście do fazy 2, pod warunkiem, że czas trwania fazy 1 (lub R) osiągnie wartość $T1_{min}$ (lub TR_{min}). Jeżeli czas trwania fazy $t1$ (lub tR) jest mniejszy od $T1_{min}$ (lub TR_{min}), jakiegokolwiek przełączenie może nastąpić dopiero po osiągnięciu czasu $T1_{min}$ (lub TR_{min}). W przypadku zgłoszenia pieszego i ciągłego wykrywania pojazdów, faza 1 będzie wydłużana aż do wartości $T1_{max}$. W przypadku ciągłego zapotrzebowania na grupy kołowe oraz braku zgłoszeń pieszych, czas maksymalny fazy 1 nie obowiązuje.

Faza 2 będzie mieć stałą długość $T2$. Po jej zakończeniu, jeżeli pojawią się pojazdy, sygnalizacja przejdzie do realizacji fazy 1, a w przeciwnym razie załączona zostanie faza R.

Żądanie fazy 1 w trakcie fazy 2 lub R jest opóźnione o czas przewidywany na pokonanie połowy odcinka między najdalszym detektorem a linią zatrzymania. Dzięki temu pojazdy jadące z dozwoloną prędkością otrzymają sygnał zielony zanim dojadą do sygnalizacji, natomiast pojazdy jadące zbyt szybko będą zmuszone do zatrzymania się lub istotnego zwolnienia przed sygnalizacją.

Na wypadek awarii któregośkolwiek detektora, zakłada się jego ciągle wzbudzanie. Na wypadek awarii więcej niż 1 detektora, sygnalizacja po 2 minutach przejdzie w tryb stałoczasowy (program P1).

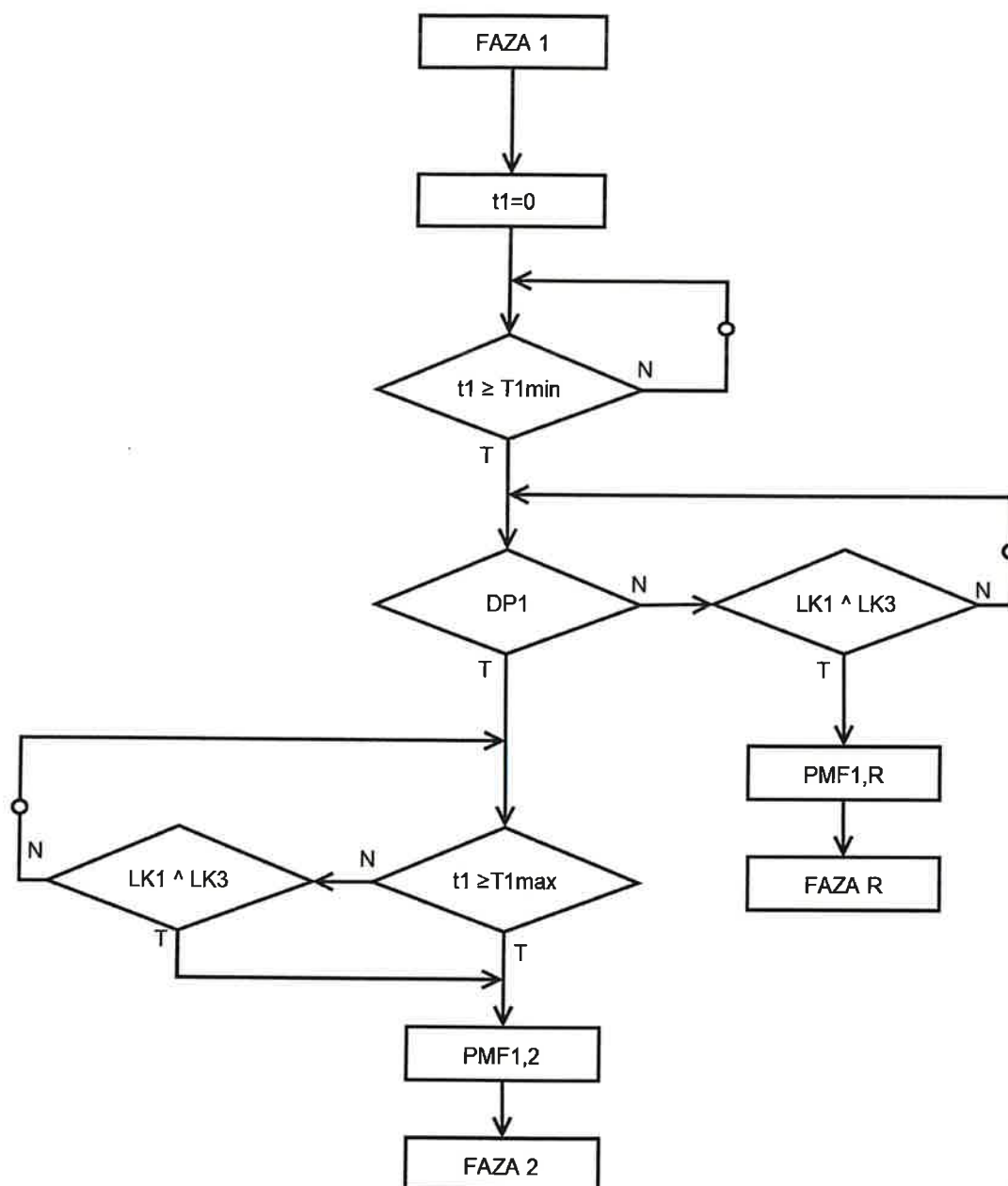
W przypadku przepalenia się któregośkolwiek sygnalizatora czerwonego, sygnalizacja przejdzie w tryb żółty migający.

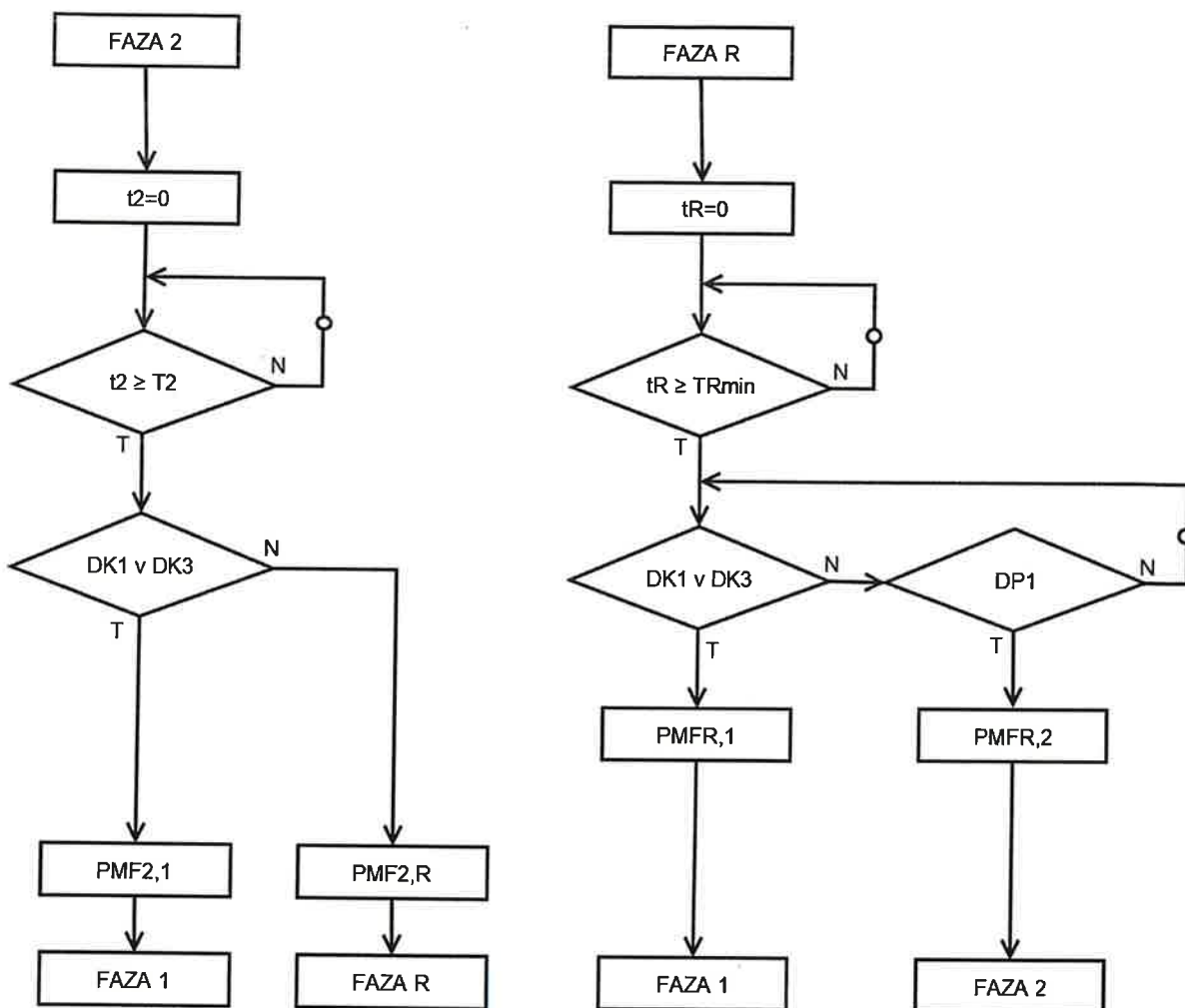
Na kolejnej stronie przedstawiono warunki logiczne i czasowe dla sygnalizacji.

Warunki logiczne i czasowe:

DP1	– zgłoszenie z przycisku Pp1a lub Pp1b
LK1	– zarejestrowanie luk czasowych w strumieniu pojazdów w grupie K1 (długość luk zgodnie kolumną „Interwał” z tab. w pkt. 5.2.)
LK3	– zarejestrowanie luk czasowych w strumieniu pojazdów w grupie K3 (długość luk zgodnie kolumną „Interwał” z tab. w pkt. 5.2.)
DK1	– wykrycie obecności pojazdu w grupie K1
DK3	– wykrycie obecności pojazdu w grupie K3
T1min	– minimalny czas trwania fazy 1 równy 5s
T1max	– maksymalny czas trwania fazy 1 w przypadku zgłoszenia pieszych, równy 27s
T2	– czas trwania fazy 2 równy 8s
TRmin	– minimalny czas trwania fazy R równy 5s
t1, t2, tR	– timery (liczniki czasu trwania) fazy 1, 2 i R

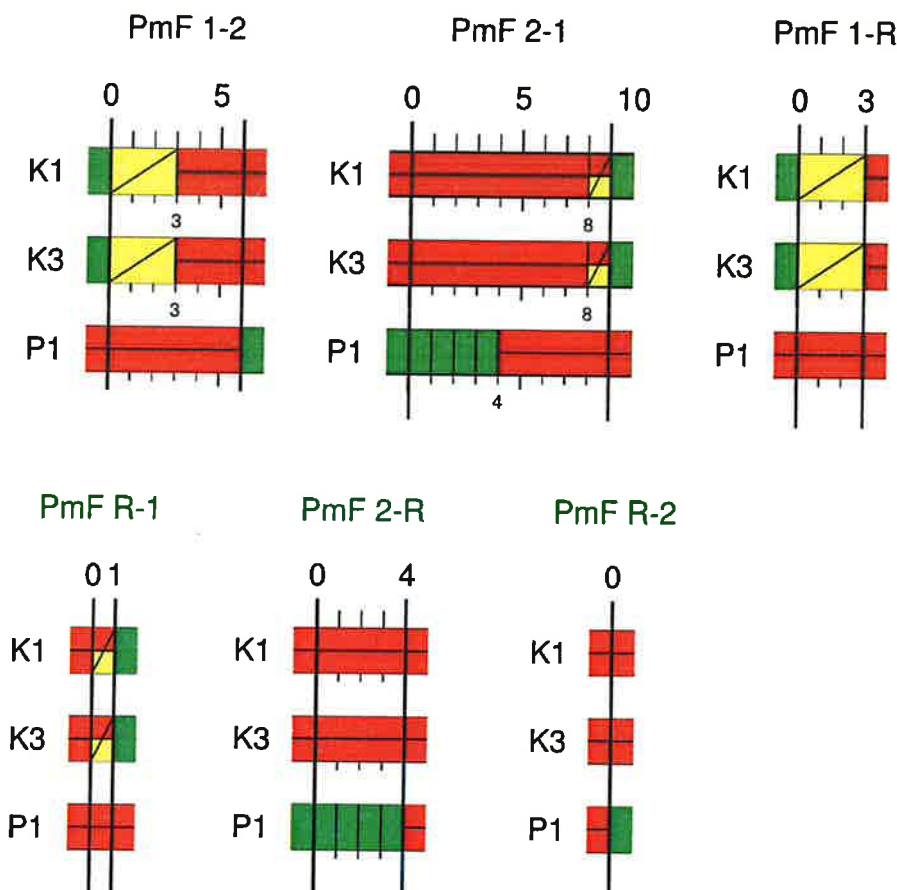
5.8 Algorytm sterowania





5.9 Przejścia międzyfazowe

Poniżej przedstawiono wszystkie możliwe przejścia międzyfazowe:



6 OBLICZENIA PRZEPUSTOWOŚCI

Nie zamieszczono szczegółowych obliczeń przepustowości, gdyż przedmiotowa sygnalizacja nie znajduje się na skrzyżowaniu dróg samochodowych. Przepustowość wyjściowa pasa ruchu dla relacji na wprost i szerokości pasa 4,0m wynosi 2000 E/h. W zaproponowanym programie stałoczasowym P1 zapewniono grupie kołowej K1 i K3 27s sygnału zielonego w cyklu o długości 50s, co stanowi 54% cyklu.

Przybliżona przepustowość dla jednego kierunku wynosi $54\% \cdot 2000 \text{ E/h} = 1080 \text{ E/h}$. Zgodnie z rozdz. 2, natężenie na najbardziej obciążonym wlocie wynosi 252 P/h. Przepustowość zapewniona jest więc z dużą rezerwą.

7 PLANOWANY TERMIN WDROŻENIA

Planowany termin wdrożenia niniejszego programu sygnalizacyjnego to IV kwartał 2017r.