

## Spis treści

1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA .....	2
2. PRZEPISY I MATERIAŁY WYJŚCIOWE .....	3
3. ZAKRES OPRACOWANIA CZĘŚCI RUCHOWEJ .....	4
3.1 Pomiary i prognoza ruchu .....	4
3.2 Opis stanu istniejącego .....	6
3.3 Opis stanu projektowanego .....	6
4. OBLICZENIA CZASÓW MIĘDZYZIELONYCH .....	7
5. PROGRAM SYGNALIZACJI ŚWIETLNEJ .....	13
5.1 Rozmieszczenie i oznakowanie sygnalizatorów i detektorów .....	13
5.2 Układ faz .....	14
5.3 Program pracy sygnalizacji .....	15
6. LOGIKA STEROWANIA AKOMODACYJNEGO .....	15
7. STEROWNIK SYGNALIZACJI ŚWIETLNEJ .....	16
8. OBLICZENIA PRZEPUSTOWOŚCI I MIAR WARUNKÓW RUCHU .....	18

## 1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest wykonanie projektu branży inżynierii ruchu dla skrzyżowania ulic Suwalnej i Olszankowej w mieście Legionowo. Lokalizacja przedmiotowego skrzyżowania przedstawiona została na rys.1.



**Rys. 1.** Lokalizacja skrzyżowania ul. Suwalnej i Olszankowej w Legionowie

## **2. PRZEPISY I MATERIAŁY WYJŚCIOWE**

- 1 Rozporządzenia Ministrów Infrastruktury oraz Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie znaków i sygnałów drogowych, z dn. 31.07.2002, Dziennik Ustaw Nr 170, poz. 1393.
- 2 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków umieszczania ich na drogach, Dz. U. 2019 r. poz. 2311.
- 3 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 września 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków zarządzania ruchem na drogach oraz wykonywania nadzoru nad tym zarządzaniem. Dz. U. Nr 177 z dnia 23 października 2003 r., poz. 1729.
- 4 Instrukcja obliczania przepustowości skrzyżowań z sygnalizacją świetlną, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa 2004.
- 5 Aktualny podkład sytuacyjno – wysokościowy w skali 1:500.
- 6 Pomiary ruchu (w trakcie opracowywania).
- 7 Wizja lokalna i inwentaryzacja własna.
- 8 Projekt Konceptyjny „Przebudowa skrzyżowania ulic Olszankowej i Suwalnej w m. Legionowo” z 7.04.2020 r. wykonany przez firmę Biuro Projektowe „D-9” Krzysztof Nawalny.

### 3. ZAKRES OPRACOWANIA CZĘŚCI RUCHOWEJ

#### 3.1 Pomiary i prognoza ruchu

Pomiary ruchu wykonano w czwartek 17 września 2020 r. Warunki pogodowe były korzystne, nie odnotowano jakichkolwiek niespodziewanych zdarzeń mogących mieć wpływ na ruch pojazdów. Pomiary wykonane zostały tak jak w „Projekcie koncepcyjnym”, tzn. w godzinach 6:00 – 9:00 oraz 15:00 – 18:00. Następnie z tych przedziałów czasowych wyznaczono godzinowe przedziały szczytów komunikacyjnych, w których występowało największe natężenie ruchu na skrzyżowaniu. Dla szczytu porannego był to przedział 7:15 – 8:15, dla szczytu popołudniowego 15:30 – 16:30. Wyniki przedstawiono w tabeli 1 dla szczytu komunikacyjnego porannego, w tabeli 2 dla szczytu komunikacyjnego popołudniowego.

**Tab. 1.** Wyniki pomiaru ruchu dla szczytu komunikacyjnego porannego

Dzień: 17.09.2020		Czas: 7:15 - 8:15								Suma na wlocie			
Wloty	Relacja	M	O	D	C	C+P	A	P	E		Ur	Uc	
ul. Suwalna (PN)	Zawracanie	0	0	0	0	0	0	0	0	674	0	0	
	Lewo	0	27	2	1	1	0	31	34		4,6	7	
	Prosto	4	547	38	21	1	2	613	629		91	4	
	Prawo	0	26	3	0	0	1	30	31		4,5	4	
ul. Olszankowa (WSCH)	Zawracanie	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	
	Lewo	0	19	1	0	0	0	20	20		25	0	
	Prosto	0	14	0	1	0	0	15	16		18,8	7	
	Prawo	0	37	3	1	0	4	45	49		56,3	12	
ul. Suwalna (PD)	Zawracanie	0	0	0	0	0	0	0	0	543	0	0	
	Lewo	1	22	2	1	0	3	29	32		5,4	14	
	Prosto	1	389	20	17	0	4	431	446		79,4	5	
	Prawo	0	75	6	2	0	0	83	85		15,3	3	
ul. Olszankowa (ZACH)	Zawracanie	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	
	Lewo	0	33	0	1	0	0	34	35		56,7	3	
	Prosto	0	8	1	0	0	0	9	9		15	0	
	Prawo	0	16	1	0	0	0	17	17		28,4	0	

**Tab. 2.** Wyniki pomiaru ruchu dla szczytu komunikacyjnego popołudniowego

Dzień: 17.09.2020		Czas: 15:30 - 16:30								Suma na wlocie			
Wloty	Relacja	M	O	D	C	C+P	A	P	E			Ur	Uc
ul. Suwalna (PN)	Zawracanie	0	0	0	0	0	0	0	0	604		0	0
	Lewo	0	13	2	0	0	0	15	15			2,5	0
	Prosto	2	515	25	10	2	2	556	567			92,1	3
	Prawo	0	28	1	0	0	4	33	36			5,5	13
ul. Olszankowa (WSCH)	Zawracanie	0	0	0	0	0	0	0	0	83		0	0
	Lewo	0	13	1	0	0	0	14	14			16,9	0
	Prosto	0	21	0	0	0	0	21	21			25,4	0
	Prawo	0	37	4	0	0	7	48	53			57,9	15
ul. Suwalna (PD)	Zawracanie	0	0	0	0	0	0	0	0	708		0	0
	Lewo	0	66	3	0	0	2	71	73			10,1	3
	Prosto	7	498	35	12	0	5	557	566			78,7	4
	Prawo	0	76	3	1	0	0	80	81			11,3	2
ul. Olszankowa (ZACH)	Zawracanie	0	0	0	0	0	0	0	0	87		0	0
	Lewo	0	43	1	0	0	0	44	44			50,6	0
	Prosto	0	18	0	0	0	0	18	18			20,7	0
	Prawo	0	22	3	0	0	0	25	25			28,8	0

Następnie na podstawie tych wyników przeprowadzono prognozę dla roku 2025 opracowaną na podstawie „Prognoza wzrostu wskaźnika PKB na okres 2008 – 2040 „ GDDKiA. Zaproponowany w „Projekcie koncepcyjnym” horyzont prognozy na rok 2040 jest w tym przypadku zbyt odległy, biorąc pod uwagę, że zgodnie z Rozporządzeniem ważność projektu wynosi 18 miesięcy od zatwierdzenia do wdrożenia oraz, że po wybudowaniu sygnalizacji jej parametry sterowania dostosowane będą do warunków ruchu na rok 2040. Wyniki prognozy przedstawiają tabele 3 dla szczytu komunikacyjnego porannego i 4 dla szczytu komunikacyjnego popołudniowego.

**Tab. 3.** Wyniki prognozy ruchu dla szczytu komunikacyjnego porannego

Rok prognozy 2025		Czas: 7:15 - 8:15								Suma na wlocie		Ur	Uc
Wloty	Relacja	M	O	D	C	C+P	A	P	E				
ul. Suwałna (PN)	Zawracanie	0	0	0	0	0	0	0	0	787		0	0
	Lewo	0	32	4	2	2	0	40	45			5,1	10
	Prosto	4	635	42	25	2	2	710	730			90,3	5
	Prawo	0	31	5	0	0	1	37	38			4,8	3
ul. Olszankowa (WSCH)	Zawracanie	0	0	0	0	0	0	0	0	102		0	0
	Lewo	0	24	2	0	0	0	26	26			25,5	0
	Prosto	0	18	0	2	0	0	20	22			19,7	10
	Prawo	0	44	6	2	0	4	56	61			55	11
ul. Suwałna (PD)	Zawracanie	0	0	0	0	0	0	0	0	641		0	0
	Lewo	1	27	4	2	0	3	37	40			5,8	14
	Prosto	1	452	24	21	0	4	502	519			78,4	5
	Prawo	0	89	9	4	0	0	102	105			16	4
ul. Olszankowa (ZACH)	Zawracanie	0	0	0	0	0	0	0	0	77		0	0
	Lewo	0	40	0	2	0	0	42	44			54,6	5
	Prosto	0	11	2	0	0	0	13	13			16,9	0
	Prawo	0	20	2	0	0	0	22	22			28,6	0

**Tab. 4.** Wyniki prognozy ruchu dla szczytu komunikacyjnego popołudniowego

Rok prognozy 2025		Czas: 15:30 - 16:30								Suma na wlocie		Ur	Uc
Wloty	Relacja	M	O	D	C	C+P	A	P	E				
ul. Suwałna (PN)	Zawracanie	0	0	0	0	0	0	0	0	709		0	0
	Lewo	0	17	4	0	0	0	21	21			3	0
	Prosto	2	597	29	14	4	2	648	665			91,4	4
	Prawo	0	34	2	0	0	4	40	43			5,7	10
ul. Olszankowa (WSCH)	Zawracanie	0	0	0	0	0	0	0	0	104		0	0
	Lewo	0	17	2	0	0	0	19	19			18,3	0
	Prosto	0	26	0	0	0	0	26	26			25	0
	Prawo	0	45	7	0	0	7	59	64			56,8	12
ul. Suwałna (PD)	Zawracanie	0	0	0	0	0	0	0	0	826		0	0
	Lewo	0	78	5	0	0	2	85	87			10,3	3
	Prosto	7	577	39	16	0	5	644	656			78	4
	Prawo	0	89	6	2	0	0	97	99			11,8	3
ul. Olszankowa (ZACH)	Zawracanie	0	0	0	0	0	0	0	0	108		0	0
	Lewo	0	52	2	0	0	0	54	54			50	0
	Prosto	0	23	0	0	0	0	23	23			21,3	0
	Prawo	0	26	5	0	0	0	31	31			28,8	0

### **3.2 Opis stanu istniejącego**

Przedmiotowe skrzyżowanie zlokalizowane jest w północnej części miasta Legionowo w obszarze zabudowy mieszkaniowej i komercyjnej. Drogą główną jest ul. Suwalna. Jest to droga jednojezdniowa o nawierzchni asfaltowej z naniesioną organizacją ruchu. Na wlotach brak jest kanalizacji kierunków ruchu. Drogą podporządkowaną jest ul. Olszankowa, która jest również jednojezdniowa, również z naniesioną organizacją. Przez wloty północny i zachodni wytyczone są przejścia dla pieszych. Na skrzyżowaniu nie funkcjonuje obecnie sygnalizacja świetlna.

### **3.3 Opis stanu projektowanego**

Na skrzyżowaniu projektowana jest sygnalizacja świetlna. Zmieni się również geometria skrzyżowania : na obu wlotach ul. Suwalnej wydzielone zostaną pasy do skrętu w lewo. Ponadto kierunki ruchu na tych wlotach rozdzielone zostaną podłużnymi wyspami. Sygnalizacja pracować będzie w trybie akomodacyjnym acyklicznym z główną fazą dla ruchu wzdłuż ul. Suwalnej. Zgłoszenia pojazdów odbywać się będą poprzez detektory pętlowe indukcyjne w postaci pętli długiej przed linią zatrzymań (na kierunku głównym oddalonej o 5 m) oraz pętli oddalonych : na kierunku głównym dla jazdy na wprost o 50 m, dla relacji skrętu wlewo z wlotu północnego oraz wlotów podporządkowanych 40 m dla badania luk czasowych powyżej 3 s. Zgłoszenia pieszych natomiast odbywały się będą poprzez detekcję przyciskową. Sygnał zielony dla pieszych oraz rowerzystów poruszających się wzdłuż ul. Suwalnej przydzielany będzie pasywnie w fazie głównej. Ruch pojazdów na lewoskrętach z ul. Suwalnej będzie sterowany sygnalizatorami kierunkowymi S-3. Plan sytuacyjny z naniesionymi urządzeniami sterowania przedstawiono na rys. 3 w części rysunkowej.

## 4. OBLICZENIA CZASÓW MIĘDZYZIELONYCH

Minimalne czasy międzyzielone wyznaczono z podanych poniżej wzorów. Wyznaczone strumienie ruchu na przedmiotowym skrzyżowaniu przedstawione zostały w części rysunkowej na rys. 4. Przyjęte prędkości ewakuacji i dojazdu przedstawione są w tabeli 5. Obliczenia czasów międzyzielonych przedstawione są w tabeli 6. Macierz czasów minimalnych czasów międzyzielonych, będąca także macierzą kolizji przedstawiona jest na rysunku 2.

Minimalny czas międzyzielony  $t_m$ :  $t_m^{\min}(i, j) = t_z + t_e(i, j) - t_d(i, j)$

$$t_{e(i,j)} = \frac{l_{e(i,j)} + l_{p(i)}}{v_{e(i)}}$$

Czas ewakuacji:

$$t_{d(i,j)} = \frac{l_{d(i,j)}}{v_{d(j)}} + 1$$

Czas dojazdu:

Gdzie:

- $i$  – strumień ewakuujący się,
- $j$  – strumień dojeżdżający,
- $t_m(i, j)$  – czas międzyzielony dla pary strumieni  $(i, j)$  [s],
- $t_m^{\min}(i, j)$  – wartość minimalna czasu międzyzielonego dla pary strumieni  $(i, j)$  [s],
- $t_z$  – czas trwania sygnału żółtego [s] (3s),
- $t_e(i, j)$  – czas ewakuacji strumienia  $i$  poza punkt kolizji ze strumieniem  $j$  [s],
- $t_d(i, j)$  – czas dojazdu strumienia  $j$  do punktu kolizji ze strumieniem  $i$  [s],
- $l_e(i, j)$  – długość drogi ewakuacji strumienia  $i$  od linii warunkowego zatrzymania do punktu kolizji ze strumieniem  $j$  [m],
- $l_d(i, j)$  – długość drogi dojazdu strumienia  $j$  od linii warunkowego zatrzymania do punktu kolizji ze strumieniem  $i$  [m],
- $v_e(i)$  – prędkość ewakuacji strumienia  $i$  [m/s],
- $v_d(j)$  – prędkość dojazdu strumienia  $j$  [m/s],
- $l_p$  – wydłużenie drogi ewakuacji strumienia  $i$ :  
piesi = 0 m; pojazdy = 10 [m], autobusy = 14 [m]

### Prędkości ewakuacji i dojazdu

Prędkości ewakuacji i dojazdu przyjęte zostały zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków umieszczania ich na drogach, Dz. U. 2019 r. poz. 2311. Zestawienie geometrii torów jazdy przedstawia tabela 5. Prędkości ewakuacji dla strumieni pojazdów poruszających się po łukach przyjęte zostały w zależności od geometrii:

- Dla łuków o promieniu  $R = 10$  m lub mniej przyjęto prędkość ewakuacji równą 6,9 m/s (25 km/h).
- Dla łuków o promieniu większym niż  $R = 10$  m przyjęto prędkość ewakuacji 8,3 m/s (30 km/h).

Sygnalizacja będzie pracować w trybie trójkolorowym w ciągu całej doby. W związku z tym prędkość dojazdu dla wszystkich strumieni przyjęto 60 km/h (16,7 m/s).

**Tab. 5.** Przyjęte prędkości ewakuacji i dojazdu

Wlot	Wlot / grupa	Relacja	Przyjęta prędkość ewakuacji [m/s]	Przyjęta prędkość dojazdu [m/s]	Uwagi
Północny	K3	W lewo	8,3	16,7	Promień łuku R = 11 m
	K1	Na wprost	13,9	16,7	
	K1	W prawo	6,9	16,7	Promień łuku R = 10 m
	K2w	W prawo	6,9	16,7	Promień łuku R = 10 m
Wschodni	K4	W lewo	8,3	16,7	Promień łuku R = 16 m
	K4	Na wprost	13,9	16,7	
	K4	W prawo	6,9	16,7	Promień łuku R = 9 m
Południowy	K7	W lewo	8,3	16,7	Promień łuku R = 11 m
	K5	Na wprost	13,9	16,7	
	K5	W prawo	6,9	16,7	Promień łuku R = 9 m
	K6w	W prawo	6,9	16,7	Promień łuku R = 9 m
Zachodni	K8	W lewo	8,3	16,7	Promień łuku R = 14 m
	K8	Na wprost	14,0	16,7	
	K8	W prawo	6,9	16,7	Promień łuku R = 9 m
	K9w	W prawo	6,9	16,7	Promień łuku R = 9 m
Północny	P10	Przejście	1,4	0	
	P11	Przejście	1,4	0	
Wschodni	P12	Przejście	1,4	0	
	R14	Przejazd	4,2	0	
Zachodni	P13	Przejście	1,4	0	

**Objaśnienia tabeli obliczeń czasów międzyzielonych:**

Ew – potok ewakuujący się

ID – identyfikator pasa – L – w lewo, G – na wprost, R – w prawo. Numer oznacza kolejny numer pasa od prawej strony do lewej

Grupa	Grupa główna	ID Ew / Doj
K2w	K1	R1
K6w	K7	R1
K9w	K8	R1

Doj – potok dojeżdżający

Dew – droga ewakuacji

Ddoj – droga dojazdu

Vew – prędkość ewakuacji

Vdoj – prędkość dojazdu

LP – wydłużenie drogi ewakuacji w zależności od średniej długości pojazdu

CZ – czas sygnału żółtego

OCMZ – obliczony czas międzyzielony

CMZ – przyjęty czas międzyzielony



**Tab. 6.** Obliczenia czasów międzyzielonych

Ew	ID Ew	Doj	ID Doj	LP [m]	Dew [m]	Ddoj [m]	Vew [m/s]	Vdoj [m/s]	CZ [s]	OCMZ [s]	CMZ [s]
K1	R 1	K4	G 1	10	25,7	39,8	6,9	16,7	3	4,79	5
K1	R 1	K7	L 1	10	25,3	28,5	6,9	16,7	3	5,41	6
K1	R 1	P10		10	6,6		6,9		3	5,41	6
K1	G 1	K4	G 1	10	20,7	30,2	13,9	16,7	3	2,4	
K1	G 1	K4	L 1	10	35,1	38,4	13,9	16,7	3	2,95	
K1	G 1	K7	L 1	10	21,7	19,1	13,9	16,7	3	3,14	
K1	G 1	K8	R 1	10	32,7	25,3	13,9	16,7	3	3,56	4
K1	G 1	K8	G 1	10	24,6	21	13,9	16,7	3	3,23	
K1	G 1	K8	L 1	10	23,7	21,1	13,9	16,7	3	3,16	
K1	G 1	P10		10	6,6		13,9		3	4,19	
K2w	R 1	K7	L 1	10	25,3	28,5	6,9	16,7	3	5,41	6
K3	L 1	K4	G 1	10	21,3	23	8,3	16,7	3	4,39	
K3	L 1	K4	L 1	10	23,5	21,6	8,3	16,7	3	4,74	5
K3	L 1	K5	R 1	10	32,1	17,8	8,3	16,7	3	6,01	7
K3	L 1	K5	G 1	10	24,8	15,7	8,3	16,7	3	5,25	
K3	L 1	K6w	R 1	10	32,1	17,8	8,3	16,7	3	6,01	7
K3	L 1	K8	G 1	10	30,6	36,6	8,3	16,7	3	4,7	5
K3	L 1	K8	L 1	10	20,1	29	8,3	16,7	3	3,89	
K3	L 1	P10		10	6,7		8,3		3	5,01	6
K3	L 1	P12		10	43,1		8,3		3	9,4	10
K3	L 1	R14		10	38,4		8,3		3	8,83	9
K4	R 1	K5	G 1	10	24,2	26,7	6,9	16,7	3	5,36	6
K4	R 1	P12		10	6,5		6,9		3	5,39	6
K4	R 1	R14		10	10,1		6,9		3	5,91	6
K4	G 1	K1	R 1	10	39,8	25,7	13,9	16,7	3	4,04	
K4	G 1	K1	G 1	10	30,2	20,7	13,9	16,7	3	3,65	
K4	G 1	K3	L 1	10	23	21,3	13,9	16,7	3	3,1	
K4	G 1	K5	G 1	10	20,2	18	13,9	16,7	3	3,09	
K4	G 1	K7	L 1	10	34,1	23,2	13,9	16,7	3	3,78	
K4	G 1	P12		10	6,5		13,9		3	4,19	
K4	G 1	P13		10	48,5		13,9		3	7,21	8
K4	G 1	R14		10	10,1		13,9		3	4,45	
K4	L 1	K1	G 1	10	38,4	35,1	8,3	16,7	3	5,73	6
K4	L 1	K3	L 1	10	21,6	23,5	8,3	16,7	3	4,4	5
K4	L 1	K5	G 1	10	20,5	17	8,3	16,7	3	4,66	
K4	L 1	K7	L 1	10	27,5	13,6	8,3	16,7	3	5,7	6
K4	L 1	P12		10	6,5		8,3		3	4,99	
K4	L 1	R14		10	10,1		8,3		3	5,42	
K5	R 1	K3	L 1	10	17,8	32,1	6,9	16,7	3	4,11	5
K5	R 1	K8	G 1	10	18,2	38,5	6,9	16,7	3	3,78	4
K5	G 1	K3	L 1	10	15,7	24,8	13,9	16,7	3	2,36	
K5	G 1	K4	R 1	10	26,7	24,2	13,9	16,7	3	3,19	4
K5	G 1	K4	G 1	10	18	20,2	13,9	16,7	3	2,8	

Ew	ID Ew	Doj	ID Doj	LP [m]	Dew [m]	Ddoj [m]	Vew [m/s]	Vdoj [m/s]	CZ [s]	OCMZ [s]	CMZ [s]
K5	G 1	K4	L 1	10	17	20,5	13,9	16,7	3	2,71	
K5	G 1	K8	G 1	10	14,1	31	13,9	16,7	3	1,88	
K5	G 1	K8	L 1	10	27	38	13,9	16,7	3	2,39	
K5	G 1	P11		10	35,6		13,9		3	6,28	7
K6w	R 1	K3	L 1	10	17,8	32,1	6,9	16,7	3	4,11	5
K7	L 1	K1	R 1	10	28,5	25,3	8,3	16,7	3	5,12	6
K7	L 1	K1	G 1	10	19,1	21,7	8,3	16,7	3	4,21	
K7	L 1	K2w	R 1	10	28,5	25,3	8,3	16,7	3	5,12	6
K7	L 1	K4	G 1	10	23,2	34,1	8,3	16,7	3	3,96	4
K7	L 1	K4	L 1	10	13,6	27,5	8,3	16,7	3	3,2	
K7	L 1	K8	G 1	10	14,6	24,5	8,3	16,7	3	3,5	
K7	L 1	K8	L 1	10	16,6	23,3	8,3	16,7	3	3,81	4
K7	L 1	P13		10	37,6		8,3		3	8,73	9
K8	R 1	K1	G 1	10	25,3	32,7	6,9	16,7	3	5,16	6
K8	R 1	P13		10	6,8		6,9		3	5,43	6
K8	G 1	K1	G 1	10	21	24,6	13,9	16,7	3	2,76	
K8	G 1	K3	L 1	10	36,6	30,6	13,9	16,7	3	3,52	
K8	G 1	K5	R 1	10	38,5	18,2	13,9	16,7	3	4,4	
K8	G 1	K5	G 1	10	31	14,1	13,9	16,7	3	4,11	
K8	G 1	K7	L 1	10	24,5	14,6	13,9	16,7	3	3,61	
K8	G 1	P12		10	49,1		13,9		3	7,25	8
K8	G 1	P13		10	6,8		13,9		3	4,21	
K8	G 1	R14		10	44,4		13,9		3	6,91	7
K8	L 1	K1	G 1	10	21,1	23,7	8,3	16,7	3	4,33	
K8	L 1	K3	L 1	10	29	20,1	8,3	16,7	3	5,5	6
K8	L 1	K5	G 1	10	38	27	8,3	16,7	3	6,17	7
K8	L 1	K7	L 1	10	23,3	16,6	8,3	16,7	3	5,02	6
K8	L 1	P13		10	6,8		8,3		3	5,02	
P10		K1	R 1		7,9	2,6	1,4	16,7	0	4,49	5
P10		K1	G 1		7,9	2,6	1,4	16,7	0	4,49	5
P10		K3	L 1		7,9	2,7	1,4	16,7	0	4,48	5
P11		K5	G 1		4,2	31,6	1,4	16,7	0	0,11	1
P12		K3	L 1		7,4	39	1,4	16,7	0	1,95	2
P12		K4	R 1		7,4	2,4	1,4	16,7	0	4,14	5
P12		K4	G 1		7,4	2,4	1,4	16,7	0	4,14	5
P12		K4	L 1		7,4	2,5	1,4	16,7	0	4,14	5
P12		K8	G 1		7,4	45	1,4	16,7	0	1,59	2
P13		K4	G 1		7,5	44,3	1,4	16,7	0	1,7	2
P13		K7	L 1		7,5	33,4	1,4	16,7	0	2,36	3
P13		K8	R 1		7,5	2,5	1,4	16,7	0	4,21	5
P13		K8	G 1		7,5	2,6	1,4	16,7	0	4,2	
P13		K8	L 1		7,5	2,6	1,4	16,7	0	4,2	
R14		K3	L 1		7,4	35,4	4,2	16,7	0	-1,36	0
R14		K4	R 1		7,4	7,1	4,2	16,7	0	0,34	1

Ew	ID Ew	Doj	ID Doj	LP [m]	Dew [m]	Ddoj [m]	Vew [m/s]	Vdoj [m/s]	CZ [s]	OCMZ [s]	CMZ [s]
R14		K4	G 1		7,4	7,1	4,2	16,7	0	0,34	1
R14		K4	L 1		7,4	7,1	4,2	16,7	0	0,34	1
R14		K8	G 1		7,4	41,4	4,2	16,7	0	-1,72	0

#### GRUPY DOJEŹDZAJĄCE

GRUPY EWAKUUJĄCE SIĘ

	K1	K2w	K3	K4	K5	K6w	K7	K8	K9w	P10	P11	P12	P13	R14
K1		4		5			6	4		6				
K2w	2						6							
K3				5	7	7		5		6		10		9
K4	6		5		6		6					6	8	6
K5			5	4		4		4			7			
K6w			5		2									
K7	6	6		4				4					9	
K8	6		6		7		6		4			8	6	7
K9w								2						
P10	5		5											
P11					1									
P12			2	5				2						
P13				2			3	5						
R14			0	1				0						

**Rys. 2.** Macierz czasów międzyzielonych grup sygnałowych (będąca również macierzą kolizji)

Obliczenia offsetów:

Offset o wartości dodatniej – start po danej grupie

Offset o wartości ujemnej – start przed daną grupą

1. Dla sygnałów S-1 w stosunku do równoległych przejść dla pieszych i przejazdów rowerowych

Grupa dojeżdżająca	Grupa piesza	Długość dojazdu [m]	Prędkość dojazdu [m/s]	Czas dojazdu [s]	Czas dojazdu (zaokrąglony) [s]	Offset (+1 s bezpieczeństwa) [s]
K1	P13	30,3	16,7	1,82	1	0
K4	P11	29,1	16,7	1,75	1	0
K5	P12	24,8	16,7	1,48	1	0
K5	R14	21,2	16,7	1,26	1	0

2. Dla sygnałów S-2 kolizyjnych z poprzecznymi grupami sterowanymi sygnałami S-1

S-1				S-2				Offset
Grupa	Długość dojazdu [m]	Prędkość dojazdu [m/s]	Czas dojazdu [s]	Grupa	Długość dojazdu [m]	Przyspieszenie [m/s <sup>2</sup> ]	Czas dojazdu [s]	
K1	32,7	13,9	2,36	K9w	25,3	3,5	3,92	-1
K4	39,8	13,9	2,87	K2w	25,7	3,5	3,95	-1
K8	38,5	13,9	2,77	K6w	18,2	3,5	3,36	0

Dla sygnałów S-2 w stosunku do przejść dla pieszych na tym samym wlocie sygnał zielony nadawany przez sygnalizator S-2 należy opóźnić względem przejścia dla pieszych na tym samym wlocie o 2 s.

## 5. PROGRAM SYGNALIZACJI ŚWIETLNEJ

### 5.1 Rozmieszczenie i oznakowanie sygnalizatorów i detektorów

Rozmieszczenie i oznaczenie sygnalizatorów i detektorów przedstawiono w części rysunkowej na rys. 3.

Tabela przedstawiająca zestawienie detektorów dla wszystkich grup akomodowanych przedstawiona jest w załączniku 1. Zestawienie projektowanych typów sygnalizatorów przedstawione zostało w tabeli 7.

**Tab. 7.** Wykaz zaprojektowanych sygnalizatorów

Lp	Sygnalizator	Grupa sygnalizacyjna	Grupa nadzorowana	Typ latarni	Średnica soczewki	Źródło światła
1	K1.1	K1	TAK	S-1	300	LED
2	K1.2	K1	TAK	S-1	300	LED
3	K2w	K2w	NIE	S-2	200	LED
4	K3.1	K3	TAK	S-3	300	LED
5	K3.2	K3	TAK	S-3	300	LED
6	K4.1	K4	TAK	S-1	300	LED
7	K4.2	K4	TAK	S-1	300	LED
8	K5.1	K5	TAK	S-1	300	LED
9	K5.2	K5	TAK	S-1	300	LED
10	K6w	K6w	NIE	S-2	200	LED
11	K7.1	K7	TAK	S-3	300	LED
12	K8.1	K8	TAK	S-1	300	LED
13	K8.2	K8	TAK	S-1	300	LED
14	K9w	K9w	NIE	S-2	200	LED
15	P10.1	P10	TAK	S-5	200	LED
16	P10.2	P10	TAK	S-5	200	LED
17	P11.1	P11	TAK	S-5	200	LED
18	P11.2	P11	TAK	S-5	200	LED
19	P12.1	P12	TAK	S-5	200	LED
20	P12.2	P12	TAK	S-5	200	LED
21	P13.1	P13	TAK	S-5	200	LED
22	P13.2	P13	TAK	S-5	200	LED
23	R14.1	R14	TAK	S-6	200	LED
24	R14.2	R14	TAK	S-6	200	LED

Przejsie sygnalizacji w stan pracy „żółty migający” odbędzie się po przepaleniu ostatniego czynnego sygnalizatora czerwonego w danej grupie kołowej lub przepaleniu któregośkolwiek sygnalizatora czerwonego w grupach pieszych.

Poszczególne projektowane sygnalizatory przyporządkowano do odpowiednich grup. Lista tych grup przedstawiona jest w tabeli 8. Minimalne i maksymalne długości sygnałów zielonych dla pieszych podane są bez sygnału zielonego migającego (4 s).

**Tab. 8.** Zestawienie projektowanych grup sygnalizacyjnych

Numer grupy	Nazwa grupy	Sygnalizatory	Minimalny zielony [s]	Maksymalny zielony [s]		
				Program 1	Program 2	Program 3
1	K1	K1.1, K1.2	5			
2	K2w	K2w	5			
3	K3	K3.1, K3.2	5			
4	K4	K4.1, K4.2	5			
5	K5	K5.1, K5.2	5			
6	K6w	K6w	5			
7	K7	K7.1	5			
8	K8	K8.1, K8.2	5			
9	K9w	K9w	5			
10	P10	P10.1, P10.2	6			
11	P11	P11.1, P11.2	4			
12	P12	P12.1, P12.2	6			
13	P13	P13.1, P13.2	6			
14	R14	R14.1, R14.2	4			

Na skrzyżowaniu projektowane są cztery przejścia dla pieszych. Zestawienie obliczeń minimalnych długości sygnałów zielonych dla grup pieszych przedstawione jest w tabeli 9.

**Tab. 9.** Zestawienie obliczeń minimalnych sygnałów zielonych dla grup pieszych i rowerowych

Grupa	Długość przejścia [m]	Prędkość pieszego [m/s]	Zielone [s]	Minimalne zielone + migające [s]
P10	7,9	1,4	5,65	6 + 4
P11	4,2	1,4	3	4 + 4
P10+P11	13,5	1,4	9,65	10 + 4
P12	7,4	1,4	5,29	6 + 4
P13	7,5	1,4	5,36	6 + 4
R14	7,4	4,2	1,77	4 + 4

## 5.2 Układ faz

Dla rozpatrywanego skrzyżowania zaprojektowano akomodacyjną (acykliczną) sygnalizację świetlną. Skład poszczególnych faz pracy sygnalizacji przedstawiony jest w tabeli 10. Schemat faz przedstawiony jest w części rysunkowej na rysunku 5.

**Tab. 10.** Skład poszczególnych faz pracy sygnalizacji

FAZA	Rodzaj	Uruchamiane grupy sygnalizacyjne
A	Podstawowa (preference)	K1, K5, K9w, P12, P13, R14
B	Podstawowa	K1, K3, K9w, P13
C	Podstawowa	K2w, K4, K6w, K8, P10, P11
C1	Dodatkowa	K2w, K4, K6w, K8
D	Podstawowa	K5, K7, K9w, P12, R14

### 5.3 Program pracy sygnalizacji

Dla przedmiotowej sygnalizacji zaprojektowane zostały następujące programy sterowania:

- Program P1 – przedstawiony na rysunku 6 w części rysunkowej,
- Program P2 – przedstawiony na rysunku 7 w części rysunkowej,
- Program P3 – przedstawiony na rysunku 8 w części rysunkowej.

## 6. LOGIKA STEROWANIA AKOMODACYJNEGO

Sygnalizacja świetlna pracując w trybie zmiennoczasowym pracować będzie w trybie fazy preferowanej („preference”), którą jest FAZA A układu podstawowego. Faza ta realizowana będzie w przypadku braku wzbudzeń na skrzyżowaniu. W przypadku wzbudzeń we wszystkich grupach realizowany będzie program maksymalny, przyporządkowany do danego okresu czasowego. Schematy blokowe algorytmu sterowania przedstawione zostały na rysunkach 9 - 13 w części rysunkowej. Warunki logiczne, w oparciu o jakie będzie pracował program przedstawione są w tabeli 10. Czasy minimalne i maksymalne trwania poszczególnych faz przedstawione są w tabeli 11.

**Tab. 10.** Warunki logiczne

Warunek logiczny	Detektory		Opis
	Wzbudzenie	Luka czasowa $\geq 3''$	
L1	D1.11 v D1.21		wydłużenie zielonego o 1" (grupa K3) - Faza A
L2		D1.12	brak zapotrzebowania dla grupy K1 (luka czasowa) - Faza A
L3	D5.11 v D5.21		wydłużenie zielonego o 1" (grupa K5) - Faza A
L4		D5.12	brak zapotrzebowania dla grupy K5 (luka czasowa) - Faza A
L5	D3.21 v D3.22		żądanie realizacji grupy K3 - Faza B
L6	D3.21 v D3.22		wydłużenie zielonego o 1" (grupa K3) - Faza B
L7		D3.23	brak zapotrzebowania dla grupy K3 (luka czasowa) - Faza B
L8	D7.21 v D7.22		żądanie realizacji grupy K7 - Faza D
L9	D7.21 v D7.22		wydłużenie zielonego o 1" (grupa K6) - Faza D
L10	D4.11 v D4.12		żądanie realizacji grupy K4 - Faza C lub C1
L11	D4.11 v D4.12		wydłużenie zielonego o 1" (grupa K3) - Faza C lub C1
L12		D4.13	brak zapotrzebowania dla grupy K3 (luka czasowa) - Faza C lub C1
L13	D8.11 v D8.12		żądanie realizacji grupy K8 - Faza C lub C1
L14	D8.11 v D8.12		wydłużenie zielonego o 1" (grupa K8) - Faza C lub C1
L15		D8.13	brak zapotrzebowania dla grupy K8 (luka czasowa) - Faza C lub C1
L16	101 v 102 v 103 v 104		żądanie realizacji grupy P10 i P11 (Faza C)

**Tab. 11.** Czasy minimalne i maksymalne trwania poszczególnych faz

Czas	Opis	Czas trwania [s]		
		Program P1	Program P2	Program P3
<b>T<sub>Amin</sub></b>	Minimalny czas fazy A	6	6	6
<b>T<sub>Amax</sub></b>	Maksymalny czas fazy A	28	26	15
<b>T<sub>Bmin</sub></b>	Minimalny czas fazy B	5	5	5
<b>T<sub>Bmax</sub></b>	Maksymalny czas fazy B	10	9	6
<b>T<sub>Cmin</sub></b>	Minimalny czas fazy C	10	10	10
<b>T<sub>Cmax</sub></b>	Maksymalny czas fazy C	13	12	10
<b>T<sub>C1min</sub></b>	Minimalny czas fazy C1	5	5	5
<b>T<sub>C1max</sub></b>	Maksymalny czas fazy C1	18	15	11
<b>T<sub>Dmin</sub></b>	Minimalny czas fazy D	5	5	5
<b>T<sub>Dmax</sub></b>	Maksymalny czas fazy D	10	14	7

## 7. STEROWNIK SYGNALIZACJI ŚWIETLNEJ

**Sterownik powinien spełniać poniższe wymagania minimalne:**

1. Obudowa:
  - a. standardowy korpus z/bez części narzędziowej: rozmiar 1, 2, 2 zgodnie z normą DIN 43629 część 1, IP54
  - b. część narzędziowa jak przy TAB 2000, IP54
2. Elektronika sterownicza:
  - a. maks. liczba grup sygnałów: 64
  - b. maks. liczba wyjść lamp: 192
  - c. liczba wyjść lamp na tablicy sterującej: 24
  - d. maks. liczba wejść/wyjść: 144 (do 288 przy specjalnej konstrukcji)
  - e. liczba wejść/wyjść na karcie I/O: 16 wejść, 8 wyjść
  - f. kontrola związana z ruchem: program stałoczasowy, kontrola zegarowa, grupy sygnałów oraz zorientowane fazowo, zależne od ruchu starowanie, kontrola skoordynowanej aktywacji punktów LISA+, albo elementy sterownicze programowalne dowolnie w Javie, takie jak: VS-Plus, PDMe/TL, MOTIONe, Trelan Trends, BALANCE
  - g. centralna obsługa / interfejs: OCIT, V1.1 i V2.0, jak również Profile 2 i Profile 3, SB12, SB15, SB16, VnetS, SSI, DVI 35, CANTO
  - h. obsługa: panel sterowania, możliwy do zintegrowania ręczny panel sterowania, serwer web
  - i. zegar systemowy: 0,5 s, 1 s



- j. sekwencja sygnałów: dowolnie programowalna, standard jak przy wytycznych dotyczących systemów sygnalizacji ruchu (RiLSA)
- k. transport publiczny: komunikaty R09 według standardu VÖV 04.05.1 standard
- l. ochrona sygnału: projekt w technologii odpornej na błędy; monitoring prądowy i napięciowy wszystkich wyjść lampowych zgodnie z normą DIN VDE 0832 część 100 i wytycznymi dotyczącymi systemów sygnalizacji ruchu (RiLSA)

3. Parametry elektryczne:

- a. maks. pobór mocy bez lamp: typowo 50 VA, maks. 300 W
- b. zasilanie: 230 V (-15 ... +10%)
- c. częstotliwość sieci: 50 Hz (-5 ... +5%)
- d. dopuszczalne napięcie lamp: 10 V / 40 V (zgodne z OCIT-LED) / 230 V
- e. moc lamp na wyjście sygnału: 12 do 460 W przy 230 V i 10 V, 3 do 40 W w przypadku sygnalizatorów 40 V LED
- f. maks. moc lamp na wyjście sygnału: 460 W lub 2 A
- g. maks. moc lamp na jednostkę sterującą: 3000 W lub 13 A

4. Pozostałe parametry:

- a. wbudowane dwa procesory, z których jeden działa jako niezależny procesor nadzorujący,
- b. Dodatkowe zabezpieczenie programowe (w formie watch-dog), nadzorujące poprawne wykonywanie programów,
- c. wbudowana możliwość pomiaru mocy każdej lampy,

## 8. OBLICZENIA PRZEPUSTOWOŚCI I MIAR WARUNKÓW RUCHU

W ocenie sprawności funkcjonowania skrzyżowania wykorzystano metodologię GDDKiA. Obliczenia przeprowadzono dla natężeń ruchu w godzinach szczytu komunikacyjnego porannego i popołudniowego. Obliczenia miar ruchu przedstawione są odpowiednio dla szczytu porannego w tabeli 12, dla szczytu popołudniowego w tabeli 13.

Wyznaczenie poziomu swobody ruchu przedstawione zostało w tabeli 14.

Legenda

	Nazwa
q [poj/h]	Natężenie (q [poj/h])
Bs [poj/h]	Natężenie nasycenia (Bs [poj/h])
s [poj/h]	Nasycenie (s [poj/h])
cp [%]	Przepustowość w procentach (cp [%])
c [poj/h]	Przepustowość (c [poj/h])
x [%]	Stopień nasycenia (x [%])
Tczek [s]	Średni czas oczekiwania pojazdu (Tczek [s])
zatrz [-]	Średnia liczba zatrzymań pojazdu (zatrz [-])
Nziel [poj]	Średnia długość kolejki na końcu Zielonego (Nziel [poj])

**Tab. 12.** Miary ruchu dla szczytu komunikacyjnego porannego

	q [poj/h]	s [poj/h]	x [%]	Tczek [s]	zatrz [-]	Nziel [poj]	Ncz99 [poj]	Bs [poj/h]	c [poj/h]	cp [%]
K1 - Pas 1 RG	747	1803	85	30	0.9	1	22	1803	883	118
K3 - Pas 1 L	40	1515	20	37	0.9	0	3	1515	196	492
K4 - Pas 1 RGL	102	1545	37	36	0.9	0	5	1545	278	273
K5 - Pas 1 RG	604	1781	68	21	0.8	0	15	1781	890	147
K7 - Pas 1 L	37	1462	21	38	0.9	0	3	1462	175	474
K8 - Pas 1 RGL	77	1547	28	34	0.9	0	4	1547	278	362

**Tab. 13.** Miary ruchu dla szczytu komunikacyjnego popołudniowego

	q [poj/h]	s [poj/h]	x [%]	Tczek [s]	zatrz [-]	Nziel [poj]	Ncz99 [poj]	Bs [poj/h]	c [poj/h]	cp [%]
K1 - Pas 1 RG	688	1811	83	30	0.9	1	20	1811	833	121
K3 - Pas 1 L	21	1667	10	36	0.9	0	2	1667	200	953
K4 - Pas 1 RGL	104	1592	38	37	0.9	0	5	1592	270	260
K5 - Pas 1 RG	741	1804	79	24	0.8	1	18	1804	938	127
K7 - Pas 1 L	85	1618	33	37	0.9	0	5	1618	258	305
K8 - Pas 1 RGL	108	1563	41	37	0.9	0	5	1563	265	246

**Tab. 14.** Wyznaczenie poziomów swobody ruchu

Grupa	Szczyt poranny (program P1)		Szczyt popołudniowy (program P1)	
	Tczek [s]	PSR	Tczek [s]	PSR
K1	30	II	30	II
K3	37	II	36	II
K4	36	II	37	II
K5	21	II	24	II
K7	38	II	37	II
K8	34	II	37	II

## ZAŁĄCZNIK 1

### Zestawienie detektorów grup kołowych

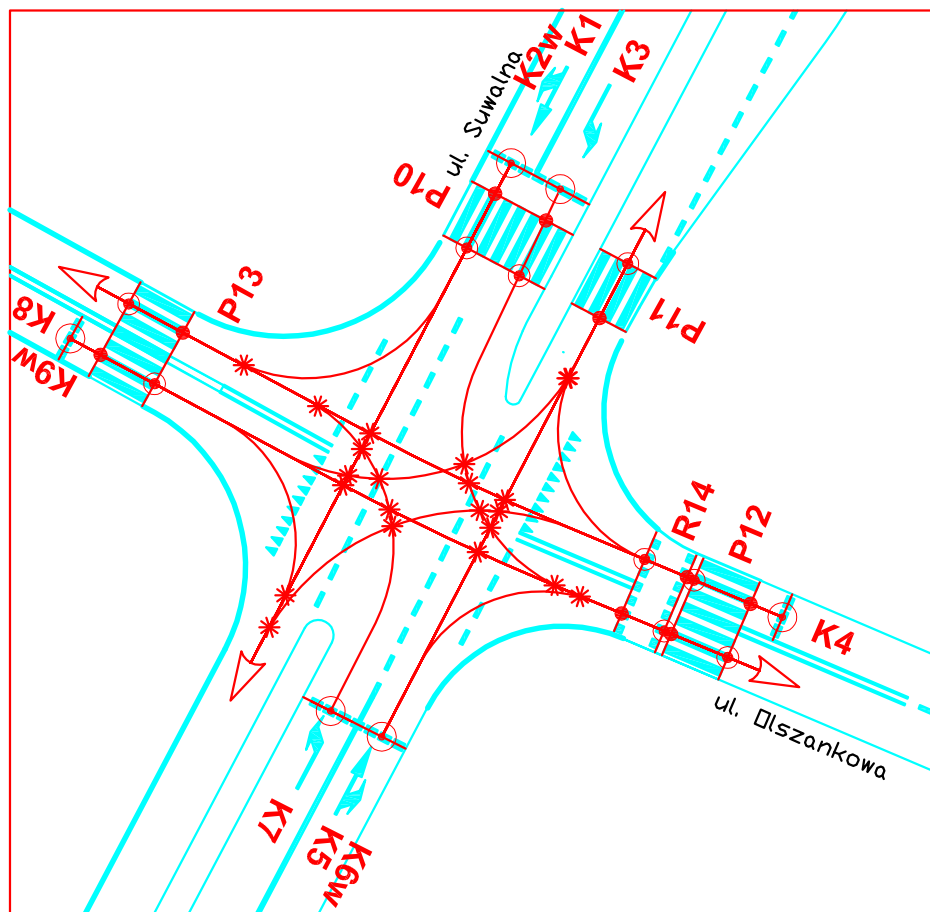
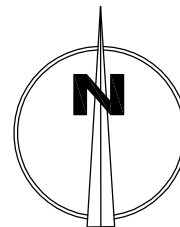
Lp	Nazwa detektora	Nazwa grupy	Odległość od linii zatrzymania (m)	Wymiary (m)	Zgłasza x sek. po zakończeniu sygn. zielonego	Pamiętanie meldowania	Badanie luk czasowych powyżej [s]	Czuły na rowery, motocykle	Funkcja liczenia
1	D1.11	K1	5	2 x 15	1	X	-	X	
2	D1.12	K1	50	2 x 2	1	X	3	X	X
3	D3.21	K3	1	skośna, szer. 0,5; 45°	1	X	-	X	X
4	D3.22	K3	5	2 x 15	1	X	-	X	
5	D3.23	K3	40	2 x 2	1	X	3	X	X
6	D4.11	K4	1	skośna, szer. 0,5; 45°	1	X	-	X	X
7	D4.12	K4	4	2 x 15	1	X	-	X	
8	D4.13	K4	40	2 x 2	1	X	3	X	X
9	D5.11	K5	10	2 x 15	1	X	-	X	
10	D5.12	K5	50	2 x 2	1	X	3	X	X
11	D7.21	K7	1	skośna, szer. 0,5; 45°	1	X	-	X	X
12	D7.22	K7	10	2 x 15	1	X	-	X	
13	D8.11	K8	1	skośna, szer. 0,5; 45°	1	X	-	X	X
14	D8.12	K8	4	2 x 15	1	X	-	X	
15	D8.13	K8	40	2 x 2	1	X	3	X	X

### Zestawienie detektorów grup pieszych

Lp	Nazwa detektora	Nazwa grupy	Typ detektora
1	101	P10, P11	Przycisk
2	102	P10, P11	Przycisk
3	103	P10, P11	Przycisk
4	104	P10, P11	Przycisk
5	105	P10, P11	Przycisk
6	106	P10, P11	Przycisk

## **CZĘŚĆ RYSUNKOWA**

## LEGENDA



○ PUNKT POCZĄTKOWY

PUNKTY KOLIZJI:

pojazd - pojazd

pieszy - pojazd

pojazd - pieszy

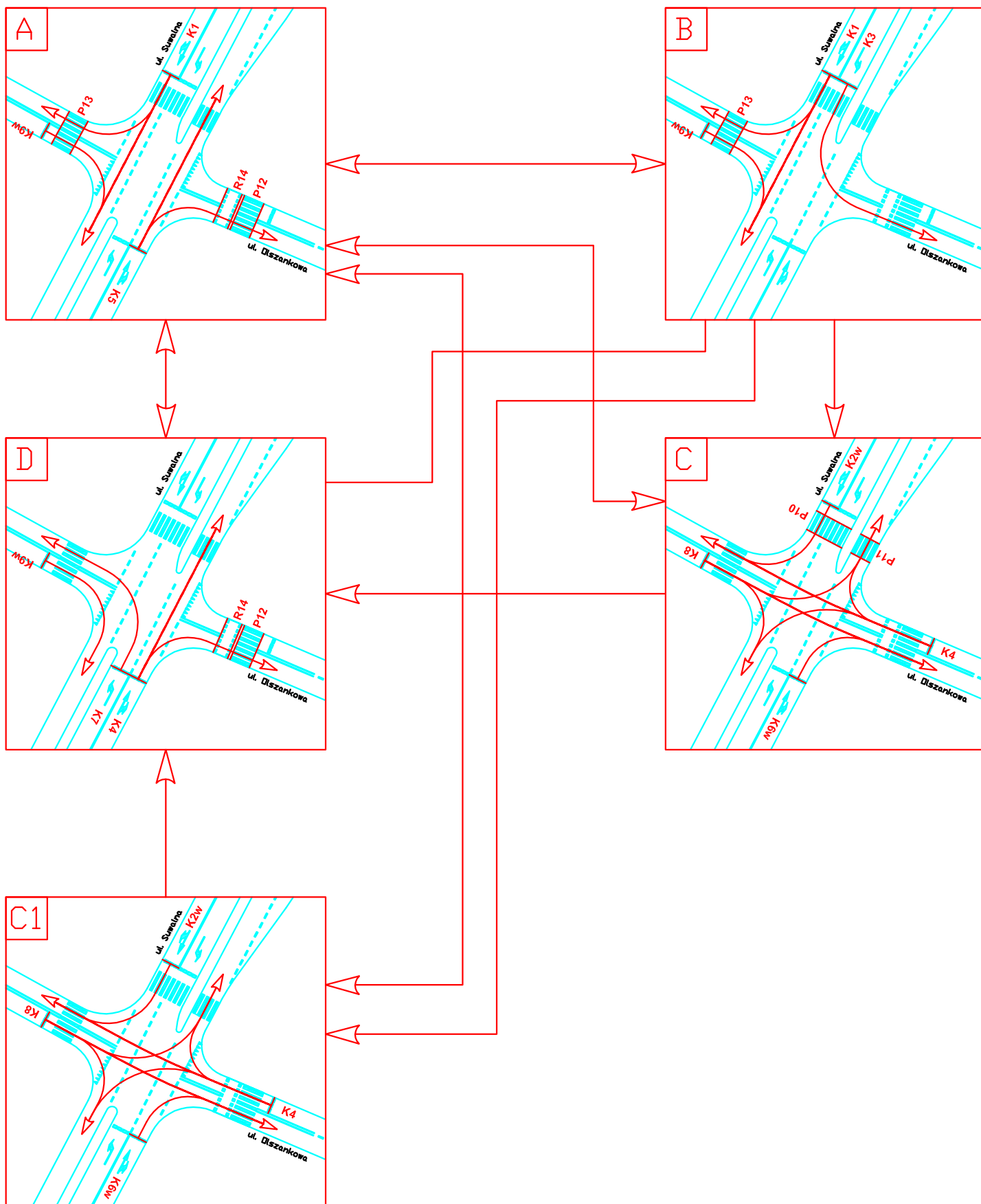
## RYSUNEK 4

TYTUŁ: STRUMIENIE RUCHU

LOKALIZACJA: Legionowo

SKRZYŻOWANIE: ul. Suwałna - ul. Olszankowa

SKALA: 1:500



## RYSUNEK 5

TYTUŁ: SCHEMAT FAZ

LOKALIZACJA: Legionowo

SKRZYŻOWANIE: ul. Suwałna - ul. Olszankowa

SKALA:



*Oznaczenia*

	zielony		czerwony		wyłączony
	żółty		czerwono - żółty		zielony migający







*Skrzyżowanie: ul. Suwałna - ul. Olszankowa*

<i>Program</i>	Maksymalny, awaryjny, $T_c = 100$ s	Nr	<b>P1</b>
----------------	-------------------------------------	----	-----------

*Godziny pracy*

[illegible]

*Oznaczenia*

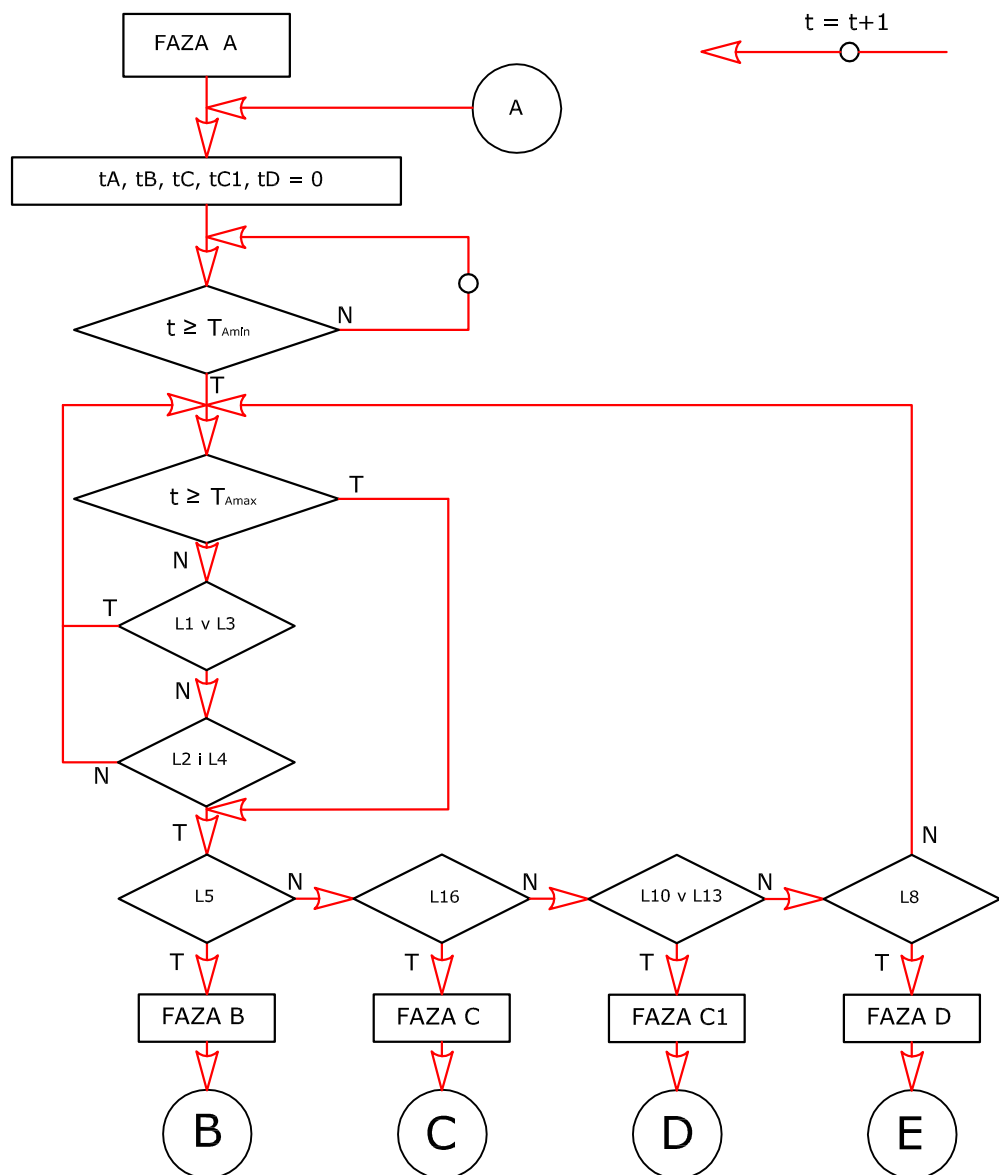
	zielony		czerwony		wylączony
	żółty		czerwono - żółty		zielony migający

*Skrzyżowanie: ul. Suwalna - ul. Olszankowa*

<i>Nr</i>	<b>P2</b>
-----------	-----------

[illegible]

[illegible]



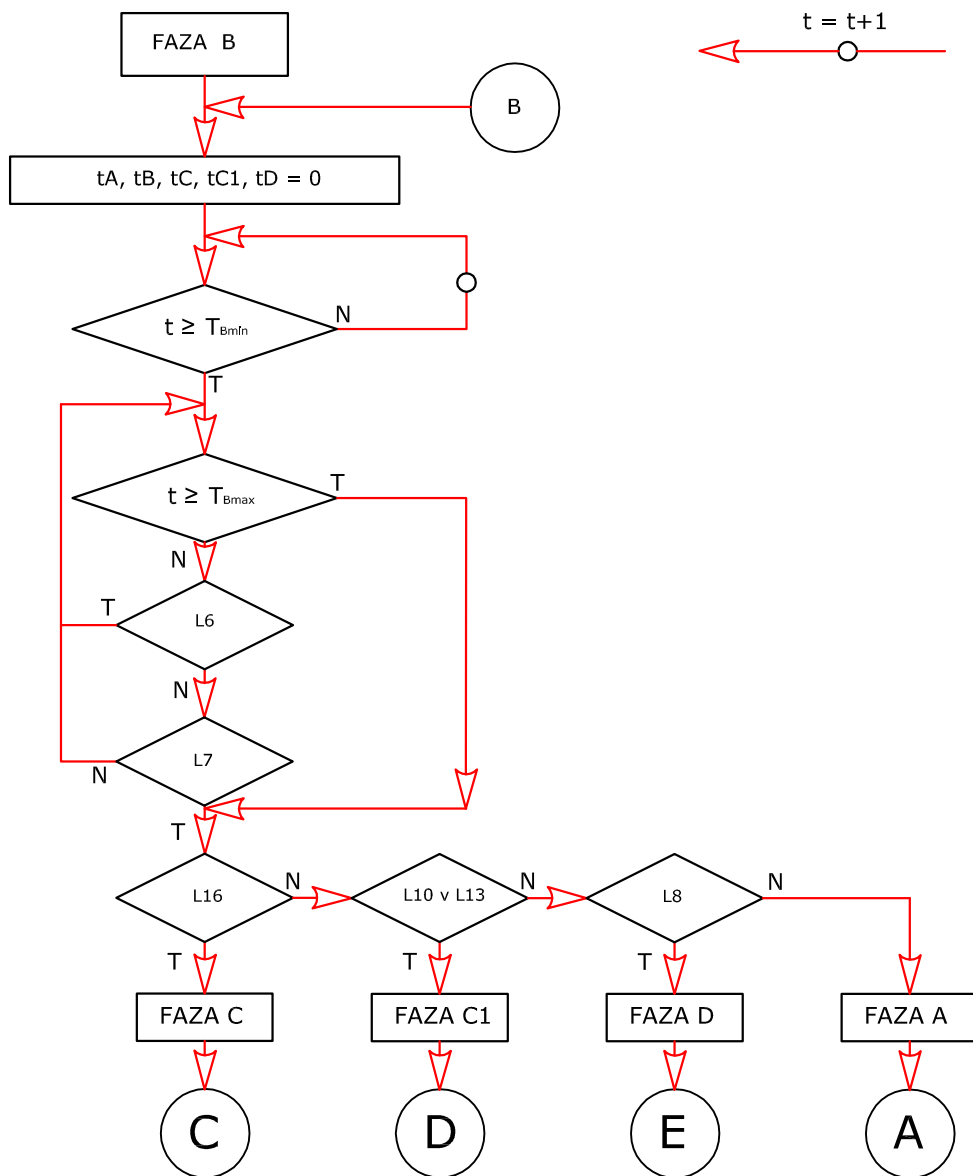
## RYSUNEK 9

TYTUŁ: ALGORYTM PRACY SYGNALIZACJI FAZA A

LOKALIZACJA: Legionowo

SKRZYŻOWANIE: ul. Suwałna - ul. Olszankowa

SKALA:



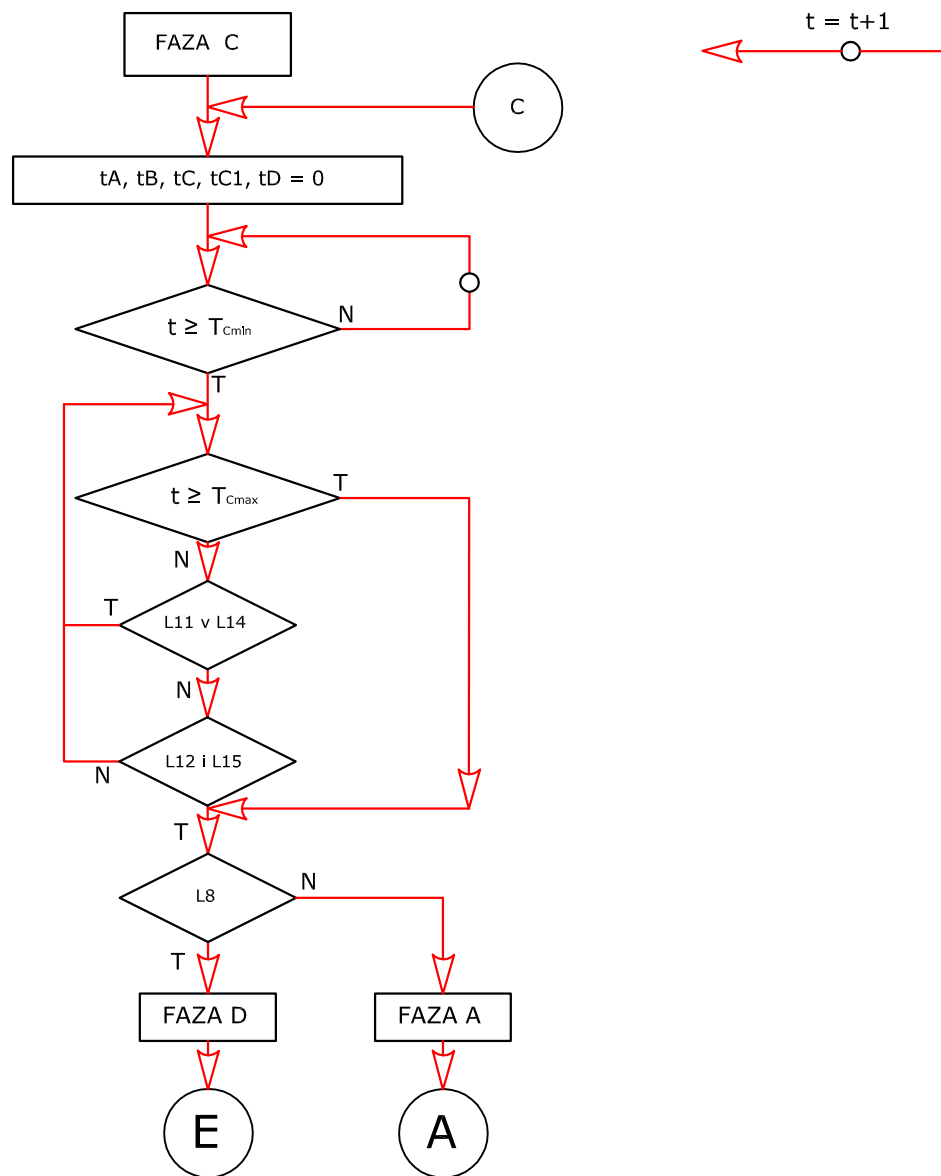
## RYSUNEK 10

TYTUŁ: ALGORYTM PRACY SYGNALIZACJI FAZA B

LOKALIZACJA: Legionowo

SKRZYŻOWANIE: ul. Suwałna - ul. Olszankowa

SKALA:



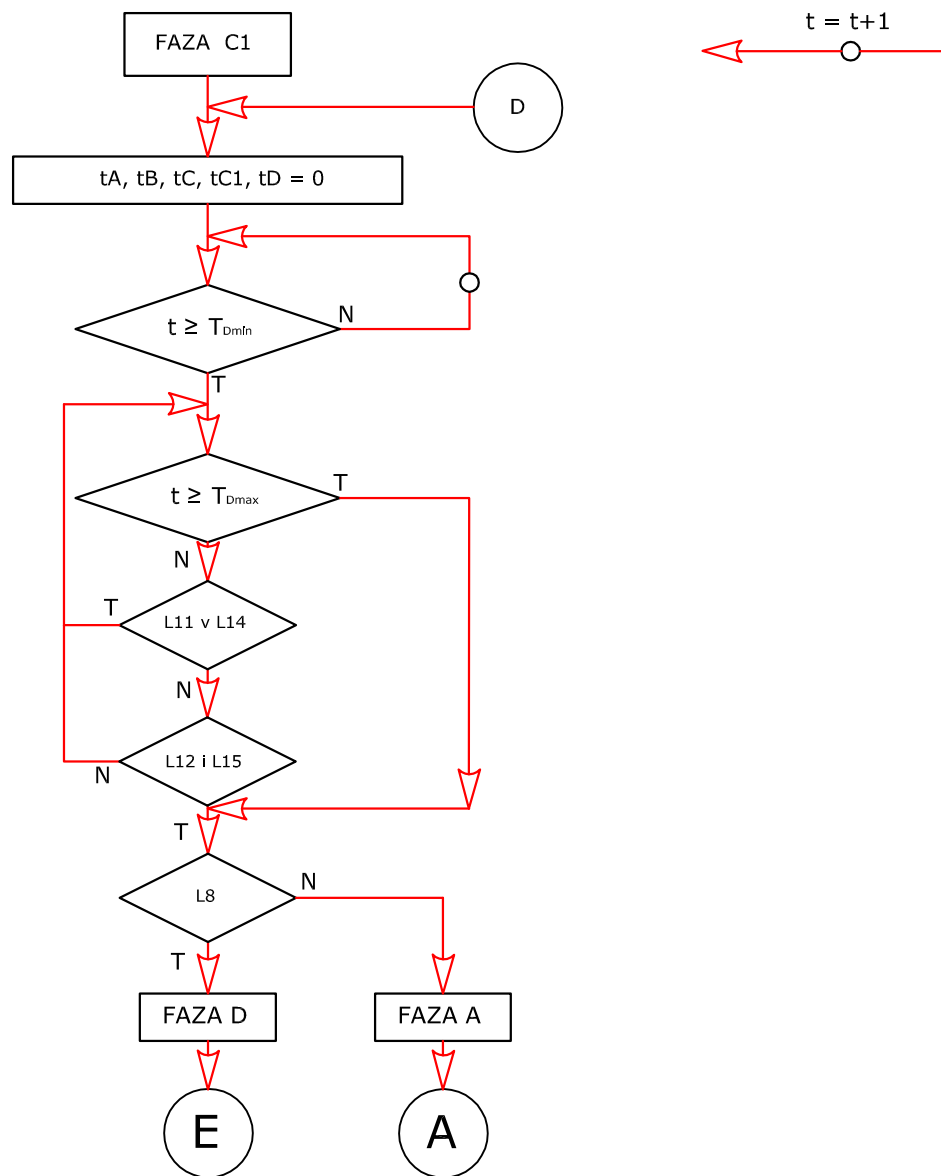
## RYSUNEK 11

**TYTUŁ:** ALGORYTM PRACY SYGNALIZACJI FAZA C

**LOKALIZACJA:** Legionowo

**SKRZYŻOWANIE:** ul. Suwałna - ul. Olszankowa

**SKALA:**



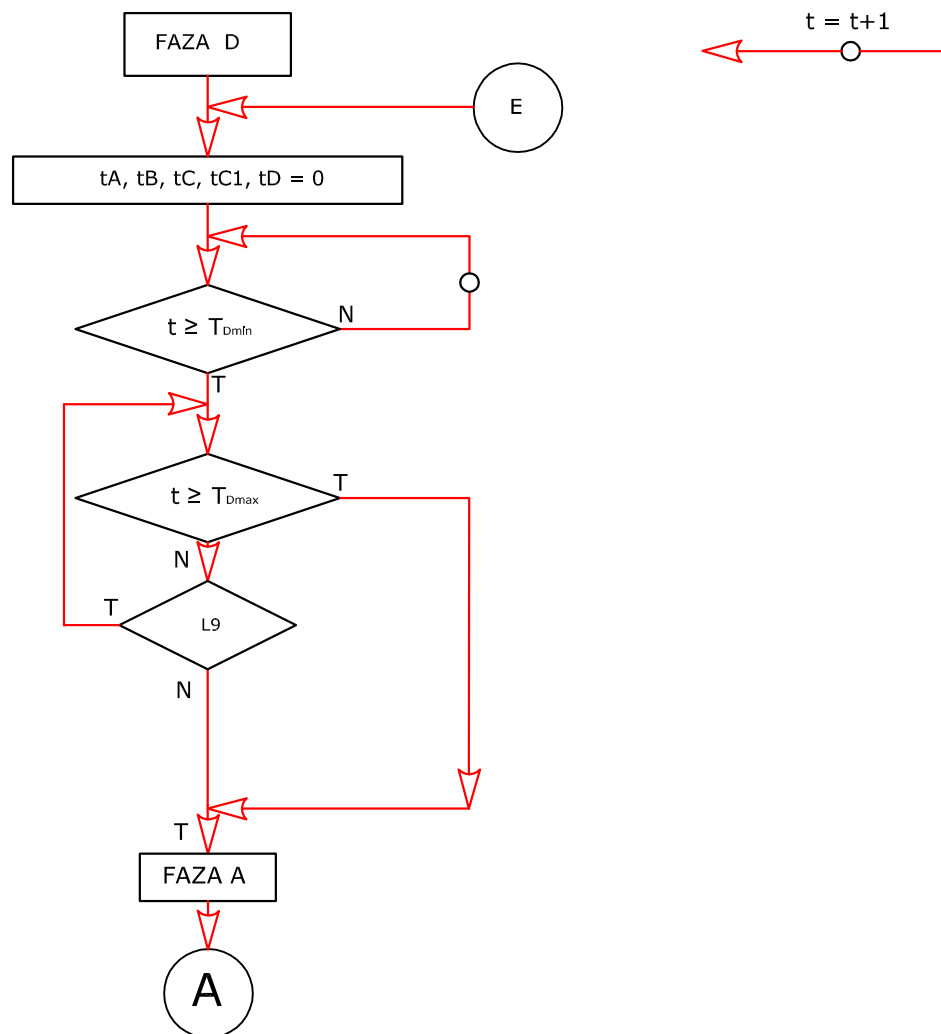
## RYSUNEK 12

TYTUŁ: ALGORYTM PRACY SYGNALIZACJI FAZA C1

LOKALIZACJA: Legionowo

SKRZYŻOWANIE: ul. Suwałna - ul. Olszankowa

SKALA:



## RYSUNEK 13

**TYTUŁ:** ALGORYTM PRACY SYGNALIZACJI FAZA D

**LOKALIZACJA:** Legionowo

**SKRZYŻOWANIE:** ul. Suwałna - ul. Olszankowa

**SKALA:**