



## **Budowa sygnalizacji świetlnej skrzyżowań ul. Kombatantów z ul. 11 Listopada i ul. Widok**

Lokalizacja:

**Barlinek**

ul. Kombatantów – ul. Widok – ul. 11 Listopada

Zamawiający:

**Gmina Barlinek**

ul. Niepodległości 20  
74-320 Barlinek

Wykonawca:

**stadtraum Polska Sp. z o.o.**

ul. Drużbickiego 11  
61-693 Poznań

Autor:

**mgr inż. Aleksander Sagan**

**mgr inż. Marek Strug**

**inż. Michał Pokrywczyński**

Telefon:

+48 61 657 66 75

E-Mail:

[biuro@stadtraum.com](mailto:biuro@stadtraum.com)

Data:

03.2016 r.

## SPIS ZAWARTOŚCI:

### CZĘŚĆ I: PLAN ORIENTACYJNY

### CZĘŚĆ II: OPIS TECHNICZNY

<b>1. WPROWADZENIE .....</b>	<b>6</b>
<b>2. POŁOŻENIE I WYPOSAŻENIE SKRZYŻOWANIA .....</b>	<b>7</b>
2.1. Położenie skrzyżowania .....	7
2.2. Cel i zakres opracowania .....	7
2.3. Elementy i urządzenia sygnalizacyjne.....	7
2.4. Organizacja ruchu .....	8
2.4.1. Istniejąca organizacja ruchu.....	8
2.4.2. Projektowana organizacja ruchu .....	8
2.4.3. Projektowane oznakowanie .....	8
2.4.4. Termin wprowadzenia nowej organizacji ruchu .....	9
<b>3. STEROWANIE SYGNALIZACJĄ ŚWIETLNA .....</b>	<b>10</b>
3.1. Kolizje grup sygnalizacyjnych i czasy międzyzielone.....	10
3.2. Fazy ruchu .....	11
3.3. Programy stałoczasowe.....	11
3.4. Założenia sterowania akomodacyjnego.....	11
3.5. Urządzenia detekcyjne .....	11
3.6. Opis sterowania .....	12

### CZĘŚĆ III: Załączniki

- Załącznik nr 1 – Plan sytuacyjny (rys.2)
- Załącznik nr 2 – Schemat skrzyżowania
- Załącznik nr 3 – Kartogramy natężeń ruchu
- Załącznik nr 4 – Grupy sygnalizacyjne, sygnalizatory i nadzorowanie grup
- Załącznik nr 5 – Macierz kolizji
- Załącznik nr 6 – Macierz czasów międzyzielonych z obliczeniami oraz rysunkiem punktów kolizji (rys.3)
- Załącznik nr 7 – Programy stałoczasowe i akomodacyjne
- Załącznik nr 8 – Ocena warunków ruchu
- Załącznik nr 9 – Układ faz
- Załącznik nr 10 – Przejścia międzyfazowe
- Załącznik nr 11 – Detektory
- Załącznik nr 12 – Wykres koordynacji

### CZĘŚĆ IV: PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY



## **CZĘŚĆ I: PLAN ORIENTACYJNY**





## **CZĘŚĆ II: OPIS TECHNICZNY**

## 1. WPROWADZENIE

Przedmiotem opracowania jest projekt sygnalizacji świetlnej akomodacyjnej na skrzyżowaniu ul. Kombatantów z ul. Widok i z ul. 11 Listopada w Barlinku. Podstawą wykonania opracowania jest umowa nr RGPI.III.271.1.2016 z dnia 12.02.2016r.

Podczas realizacji projektu opierano się na wytycznych, literaturze przedmiotu, oraz materiałach wyjściowych [1-8].

- [1] 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 (wraz z załącznikami nr 1-4). Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej nr 220 z 23 grudnia 2003 r., pozycja 2181.
- [2] RiLSA – Richtlinien für Lichtsignalanlagen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 2010.
- [3] HBS 2001 – Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 2010.
- [4] Gaca S., Suchorzewski W., Tracz M.: Inżynieria Ruchu Drogowego. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2008.
- [5] Mapa do celów projektowych
- [6] Inwentaryzacja stanu istniejącego.
- [7] Uzgodnienia z Zamawiającym.
- [8] Dokumentacja techniczna programu LISA+ 5.1

## 2. POŁOŻENIE I WYPOSAŻENIE SKRZYŻOWANIA

### 2.1. Położenie skrzyżowania

Skrzyżowanie, objęte niniejszym opracowaniem zlokalizowane jest w północno-zachodniej części miasta. W pobliżu skrzyżowania znajduje się Szkoła Podstawowa nr 4 im. H. Sienkiewicza oraz Publiczne Gimnazjum nr 2 im. M. Kopernika.

W pobliżu skrzyżowania znajduje się również duży obiekt handlowy.

Dokładną lokalizację skrzyżowania przedstawiono na planie orientacyjnym.

### 2.2. Cel i zakres opracowania

Celem niniejszego zadania jest opracowanie projektu działania sygnalizacji świetlnej oraz zmiana organizacji ruchu w rejonie skrzyżowania.

Budowa sygnalizacji świetlnej ma na celu uspokojenie ruchu pojazdów w rejonie osiedla mieszkaniowego i tym samym podniesienie bezpieczeństwa pieszych, przechodzących przez ul. Kombatantów w kierunku szkoły i obiektu handlowego.

Przedmiotowe skrzyżowanie jest skrzyżowaniem podwójnym (ul. Kombatantów-ul. Widok i ul. Kombatantów z ul. 11 Listopada). Do obsługi obu skrzyżowań zaprojektowano jeden sterownik sygnalizacji.

Układ geometryczny skrzyżowania i usytuowanie elementów wyposażenia (skrzynka sterownicza, maszty, sygnalizatory itp.) zawarto na planie sytuacyjnym skrzyżowania (zał. 1).

### 2.3. Elementy i urządzenia sygnalizacyjne

Podstawowe dane o grupach sygnalizacyjnych, sygnalizatorach i urządzeniach detekcyjnych są zawarte na planie sytuacyjnym w zał. 1.

Zaproponowany sposób sterowania ruchem przewiduje budowę sygnalizacji w zakresie:

- 1) Montażu sterownika sygnalizacji,
- 2) Montażu słupów, wysięgników i sygnalizatorów dla pojazdów i pieszych,
- 3) Usunięcia wysięgnika i szafki zasilającej do znaków aktywnych „Przejście dla pieszych”,
- 4) Wykonania pętli indukcyjnych do detekcji pojazdów,
- 5) Montażu przycisków dla pieszych i rowerzystów,
- 6) Zaprogramowaniu nowego sterownika zgodnie z niniejszym projektem.

## 2.4. Organizacja ruchu

### 2.4.1. Istniejąca organizacja ruchu

Cały obiekt składa się z dwóch czterowlotowych skrzyżowań, oddalonych od siebie o 130m. Ulicą główną z pierwszeństwem przejazdu jest na obydwóch skrzyżowaniach ulica Kombatantów.

Ulica Widok umożliwia wjazd na osiedle mieszkaniowe (kierunek północ).

Wlot południowy, stanowiący przedłużenie ul. Widok umożliwia dojazd do szkoły.

Podobnie sytuacja wygląda na skrzyżowaniu z ul. 11 Listopada. Północny wlot skrzyżowania stanowi wjazd na osiedle mieszkaniowe, natomiast wlot południowy umożliwia dojazd na parking przy obiektach handlowych i dalej do szkoły.

Na każdym wlocie znajduje się jeden, wspólny pas ruchu do jazdy na wprost, do skrętu w prawo i w lewo oraz przejście dla pieszych.

Po północnej stronie ul. Kombatantów biegnie ciąg pieszo-rowerowy.

Istniejący układ oznakowania poziomego i pionowego przedstawiono na planie sytuacyjnym.

### 2.4.2. Projektowana organizacja ruchu

W ramach opracowania projektu organizacji ruchu na obu skrzyżowaniach wyznaczono przejazdy dla rowerzystów wzdłuż przejść dla pieszych zlokalizowanych na wlotach: północnych, wschodnich i zachodnich. W rejonie przejść dla pieszych i projektowanych przejazdów rowerowych należy wykonać korektę przebiegu chodnika i krawężnika.

Na każdym wlocie umieszczono sygnalizatory ogólne dla pojazdów oraz sygnalizatory dla pieszych i rowerzystów. Na ulicy Kombatantów zastosowano wysięgniki, na których umieszczono dodatkowe sygnalizatory tzw. powtarzacze, poprawiające znacznie widoczność sygnałów z większej odległości.

Wprowadzono też korekty do oznakowania poziomego i pionowego. Układ obu typów oznakowania przedstawiono na planie sytuacyjnym.

### 2.4.3. Projektowane oznakowanie

W ramach projektu dokonano korekty oznakowania pionowego w zakresie:

- 1) Wymiany znaków D-6 (przejście dla pieszych) na D-6b (przejście i przejazd) przed projektowanymi przejazdami dla rowerzystów.
- 2) Demontażu aktywnych znaków D-6 wraz z wysięgnikami na wlotach ul. Kombatantów.
- 3) Dostawienia znaków D-6 na wlocie przy obiekcie handlowym.





- 4) Dostawienia znaków A-29 (uwaga sygnalizacja) na wlotach ul. Kombatantów.

Oznakowanie pionowe należy stosować z grupy „średnie”.

Do wykonania lic wszystkich znaków należy zastosować folię odblaskową typu II.

Znaki pionowe należy montować na słupkach stalowych ocynkowanych lub na istniejących elementach pasa drogowego (np. słupy latarni), tak aby nie pogarszać ich właściwości i zapewnić odpowiednią widoczność oznakowania istniejącego i projektowanego.

W ramach projektu dokonano również korekty oznakowania poziomego w następującym zakresie:

- 1) Na skrzyżowaniu Kombatantów – Widok odsunięto od skrzyżowania przejścia dla pieszych (znak P-10) zlokalizowane na wlotach ul. Kombatantów oraz wyznaczono linią P-11 przejazdu dla rowerzystów na wlotach: północnym, wschodnim i zachodnim. Wraz z przejściami odsunięto również linie zatrzymania dla pojazdów (P-14).
- 2) Na skrzyżowaniu Kombatantów – 11 Listopada odsunięto od skrzyżowania przejścia dla pieszych (znak P-10) zlokalizowane na wlotach ul. Kombatantów i północnym wlocie 11 Listopada. Wraz z przejściami odsunięto również linie zatrzymania dla pojazdów (P 14). Na wlotach: północnym, wschodnim i zachodnim wyznaczono linią P-11 przejazdu dla rowerzystów, a na wlocie południowych dodano linię zatrzymania dla pojazdów (P-14).

Oznakowanie poziome należy wykonać jako cienkowsarstwowe.

Projektowane oznakowanie pionowe i poziome powinno spełniać warunki techniczne dla oznakowania, zawarte w załączniku nr 1 do rozporządzenia 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.

#### **2.4.4. Termin wprowadzenia nowej organizacji ruchu**

Stałą organizację ruchu planuje się wprowadzić do 30 października 2016 r.



### 3. STEROWANIE SYGNALIZACJĄ ŚWIETLNA

Zawarte w III części niniejszego opracowania i opisane poniżej programy sygnalizacji zostały utworzone przy pomocy oprogramowania dla inżynierii ruchu LISA+.

#### 3.1. Kolizje grup sygnalizacyjnych i czasy międzyzielone

W niniejszym opracowaniu obliczono czasy międzyzielone dla wszystkich grup sygnalizacyjnych, zgodnie z zasadami określonymi przez rozporządzenie [1].

Podstawowe założenia do obliczeń:

- długość sygnału żółtego: 3s
- prędkość dojazdu strumienia pojazdów na wlotach:
  - 1) kierunek na wprost: 60 km/h
  - 2) relacja skrętu: 40 km/h
- prędkość ewakuacji strumienia pojazdów:
  - 1) na wprost: 40 km/h
  - 2) relacja skrętu: 20 km/h
- prędkość strumieni pieszych: 1,4 m/s
- wzory obliczeniowe:

$$t_e = \frac{s_e + l_p}{v_e}$$

$$t_d = \frac{s_d}{v_d} + 1$$

$$t_d = \sqrt{\frac{2 \cdot (s_d + 1,5)}{a}}$$

Z uwagi na małe promienie skrętów, obecność równoległych przejść dla pieszych i duży procentowy udział pojazdów skręcających, dla relacji skrętnych przyjęto do obliczeń prędkość ewakuacji pojazdów na poziomie 20 km/h.

Z uwagi na bliskość szkoły, do obliczeń minimalnego czasu sygnału zielonego w grupach pieszych przyjęto prędkość pieszego na poziomie 1 m/s.

### 3.2. Fazy ruchu

Na potrzeby programu sygnalizacji zaprojektowano 4 fazy ruchu. Faza 1 pozwala na ruch pojazdów wzdłuż ulicy Kombatantów na obu skrzyżowaniach. Zapewnia przy tym koordynację obu skrzyżowań. Faza ta jest dodatkowo fazą podstawową dla sterowania akomodacyjnego – w przypadku braku zgłoszeń kolizyjnych sterownik łączy tę fazę.

Fazy 3-5 umożliwiają przejazd przez skrzyżowanie pojazdom wyjeżdżającym z wlotów podporządkowanych ul. 11 Listopada i ul. Widok.

W celu optymalizacji działania sygnalizacji wprowadzono możliwość załączenia zielonego światła na wlotach podporządkowanych tylko jednego skrzyżowania (faza 4 lub 5).

Ideę sterowania i porządek faz przedstawiono na rysunku w załączniku nr 9.

### 3.3. Programy stałoczasowe

W przypadku awarii detektorów sygnalizacja zostaje przełączona na tryb stałoczasowy. Dla projektowanej sygnalizacji przewidziano program awaryjny o długości cyklu 68s.

Program awaryjny przedstawiono na załączniku nr 7.

Obliczeniową ocenę warunków ruchu na skrzyżowaniu zawarto w zał. 8.

### 3.4. Założenia sterowania akomodacyjnego

Na podstawie obowiązujących przepisów, ustaleń z Zamawiającym oraz wymagań i warunków stawianych przez instytucje opiniujące i zatwierdzające projekt, przyjęto następujące założenia projektowe:

- Rodzaj sterowania na skrzyżowaniu: akomodacyjne, acykliczne z fazą podstawową „zielone światło na ul. Kombatantów”.
- Minimalny czas sygnału zielonego: grupy kołowe 5s, grupy piesze w zależności od długości przejścia (ze względu na bliskość szkoły przyjęto prędkość przechodzenia 1.0 m/s). Wykaz minimalnych czasów zielonych przedstawiono w zał. 4.

### 3.5. Urządzenia detekcyjne

W celu zapewnienia prawidłowego funkcjonowania sterowania akomodacyjnego, zaprojektowano system detekcji uczestników ruchu, działający w oparciu o pętle indukcyjne do wykrywania pojazdów oraz przyciski do wykrywania pieszych i rowerzystów.

Szczegółowe zestawienie detektorów zawarto w zał. 11, natomiast ich położenie i geometrię przedstawiono na planie sytuacyjnym (zał. 1).

### 3.6. Opis sterowania

Projektowane sterowanie przewiduje skoordynowanie pracy sygnalizacji na obu skrzyżowaniach częściowych, tak aby pojazdy poruszające się wzdłuż ulicy Kombatantów przejeżdżały oba skrzyżowania „na raz”, bez potrzeby dwukrotnego zatrzymywania się (zał. 12).

Dodatkowo założono, że w stanie spoczynku (braku zgłoszeń od pojazdów i pieszych) sygnalizacja wyświetlać będzie zielone światło na kierunku głównym, wzdłuż ul. Kombatantów (Faza 1). Wyłączenie zielonego światła na jednym ze skrzyżowań odbywa się dopiero w momencie pojawienia się zgłoszenia od pojazdów na wlocie bocznym lub od pieszego, który chce przejść przez ul. Kombatantów. Sterowanie takie ogranicza maksymalną liczbę zatrzymań do 1 i minimalizuje straty czasu generowane przez sygnalizację.

#### Długości trwania faz

Faza	$T_{\min}$ [s]	$T_{\max}$ [s]
1	10	25
3	8	15
4	8	15
5	8	15

#### Zgłoszenia i wydłużenia od faz

Do zgłaszania i wydłużania danej fazy należy wykorzystać sygnały z detektorów przypisanych do grup załączanych w ramach tej fazy. Zestawienie funkcji poszczególnych detektorów prezentuje tabela 3.6.1.



Nr	Nazwa	Typ	Grupa sygn.	Faza	Zgłoszenie/ czas opóźnienia zgłoszenia [s]	Wydłużanie czas jednostkowy [s]
1	D0211	Pętla	02	1	tak/0	1
2	D0212	Pętla	02	1	tak/0	3
3	D0511	Pętla	05	3,4	tak/0	1
4	D0811	Pętla	08	1	tak/0	1
5	D0812	Pętla	08	1	tak/0	3
6	D1111	Pętla	11	3,4	tak/0	1
7	D5211	Pętla	52	1	tak/0	1
8	D5212	Pętla	52	1	tak/0	3
9	D5511	Pętla	55	3,5	tak/0	1
10	D5811	Pętla	58	1	tak/0	1
11	D5812	Pętla	58	1	tak/0	3
12	D6111	Pętla	61	3,5	tak/0	1
13	D3101	Klawisze	31	3,4	tak/0	0
14	D3102	Klawisze	31	3,4	tak/0	0
15	D2101	Klawisze	21	3,4	tak/0	0
16	D3301	Klawisze	33	1	tak/0	0
17	D3302	Klawisze	33	1	tak/0	0
18	D3501	Klawisze	35	3,4	tak/0	0
19	D3502	Klawisze	35	3,4	tak/0	0
20	D2501	Klawisze	25	3,4	tak/0	0
21	D3701	Klawisze	37	1	tak/0	0
22	D3702	Klawisze	37	1	tak/0	0
23	D2701	Klawisze	27	1	tak/0	0
24	D7101	Klawisze	71	3,5	tak/0	0
25	D7102	Klawisze	71	3,5	tak/0	0
26	D8101	Klawisze	81	3,5	tak/0	0
27	D7301	Klawisze	73	1	tak/0	0
28	D7302	Klawisze	73	1	tak/0	0
29	D7501	Klawisze	75	3,5	tak/0	0
30	D7502	Klawisze	75	3,5	tak/0	0
31	D8501	Klawisze	85	3,5	tak/0	0
32	D7701	Klawisze	77	1	tak/0	0
33	D7702	Klawisze	77	1	tak/0	0
34	D8701	Klawisze	87	1	tak/0	0

Tabela 3.6.1 Funkcje detektorów

## Algorytm działania sygnalizacji

Do sterowania ruchem na skrzyżowaniu przewidziano program akomodacyjny z fazą podstawową, wyświetlającą sygnał zielony na wlotach ul. Kombatantów.

**Program P1** powinien działać wg następujących zasad:

- Faza 1 jest fazą podstawową, która pozostaje załączona w przypadku braku zgłoszeń od innych faz.
- Sterownik załącza fazę 1 na czas minimalny. Po upływie  $T_{\min}$  sprawdzane są zgłoszenia do faz kolizyjnych (3-5). W przypadku braku zgłoszeń sterownik przestaje naliczać czas sygnału zielonego i pozostawia załączoną fazę 1. Po pojawieniu się zgłoszenia do fazy kolizyjnej sterownik wznowia naliczanie czasu trwania fazy 1 od  $T_{\min}$ . Jeżeli z systemu detekcji nadchodzą zgłoszenia wydłużające to faza 1 może zostać wydłużana do czasu maksymalnego  $T_{\max}$ .
- Po załączeniu jednej z faz 3-5, sterownik odlicza minimalny czas trwania fazy. Jeżeli po czasie  $T_{\min}$  z systemu detekcji nadchodzą zgłoszenia wydłużające to faza może zostać wydłużana do czasu maksymalnego  $T_{\max}$ .
- W zależności od kombinacji zgłoszeń na wlotach podporządkowanych (ul. 11 Listopada i Widok) sterownik wybiera do załączenia fazę 3, 4 lub 5.

Faza 3 zostaje załączona w przypadku gdy zgłoszenie grupy kolizyjnej do grup wyświetlających sygnał zielony wzdłuż ul. Kombatantów pojawi się na obu skrzyżowaniach częściowych.

Faza 4 zostaje załączona w przypadku gdy zgłoszenie grupy kolizyjnej do grup wyświetlających sygnał zielony wzdłuż ul. Kombatantów pojawi się tylko na skrzyżowaniu z ul. Widok.

Faza 5 zostaje załączona w przypadku gdy zgłoszenie grupy kolizyjnej do grup wyświetlających sygnał zielony wzdłuż ul. Kombatantów pojawi się tylko na skrzyżowaniu z ul. 11 Listopada.
- W przypadku gdy do załączenia wybrana została faza 3, sterownik realizuje przejście międzyfazowe 1->3. W przypadku wykrycia pojazdów na odcinku pomiędzy skrzyżowaniami przejście międzyfazowe może zostać wydłużone o maksymalnie 5s, aby umożliwić pojazdom opuszczenie odcinka między skrzyżowaniami. Punkt wydłużania przejścia (7s przejścia) pokazano w zał. 10, na diagramie przejścia 1->3.
- Grupy piesze otwierają się i zamykają zawsze równocześnie z przylegającą grupą rowerową.
- Grupy piesze i rowerowe zostają załączone automatycznie w każdej fazie, nawet jeżeli nie został naciśnięty przycisk dla pieszych.

## Diagramy programów

W załączniku 7 przedstawiono diagramy programu awaryjnego, startowego, końcowego oraz kilka możliwych układów programu akomodacyjnego.

## Harmonogram pracy sterownika

Czas przełączenia	Program akomodacyjny	Program awaryjny
00:00	Żółte migające	Żółte migające
06:00	P1	A1
22:00	Żółte migające	Żółte migające

## Zmiana parametrów sterowania

Dopuszcza się zmianę wszystkich parametrów czasowych opisanych w algorytmie na polecenie organu zarządzającego drogami.

Wyjątek stanowi brak możliwości skracania czasów międzzielonych i minimalnych czasów zielonych w grupach. W przypadku konieczności zmiany którejś z tych wartości, należy — ze względów bezpieczeństwa — najpierw opracować nowy projekt inżynierii ruchu, na podstawie którego zostaną zaprogramowane nowe wartości w sterowniku.

Organ zarządzający może również wybrać jeden z programów sterowania:

- 1) program akomodacyjny P1,
- 2) program awaryjny A1,
- 3) program typu „migające żółte ostrzegawcze”,
- 4) program sygnalizacja wyłączona („sygnalizacja ciemna”).



## **CZĘŚĆ III: ZAŁĄCZNIKI**