

# **Wytyczne projektowania bezpiecznej organizacji ruchu z sygnalizacją światłą**

## **Szczegółowe warunki sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym**

02-2026.01.13

**Wzorce i standardy  
rekomendowane przez  
Ministra właściwego ds. transportu**

# **WR-Z-31**

## WR-Z-31

### Wytyczne projektowania bezpiecznej organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną Szczegółowe warunki sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym

Wersja: **02**

Obowiązuje od: **2026.01.13**

Rekomendował: **Minister Infrastruktury w dniu 00 00000000 0000 r. (000-0.0000.0.0000)**

Wzorce i standardy rekomendowane przez Ministra właściwego ds. transportu:

- 1) nie stanowią przepisów w sprawie znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego w rozumieniu ustawy – Prawo o ruchu drogowym,
- 2) zgodnie z ustawą – Prawo o ruchu drogowym i ustawą o drogach publicznych przeznaczone są do dobrowolnego stosowania,
- 3) nie zwalniają osób wykonujących projekty organizacji ruchu oraz organów zarządzających ruchem ze stosowania przepisów ustawy – Prawo o ruchu drogowym i aktów wykonawczych wydanych na jej podstawie.

#### Wersję pierwotną opracował Zespół w składzie:

Damian Iwanowicz (koordynator), Łukasz Bittner, Eliza Ciszewska-Kulwińska, Daniel Jaros, Tomasz Krukowicz, Marcin Mazur, Jakub Sylwestrzak, Remigiusz Widera, Kacper Welenc, Emilian Zaborowski

#### Wersję skorygowaną opracował:

Damian Iwanowicz

Koordynator zamówienia pracy skorygowanej:

Katarzyna Kwiecień

#### Jednostka odpowiedzialna:

Ministerstwo Infrastruktury, Departament Dróg Publicznych ul. Chałubińskiego 4/6, 00-968 Warszawa  
ul. Chałubińskiego 4/6, 00-968 Warszawa

© Skarb Państwa – Minister Infrastruktury  
Zdjęcie na okładce © Damian Iwanowicz

Opracowanie sfinansowano ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach programu Pomoc techniczna dla Funduszy Europejskich 2021-2027



Pomoc Techniczna  
dla Funduszy Europejskich



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską





# Spis treści

## 1. Przedmiot i zakres wytycznych

## 2. Wykaz opracowań powołanych

2.1. Akty prawne

2.2. Pozostałe opracowania

## 3. Definicje i objaśnienia skrótów

3.1. Definicje związane z sygnalizacją świetlną

3.2. Definicje związane ze sterowaniem ruchem drogowym

3.3. Skróty

3.4. Symbole

## 4. Klasyfikacja drogowej sygnalizacji świetlnej

4.1. Przeznaczenie sygnalizacji świetlnej

4.2. Powtarzalność pracy sygnalizacji świetlnej

4.3. Trwałość instalacji sygnalizacji świetlnej

4.4. Współpraca z innymi sterownikami sygnalizacji

## 5. Zasadność projektowania i wdrażania organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną

5.1. Zasady ogólne stosowania sygnalizacji świetlnej

5.2. Szczegółowy zakres stosowania sygnalizacji świetlnej na drogach

5.3. Kryterium pomocnicze przy ocenie zasadności stosowania sygnalizacji na skrzyżowaniach

## 6. Dane do projektowania organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną

## 7. Projektowanie faz sygnalizacyjnych

7.1. Podstawowe warunki tworzenia faz sygnalizacyjnych

7.2. Rekomendowane zasady tworzenia faz sygnalizacyjnych na skrzyżowaniach

7.3. Rekomendowane zasady tworzenia faz sygnalizacyjnych na przejściach dla pieszych lub przejazdach dla rowerów poza skrzyżowaniami

## 8. Wymagania dla grup sygnalizacyjnych

8.1. Grupy kolizyjne

8.2. Grupy nadzorowane

8.3. Grupy sygnalizacyjne objęte detekcją ruchu

## 9. Procedura obliczeń czasów bezpieczeństwa dla sygnalizacji świetlnej

9.1. Czasy międzyzielone strumieni ruchu o niedopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch

9.2. Czasy opóźnień strumieni ruchu o dopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch

## 10. Wymogi optymalizacyjne dla sygnalizacji świetlnej

10.1. Dobór długości sygnałów i cyklu sygnalizacyjnego

10.2. Opracowanie algorytmu sterowania ruchem

10.3. Koordynacja sygnalizacji świetlnej

10.4. Sygnalizacja sterująca dostępnością pasów ruchu

10.5. Wyświetlacze czasu i prędkości zalecanej

10.6. Sygnalizacja dla osób niewidomych i słabowidzących

## **11. Procedura włączania lub wyłączania sygnalizacji świetlnej**

11.1. Program startowy

11.2. Program końcowy

11.3. Zalecenia w zakresie całodobowej pracy sygnalizacji w trybie trójbarwnym

## **12. Ogólne wymagania doboru i lokalizacji sygnalizatorów w pasie drogowym**

### **13. Szczegółowe rozwiązania dla skrzyżowań**

13.1. Wloty jednopasowe

13.2. Wloty dwupasowe

13.3. Wloty wielopasowe

13.4. Wloty wielopasowe z wyspami kanalizującymi ruch

13.5. Złożone układy organizacji ruchu na wlocie

13.6. Sygnalizator z sygnałem dopuszczającym skręcanie w kierunku wskazanym strzałką

13.7. Sygnalizacja ostrzegawcza na wylotach skrzyżowań

13.8. Wewnętrzna powierzchnia akumulacji skrzyżowań

### **14. Szczegółowe rozwiązania poza skrzyżowaniami**

14.1. Przejścia lub przejazdy

14.2. Sygnalizacja świetlna w obszarze zjazdu

14.3. Sygnalizacja świetlna przy wjeździe na most ruchomy lub prom

14.4. Sygnalizacja wahadłowa

## **15. Podstawowe wymagania stawiane dokumentacji projektowej z sygnalizacją świetlną**

15.1. Zawartość projektu organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną

15.2. Prezentacja programów sygnalizacyjnych

## **16. Bezpieczeństwo ruchu sterowanego sygnalizacją świetlną**

16.1. Analizy widoczności dla strumieni kolizyjnych

16.2. Audyt i inspekcja bezpieczeństwa ruchu drogowego

### **Załącznik: Typowe rozwiązania dla wybranych rodzajów skrzyżowań**

Skrzyżowanie zwykłe czterowlotowe z jednym pasem wlotowym na wszystkich wlotach

Skrzyżowanie zwykłe czterowlotowe z dwoma pasami ruchu na wlocie jezdni głównej

Skrzyżowanie skanalizowane czterowlotowe z jednym dodatkowym pasem ruchu na jezdni głównej

Skrzyżowanie skanalizowane czterowlotowe z dodatkowymi pasami ruchu na wszystkich wlotach

Skrzyżowanie skanalizowane z wyspą centralną o rozsuniętych wlotach i wylotach oraz z torowiskiem tramwajowym

Skrzyżowanie skanalizowane z szerokim pasem dzielącym jezdnię główne

# 1. Przedmiot i zakres wytycznych

(1) Niniejsze wytyczne przedstawiają zasady projektowania organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną ze szczególnym uwzględnieniem zasad sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym.

(2) Celem wytycznych jest:

- a) ujednolicenie zasad wykonywania projektów organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną,
- b) scharakteryzowanie zaleceń w procedurze formowania faz sygnalizacyjnych pod względem bezpieczeństwa ruchu,
- c) przedstawienie procedur wykonywania obliczeń czasów międzyzielonych dla grup kolizyjnych o niedopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch oraz czasów opóźnień uruchamiania grup nadrzędnych względem podporządkowanych o dopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch,
- d) opisanie wymagań optymalizacyjnych dla drogowej sygnalizacji świetlnej,
- e) przedstawienie procedur bezpiecznego włączania i wyłączania sygnalizacji świetlnej,
- f) szczegółowe przedstawienie zasad lokalizacji sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na skrzyżowaniach i poza skrzyżowaniami.

(3) Wytyczne są przeznaczone do stosowania przez jednostki zajmujące się projektowaniem infrastruktury drogowej lub organizacji ruchu, firmy wykonawcze i utrzymaniowe oraz przez zarządców dróg i organy zarządzające ruchem na drodze.

(4) Zaleca się stosowanie niniejszych wytycznych przez zarządców dróg publicznych wszystkich kategorii oraz organy zarządzające ruchem na drodze. Zasady te mogą być też stosowane przez zarządców dróg wewnętrznych.

(5) Zaleca się, aby wytyczne były stosowane przy wykonywaniu:

- a) analiz zasadności budowy sygnalizacji świetlnej,
- b) projektów organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną,
- c) czynności związanych z zatwierdzaniem projektu organizacji ruchu,
- d) oceny bezpieczeństwa ruchu sterowanego sygnalizacją świetlną,
- e) symulacji ruchu drogowego z sygnalizacją świetlną.

(6) Integralną część WR-Z-31 stanowi zeszyt WR-Z-43: Wytyczne projektowania zmiennej organizacji ruchu (w zakresie ITS), w którym przedstawiona jest charakterystyka wykorzystania drogowych sygnałów świetlnych na potrzeby dynamicznego zarządzania ruchem (realizowanych za pomocą sygnalizatorów lub znaków o zmiennej treści).



Dokument chroniony prawami autorskimi

## 2. Wykaz opracowań powołanych

### 2.1. Akty prawne

- [1] Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. Prawo o ruchu drogowym (Dz.U.2024.1251 t.j. ze zm.)
- [2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 24 czerwca 2022 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących dróg publicznych (Dz.U.2022.1518 ze zm.)
- [3] Rozporządzenie Ministrów Infrastruktury, Spraw Wewnętrznych oraz Obrony Narodowej w sprawie znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego, stosowanych na drogach publicznych (...)
- [4] 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.2017.784)
- [5] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 20 października 2015 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać skrzyżowania linii kolejowych oraz bocznic kolejowych z drogami i ich usytuowanie oraz warunków technicznych ich użytkowania (Dz.U.2025.1105)
- [6] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U.2025.418 t.j. ze zm.)
- [7] Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz.U.2025.889 t.j.)
- [8] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 28 maja 2024 r. w sprawie oceny ryzyka wystąpienia wypadków i dotkliwości ich skutków oraz kategorii bezpieczeństwa ruchu drogowego (Dz.U.2024.840)

### 2.2. Pozostałe opracowania

- [9] Tracz M., Chodur J., Gaca S., Gondek S., Kieć M., Ostrowski K.: Metoda obliczania przepustowości skrzyżowań z sygnalizacją świetlną. Instrukcja obliczania. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa 2004
- [10] Praca zbiorowa pod kier. Ostrowski K.: Metody oceny warunków ruchu i obliczania przepustowości. Tom I: Drogi jednojezdniowe: dwupasowe dwukierunkowe, drogi 2+1, zwężenia. Projekt instrukcji obliczania. RID-I/50 (Rozwój Innowacji Drogowych). Konsorcjum Politechniki Krakowskiej, Politechniki Warszawskiej i Politechniki Gdańskiej. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju oraz Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa 2019
- [11] National Cooperative Highway Research Program: Signal Timing Manual, Second Edition. Transportation Research Board, Washington, D.C. 2015
- [12] German Road and Transport Research Association (FGSV): Guidelines of Traffic Signals. RiLSA, Traffic Light for Road Traffic, Cologne 2015 (translation 2021)
- [13] Tracz M., Allsop R.E.: Skrzyżowania z sygnalizacją świetlną. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1990
- [14] Klusek R.: Modelowanie zagrożeń w ruchu drogowym na miejskich skrzyżowaniach za pomocą potencjalnych obszarów kolizji. Rozprawa doktorska. Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy, Bydgoszcz 2019
- [15] Ostrowski K., Chodur J., Gondek S., Bąk R., Kieć M.: Projektowanie sygnalizacji świetlnej na zwężeniu drogi. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju i Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa 2019
- [16] Iwanowicz D., Krukowicz T., Chadała J., Grabowski M., Woźniak M.: Evaluation of Selected Factors Affecting the Speed of Drivers at Signal-Controlled Intersections in Poland. Sustainability 2024, 16(20)

- [17] Chodur J., Ostrowski K.: Speed models at entries to signalised rural intersections. In: Road and Rail Infrastructure V: proceedings of the 5th International Conference on Road and Rail Infrastructures – CETRA 2018, 17-19 May 2018, Zadar, Croatia / Lakušić Stjepan (eds.), International Conference on Road and Rail Infrastructures, 2018, no. 5, Zagreb, Department of Transportation. Faculty of Civil Engineering. University of Zagreb
- [18] Macioszek E., Iwanowicz D.: A Back-of-Queue Model of a Signal-Controlled Intersection Approach Developed Based on Analysis of Vehicle Driver Behavior. *Energies* 2021, 14(4)
- [19] Buda M., Krukowicz T., Folwarski T.: Warunki techniczne elementów infrastruktury drogowej stosowanych w organizacji ruchu na drogach. Tom II, Część III: Warunki techniczne dotyczące sygnałów drogowych i warunki stosowania ich na drogach. Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa 2015
- [20] Praca zbiorowa pod red. Banach B, Kafar A., Gruszczyński K., Chanowski S., Żmijan M., Sobczak J.: Propozycja zmian szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego – Załączniki nr 1-6. Forum wymiany wiedzy i doświadczeń w zakresie organizacji ruchu i bezpieczeństwa ruchu drogowego. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa 2022
- [21] Iwanowicz D.: Traffic Control at Pedestrian Priority Crossings with Guaranteed Lane Throughput Capacity as Exemplified by The Legal Regulations Applicable in Poland. *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport*. Volume 122, 2024
- [22] Praca zbiorowa: Wytyczne do opracowania Projektów Zmiennej Organizacji Ruchu (Wersja 1.0). Krajowy System Zarządzania Ruchem. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa, 2023
- [23] Iwanowicz D., Klusek R.: Impact of visibility on traffic incidents at signalized intersections – a case study in Polish cities. *Archives of Transport*, 2025, 73(1), 53-78
- [24] Szczuraszek T. (red.), Kempa J., Bebyn G., Budzyński M., Chmielewski J., Karwasz M., Oskarska I., Wosik R.: Gambit Kujawsko-Pomorski. Program poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego w województwie kujawsko-pomorskim. Diamond Books, Bydgoszcz, 2012



## 3. Definicje i objaśnienia skrótów

### 3.1. Definicje związane z sygnalizacją świetlną

**Aplikacja nadrzędna w sterowaniu centralnym** – oprogramowanie komputerowe służące optymalizacji sterowania ruchem drogowym wielu sterowników na danym ciągu komunikacyjnym lub w danym obszarze sieci drogowej, realizujące zadania sterowania ruchem zgodnie z zatwierdzonym projektem organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną w sposób autonomiczny lub przy współpracy z człowiekiem.

**Detektor** – urządzenie wykrywające uczestników ruchu przewidzianych przez PRD [1] (tj. pojazdy lub osoby korzystające z przejść dla pieszych, przejść sugerowanych, infrastruktury rowerowej na jezdni lub przejazdów dla rowerów), którego działanie polega na wytworzeniu sygnału przy wykryciu uczestnika ruchu drogowego znajdującego się w strefie detekcji. Detektory dzielą się na ręczne i działające samoczynnie.

**Ekran kontrastowy** – osłona koloru czarnego z białym obrzeżem, mocowana za sygnalizatorem, której zadaniem jest wyróżnienie sygnalizatora z tła oraz zwiększenie skuteczności postrzegania sygnałów świetlnych przez uczestników ruchu drogowego.

**Komora sygnałowa** – podstawowy element optyczno-elektryczny lub optyczno-elektroniczny służący do nadawania sygnału określonej barwy i (lub) kształtu, przeznaczonego dla uczestników ruchu drogowego. Elementy wewnętrzne komory umieszczone są w obudowie z otwieraną częścią przednią, w której umocowana jest soczewka z filtrami i symbolami. Całość osłonięta jest od góry osłoną przeciwsłoneczną, tzw. „daszkiem”.

**Konstrukcja wsporcza** – konstrukcja, do której mogą być montowane urządzenia sterowania ruchem drogowym, stanowiąca słup lub maszt, wysięgnik bądź bramę.

**Kierujący pojazdami** – uczestnicy ruchu drogowego sterowanego za pomocą sygnalizacji świetlnej, korzystający z jezdni na sygnałach ogólnych lub kierunkowych nadawanych przez sygnalizatory S-1, S-2 lub S-3, bądź S-4 i S-7, tworzący strumień ruchu umownie nazywany „strumieniem pojazdów”.

**Kierujący środkami publicznego transportu zbiorowego** – kierujący pojazdami wykonującymi odpłatny przewóz osób na regularnych liniach, poruszającymi się zwykle po wydzielonych dla nich pasach ruchu (autobusem, trolejbusem) lub torowisku tramwajowym (tramwajem). Uczestnicy ruchu drogowego, należący do tej grupy kierujących, tworzą wyszczególnione strumienie ruchu umownie nazywane jako „strumień autobusowy” lub „strumień tramwajowy”, dla których zastosowanie mają sygnały nadawane przez odpowiednie sygnalizatory: SB, SBK, ST, STK lub STT. Sygnalizator SB lub SBK bez tabliczki z napisem „BUS” dotyczy kierujących tramwajami, natomiast sygnalizator SB lub SBK z tabliczką z napisem „BUS TRAM” – zarówno kierujących autobusami, jak i tramwajami (np. na jezdni autobusowo-tramwajowej).

**Miarodajne natężenie ruchu** – natężenie ruchu drogowego w ustalonej godzinie, które występuje na danej części drogi w ustalonym okresie (w tym w roku prognozy), jako podstawa do projektowania programu sygnalizacyjnego.

**Projekt organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną** – dokumentacja sporządzona w celu zatwierdzenia stałej, zmiennej albo czasowej organizacji ruchu przez właściwy organ zarządzający ruchem na drodze albo właściwy podmiot zarządzający drogą wewnętrzną, w której przewiduje się funkcjonowanie sygnalizacji świetlnej, zgodnie z PTB [2]. Dokumentacja przyjęta przez organ zarządzający ruchem na drodze nazywa się zatwierdzonym projektem organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną.

**Przejazd tramwajowy** – miejsce przecięcia w jednym poziomie torowiska tramwajowego z drogą lub jezdnią przeznaczoną do ruchu innych pojazdów.

**Osoby korzystające z infrastruktury rowerowej na jezdni** – kierujący rowerem lub hulajnogą elektryczną, korzystające z pasa ruchu dla rowerów lub służą dla rowerów, tworzące strumień ruchu na pasie ruchu dla rowerów lub w służbie dla rowerów, ale także na połączeniu drogi dla rowerów z jezdnią. Umownie strumień ten nazywany jest „strumieniem rowerowym”. Sygnały świetlne dla tego strumienia ruchu nadawane są przez sygnalizatory S-1a lub S-3a.

**Osoby korzystające z przejść dla pieszych** – piesi oraz osoby poruszające się przy użyciu urządzenia wspomagającego ruch, tworzący strumień ruchu na przejściu dla pieszych, umownie nazywany „strumieniem pieszych”. Sygnały świetlne dla tego strumienia ruchu nadawane są przez sygnalizatory S-5 lub S-5/S-6.

**Osoby korzystające z przejść sugerowanych** – piesi, kierujący rowerem, hulajnogą elektryczną, osoby korzystające z urządzeń transportu osobistego lub osoby poruszające się przy użyciu urządzeń wspomagających ruch, tworzący strumień ruchu na przejściu sugerowanym, na którym może być nadawany sygnał ostrzegawczy przez sygnalizator S-8c.

**Osoby korzystające z przejazdu dla rowerów** – kierujący rowerem, hulajnogą elektryczną, osoby korzystające z urządzeń transportu osobistego lub osoby poruszające się przy użyciu urządzeń wspomagających ruch, tworzący strumień ruchu na przejeździe dla rowerów, umownie nazywany „strumieniem rowerzystów”. Sygnały świetlne dla tego strumienia ruchu nadawane są przez sygnalizatory S-6 lub S-5/S-6.

**Sterownik sygnalizacji świetlnej** – urządzenie elektroniczne, służące do realizacji założonego programu sygnalizacji i zapewnienia bezpieczeństwa ruchu kierowanego sygnałami świetlnymi. Sterowniki dzielą się na lokalne, obszarowe i centralne. Sterownik lokalny steruje sygnalizacją na jednym obiekcie (np. skrzyżowaniu, przejściu, przejeździe) lub wieloma obszarami sterowania w otoczeniu kilku sąsiadujących ze sobą skrzyżowań. Sterowniki obszarowe (tzw. nadrzędne) nadzorują pracę kilku bądź kilkunastu sterowników lokalnych. Sterowniki centralne, umieszczone są najczęściej w pomieszczeniu i kierują pracą systemu sterowania, złożonego z wielu sterowników lokalnych i obszarowych, w tym przy wykorzystaniu aplikacji nadrzędnej.

**Sygnalizacja świetlna** – zestaw urządzeń służących do sterowania ruchem, obejmujący: urządzenie sterujące (sterownik), urządzenia wykonawcze (sygnalizatory wraz z konstrukcjami wsporczymi i instalacją kablową) oraz urządzenia detekcyjne (detektory), informacyjne (wyświetlacze prędkości, wyświetlacze czasu), transmisji danych (modemy, linie kablowe, routery, radiowe urządzenia nadawczo-odbiorcze) i pomocnicze (ekrany kontrastowe, sygnalizatory akustyczne i wibracyjne dla pieszych, itp.).

**Sygnalizator** – zestaw urządzeń optyczno-elektrycznych lub optyczno-elektronicznych (komór sygnałowych) służących do nadawania sygnałów przeznaczonych dla uczestników ruchu drogowego.

**Sygnalizator akustyczny** – urządzenie dźwiękowe służące do nadawania sygnałów akustycznych dla uczestników ruchu drogowego o sygnałach zezwalających na ruch.

**Sygnalizator wibracyjny** – urządzenie służące do nadawania sygnałów wibracyjnych dla uczestników ruchu drogowego.

**Sygnał świetlny** – jednoznacznie określona barwą (zestawem barw, kształtem i sposobem nadawania) informacja przekazywana uczestnikom ruchu drogowego. Sygnał może być stały lub migający.

**Symbol naniesiony na soczewce lub przesłonie sygnalizatora** – kształt z materiału nieprzepuszczającego światła lub kształt utworzony z diod elektroluminescencyjnych, przedstawiający sylwetkę strzałki, krzyża, pieszego, roweru lub tramwaju. Za symbol uznaje się także liczbę określającą prędkość albo czas.

**Tabliczka nad sygnalizatorem** – integralna część sygnalizatora, na której napis lub symbol określa uczestnika ruchu, kierunek ruchu lub rodzaj pojazdu, którego sygnalizator dotyczy.

**Tarcza skrzyżowania** – powierzchnia utworzona przez przecinające lub łączące się drogi, ograniczona liniami zatrzymań na wlotach lub liniami na przedłużeniu krawędzi jezdni, jeżeli linie zatrzymań nie występują.

**Trudne warunki** – warunki wynikające z istniejącego ukształtowania lub zagospodarowania terenu, ze stopnia złożoności warunków gruntowo-wodnych, istniejącej infrastruktury technicznej lub z konieczności ograniczenia oddziaływania drogi na środowisko, które przy zachowaniu podstawowych warunków, o których mowa w przepisach [2] lub rekomendacjach bądź zaleceniach w niniejszych wytycznych, uniemożliwiają zastosowanie rozwiązania standardowego lub powodują, że koszty zastosowania rozwiązania standardowego w cyklu życia drogi byłyby rażąco wysokie względem rozwiązania alternatywnego.

**Urządzenia sterowania ruchem** – urządzenia sygnalizacji świetlnej, których praca związana jest z kierowaniem uczestników ruchu drogowego za pomocą drogowych sygnałów świetlnych i akustycznych lub wibracyjnych, w szczególności stanowiące: sygnalizatory wraz z ekranami kontrastowymi, detektory ruchu wraz z ich polami detekcji oraz sterownik sygnalizacji świetlnej.

**Urządzenia transmisji danych** – zestaw urządzeń telekomunikacyjnych oraz kabli miedzianych lub światłowodowych albo zestaw urządzeń bezprzewodowych do dwustronnego przesyłania informacji pomiędzy sterownikami, w tym między sterownikami a aplikacją nadrzędną w sterowaniu centralnym, czy też między sterownikiem na pojeździe.

**Wyświetlacz czasu** – urządzenie elektroniczne wskazujące uczestnikom ruchu wartość czasu pozostającego do końca sygnału świetlnego (czerwonego lub zielonego, albo ich odpowiedników) nadawanego przez sygnalizator.

**Wyświetlacz prędkości zalecanej** – urządzenie elektroniczne wskazujące uczestnikom ruchu wartość prędkości jazdy zalecanej w przypadku ciągów skoordynowanych.

### 3.2. Definicje związane ze sterowaniem ruchem drogowym

**Algorytm sterowania ruchem** – uporządkowany i jednoznaczny zbiór poleceń, opisujący sposób sterowania ruchem za pomocą sygnalizacji adaptacyjnej (akomodacyjnej lub acyklicznej), w zależności od bieżącej sytuacji ruchowej odczytywanej z detektorów. Algorytm może być przedstawiony w formie: opisowej, tabelarycznej lub schematu blokowego – wraz z niezbędnymi objaśnieniami warunków logicznych i powiązań grup sygnalizacyjnych z poszczególnymi detektorami.

**Cykl sygnalizacyjny** – uporządkowany zbiór sygnałów w programie sygnalizacyjnym o określonej strukturze, zapewniający każdemu z uczestników ruchu co najmniej jednokrotne otrzymanie sygnału zezwalającego na ruch (z wyjątkiem sytuacji, w której nie nastąpiło zgłoszenie któregośkolwiek ze strumieni ruchu danej fazy sygnalizacyjnej). W sygnalizacji stałoczasowej cykl sygnalizacyjny wynika ze struktury faz sygnalizacyjnych danego programu sygnalizacyjnego. W sygnalizacji innej niż stałoczasowa cykl sygnalizacyjny wynika z faktu zgłoszenia do obsługi wszystkich grup sygnalizacyjnych i stanowi realizację pracy przy maksymalnym zapotrzebowaniu na ruch w obszarze sterowania.

**Czas międzyzielony** – czas między chwilami zakończenia i rozpoczęcia sygnałów zielonych (i odpowiedników zezwalających na ruch) dla dwóch strumieni ruchu o niedopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch, z których pierwszy jest strumieniem ewakuującym się, a drugi dojeżdżającym lub wchodzącym.

**Czas opóźnień (buforowy)** – czas między chwilami rozpoczęcia sygnałów zielonych (i ich odpowiedników zezwalających na ruch) dla dwóch strumieni ruchu o dopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch, z których strumień podporządkowany nie może znaleźć się w punkcie kolizji przed strumieniem z pierwszeństwem przejazdu bądź przejścia.

**Części drogi** – elementy drogowej infrastruktury liniowej lub punktowej, wyszczególnione w Rozdziale 2 PTB [2].

**Faza ruchu** – zbiór grup sygnalizacyjnych, w którym żadna z nich nie stanowi grupy kolizyjnej.

**Faza sygnalizacyjna** – przedział czasu w programie sygnalizacyjnym, w którym dla określonych grup sygnalizacyjnych nadawany jest sygnał zielony (lub jego odpowiednik zezwalający na ruch), a dla pozostałych sygnał zabraniający ze względu na brak możliwości nadania sygnału zezwalającego, brak zgłoszenia lub inne czynniki określone w algorytmie sterowania ruchem. W fazie sygnalizacyjnej można uwzględniać sygnał ostrzegawczy przypisany do danej grupy sygnalizacyjnej. Mogą też występować tzw. specjalne fazy sygnalizacyjne (np. „all red”).

**Grupa sygnalizacyjna** – wybrany zestaw sygnalizatorów lub jeden sygnalizator nadający w każdej chwili sterowania jednakowe sygnały przeznaczone dla określonych strumieni ruchu (np. na tym samym wlocie).

**Grupy kolizyjne** – para grup sygnalizacyjnych w kolizji niedozwolonej, która w określonym programie sygnalizacyjnym nie może jednocześnie otrzymać sygnału zezwalającego na ruch.



**Grupy z kolizją dozwoloną** – para grup sygnalizacyjnych w kolizji dozwolonej, która w określonym programie sygnalizacyjnym może jednocześnie otrzymać sygnał zezwalający na ruch z uwzględnieniem czasu opóźnień.

**Grupa nadzorowana** – grupa sygnalizacyjna posiadająca zabezpieczenie takie, że w przypadku braku sygnału czerwonego na określonych sygnalizatorach tej grupy, sygnalizacja zostaje automatycznie przełączona w tryb ostrzegawczy, a w przypadku pojawienia się nieplanowanego sygnału zielonego na którymkolwiek z jej sygnalizatorów, sygnalizacja zostaje automatycznie i natychmiast wyłączona całkowicie (wygaszenie sygnałów na wszystkich sygnalizatorach). Szczególnym przypadkiem grupy sygnalizacyjnej objętej nadzorem jest grupa ostrzegawcza.

**Harmonogram pracy sygnalizacji** – zestawienie programów sygnalizacyjnych wraz z warunkami ich uruchamiania zależnymi od czasu lub warunków ruchu.

**Kolizja programowa** – w macierzy czasów międzyzielonych ustalona wartość zabezpieczająca grupy sygnalizacyjne przed nieprawidłową sekwencją nadawanych sygnałów świetlnych bądź zabezpieczająca uruchamianie zależnych od siebie grup sygnalizacyjnych od innych czynników ustalonych w algorytmie sterowania.

**Macierze czasów bezpieczeństwa** – przyjęte w postaci tabelarycznej zestawienie minimalnych wartości czasów międzyzielonych dla grup kolizyjnych lub czasów opóźnień dla grup z kolizją dozwoloną.

**Nadzór napięciowy** – wykrycie obcego napięcia powyżej zdefiniowanego progu wskazujące na nadmiar sygnału w grupie sygnalizacyjnej niezgodnie z zadaniem sygnałem.

**Nadzór prądowy** – nadzór poboru prądu sygnalizatorów grupy sygnalizacyjnej w zadanej sekwencji sygnałów.

**Odpowiednik sygnału czerwonego** – sygnały wyszczególnione w definicji sygnałów zabraniających.

**Odpowiednik sygnału zielonego** – sygnały wyszczególnione w definicji sygnałów zezwalających na ruch, z wyjątkiem sygnału dopuszczającego skręcanie w kierunku wskazanym strzałką.

**Odpowiednik sygnału żółtego** – sygnał biały w kształcie kreski pionowej migający dla strumieni tramwajowych, sygnał biały w kształcie dwóch kropek dla strumieni autobusowych (lub tramwajowych, gdy taki sygnalizator zastosowano dla tego strumienia).

**Obszar skrzyżowania** – wspólną część łączących się dróg wraz z wlotami i wylotami, zgodnie z definicją w PTB [2] oraz oznaczeniami przedstawionymi na rys. 4.3.1. w WR-D-31-2.

**Obszar węzła** – obszar obejmujący odcinki łączących się dróg wraz z łącznicami lub jezdniami zbierająco-rozprowadzającymi, według definicji w PTB [2] oraz oznaczeniami przedstawionymi na rys. 4.1.1. w WR-D-32-1.

**Obszar sterowania** – obszar, obejmujący części drogi, na których przecinają się tory ruchu strumieni ruchu, ograniczony punktami kolizji i początkowymi tych strumieni ruchu. W obszarze sterowania nie uwzględnia się punktów kolizji we wzajemnej relacji strumieni niechronionych uczestników ruchu poza jezdnią.

**Podstawowe fazy sygnalizacyjne** – wszystkie fazy ruchu w sygnalizacji stałoczasowej lub fazy ruchu w stanie maksymalnego wzbudzenia grup sygnalizacyjnych (należących do tej fazy) przez detektory i dla okresu maksymalnych długości sygnałów zezwalających na ruch w sygnalizacji innej niż stałoczasowa – przyjmowane do obliczeń przepustowości.

**Program sygnalizacyjny** – określony w czasie sposób nadawania sygnałów przekazywanych uczestnikom ruchu, spełniający wymagania formalne i bezpieczeństwa wynikające z przepisów [3]. Program sygnalizacyjny przedstawiany jest w formie rysunkowej z zastosowaniem odpowiednich symboli graficznych reprezentujących poszczególne rodzaje sygnałów. Arkusz z programem sygnalizacji powinien zawierać co najmniej numery i typy grup sygnalizacyjnych, numery sygnalizatorów przyporządkowanych do grup sygnalizacyjnych. Sygnały w programie sygnalizacyjnym muszą być przedstawione na tle czytelnej skali czasu w postaci siatki lub podziałki.

**Przedział sygnalizacyjny** – czas pomiędzy dwoma kolejnymi punktami przełączeń, czyli chwilami w programie sygnalizacji, w której następuje zmiana co najmniej jednego sygnału.

**Przejście międzyfazowe** – czas obejmujący sąsiadujące ze sobą przedziały sygnalizacyjne, który obejmuje okres od zakończenia jednej fazy sygnalizacyjnej (ruchu) do rozpoczęcia innej, w którym realizowane są czasy międzyzielone i czasy opóźnień. W przejściu międzyfazowym można uwzględnić sygnały ostrzegawcze przypisane do danej grupy sygnalizacyjnej.

**Przepustowość** – maksymalna liczba jednostek transportowych (pojazdów, pieszych), mogących pokonać przekrój obiektu sterowanego drogą sygnalizacją świetlną, określona dla grupy sygnalizacyjnej, wlotu lub całego obiektu dla okresu miarodajnego natężenia ruchu. Obliczenia przepustowości powinny być prowadzone dla cyklu sygnalizacyjnego danego programu sygnalizacyjnego i jego charakterystycznego obciążenia ruchem (np. szczyt poranny, popołudniowy, ruch weekendowy itp.).

**Przesunięcie fazowe (offset)** – odstęp czasowy pomiędzy początkami nadawania wybranych sygnałów świetlnych z dwóch grup sygnalizacyjnych lub w stosunku do konkretnego miejsca cyklu sygnalizacyjnego na co najmniej dwóch sąsiednich obszarach sterowania dla kierunku skoordynowanego.

**Punkt kolizji strumieni ruchu** – punkt znajdujący się w obszarze sterowania, w którym następuje przecięcie lub połączenie torów ruchu co najmniej dwóch strumieni ruchu.

**Punkt początkowy strumieni ruchu** – punkt leżący w obszarze sterowania, w którym tor ruchu strumienia pojazdów przecina się z linią zatrzymań, a tor ruchu strumienia uczestników ruchu korzystających z przejścia dla pieszych lub przejazdu dla rowerów przecina się z krawędzią jezdni. W przypadku braku linii zatrzymań powinno się uwzględnić przekrój jezdni lub torowiska tramwajowego oddalony o minimum 2 m od sygnalizatora obok jezdni lub o minimum 8 m od sygnalizatora nad jezdnią, wyznaczającego typowe miejsce zatrzymania pojazdu przed sygnalizatorem.

**Punkt końcowy strumieni ruchu** – punkt leżący na granicy obszaru sterowania, w którym tor strumienia pojazdów opuszcza ten obszar, a w przypadku strumienia uczestników ruchu korzystających z przejścia dla pieszych lub przejazdu dla rowerów – przecina się z krawędzią jezdni usytuowanej przeciwbieżnie do punktu początkowego.

**Strumień ruchu** – zbiór uczestników ruchu tego samego rodzaju, którzy przekraczają obszar sterowania w określonym kierunku pomiędzy punktami: początkowym i końcowym przemieszczenia. Przyjęte ich rodzaje zostały określone w rozdziale 3.1.

**Strumienie kolizyjne** – takie strumienie ruchu, których para torów ruchu przecina się lub łączy, wyznaczając punkt kolizji w obszarze sterowania.

**Strumienie kolizyjne o dopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch** – strumienie kolizyjne sterowane w taki sposób, aby strumień podporządkowany nie miał możliwości dojazdu do punktu kolizji wcześniej niż strumień z pierwszeństwem przejazdu lub przejścia w obszarze sterowania w czasie tej samej fazy sygnalizacyjnej.

**Strumienie kolizyjne o niedopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch** – strumienie kolizyjne sterowane w taki sposób, aby wykluczyć jednoczesne poruszanie się tych strumieni w obszarze sterowania w czasie tej samej fazy sygnalizacyjnej.

**Sygnały zezwalające na ruch** – sygnał zielony (w tym w kształcie zielonej strzałki, pieszego lub roweru), zielony migający, biały w kształcie kreski pionowej bądź biały w kształcie dwóch lub trzech kropek w układzie pionowym. Szczególnym przypadkiem sygnału zezwalającego na ruch jest sygnał czerwony z zieloną strzałką, dopuszczający skręcanie w najbliższą jezdnię w kierunku wskazanym strzałką, który nie jest odpowiednikiem sygnału zielonego.

**Sygnały zabraniające** – sygnał czerwony (w tym w kształcie czarnej strzałki na czerwonym tle, pieszego lub roweru), czerwony w kształcie litery X, czerwony migający (jeden lub dwa umieszczone obok siebie), biały w kształcie kreski poziomej bądź biały w kształcie trzech kropek w układzie poziomym.

**Tor ruchu strumienia (trajektoria strumienia)** – umowna linia w obszarze sterowania, określona przez projektanta, wzdłuż której uczestnicy ruchu tworzący dany strumień przekraczają ten obszar lub przemieszczają się w nim.

**Wykres koordynacji (plan sygnalizacji)** – przedstawienie grup sygnalizacyjnych podlegających koordynacji w układzie współrzędnych droga-czas, wraz z ich wzajemnym przesunięciem fazowym (offset).

### 3.3. Skróty

**BRD** – bezpieczeństwo ruchu drogowego.

**KGP** – Komenda Główna Policji.

**OZR** – Organ zarządzający ruchem na drodze.

**PRD** – Prawo o ruchu drogowym [1].

**PTB** – Przepisy techniczno-budowlane [2].

**PSR** – poziom swobody ruchu.

**RWZR** – Rozporządzenie w sprawie zarządzania ruchem i nadzoru nad tym zarządzaniem [4].

**SOP** – strefa oczekiwania pieszych, rozumiana według PTB [2].

**TB** – minimalny czas opóźnień (buforowy) pomiędzy strumieniem (grupą) podporządkowanym a nadrzędnym.

**TO** – maksymalny czas opóźnień pomiędzy strumieniem (grupą) podporządkowaną pojazdów na nadrzędnym strumieniem pieszych lub rowerzystów.

**TMZ** – czas międzyzielony.

### 3.4. Symbole

(1) W tabeli 3.4.1 zestawiono wykaz symboli użytych w niniejszych wytycznych wraz z odpowiednią jednostką oraz opisem.

(2) W tabeli 3.4.2 zestawiono wykaz symboli urządzeń sterowania ruchem drogowym, wykorzystywanych w niniejszych wytycznych oraz rekomendowanych do stosowania w projektach organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną.

















(3) W tabeli 3.4.3 zestawiono standard oznaczania sygnałów w programie sygnalizacyjnym.













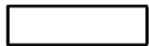
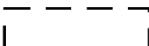




**Tabela 3.4.1. Wykaz stosowanych symboli literowych**

Symbol	Jednostka	Opis
$E_T$	[E/h]	ekwiwalent natężenia ruchu tramwajowego, wyrażony w pojazdach umownych
$N_T$	[tram./h]	natężenie ruchu tramwajów w miarodajnej godzinie pomiarowej
$SW_{i,j}$	[-]	stopień widoczności dla danej pary strumieni kolizyjnych
$Q_n$	[P/h]	natężenie ruchu pojazdów z wlotu przeciwnielego
$TMZ_{i,j}$	[s]	minimalny czas międzyzielony danej pary strumieni kolizyjnych
$TB_{j,i}$	[s]	minimalny czas opóźnień pomiędzy parą podporządkowanego strumienia pojazdów a nadrzędnego strumienia pojazdów
$TO_i$	[s]	maksymalny czas opóźnień pomiędzy parą podporządkowanego strumienia pojazdów a nadrzędnego strumienia pieszych (rowerzystów)
$t_o$	[s]	czas obsługi przeciętnej liczby pojazdów z zatrzymanej kolejki
$t_{RKM}$	[s]	czas ruszenia ostatniego zatrzymanego pojazdu w kolejce
$T_K$	[s]	konieczna długość cyklu sygnalizacyjnego (metoda uproszczona)
$G_K$	[s]	konieczna długość sygnału zielonego dla pojazdów (metoda uproszczona)
$G_{KP}$	[s]	konieczna długość sygnału zielonego dla pieszych (metoda uproszczona)
$L_T$	[m]	stała podziału długości drogi do wyznaczenia prędkości koordynacji
$V_{dop}$	[m/s], [km/h]	prędkość dopuszczalna na wlocie skrzyżowania lub jezdni (pasie ruchu)











Tabela 3.4.2. Wykaz zastosowanych symboli urządzeń sterowania ruchem

Symbol literowy	Wielkość sygnalizatora (średnica soczewki) [mm]			Rodzaj (opis) sygnalizatora
	100	200	300	
Sygnalizatory				
S-1				Sygnalizator ogólny trójkomorowy
S-1 (RG)				Sygnalizator ogólny dwukomorowy z sygnałem czerwonym i zielonym
S-1 (RY)				Sygnalizator ogólny dwukomorowy z sygnałem czerwonym i żółtym
S-1a				Sygnalizator ogólny trójkomorowy dla kierujących rowerami
S-2				Sygnalizator dopuszczający skręcanie w kierunku wskazanym strzałką (w prawo)
S-3				Sygnalizator kierunkowy trójkomorowy (w lewo)
S-3a				Sygnalizator kierunkowy trójkomorowy dla kierujących rowerem (w lewo)
S-4*				Sygnalizator sterujący dostępnością pasów ruchu
S-5				Sygnalizator dwukomorowy dla pieszych
S-6				Sygnalizator dwukomorowy dla rowerzystów
S-5/S-6				Sygnalizator dwukomorowy dla pieszych i rowerzystów
S-7*				Sygnalizator nakazujący opuszczenie pasa ruchu
S-8				Sygnalizator ostrzegawczy ogólny
S-8a				Sygnalizator ostrzegawczy z symbolem pieszego
S-8b				Sygnalizator ostrzegawczy z symbolem roweru
S-8c				Sygnalizator ostrzegawczy z symbolem tramwaju
SB				Sygnalizator ogólny trójkomorowy dla kierujących autobusami (lub tramwajami bez tabliczki BUS)
SBK				Sygnalizator kierunkowy trójkomorowy dla kierujących autobusami (lub tramwajami bez tabliczki BUS)
SBT				Sygnalizator ogólny trójkomorowy dla kierujących autobusami i tramwajami z tabliczkami z napisem BUS oraz TRAM Sygnalizator SBTK – analogicznie jak SBK

Symbol literowy	Wielkość sygnalizatora (średnica soczewki) [mm]			Rodzaj (opis) sygnalizatora
	100	200	300	
ST				Sygnalizator ogólny dwukomorowy (trójkomorowy) dla kierujących tramwajami
STK				Sygnalizator kierunkowy dwukomorowy (trójkomorowy) dla kierujących tramwajami
STT				Sygnalizator kierunkowy dla kierujących tramwajami z sygnałami w kształcie kropek
SK				Sygnalizator dwukomorowy ogólny z sygnałami czerwonymi (np. przejazd kolejowo-drogowy)
SR				Sygnalizator jednokomorowy ogólny z sygnałem czerwonym
SA*				Sygnalizator akustyczny
WC*				Wyświetlacz czasu lub prędkości
-				Ekran kontrastowy sygnalizatora
Detektory				
w zależności od rodzaju detektora – rozdział 8.3				Pole detekcji detektora pętlowego
				Pole detekcji detektora wirtualnego
				Detektor przyciskowy
Konstrukcje wsporcze				
-				Maszt sygnalizacyjny
-				Wysięgnik sygnalizacyjny
-				Bramka sygnalizacyjna
* - wielkość sygnalizatora ustalana indywidualnie				

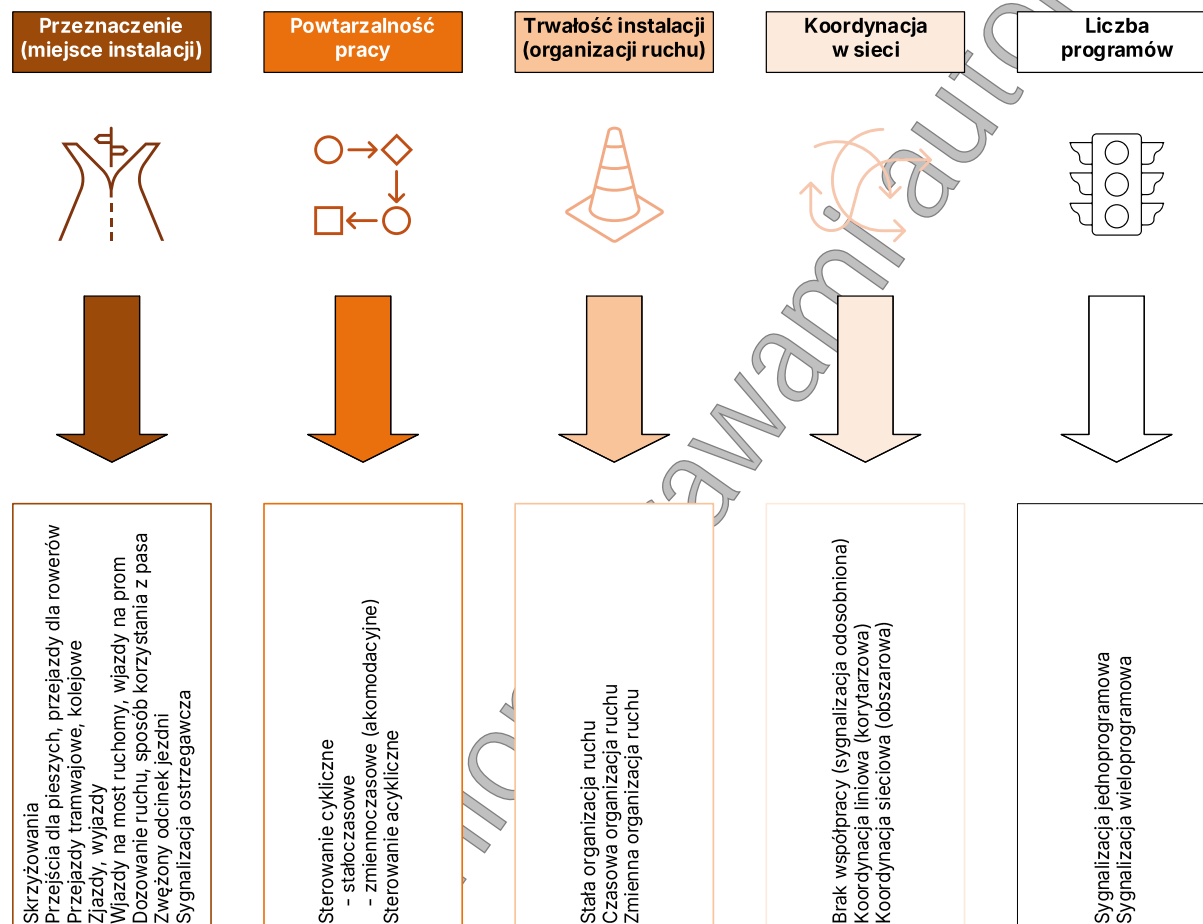
**Tabela 3.4.3. Rekomendowany standard oznaczania sygnałów świetlnych w programach sygnalizacyjnych**

Lp.	Rodzaj sygnału	Symbol
1.	Sygnał czerwony i jego odpowiedniki	
2.	Sygnał czerwony migający	
3.	Sygnał czerwony z żółtym i jego odpowiedniki	
4.	Sygnał żółty (3 s) i jego odpowiedniki lub sygnał migający na sygnalizatorze ST	
5.	Sygnał żółty migający	
6.	Sygnał zielony (zezwalający na ruch) i jego odpowiedniki	
7.	Sygnał zielony migający	
8.	Brak sygnału	

## 4. Klasyfikacja drogowej sygnalizacji świetlnej

(1) Klasyfikacja drogowych sygnalizacji świetlnej określająca dopuszczalne na drogach rodzaje sygnalizacji oparta jest na następujących cechach charakterystycznych (rysunek 4.1):

- przeznaczeniu,
- powtarzalności pracy,
- trwałości instalacji,
- współpracy z innymi sygnalizacjami świetlnymi.



Rysunek 4.1. Klasyfikacja drogowej sygnalizacji świetlnej ze względu na jej charakterystykę

(2) Ze względu na przeznaczenie sygnalizacji wyróżnia się następujące ich rodzaje:

- sygnalizacja na skrzyżowaniu,
- sygnalizacja przejściach lub przejazdach przez jezdnię poza skrzyżowaniami, w tym w rozróżnieniu na:
  - przejściu dla pieszych,
  - przejeździe dla rowerów,
  - przejeździe tramwajowym,
  - przejeździe kolejowym,
- sygnalizacja na innych elementach infrastruktury drogowej poza skrzyżowaniami:
  - funkcjonująca w obszarze zjazdu,
  - przy wyjeździe pojazdów uprzywilejowanych,
  - przy wjeździe na most ruchomy,
  - przy wjeździe na prom,
  - określająca sposób korzystania z pasa ruchu,
  - ostrzegawcza w miejscach niebezpiecznych,
  - ostrzegawcza przy przejściach sugerowanych przez torowisko tramwajowe,
- sygnalizacja na łącznicy węzła lub dozująca ruch na jezdnię główną,
- sygnalizacja dla ruchu wahadłowego (np. na zwężonym odcinku jezdni).

- (3) Ze względu na powtarzalność pracy sygnalizację świetlną rozróżnia się na:
- a) sygnalizację cykliczną,
  - b) sygnalizację acykliczną.
- (4) Ze względu na trwałość instalacji sygnalizację świetlną rozróżnia się na:
- a) sygnalizację w stałej organizacji ruchu,
  - b) sygnalizację w czasowej organizacji ruchu,
  - c) sygnalizację w zmiennej organizacji ruchu.
- (5) Ze względu na współpracę z innymi sterownikami sygnalizację świetlną rozróżnia się na:
- a) odosobnioną,
  - b) skoordynowaną (w tym liniowo lub obszarowo).
- (6) Ze względu na liczbę programów sygnalizacyjnych, sygnalizację świetlną dzieli się na:
- a) jednoprogramową,
  - b) wieloprogramową.

## 4.1. Przeznaczenie sygnalizacji świetlnej

(1) Sygnalizacja na skrzyżowaniu jest to sygnalizacja przeznaczona do sterowania co najmniej dwoma strumieniami kolizyjnymi pojazdów przy pomocy sygnalizatorów ogólnych (w tym z sygnalizatorem dopuszczającym skręcanie w kierunku wskazanym strzałką) lub kierunkowych.

(2) Sygnalizacja na przejściu dla pieszych lub przejeździe dla rowerów przeznaczona jest dla, odpowiednio: pieszych, kierujących rowerem, hulajnogą elektryczną, osób korzystających z urządzenia transportu osobistego lub osób poruszających się przy użyciu urządzenia wspomagającego ruch. Zlokalizowana jest ona w miejscach wyznaczonych przejść dla pieszych lub przejazdów dla rowerów lub wspólnych przejść dla pieszych z przejazdem dla rowerów, w poprzek jezdni lub torowiska tramwajowego, i przeznaczona jest do sterowania kolizyjnymi strumieniami pojazdów lub tramwajów oraz użytkowników przejść dla pieszych i przejazdów dla rowerów. Sygnalizacja ta może znajdować się w obszarze skrzyżowania lub poza nim.

(3) Sygnalizacja na przejazdach tramwajowych przeznaczona jest dla kierujących pojazdami, których tor ruchu przecina się ze strumieniem tramwajowym. Jest to sygnalizacja zlokalizowana na przejeździe tramwajowym, w miejscu przecięcia jezdni lub jej części przez tory tramwajowe. Przeznaczona jest do sterowania ruchem w takim miejscu co najmniej dwóch strumieni kolizyjnych: pojazdów i tramwajów. Jeżeli w miejscu tym znajduje się przejście dla pieszych lub przejazd dla rowerów, sygnalizacja dla tramwajów steruje dodatkowo tymi strumieniami ruchu.

(4) Jeżeli tory tramwajowe przecinają jezdnię w obszarze skrzyżowania, wówczas sygnalizacja dla tramwajów musi być włączona w sygnalizację kierującą ruchem wszystkich strumieni ruchu na skrzyżowaniu. Jeżeli na pewnym odcinku tor tramwajowy jest wspólny dla obu kierunków, sygnalizacja dla kierujących tramwajami może sterować ruchem przeciwbieżnym na całym odcinku jednotorowym objętym obszarem sterowania (w tym z możliwą koordynacją). Sterowanie ruchem tramwajowym w takich przypadkach zawsze powinno być uzgadniane z właściwym lokalnie przedsiębiorstwem tramwajowym.

(5) Sygnalizacja na przejazdach kolejowo-drogowych przeznaczona jest do zatrzymywania wszystkich strumieni ruchu przemieszczających się wzdłuż drogi na czas związany z przejazdem pociągu, którego tor przecina drogę.

(6) Sygnalizacja w obszarze zjazdu jest to sygnalizacja, która steruje ruchem na zjeździe, wjeździe lub wyjeździe na takich samych zasadach, jak sygnalizacja na skrzyżowaniu.

(7) Sygnalizacja w miejscu wyjazdu pojazdów uprzywilejowanych przeznaczona jest do okresowego zatrzymywania wszystkich pojazdów i pieszych na drodze w celu umożliwienia bezpiecznego i sprawnego wyjazdu na tę drogę pojazdom uprzywilejowanym.

(8) Sygnalizacja przy wjazdach na ruchome mosty i promy przeznaczona jest do informowania kierujących pojazdami o zezwoleniu na wjazd lub zakazie wjazdu na ruchomy most lub prom.

(9) Sygnalizacja określająca sposób korzystania z pasa ruchu jest to sygnalizacja przeznaczona do sterowania dostępnością danego pasa ruchu lub kierunkami ruchu na nim obowiązującymi w danym czasie. W szczególności sygnalizacja może znajdować się w tunelu lub na odcinku jezdni o zmiennej organizacji ruchu.



(10) Sygnalizacja dozująca ruch jest to sygnalizacja przeznaczona do dozowania ruchu z jezdni zbierająco-rozprowadzających lub łącznic na jezdnię drogi głównej węzła w przypadku przeciążonych lub okresowo przeciążonych jezdni głównych w obszarze węzła lub na dalszym ich odcinku. Dozowanie ruchu możliwe jest także w innych miejscach regulacji ruchu na jezdnię główną.

(11) Sygnalizacja dla ruchu wahadłowego jest to sygnalizacja zlokalizowana na zężonym odcinku drogi, na którym nie jest możliwy jednoczesny ruch pojazdów w obu kierunkach.

(12) Sygnalizacja ostrzegawcza jest to sygnalizacja zlokalizowana na skrzyżowaniach, przejściach dla pieszych poza skrzyżowaniami i innych miejscach szczególnie niebezpiecznych, które jednak nie kwalifikują się jeszcze do zainstalowania sygnalizacji pełnej (trójbarwnej) kierującej ruchem za pomocą sygnałów drogowych.

## 4.2. Powtarzalność pracy sygnalizacji świetlnej

(1) Sygnalizacja cykliczna jest to sygnalizacja, w której każdy realizowany program sygnalizacyjny posiada swoją ustaloną, niezmienną sekwencję faz sygnalizacyjnych, a opisująca jej struktura programu jest powtarzana w każdym cyklu tego programu. Sygnalizacja cykliczna dzieli się na sygnalizację:

- a) cykliczną stałoczasową,
- b) cykliczną zmiennoczasową.

(2) Sygnalizacja cykliczna stałoczasowa charakteryzuje się tym, że program sygnalizacji świetlnej posiada stałą długość cyklu sygnalizacyjnego, niezmiennie czasy sygnałów świetlnych oraz ustaloną i niezmienną kolejnością poszczególnych faz sygnalizacyjnych. Sygnalizacja ta może posiadać wiele programów, opracowanych na podstawie analizy charakterystyk ruchu.

(3) Sygnalizacja cykliczna zmiennoczasowa, nazywana też akomodacyjną, charakteryzuje się tym, że program sygnalizacji świetlnej posiada zmienną długość cyklu sygnalizacyjnego przy ustalonej, niezmiennie kolejności poszczególnych faz sygnalizacyjnych, ze względu na zmienne czasy trwania sygnałów zezwalających na ruch.

(4) Sygnalizacja acykliczna charakteryzuje się tym, że realizuje sterowanie według dowolnie zmiennych sekwencji faz sygnalizacyjnych lub poprzez sterowanie poszczególnymi grupami sygnałowymi. Fazy ruchu lub ich układ oraz długości ich trwania mogą być dostosowywane do warunków ruchu występujących w obszarze sterowania, w ciągu drogowym poddanym sygnalizacji skoordynowanej bądź w obszarze objętym centralnym sterownikiem sygnalizacji świetlnej. Pomijane mogą być fazy sygnalizacyjne, dla których nie wystąpiły warunki zgłoszenia danej grupy sygnalizacyjnej lub wystąpiły szczegółowo określone warunki (logiki sterowania), określone w algorytmie sterowania ruchem i ustalonym harmonogramie pracy sygnalizacji.

(5) Rodzajem sygnalizacji acyklicznej jest sygnalizacja wzbudzana, która charakteryzuje się pracą według następującego układu: stan ustalony – stan wzbudzony – stan ustalony, gdzie stan ustalony sygnalizacji polega na ciągłym nadawaniu na każdym sygnalizatorze ustalonego sygnału stałego lub przerywanego. Możliwa jest sytuacja, gdy na pewnych sygnalizatorach sygnał nie jest nadawany. W stanie ustalonym może być nadawany sygnał ostrzegawczy lub sygnał czerwony na wszystkich sygnalizatorach albo zielony dla określonych grup sygnalizacyjnych wzajemnie niekolizyjnych i czerwony dla grup pozostałych. Stan wzbudzenia jest to stan pracy sygnalizacji cyklicznej lub acyklicznej wywołany zgłoszeniem się poprzez detektor co najmniej jednego z wybranych strumieni ruchu. Po obsłudze wszystkich zgłoszonych strumieni sygnalizacja wzbudzana powraca do stanu ustalonego.

(6) Sygnalizację akomodacyjną lub acykliczną, w związku z bieżącym przydzielaniem długości sygnałów świetlnych na bazie charakterystyk i warunków ruchu, nazywa się też umownie sygnalizacją adaptacyjną lub zależną od ruchu.

## 4.3. Trwałość instalacji sygnalizacji świetlnej

(1) Sygnalizacja świetlna, zatwierdzona projektem stałej organizacji ruchu, jest to sygnalizacja przeznaczona do sterowania ruchem w określonym miejscu przy nieograniczonym okresie funkcjonowania, aż do momentu zmiany organizacji ruchu na nową.

(2) Sygnalizacja świetlna, zatwierdzona projektem czasowej organizacji ruchu, jest to sygnalizacja przeznaczona do sterowania ruchem w danym miejscu tylko przez ustalony czas w związku z przejściowymi zmianami w rozkładzie wielkości lub przebiegu strumieni ruchu. Sygnalizacje czasowe stosuje się przede wszystkim do sterowania ruchem na skrzyżowaniach oraz do sterowania ruchem wahadłowym na czasowych zwężeniach drogi.

(3) Sygnalizacja świetlna, zatwierdzona projektem zmiennej organizacji ruchu, jest to sygnalizacja świetlna przeznaczona do dynamicznego zarządzania ruchem drogowym, posiadająca programy sygnalizacyjne, algorytmy i scenariusze zarządzania ruchem oraz odpowiednio uprzywilejowane procedury regulacji ruchu (dostępnością pasów) za pomocą drogowych sygnałów świetlnych.

(4) Szczególnym rodzajem sygnalizacji czasowej jest sygnalizacja przenośna, ustawiana na drogach dla pieszych lub poboczach w sposób umożliwiający jej przemieszczanie. Sygnalizacja ta musi w pełni odpowiadać przepisom dotyczącym sygnalizacji podanym w [3].

#### **4.4. Współpraca z innymi sterownikami sygnalizacji**

(1) Sygnalizacja odosobniona, nazywana też sygnalizacją izolowaną, jest to sygnalizacja sterująca ruchem w danym miejscu w sposób niezależny od jakiejkolwiek innej sygnalizacji (sterownika).

(2) Sygnalizacja skoordynowana jest to sygnalizacja sterująca ruchem w sposób powiązany z pracą co najmniej jednej z sąsiadujących sygnalizacji, polegający na zachowaniu założonych przesunięć fazowych (offsetów) na kolejnych skrzyżowaniach lub innych częściach drogi.

(3) Wyróżnia się sygnalizacje skoordynowane liniowo (w przypadku wzajemnych powiązań sygnalizacji położonych w danym ciągu komunikacyjnym) oraz sygnalizacje skoordynowane obszarowo (w przypadku powiązań sygnalizacji w układzie sieciowym).

(4) Koordynacja sygnalizacji w ciągu lub w sieci realizowana jest według planów sygnalizacji zawierających zestawy programów wraz z harmonogramem pracy oraz charakterystyki wzajemnych powiązań czasowych sygnalizacji sąsiednich (zestawy przesunięć fazowych).

(5) Sygnalizacja skoordynowana, której sposób pracy oraz charakterystyki realizowanych programów określone są na bieżąco na podstawie ogólnej analizy sytuacji w pewnym obszarze, jest sygnalizacją pracującą według algorytmu sterowania obszarowego zależnego od ruchu.

(6) Koordynacja sygnalizacji świetlnych może być prowadzona zależnie od jednego sterownika nadrzędnego poprzez sterowanie centralne, kontrolujące pracę wielu sterowników, w tym przy wykorzystaniu aplikacji nadrzędnej.

## 5. Zasadność projektowania i wdrażania organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną

### 5.1. Zasady ogólne stosowania sygnalizacji świetlnej

(1) Ocena konieczności zastosowania sygnalizacji świetlnej powinna być przeprowadzona w trakcie prac studialnych dotyczących danego skrzyżowania lub ciągu komunikacyjnego albo też w ramach analiz bezpieczeństwa i warunków ruchu dla sieci drogowej. Ocenę taką należy w każdym przypadku odnieść do konkretnej sytuacji drogowej i ruchowej z uwzględnieniem jej specyfiki, zaś sformułowane wnioski powinny być konsekwencją:

- a) założonych celów polityki transportowej i wprowadzania sygnalizacji świetlnej,
- b) analizy możliwości zastosowania alternatywnych środków organizacji ruchu dla uzyskania zakładanego celu, w tym w szczególności pod względem funkcjonalnym, sprawności ruchu i jego bezpieczeństwa,
- c) analizy możliwości i przewidywanych efektów przebudowy lub modernizacji analizowanego elementu infrastruktury drogowej,
- d) ogólnego bilansu kosztów i korzyści z wprowadzenia sygnalizacji,
- e) analizy zdarzeń drogowych.

(2) Wprowadzenie sygnalizacji świetlnej powinno spowodować poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego, co jest celem nadrzędnym i wystarczającym przy rozpatrywaniu zasadności jej budowy – nawet w przypadku, gdy jest to rozwiązanie niestandardowe. Ponadto sygnalizacja świetlna powinna zapewnić uzyskanie co najmniej jednego z poniższych efektów:

- a) poprawy warunków ruchu dla strumieni pojazdów relacji podporządkowanych na skrzyżowaniach,
- b) ułatwień w ruchu dla strumieni autobusowych i tramwajowych oraz poprawy bezpieczeństwa ruchu strumieni pieszych i rowerzystów,
- c) zwiększenia efektywności sterowania strumieniami ruchu na ciągach lub w obszarze.

(3) Każdy z wymienionych wyżej efektów (niezależnie od warunków poprawy bezpieczeństwa) może stanowić samodzielny cel wprowadzenia sygnalizacji świetlnej. Pożądane jest jednak, aby sygnalizacja świetlna zapewniała osiągnięcie kilku z wymienionych wyżej celów.

(4) Ocenę konieczności zastosowania sygnalizacji powinno się przeprowadzić w odniesieniu do konkretnego typu sygnalizacji, albowiem koszty i korzyści związane z zastosowaniem sygnalizacji są ściśle uzależnione od jej rodzaju.

(5) Należy ocenić przydatność do założonego celu wszystkich rodzajów sygnalizacji wymienionych w rozdziale 4 i dokonać wyboru wariantu optymalnego w danych warunkach drogowo-ruchowych. Podstawą oceny korzyści związanych z zastosowaniem sygnalizacji świetlnej jest stopień realizacji założonych celów. W zestawieniu kosztów zastosowania sygnalizacji należy uwzględnić co najmniej:

- a) opracowanie projektu, budowę, modernizację infrastruktury i doposażenie sprzętowe,
- b) eksploatację sygnalizacji, tj. jej utrzymanie w sprawności technicznej, stałą aktualizację oprogramowania, nadzór funkcjonalny i techniczny, koszt energii elektrycznej,
- c) możliwość wzrostu strat czasu i kosztów eksploatacji pojazdów,
- d) zwiększenie ryzyka zdarzeń drogowych charakterystycznych dla sygnalizacji (przede wszystkim zderzeń tylnych).

(6) Dodatkowo należy wziąć pod uwagę, że koszty funkcjonowania sygnalizacji świetlnej o pracy stałoczasowej istotnie rosną w przypadku jej działania przy małym natężeniu ruchu, ze względu na wzrost strat czasu i kosztów eksploatacji pojazdów dla wszystkich strumieni oraz pogorszenie się dyscypliny uczestników ruchu (możliwość nieprzestrzegania zakazu wjazdu i wejścia podczas nadawania sygnału czerwonego i jego odpowiedników). Z tego względu wskazane jest jak najszerze stosowanie sygnalizacji akomodacyjnej lub acyklicznej, która dostosowuje program sygnalizacyjny do rzeczywistych potrzeb ruchowych.

(7) Jeżeli z jakichkolwiek względów należy stosować sygnalizację stałoczasową, konieczne jest takie dobranie okresów funkcjonowania sygnalizacji oraz jej programów sterowania ruchem, aby były dostosowane do uśrednionego zapotrzebowania ruchowego danego okresu doby i dnia tygodnia. Rekomenduje się sygnalizację wieloprogramową o różnorodnej konfiguracji faz.

## 5.2. Szczegółowy zakres stosowania sygnalizacji świetlnej na drogach

(1) Sygnalizację świetlną należy stosować na:

- a) skrzyżowaniach z wyspą centralną o rozsuniętych wlotach i wylotach, zgodnie z zasadami projektowania tych skrzyżowań w WR-D-31-2 – jako sygnalizację na skrzyżowaniu,
- b) skrzyżowaniach typu rondo z więcej niż trzema pasami ruchu, na którym prowadzony jest ruch strumieni pieszych i rowerzystów na jego wlotach lub wylotach, zgodnie z zasadami projektowania tych skrzyżowań w WR-D-31-3 – jako sygnalizację na skrzyżowaniu,
- c) odcinkach zwężenia jezdni, na których niemożliwy jest jednoczesny przejazd pojazdów w obu kierunkach – jako sygnalizację wahadłową,
- d) autostradach i drogach ekspresowych na dojazdach do punktu poboru opłat bezpośrednio przed stanowiskami, w których pobierana jest opłata,
- e) przejściach dla pieszych, zlokalizowanych na:
  - jezdni dwukierunkowej albo jednokierunkowej z jednym pasem ruchu, na których prędkość dopuszczalna wynosi nie więcej niż 70 km/h bądź jezdni jednokierunkowej z co najmniej dwoma pasami ruchu – zgodnie z PTB [2] oraz zasadami projektowania przejść dla pieszych w WR-D-41-3,
  - odcinku jezdni objętym sygnalizacją wahadłową, na którym występują przejścia dla pieszych,
- f) przejazdach dla rowerów, zlokalizowanych na jezdni z co najmniej dwoma pasami ruchu, zgodnie z zasadami projektowania przejazdów dla rowerów w WR-D-42-3,
- g) wjazdach na mosty ruchome lub promy,
- h) przejazdach kolejowo-drogowych kategorii A, B i C, według warunków technicznych określonych w [5],
- i) jezdniach wielopasowych w zmiennej organizacji ruchu, sterującej dostępnością poszczególnych pasów ruchu, stosując zapisy zawarte w WR-Z-43,
- j) zaporach drogowych czasowo zamykających dostęp do drogi.

(2) Sygnalizację świetlną można stosować na:

- a) wszystkich typach skrzyżowań, z wyjątkiem rond jednopasowych i turbinowych dwupasowych, z dopuszczeniem na skrzyżowaniach w strefach ruchu uspokojonego,
- b) na skrzyżowaniach w obszarze węzłów WB lub WC, zgodnie z zasadami WR-Z-32-2,
- c) dedykowanych włączeniach do ruchu (np. koniec drogi dla rowerów, wyjazd z pętli),
- d) węzłach w celu dozowania ruchu na jezdnie główne, bazując na zasadach WR-Z-43,
- e) przejściach dla pieszych lub przejazdach dla rowerów na drogach jednojezdniowych, w tym w celu dyscyplinowania kierujących pojazdami lub na przejściach o podwyższonym standardzie w myśl zapisów WR-D-41-3,
- f) przejazdach tramwajowych,
- g) wyjazdach pojazdów uprzywilejowanych (w tym w szczególności karet pogotowia ratunkowego lub straży pożarnej),
- h) zjazdach klasy A, stosując zapisy zawarte w WR-D-33.

(3) Sygnalizację ostrzegawczą stosuje się w miejscach, gdzie występuje potrzeba wzmożenia ostrożności ze strony wszystkich uczestników ruchu, realizowaną przez sygnalizatory S-7, S-8, S-8a, S-8b i S-8c. Sygnalizację ostrzegawczą można stosować jako:

- a) sygnał nakazujący jazdę po stronie wskazanej strzałką przez sygnalizator S-7 w sytuacjach albo zamykania pasa ruchu w zmiennej organizacji ruchu, albo w miejscu pojawienia się przeszkody na jezdni, przy czym dopuszcza się nadawanie tego sygnału przez inne urządzenia lub znaki o zmiennej treści,
- b) w przypadku robót związanych z utrzymaniem drogi niewymagających całkowitego zamknięcia jezdni dla ruchu pojazdów samochodowych, które wymagają zmian w organizacji ruchu wyłącznie w czasie wykonywania czynności, przy czym dopuszcza się nadawanie tego sygnału przez inne urządzenia lub znaki o zmiennej treści,
- c) ogólny sygnał ostrzegawczy S-8 na skrzyżowaniach, przejściach dla pieszych poza skrzyżowaniami i innych miejscach szczególnie niebezpiecznych, które jednak nie kwalifikują się jeszcze do zainstalowania pełnej sygnalizacji świetlnej (trójbarwnej), w tym w szczególności jako:



- przejścia aktywne (znak D-6 w połączeniu z sygnalizatorem nadającym sygnał żółty migający, znajdujące się nad jezdnią),
- żółte światła ostrzegawcze nadające sygnały stałe, migające lub w postaci fali świetlnej, umieszczane na barierach lub innych urządzeniach bezpieczeństwa ruchu drogowego, ograniczających powierzchnię drogi dostępną dla ruchu pojazdów.

### **5.2.1. Szczegółowe wymagania stosowania sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniach**

(1) Sygnalizację świetlną na skrzyżowaniach zwykłych i skanalizowanych powinno stosować się na drogach zamiejskich lub ulicach zgodnie z:

- a) zakresem i warunkami stosowania skrzyżowań, podanych w rozdziale 8 WR-D-31-1,
- b) kryterium funkcjonalno-lokalizacyjnym, przedstawionym w tabeli 9.1.2 w rozdziale 9.1 WR-D-31-1,
- c) uwzględnieniem możliwej sprawności ruchu na tym skrzyżowaniu, przedstawionym w rozdziale 9.2 WR-D-31-1.

(2) Na skrzyżowaniu dróg jednojezdniowych bez dodatkowych pasów ruchu sterowanie ruchem wynikać powinno z konieczności zapewnienia bezpieczeństwa ruchu drogowego, np. z uwagi na trudne warunki, tj. tylko w przypadku braku możliwości zastosowania innego rozwiązania. Może też wynikać z możliwości poprawy warunków ruchu na wlotach podporządkowanych.

(3) Na skrzyżowaniu dróg o dwóch jezdniach głównych lub skrzyżowaniu drogi z dwoma jezdniami głównymi z drogą o jednej jezdni głównej sygnalizacja świetlna jest zalecana do stosowania dopiero wtedy, jeżeli osiągnięcie zamierzonych celów bezpieczeństwa i sprawności ruchu nie jest możliwe za pomocą innych rozwiązań (np. ronda turbinowego).

(4) Na skrzyżowaniach o skomplikowanym układzie geometrycznym, w tym w przypadku sąsiadujących ze sobą blisko skrzyżowań bądź, gdy osie krzyżujących się dróg przecinają się pod kątem innym niż prosty lub zbliżonym do prostego – sygnalizacja świetlna powinna być rozważana jako element poprawy bezpieczeństwa ruchu – nawet kosztem jego sprawności.

(5) Sygnalizacja świetlna na skrzyżowaniu skanalizowanym powinna być rozważana jako podstawowy element organizacji ruchu w przypadku występowania przejazdu tramwajowego w obszarze skrzyżowania.

(6) Stosowanie sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu w bezpośredniej bliskości przejazdu kolejowo-drogowego powinno zapewniać koordynację sterowania ruchem na tym skrzyżowaniu z uwzględnieniem zamykania ruchu na tym przejeździe.

(7) Sygnalizację świetlną stosuje się, gdy wykażą to zalecenia z wniosków z Raportu z audytu BRD, przyjęte przez Zarządcę drogi. Nie zaleca się stosowania sygnalizacji świetlnej w strefach ruchu uspokojonego z wyjątkiem miejsc szczególnie niebezpiecznych.

(8) W celu dokonania analizy zasadności budowy sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu, można skorzystać z pomocniczego kryterium punktowego (rozdział 5.3), które nie jest kryterium rozstrzygalnym, a jedynie uzupełniającym Ocenę konieczności zastosowania sygnalizacji, o której mowa w rozdziale 5.1.

### **5.2.2. Szczegółowe wymagania stosowania sygnalizacji świetlnej na zwężonym odcinku jezdni**

(1) Sygnalizację świetlną na zwężonym odcinku jezdni projektuje się w stałej organizacji ruchu, jeżeli zachodzi co najmniej jeden z poniższych warunków:

- a) miejsca oczekiwania pojazdów po obydwu stronach zwężenia nie są wzajemnie widoczne,
- b) długość zwężonego odcinka drogi jest większa niż 50 m,
- c) natężenie ruchu wynosi co najmniej 500 pojazdów na godzinę w przekroju,
- d) występuje zagrożenie bezpieczeństwa ruchu z innych powodów (np. pochylenia podłużne),
- e) niezastosowanie sygnalizacji uniemożliwi przejazd pojazdom zobowiązanym do udzielenia pierwszeństwa;

natomiast w czasowej organizacji ruchu – zgodnie z zasadami w rozdziale 6.7.2.3 WR-Z-51.

(2) Zaleca się, aby podstawowym programem sygnalizacyjnym był program akomodacyjny. Stosowanie sygnalizacji świetlnej na zwężonym odcinku jezdni nie jest konieczne, gdy kierowanie ruchem prowadzone jest przez uprawnioną osobę.

(3) Na odcinku objętym sygnalizacją wahadłową oraz bezpośrednio przed i za tym odcinkiem nie dopuszcza się umieszczania przejść dla pieszych bez sygnalizacji świetlnej oraz przystanków autobusowych. Dopuszcza się stosowanie sygnałów nadawanych przez sygnalizatory S-2 na wlotach bocznych, przydzielających dostęp do odcinka zwężenia. Powinno dążyć się do zakazu ruchu pojazdów wolnobieżnych oraz rowerów.

### 5.2.3. Stosowanie sygnalizacji świetlnej w obszarze węzła

(1) Skrzyżowania z sygnalizacją świetlną w obszarze węzła projektuje się z zachowaniem zasad określonych we wcześniejszym rozdziale 5.2.1, przy zachowaniu zasad rozdziału 9 w WR-D-32.

(2) Dozowanie ruchu na wjazdach na drogę główną węzła stosuje się na drogach, do których włączenie odbywa się poprzez łącznice węzłów drogowych oraz jezdnie zbierająco-rozprowadzające na węzłach drogowych. Dozowanie ruchu na wjazdach na jezdnię główną odbywa się poprzez sygnalizację świetlną zlokalizowaną przy łącznicy lub jezdni zbierająco-rozprowadzającej prowadzącej do jezdni głównej, na zasadach określonych w WR-Z-43.

### 5.2.4. Stosowanie sygnalizacji świetlnej na przejściach dla pieszych lub przejazdach dla rowerów poza skrzyżowaniami oraz na urządzeniach alternatywnych

(1) Sygnalizację świetlną na przejściach dla pieszych lub przejazdach dla rowerów poza skrzyżowaniami powinno się stosować zawsze w przypadku braku spełnienia warunków widoczności dla kierujących pojazdami.

(2) Sterowanie ruchem drogowym poza skrzyżowaniem na przejściu dla pieszych powinno wynikać z zasad określonych w rozdziale 10.5 WR-D-41-3, natomiast na przejściach o podwyższonym standardzie – w rozdziale 10.6 WR-D-41-3.

(3) Na drogach dwujezdniowych z co najmniej dwoma pasami ruchu przejścia dla pieszych powinny być wyposażone w sygnalizację świetlną. Warunku tego nie stosuje się na wlotach i wylotach dwupasowych rond turbinowych – z zastrzeżeniem spełniania warunku widoczności.

(4) Przejścia dla pieszych z sygnalizacją świetlną przez drogę jednojezdniową dwupasową stosuje się według zasad określonych na rys. 8.4.1 w rozdziale 8.4 WR-D-41-3, przy spełnieniu określonych wymagań dla natężenia ruchu pieszego i samochodowego. Przejście dla pieszych przez drogę jednojezdniową wielopasową powinno być wyposażone w sygnalizację świetlną.

(5) Przejścia dla pieszych przez torowisko tramwajowe poza jezdnią z więcej niż dwoma torami oraz przejścia dla pieszych przez torowisko tramwajowe z więcej niż dwoma torami w pasie dzielącym jezdnie powinno być zawsze wyposażone w sygnalizację świetlną.

(6) Jeżeli przejście dla pieszych przez torowisko tramwajowe w pasie dzielącym jezdnie nie posiada strefy oczekiwania dla pieszych lub prędkość dopuszczalna na linii tramwajowej jest większa niż 50 km/h – należy stosować sygnalizację świetlną.

(7) Ponadto, sygnalizację świetlną stosuje się na przejściach, jeżeli:

- a) jest to przejście szkolne, a prędkość dopuszczalna na jezdni przekracza 30 km/h,
- b) jest to przejście w ciągu trasy szkolnej, a prędkość dopuszczalna na jezdni przekracza 40 km/h,
- c) jest to przejście o zwiększonym udziale osób z niepełnosprawnościami w ruchu pieszych, a prędkość dopuszczalna na jezdni przekracza 40 km/h i nie jest możliwe zastosowanie innych środków inżynierskich w celu skutecznej redukcji prędkości kierowców w tym miejscu (np. brak możliwości zastosowania progów zwalniających lub zastosowanie przejścia wyniesionego),
- d) wykażą to zalecenia z wniosków z Raportu z audytu BRD, przyjęte przez Zarządcę drogi.

(8) Na drodze jednojezdniowej z więcej niż dwoma pasami ruchu lub gdy prędkość dopuszczalna jest większa niż 50 km/h albo na drodze dwujezdniowej – przejazd dla rowerów powinien być

wyposażony w sygnalizację świetlną. Zaleca się stosować sygnalizację świetlną na każdym przejeździe dla rowerów znajdującym się na drodze zamiejskiej.

(9) Przejazd dla rowerów z sygnalizacją świetlną stosuje się, jeżeli torowisko tramwajowe zlokalizowane jest:

- a) w pasie dzielącym jezdnie,
- b) wspólnie z jezdnią z więcej niż dwoma pasami ruchu.

(10) Przejazd dla rowerów przez torowisko kolejowe, trasowany poza przejazdem kolejowo-drogowym kategorii A, B lub C, ale w jego bezpośrednim sąsiedztwie – powinien być wyposażony w dodatkowe sygnalizatory drogowe jak dla przejazdu kolejowo-drogowego, nadające sygnały zabraniające analogicznie jak dla pojazdów.

(11) Przejścia dla pieszych lub przejazdy dla rowerów mogą nie posiadać sygnalizacji świetlnej w przypadku ich występowania na pętlach tramwajowych lub autobusowych.

(12) Przejście sugerowane przez torowisko tramwajowe bez sygnalizacji świetlnej kierującej ruchem (z sygnałami czerwonym lub zielonym) może być stosowane w przypadku lokalizacji torowiska tramwajowego w pasie dzielącym jezdnie lub poza jezdnią tylko w przypadku, gdy przed tymi przejściami w sąsiedztwie torowiska tramwajowego zapewniono strefę oczekiwania pieszych. Prędkość dopuszczalna tramwajów nie powinna w takich przypadkach przekraczać 30 km/h. Wymaganie to dopuszcza się do stosowania także w obszarze sterowania skrzyżowań pod warunkiem zachowania widoczności z perspektywy pieszego (rozdział 9.2.2 WR-D-41-3).

### 5.2.5. Stosowanie słuz sygnalizacyjnych na wlotach skrzyżowań

(1) Jeżeli z wydzielonego przy prawej krawędzi jezdni pasa ruchu dla autobusów na wlocie skrzyżowania część autobusów skręca w lewo lub pas prawy na tym wlocie jest wydzielony tylko dla skrętu w prawo, wówczas można w celu umożliwienia bezpiecznej zmiany pasa ruchu stosować sygnalizację świetlną tworzącą tzw. "służę" umożliwiającą wykonanie stosownego manewru autobusem (trolejbusem), zatrzymując inne pojazdy przed wlotem skrzyżowania.

(2) Na podobnej zasadzie można zastosować służę autobusową, umożliwiającą wjazd autobusom na wielopasowy wlot skrzyżowania z jezdni autobusowo-tramwajowej zlokalizowanej pomiędzy jezdniami głównymi takiej drogi lub pętli końcowej środków transportu zbiorowego. Jeszcze innym rodzajem służy jest służa tramwajowa dla przystanku wiedeńskiego.

(3) Służy dla rowerów mogą być stosowane na wlotach skrzyżowań ulic klasy Z, L lub D w następujących przypadkach:

- a) gdy ruch rowerów odbywa się po pasie ruchu dla rowerów i natężenie miarodajne ruchu rowerów skręcających w lewo jest większe niż 200 P/h;
- b) gdy ruch rowerów odbywa się w poprzek jezdni za pomocą przejazdu dla rowerów, można stosować służę dla rowerów na tym wlocie z dostępem bezpośrednio z przejazdu dla rowerów,
- c) gdy ruch rowerów odbywa się obok jezdni po drodze dla rowerów, można stosować służę dla rowerów na tym wlocie z dostępem poprzez połączenie z drogi dla rowerów.

(4) Nie zaleca się stosowania służ dla rowerów zlokalizowanych obok siebie na wlocie dwu lub więcej pasowym, do których dostęp możliwy jest tylko przez jeden, przykrawężnikowy pas ruchu dla rowerów.

(5) Stosując służy dla rowerów na wlotach wielopasowych należy wprowadzać czytelną i zrozumiałą organizację ruchu doprowadzania do tych służ kierujących rowerami i hulajnogami elektrycznymi. Elementy organizacji ruchu doprowadzające strumienie rowerowe do tych służ muszą być widoczne dla pozostałych uczestników ruchu sterowanego sygnalizacją świetlną na tym wlocie.

### 5.2.6. Stosowanie sygnalizacji ostrzegawczej

(1) Sygnalizator S-8 z sygnałem żółtym migającym stosuje się tylko w wyjątkowych przypadkach. Możliwość jego zastosowania może wynikać z:

- a) zastosowania aktywnego przejścia dla pieszych,
- b) dojazdu do miejsca niebezpiecznego,
- c) wprowadzenia czasowej organizacji ruchu,



co umożliwi poprawę dostrzegalności kierującym pojazdami tego miejsca lub rozpoznawalności i czytelności rozwiązań na drodze, do których się zbliżają.

(2) Sygnalizator ostrzegawczy S-8 połączony ze znakiem D-106 zainstalowanym nad przejściem dla pieszych można stosować w miejscach, gdzie przejście dla pieszych zlokalizowane jest na drodze jednojezdniowej dwupasowej dwukierunkowej o szerokości większej niż 7 m.

(3) W stałej lub czasowej organizacji ruchu stosuje się sygnalizator S-8 lub lampy ostrzegawcze U-206a na obiektach ograniczających szerokość pasa ruchu lub skrajnię, w myśl zasad WR-Z-51. Dopuszcza się stosowanie sygnalizatora S-8 o średnicy 300 mm również ze znakiem drogowym pionowym, określającym rodzaj ograniczenia na drodze.

(4) W czasowej organizacji ruchu z sygnalizacją wahadłową, zaleca się nad znakiem A-124a, ustawianym na dojeździe do przeszkody, stosować sygnalizator S-8 o średnicy 300 mm.

(5) Sygnalizację ostrzegawczą w postaci żółtego sygnału migającego z sylwetką idącego pieszego (S-8a), roweru (S-8b) lub tramwaju (S-8c) należy stosować na skrzyżowaniach z sygnalizacją, na których wskutek warunków przestrzennych kierujący opuszczający skrzyżowanie może nie spostrzec kolidujących z nim w jednej fazie strumieni pieszych, rowerzystów lub tramwajów, odpowiednio na przejściu dla pieszych, przejeździe dla rowerów lub przejeździe tramwajowym, np. przy ciasnej zabudowie, odsuniętych bądź zasłoniętych przejściach lub przejazdach. Dopuszcza się stosowanie sygnałów nadawanych przez sygnalizator S-8 w takich miejscach, gdy występuje więcej niż jedna z tych części drogi.

(6) Stosowanie sygnalizatorów S-8a, S-8b lub S-8c powinno być poprzedzone analizą widoczności dla kierujących pojazdami i wprowadzane tylko, gdy nie jest możliwa poprawa widoczności innymi metodami.

(7) Dopuszcza się stosowanie sygnalizatorów S-8a lub S-8b na przejściach dla pieszych lub przejazdach dla rowerów na jezdniach przez więcej niż 3 pasy ruchu nawet w przypadku, gdy warunki widoczności dla pojazdów skręcających w lewo lub w prawo zostają zachowane.

(8) Dopuszcza się stosowanie sygnalizatora S-8c na przejściu sugerowanym przez torowisko tramwajowe, nadającego sygnał ostrzegawczy w sposób wzbudzany przez nadjeżdżający tramwaj. Wraz z tym sygnalizatorem można stosować komunikaty głosowe. Stosując to rozwiązanie zaleca się funkcjonowanie sygnału nadającego sygnał ostrzegawczy przez okres całej doby (niewzbudzany).

### **5.3. Kryterium pomocnicze przy ocenie zasadności stosowania sygnalizacji na skrzyżowaniach**

(1) Pomocnicze kryterium punktowe stanowi element wspomagający w procesie analizy potrzeby stosowania sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu.

(2) Opiera się ono na liczbowych ocenach bezpieczeństwa i warunków ruchu pieszych oraz pojazdów. Wymienione czynniki nie wyczerpują wszystkich zagadnień koniecznych do uwzględnienia w analizie potrzeby zastosowania sygnalizacji świetlnej, dlatego też zastosowanie kryterium punktowego, traktować należy jako uzupełnienie analizy opisanej w rozdziale 5.1. Zaleca się, by analiza zasadności stosowania sygnalizacji, wykonana była przez audytora BRD.

(3) Pomocnicze kryterium punktowe składa się z czterech kryteriów cząstkowych, których łączna liczba punktów oznacza, że analizowane w kryterium łącznym czynniki:

- a) nie wskazują na potrzebę stosowania sygnalizacji świetlnej, jeżeli suma punktów jest mniejsza niż 50,
- b) uzasadniają potrzebę stosowania sygnalizacji świetlnej, jeżeli suma punktów jest większa niż 100,
- c) nie wskazują jednoznacznie ani konieczności, ani braku potrzeby stosowania sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu, jeżeli suma punktów zawiera się w przedziale od 50 do 100.

(4) Należy pamiętać, iż w przypadku uzyskania braku jednoznacznego rozstrzygnięcia możliwości stosowania sygnalizacji za pomocą pomocniczego kryterium punktowego, brak wdrożenia sterowania ruchem oznacza brak poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego poprzez separacje czasową kolizyjnych strumieni ruchu. Należy mieć świadomość, że



w przypadku wzrostu natężenia ruchu drogowego na rozważanym w analizach skrzyżowaniu, jego sprawność i bezpieczeństwo ruchu bez sygnalizacji świetlnej zostaną pogorszone.

(5) Kryterium łączne składa się z następujących kryteriów cząstkowych:

- a) natężenie ruchu strumieni pojazdów,
- b) natężenie ruchu strumieni pieszych lub rowerzystów,
- c) widoczność,
- d) zdarzenia drogowe.

### 5.3.1. Natężenie ruchu strumieni pojazdów

(1) Liczbę punktów z pierwszego kryterium cząstkowego odczytuje się z tabeli 5.3.1.1.

(2) Liczba punktów wynika z sumarycznego, miarodajnego natężenia ruchu ekwiwalentnego na skrzyżowaniu w zależności od natężenia ruchu na najłagodniej obciążonym wlocie skrzyżowania.

(3) Natężenia ruchu pojazdów, przedstawione w tabeli 5.3.1.1, podane są w pojazdach umownych. Strukturę rodzajową pomierzoną lub prognozowaną na skrzyżowaniu poddanym analizie należy przeliczyć z wykorzystaniem współczynników ekwiwalentnych, podanych w tabeli 4.3.1 w rozdziale 4.3 WR-D-13.

(4) W przypadku występowania ruchu tramwajowego na skrzyżowaniu poddanym analizie, natężenie ruchu tramwajów należy doliczyć jako natężenie ruchu pojazdów umownych, korzystając ze wzoru 5.3.1.1.

$$E_T = 140 + 11,5 \cdot Q_T - 0,05 \cdot Q_T^2 \quad (5.3.1.1)$$

gdzie:

$E_T$  – wartość natężenia ruchu tramwajowego przeliczona na pojazdy umowne [E/h], przy czym jeżeli  $Q_T < 10$ , to  $E_T = 140$ , natomiast jeżeli  $Q_T > 100$ , to  $E_T = 800$ ,

$Q_T$  – sumaryczne natężenie ruchu tramwajowego we wszystkich relacjach kierunkowych na skrzyżowaniu [tram./h].

**Tabela 5.3.1.1. Liczba punktów w zależności od natężenia i struktury rodzajowej ruchu na skrzyżowaniu**

Sumaryczne natężenie ruchu na skrzyżowaniu	Liczba wlotów na skrzyżowaniu											
	≤4						>4					
	Liczba pasów ruchu na skrzyżowaniu											
	<8		8-12		>12		<8		8-12		>12	
	Natężenie ruchu najslabiej obciążonego wlotu na skrzyżowaniu [E/h]											
[E/h]	≤300	>300	≤300	>300	≤300	>300	≤300	>300	≤300	>300	≤300	>300
<500	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
500 – 750	0	0	0	0	0	0	20	17	13	10	6	3
750 – 1000	13	10	7	4	2	0	37	33	28	25	20	17
1000 – 1250	26	23	18	14	10	7	54	50	45	40	35	30
1250 – 1500	40	35	30	25	20	15	70	65	60	55	50	45
1500 – 1750	52	47	43	38	34	30	79	75	70	66	60	57
1750 – 2000	64	59	55	52	47	43	88	84	80	76	71	68
2000 – 2250	75	71	68	65	61	57	96	93	90	86	82	79
2250 – 2500	87	83	81	78	74	71	105	102	99	96	93	90
2500 – 2750	98	96	94	91	88	86	113	110	108	106	104	101
2750 – 3000	110	108	106	104	102	100	122	120	117	115	114	112

### 5.3.2. Natężenie ruchu strumieni pieszych lub rowerzystów

- (1) Liczbę punktów z drugiego kryterium cząstkowego odczytuje się z tabeli 5.3.2.1.
- (2) Liczba punktów wynika z sumarycznego natężenia ruchu strumieni pieszych i rowerzystów w godzinie miarodajnej oraz łącznej liczby przejść dla pieszych lub przejazdów dla rowerów, jaka znajduje się w obszarze skrzyżowania objętego analizą.
- (3) W przypadku występowania przejść dla pieszych i przejazdów dla rowerów obok siebie na jednym wlocie, uwzględnia się je jako jedno rozwiązanie.

**Tabela 5.3.2.1. Liczba punktów w zależności od natężenia ruchu strumieni pieszych i rowerzystów na skrzyżowaniu**

Sumaryczne natężenie ruchu pieszych i rowerzystów na skrzyżowaniu [os./h]	Liczba przejść dla pieszych lub przejazdów dla rowerów na skrzyżowaniu									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥10
do 2000	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2000 – 4000	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
powyżej 4000	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30

### 5.3.3. Widoczność kolizyjnych strumieni pojazdów

- (1) Liczbę punktów z trzeciego kryterium cząstkowego odczytuje się z tabeli 5.3.3.1.
- (2) Liczba punktów jest zależna od minimalnego, wyznaczonego w warunkach rzeczywistych, pola widoczności dla dowolnych strumieni kolizyjnych  $SW_{min}$ . Za jego pomocą określa się stosunek rzeczywistych warunków widoczności w zależności od warunków normatywnych.
- (3) Minimalny stopień widoczności  $SW_{min}$  jest to wartość najmniejsza spośród wszystkich stopni widoczności  $SW_{ij}$ , gdzie  $i, j$  są dowolną parą strumieni kolizyjnych.
- (4) W procedurze określania  $SW_{ij}$  przyjmuje się, że  $j$  jest strumieniem z pierwszeństwem przejazdu, a  $i$  jest strumieniem podporządkowanym.
- (5) Stopień widoczności  $SW_{ij}$  dla danej pary strumieni kolizyjnych  $i, j$  określa się ze wzoru 5.3.3.1.:

$$SW_{ij} = \frac{L_{r,i} \cdot L_{r,j}}{L_{n,i} \cdot L_{n,j}} \quad (5.3.3.1)$$

gdzie:

- $L_{n,i}$  – normatywna odległość widoczności na bezpieczne zatrzymanie pojazdu na wlocie podporządkowanym [m], określana według akapitu (6),
- $L_{n,j}$  – normatywna odległość widoczności na bezpieczne zatrzymanie pojazdu na wlocie z pierwszeństwem przejazdu [m], określana według akapitu (7),
- $L_{r,i}$  – rzeczywista odległość widoczności na wlocie podporządkowanym [m], określana według akapitu (9),
- $L_{r,j}$  – rzeczywista odległość widoczności na wlocie z pierwszeństwem przejazdu [m], określana według akapitu (10).

**Tabela 5.3.3.1. Liczba punktów w zależności stopnia widoczności na skrzyżowaniu**

Stopień widoczności $SW_{min}$ [-]	≤0,3	od 0,3 do 0,4	od 0,4 do 0,5	od 0,5 do 0,6	od 0,6 do 0,7	od 0,7 do 0,8	od 0,8 do 0,9	od 0,9 do 1,0	>1,0
Liczba punktów	40	35	30	25	20	15	10	5	0

- (6) Normatywną odległość widoczności na zatrzymanie pojazdów strumienia z wlotu podporządkowanego  $L_{n,i}$  oblicza się ze wzoru 4.4.1 w rozdziale 4.4 WR-D-31-2.
- (7) Normatywną odległość widoczności na zatrzymanie pojazdów strumienia z pierwszeństwem przejazdu  $L_{n,j}$  oblicza się ze wzoru 4.4.2 w rozdziale 4.4 WR-D-31-2.



Tabela 5.3.4.1. Liczba punktów w zależności zdarzeń drogowych na skrzyżowaniu

Liczba zdarzeń drogowych	24 miesiące	12 miesięcy
2	8	10
3	15	20
4	23	30
5	30	40
6	38	50
7	40	50

Dokument chroniony prawami autorskimi



## 6. Dane do projektowania organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną

(1) Podstawowymi danymi w projektowaniu sygnalizacji świetlnej są dane o natężeniu ruchu drogowego, a także o planowanej geometrii rozwiązania i sposobie organizacji strumienia ruchu.

(2) Pomiar natężenia ruchu drogowego stanowi podstawę opracowania projektu organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną. W celu wyznaczenia miarodajnego natężenia ruchu pomiar należy prowadzić zgodnie z zaleceniami WR-D-12. Dotyczy to w szczególności klasyfikacji struktury rodzajowej ruchu, terminu i zakresu czasowego realizacji pomiarów. Zaleca się stosowanie pełnej klasyfikacji rodzaju uczestników ruchu według tabeli 4.7.2.1 w rozdziale 4.7 WR-D-12 w celu precyzyjnego ustalenia parametrów programu sygnalizacyjnego.

(3) W przypadku skrzyżowań, pomiar natężenia ruchu powinien odzwierciedlać pełną strukturę kierunkową ruchu, tzn. wszystkie wykonane przez kierowców manewry (w tym zakazane).

(4) Miarodajne, pomierzone natężenie ruchu drogowego, dla którego sporządza się projekt organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną (projektuje program sygnalizacyjny) stanowi godzinę szczytu komunikacyjnego, zsumowaną z czterech kolejno występujących po sobie interwałach 15-minutowych natężeń, charakteryzującą się maksymalnym zapotrzebowaniem na ruch w typowy dzień roboczy.

(5) W przypadku infrastruktury drogowej, na której przewiduje się osoby korzystające z przejść dla pieszych lub z przejazdów dla rowerów, pomiary natężenia ruchu powinny uwzględniać także te grupy uczestników ruchu.

(6) Rekomenduje się dysponowanie danymi z analiz osobno dla szczytu komunikacyjnego porannego i popołudniowego, a także dla okresu międzyszczytowego oraz okresu wieczornego. W ten sposób możliwe staje się dopracowanie optymalnego scenariusza sterowania ruchem w zależności od okresu doby. Zaleca się też dysponowanie wielkością ruchu weekendowego.

(7) Dane o maksymalnym zapotrzebowaniu na ruch służą dalszym obliczeniom przepustowości i miar warunków ruchu jako wariant krytyczny. Zaleca się prowadzenie analiz przepustowości i warunków ruchu – dla pojazdów i pieszych – osobno dla okresu porannego i popołudniowego typowego dnia roboczego z uwagi na możliwe istotne wahania kierunkowości ruchu w dobie.

(8) Zaleca się realizację dwóch niezależnych pomiarów natężenia ruchu drogowego. Pomiary te mogą być wykonane w następujące po sobie dni robocze, jednak tylko w przypadku, kiedy nie są to dni następujące lub poprzedzające dni wolne od pracy (sobota, niedziela, dni świąteczne).

(9) W przypadku stwierdzenia różnic większych niż 10% wielkości miarodajnego natężenia ruchu drogowego pomiędzy dwoma dniami pomiarowymi, zaleca się wykonanie trzeciego pomiaru i przyjęcie dla tych danych wartości średniej w celu możliwie precyzyjnej budowy programu sygnalizacyjnego oraz eliminacji czynnika losowego z danych pomiarowych.

(10) W przypadku pomiaru natężenia ruchu samochodowego na istniejącym skrzyżowaniu z sygnalizacją świetlną, dla ustalonej godziny miarodajnej powinno się też uwzględniać długość kolejki pozostającej z tego okresu w bilansie zapotrzebowania na ruch. Nie powinno się realizować pomiaru natężenia ruchu w godzinie miarodajnej w przekroju linii zatrzymań bez uwzględniania kolejek pozostających. Zasada ta dotyczy również wlotów podporządkowanych na istniejącym skrzyżowaniu bez sygnalizacji świetlnej.

(11) Zaleca się przedstawienie zestawienia w formie tabelarycznej danych o ruchu w pojazdach rzeczywistych z okresu pomiarowego. Kartogram ruchu zaleca się przedstawiać w jednolitej jednostce transportowej, zgodnie z przeliczaniem pojazdów na wartości umowne za pomocą współczynników ekwiwalentnych, według zasad określonych w tabeli 4.3.1 w rozdziale 4.3 WR-D-13.

(12) W przypadku budowy nowych elementów infrastruktury drogowej, należy wykonać prognozę ruchu zgodnie z zaleceniami w WR-D-13 dla godziny miarodajnej. Może to być przeciętne szczytowe natężenie godzinowe ruchu w typowym dniu roboczym, jakie określono za pomocą modelu symulacyjnego przy wykorzystaniu dedykowanego oprogramowania. Zaleca się dysponowaniem wieloaspektowej analizy rozkładem ruchu na sieci.

(13) W przypadku prognozy ruchu strumieni pieszych lub rowerzystów, z uwagi na stopień skomplikowania tych prognoz w modelowaniu symulacyjnym, można stosować metody interpolacyjne (uproszczone). Zasada ta dotyczy również czasowej organizacji ruchu z zastosowaniem sygnalizacji wahadłowej.

(14) Na podstawie pomierzonych lub prognozowanych natężeń miarodajnych, prowadzi się obliczenia przepustowości i miar warunków ruchu. Analizy te można prowadzić z wykorzystaniem metody [9], [10] lub pokrewnych, bądź metod komputerowych.

(15) Dla projektowanego programu sygnalizacji świetlnej należy dobierać takie rozwiązanie sterowania ruchem drogowym, które osiąga najlepszy jego efekt, przy zakładanych celach OZR. W osiągnięciu tego można posłużyć się oceną PSR. Zaleca się sporządzanie mikrosymulacji ruchu drogowego za pomocą dedykowanego oprogramowania w celu przedstawienia rezultatu sterowania w środowisku wirtualnym.

(16) Z punktu widzenia wpływu sterowania ruchem na lokalne warunki drogowo-ruchowe, należy dokonać analizy długości i zasięgów kolejek pojazdów. W razie konieczności należy podjąć czynności zmierzające do wprowadzenia niezbędnych korekt geometrii projektowanego rozwiązania przed ich zatwierdzeniem, jeżeli skutek wprowadzenia sygnalizacji świetlnej będzie nieefektywny lub nadmiernie uciążliwy.

(17) Poprawa parametrów jakościowych (sprawności ruchu) oraz wpływu potencjalnych zakłóceń w ruchu na skutek formowania się kolejek pojazdów – nie powinny mieć pierwszorzędного znaczenia przy doborze tworzenia faz sygnalizacyjnych (scenariuszy sterowania ruchem). Nadrzędnym celem tworzenia tych faz powinny być warunki bezpieczeństwa ruchu z uwzględnieniem jego obciążenia.

(18) Zadaniem projektanta organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną jest takie zaprojektowanie rozwiązania, które uwzględni racjonalny kompromis pomiędzy bezpieczeństwem a sprawnością ruchu sterowanego sygnalizacją świetlną, przy jednoczesnym uwzględnieniu uwag dotyczących lokalnej polityki transportowej OZR oraz spełnieniu szeregu wymogów formalno-prawnych, w tym wynikających z PRD [1].

(19) Wdrażane rozwiązanie musi być dostrzegalne, czytelne i na tyle intuicyjne, by każdy uczestnik ruchu drogowego rozumiał zasady korzystania z projektowanego elementu infrastruktury drogowej. Końcowe rozwiązanie sygnalizacji świetlnej powinno posiadać możliwie najmniej zastosowanych środków organizacji ruchu, jednak tak wiele, by zachować zrozumiałość poruszania się w obszarze sterowania pod względem jego sprawności i BRD.

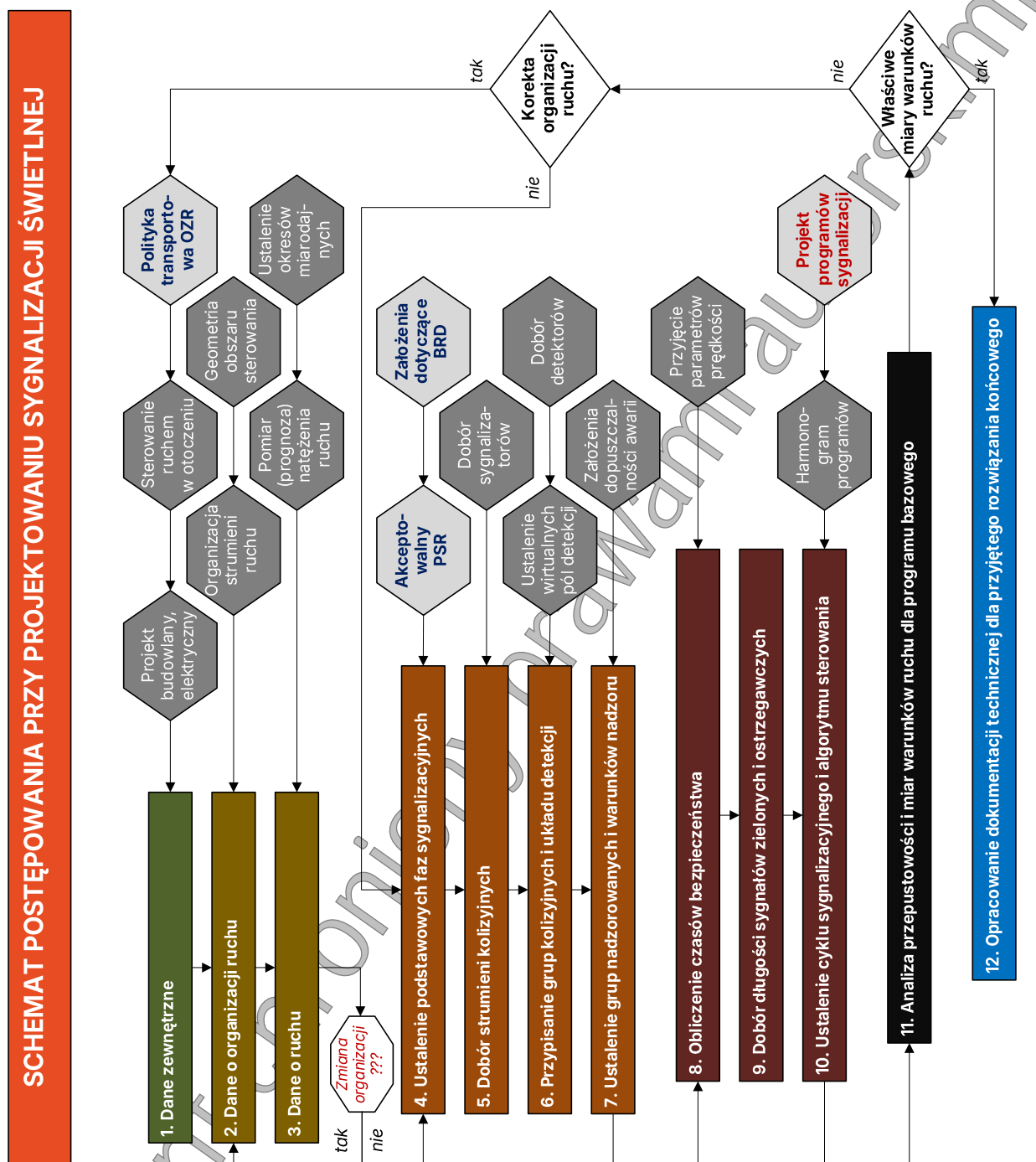
(20) Rekomenduje się stosowanie rozwiązań typowych, zwartych przestrzennie, które dla użytkowników dróg są łatwe w ich odbiorze oraz powodują przewidywalne zachowania transportowe. Dzięki temu minimalizuje się potencjalne zakłócenia w ruchu wynikające ze zbyt skomplikowanej organizacji ruchu drogowego.

(21) Projekt organizacji ruchu sporządza się przed wszczęciem postępowania w sprawie wydania decyzji o pozwoleniu na budowę lub decyzji o zezwoleniu na realizację inwestycji drogowej albo zgłoszenia wykonywania robót budowlanych. Projekt z sygnalizacją świetlną, przed wydaniem ww. decyzji, powinien zawierać rozmieszczenie wszystkich urządzeń sygnalizacji świetlnej. Dopuszcza się sytuację, że w przedkładanej dokumentacji technicznej do ww. decyzji projekt z sygnalizacją świetlną nie ujmuje wszystkich urządzeń sterowania ruchem oraz końcowego algorytmu sterowania ruchem, jednak zawsze musi zawierać rozmieszczenie projektowanych sygnalizatorów i konstrukcji wsporczych.

(22) Projekt organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną może stanowić jeden z elementów projektu organizacji ruchu, tzw. „projekt ruchowy”, jako osobne – ale spójne opracowanie z pozostałą częścią dokumentacji technicznej tego projektu organizacji ruchu.

(23) Rekomenduje się ścisłą współpracę przy tworzeniu programu sygnalizacyjnego projektantów organizacji ruchu z projektantami branży inżynierii drogowej. Ma to na celu wypracowanie końcowego rozwiązania organizacji ruchu z możliwie najmniejszym wpływem niekorzystnych efektów sterowania ruchem drogowym na przepustowość (liczba i szerokość pasów ruchu, rodzaj kanalizacji ruchu, powierzchni akumulacji itp.). Wypracowane rozwiązanie geometryczne, do którego niezbędna jest opinia OZR przed złożeniem projektu budowlanego, powinno zawierać efekty tej współpracy.

(24) Schemat postępowania przy projektowaniu programu sygnalizacji świetlnej przedstawiono na rys. 6.1.



Rysunek 6.1. Rekomendowany sposób postępowania przy projektowaniu organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną

Dokument chroniony prawami autorskimi

## 7. Projektowanie faz sygnalizacyjnych

### 7.1. Podstawowe warunki tworzenia faz sygnalizacyjnych

(1) Program sygnalizacji opisujący określony w czasie sposób sterowania ruchem powinien spełniać wymagania dotyczące czasu trwania i sekwencji poszczególnych sygnałów nadawanych w grupach sygnalizacyjnych, ich wzajemnych przesunięć w czasie oraz zabezpieczeń przed ich błędnym nadawaniem. Sposób sterowania ruchem określany przez program sygnalizacyjny powinien ściśle korelować z rozkładem ruchu i z układem drogowym.

(2) Tworząc fazy sygnalizacyjne należy przestrzegać warunków formalnych [3], dotyczących:

- a) ustalonej sekwencji nadawania sygnałów przez poszczególne sygnalizatory,
- b) minimalnych czasów trwania poszczególnych sygnałów,
- c) minimalnych czasów międzyzielonych pomiędzy parą strumieni kolizyjnych o niedopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch,
- d) czasów opóźnień uruchamiania grup nadrzędnych względem grup podporządkowanych,
- e) nadzorów nad grupami sygnalizacyjnymi.

(3) Fazy sygnalizacyjne (ruchu) muszą mieć skonkretyzowane warunki ich wywołania, zależne od detektorów bądź innych warunków opisanych algorytmem sterowania ruchem.

(4) Fazy sygnalizacyjne w sygnalizacji stałoczasowej są ustalone w całym okresie funkcjonowania programu sygnalizacyjnego, dla którego zostały zaprojektowane. Kolejność ich wywoływania także jest ustalona i niezmienna.

(5) Fazy sygnalizacyjne w sygnalizacji akomodacyjnej są ustalane w całym okresie funkcjonowania programu sygnalizacyjnego, dla którego zostały zaprojektowane. Kolejność ich wywoływania jest ustalona. W trakcie ich realizacji możliwe jest pomijanie strumieni ruchu należących do grup sygnalizacyjnych, które nie zgłosiły się do obsługi w okresie podstawowej fazy sygnalizacyjnej (przewidzianym przez algorytm sterowania ruchem). Długości sygnałów zezwalających na ruch realizowane są stosownie od zapotrzebowania.

(6) Fazy sygnalizacyjne w sygnalizacji acyklicznej są ustalone w całym okresie funkcjonowania programu sygnalizacyjnego, dla którego zostały zaprojektowane. Przy braku zgłoszenia lub innych określonych warunkach w algorytmie sterowania do obsługi danych grup sygnalizacyjnych, przynależnych do konkretnej fazy, mogą one być pominięte. Kolejność wywołania faz jest zależna od rodzaju i chwil zgłoszeń na detektorach, według ustalonych procedur opisanych w algorytmie sterowania ruchem.

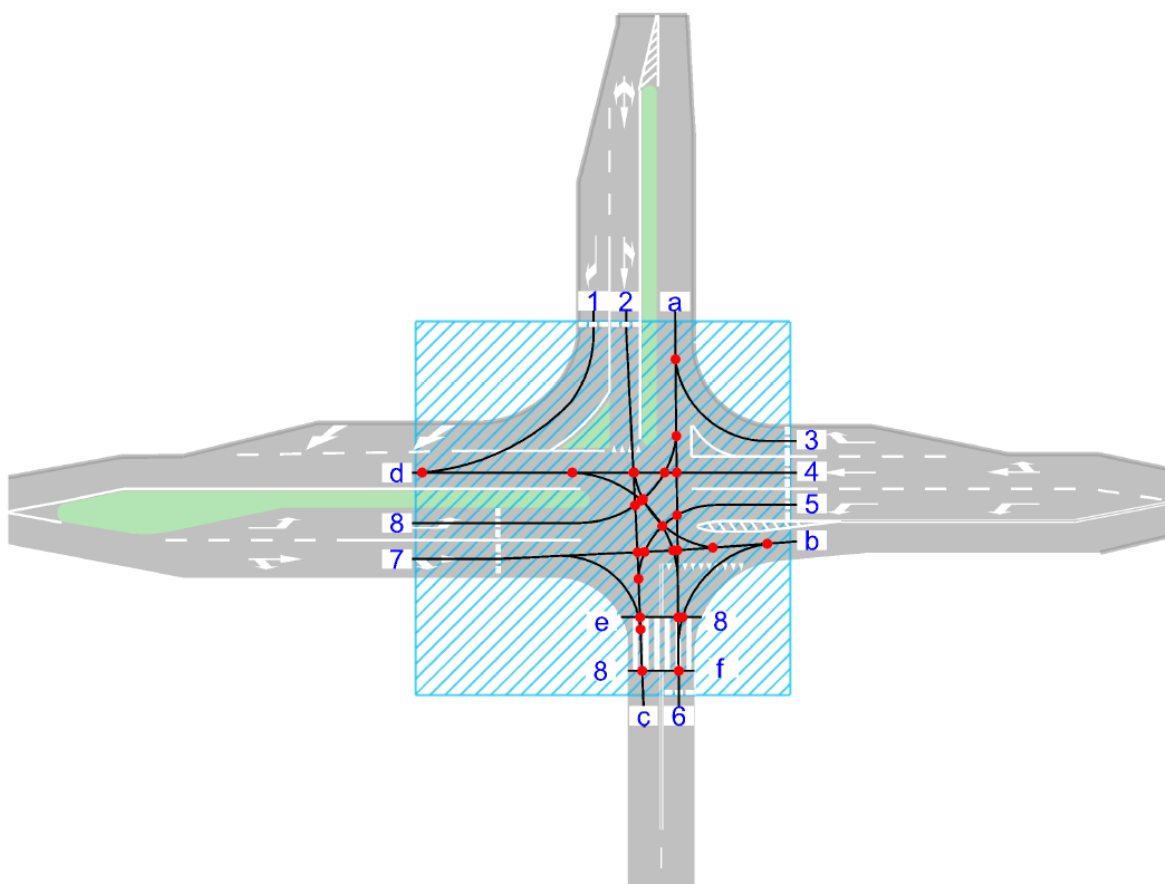
(7) Specjalnym rodzajem fazy sygnalizacyjnej jest tzw. faza preferencyjna („preference”), która w sygnalizacji świetlnej stanowi stan ustalony dla danej fazy sygnalizacyjnej, utrzymującej sygnały zezwalające na ruch dla danych grup sygnalizacyjnych (po przekroczeniu wartości sygnału zielonego maksymalnego) aż do momentu wywołania innej fazy sygnalizacyjnej (tzn. jest kontynuowana przy braku zgłoszeń na detektorach innych grup).

(8) Specjalnym stanem ustalonym w sygnalizacji świetlnej jest brak sygnałów zezwalających na ruch, nazywany umownie fazą „all red”, w trakcie której na wszystkich sygnalizatorach z sygnałem czerwonym (lub odpowiednikiem) w obszarze sterowania nadawany jest sygnał zabraniający. Stan ten utrzymany jest aż do chwili zgłoszenia się dowolnego strumienia ruchu, z zachowaniem czasów bezpieczeństwa.

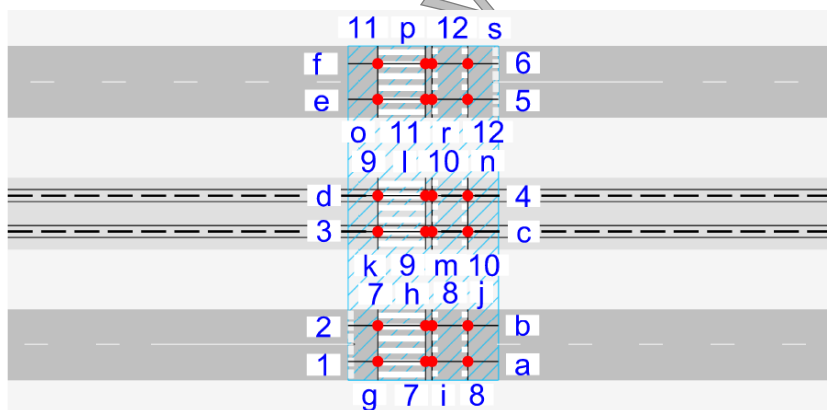
(9) Tryb pracy ostrzegawczej w obszarze sterowania, w którym na określonych sygnalizatorach realizowany jest sygnał żółty migający, może być nazywany umownie „fazą ostrzegawczą”.

(10) Fazy sygnalizacyjne określone są dla danego obszaru sterowania, znajdującego się na skrzyżowaniu, części węzła lub na odcinku między skrzyżowaniami. Przykładowy obszar sterowania na skrzyżowaniu został przedstawiony na rys. 7.1.1., a poza skrzyżowaniem – na rys. 7.1.2. Na rysunkach tych oznaczono także nazwy strumieni kolizyjnych oraz wzajemne ich punkty kolizyjne.





Rysunek 7.1.1. Przykładowy obszar sterowania znajdujący się w obszarze skrzyżowania



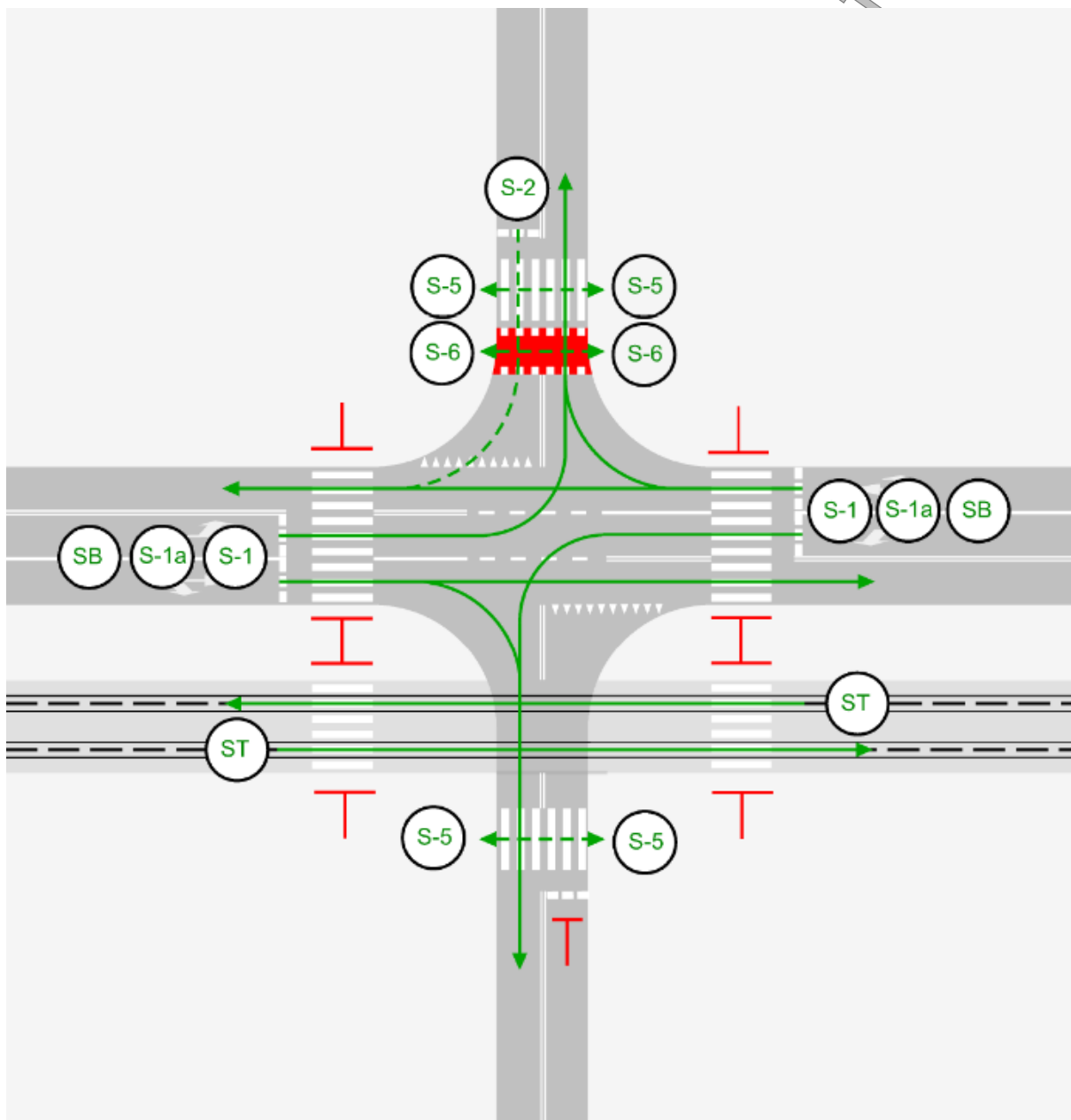
Rysunek 7.1.2. Przykładowy obszar sterowania znajdujący się w poza obszarem skrzyżowania

(11) Pary strumieni kolizyjnych o dopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch w danej fazie sygnalizacyjnej wynikają z wymogów formalnych [3]. Stanowią one:

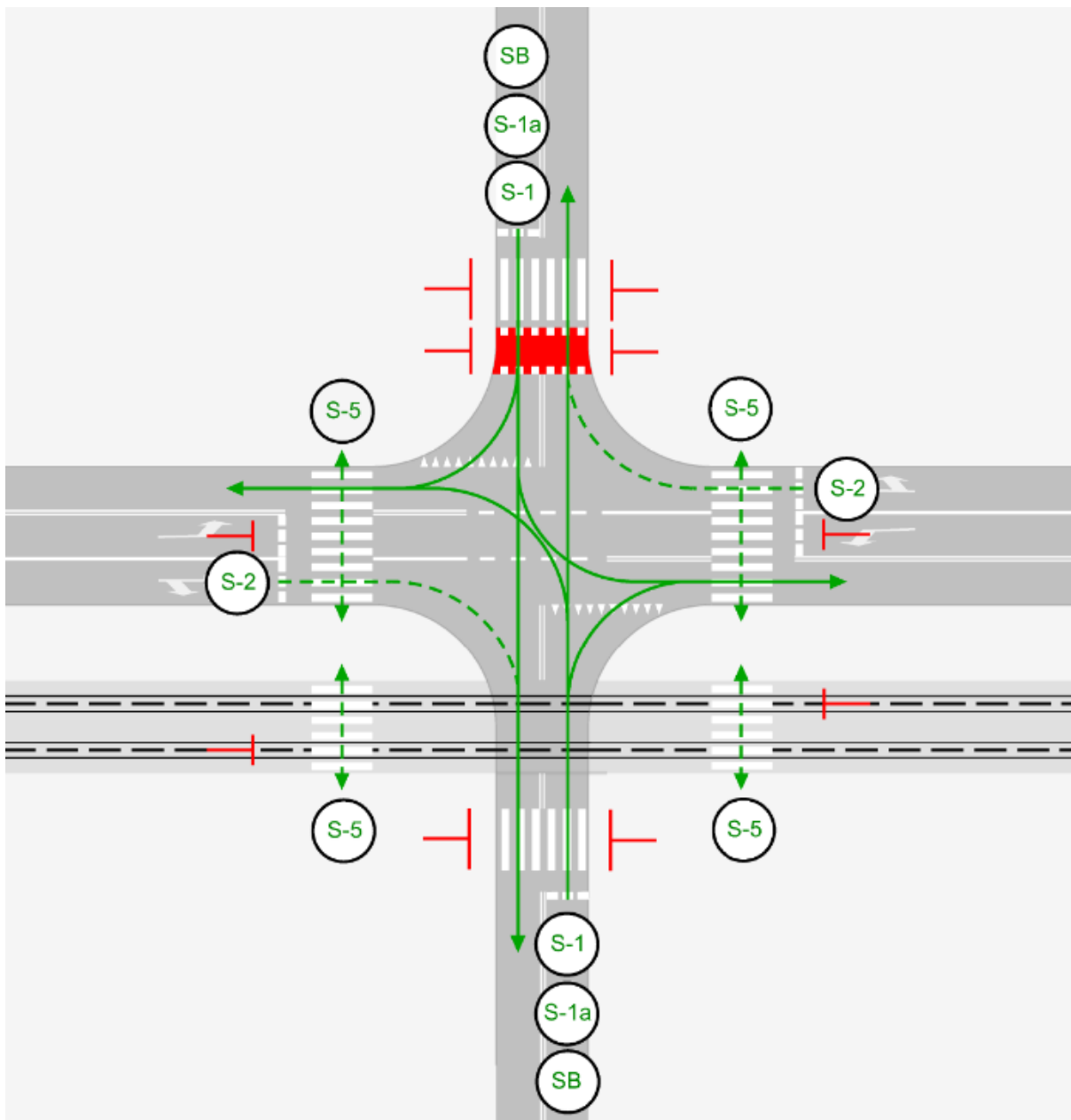
- a) strumień pojazdów inny niż tramwajowy, sterowany sygnałem ogólnym:
  - strumień pojazdów sterowany sygnałem ogólnym z wlotu przeciwnego, z wyjątkiem wlotu przeciwnego z więcej niż jednym pasem do skrętu w lewo,
  - strumień pojazdów sterowany sygnałem dopuszczającym skręcanie w kierunku wskazanym strzałką z wlotu poprzecznego (prostopadłego),
- b) strumień tramwajowy, sterowany sygnałem ogólnym w relacji na wprost:
  - strumień pojazdów sterowany sygnałem ogólnym z tego samego lub przeciwnego wlotu, z dopuszczeniem strumienia rowerowego na sygnale ogólnym dla kierujących rowerami oraz strumienia autobusowego na sygnale ogólnym nadawanym przez sygnalizator dla kierujących autobusami,

- c) strumień pieszy na przejściu dla pieszych lub strumień rowerzystów na przejeździe dla rowerów znajdujących się na wlocie skrzyżowania:
  - strumień pojazdów sterowany sygnałem dopuszczającym skręcanie w kierunku wskazanym strzałką, przy czym w przypadku przejazdu dla rowerów tylko na wlocie jednopasowym,
- d) strumień pieszy na przejściu dla pieszych lub strumień rowerzystów na przejeździe dla rowerów, znajdujących się na wylocie skrzyżowania:
  - strumień pojazdów inny niż tramwajowy, opuszczających skrzyżowanie skręcających w lewo lub w prawo z jednego pasa ruchu na sygnale ogólnym.

(12) Układ wszystkich par strumieni kolizyjnych o dopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch przedstawiono na rys. 7.1.3 i 7.1.4 – dla przykładowych dwóch faz sygnalizacyjnych.



Rysunek 7.1.3. Schematyczne przedstawienie par strumieni kolizyjnych o dopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch w pierwszej z dwóch faz sygnalizacyjnych dla przykładowej organizacji ruchu – wszystkie dozwolone układy par kolizyjnych



**Rysunek 7.1.4. Schematyczne przedstawienie par strumieni kolizyjnych o dopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch w drugiej z dwóch faz sygnalizacyjnych dla przykładowej organizacji ruchu – wszystkie dozwolone układy par kolizyjnych**

(13) W dokumentacji projektowej przedstawiać należy schemat podstawowych faz sygnalizacyjnych. Dla takiego stanu prowadzone są analizy przepustowości i miar warunków ruchu w czasie godzinowego zapotrzebowania na ruch, reprezentowanego przez miarodajne natężenie ruchu. Przykładowy schemat podstawowych faz sygnalizacyjnych przedstawiono w rozdziale 8.1 na rys. 8.1.1.

(14) Podstawowe fazy sygnalizacyjne w stanie maksymalnego wzbudzenia, tzn. realizując maksymalne długości sygnałów zezwalających na ruch dla wszystkich zgłoszonych do obsługi strumieni ruchu, tworzą cykl sygnalizacyjny.

(15) Przy zwartych skrzyżowaniach i umiarkowanym, równomiernym natężeniu miarodajnym, zaleca się stosować krótkie długości sygnałów zielonych i długości cykli sygnalizacyjnych w zakresie od 60 do 90 s (często pojawiające się sygnały zielone w godzinie miarodajnej). Z kolei na rozległych skrzyżowaniach i przy dużym miarodajnym natężeniu ruchu, zaleca się stosować dłuższe sygnały zielone o długości cykli sygnalizacyjnych nieprzekraczających 120 s, co pozwoli na większe tempo rozruchu pojazdów zatrzymanych w kolejce maksymalnej, uformowanej na skutek nadawania sygnału czerwonego. W przypadku skomplikowanych układów

geometrycznych lub na skrzyżowaniach rozległych z wieloma relacjami tramwajowymi zaleca się nie przekraczać 150 s długości cyklu sygnalizacyjnego.

(16) W sygnalizacji wahadłowej oczekiwanie na sygnał zielony nie powinno przekraczać 240 s.

(17) Długość sygnału zezwalającego na ruch powinna być dostosowana do warunków ruchu strumieni ujętych w daną grupę sygnalizacyjną. W przypadku zbyt krótkiego sygnału zielonego będzie to prowokowało do większej częstości wjazdów na sygnał żółty lub w początkowym okresie sygnału czerwonego. W przypadku zbyt długiego sygnału zielonego może dochodzić do spadku natężenia nasycenia, a w konsekwencji niewykorzystania potencjału obsługi pojazdów z uwagi na zbyt duże rozproszenie kolumny pojazdów (prędkości) i wzrostu strat czasu.

(18) Podstawowe zasady analizy i zasadności doboru długości cyklu sygnalizacyjnego i długości sygnałów zezwalających na ruch zostały przedstawione w rozdziale 10. W tym celu rekomendowanym jest też korzystanie ze źródeł [11], [12], [13].

## 7.2. Rekomendowane zasady tworzenia faz sygnalizacyjnych na skrzyżowaniach

(1) Odpowiednie warunki sterowania ruchem na skrzyżowaniu można osiągnąć poprzez:

- a) właściwą liczbę pasów ruchu na wlocie, ich długości akumulacyjne (dodatkowych pasów ruchu) oraz przeznaczenie, zapewniając realizację układu faz sygnalizacyjnych:
  - wykluczającego możliwie największą liczbę strumieni o dopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch lub minimalizującego ryzyko kolizji tych strumieni kolizyjnych,
  - dostosowanego do miarodajnego natężenia ruchu, a także łączącego relacje o zbliżonym zapotrzebowaniu na czas obsługi,
  - zapewniającego zrównoważone warunki ruchu wszystkim użytkownikom skrzyżowania (sprawność obszaru sterowania),
- b) zwartość skrzyżowania, zapewniając:
  - mniejsze wartości i dyspersję prędkości pojazdów na skrzyżowaniu,
  - krótsze drogi ewakuacji poza punkty kolizyjne strumieni ruchu o dopuszczalnym i niedopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch,
  - czytelność rozwiązania na tarczy skrzyżowania,
- c) odpowiednią powierzchnię akumulacji pojazdów na wlotach skrzyżowania lub na jego tarczy oraz odpowiednią strefę oczekiwania niechronionych użytkowników dróg, zapewniając:
  - dogodną powierzchnię dla zatrzymanych w ruchu pieszych, rowerzystów i pozostałych użytkowników pojazdów mikromobilności, a także pojazdów mechanicznych, nie powodując zakłóceń lub konfliktów dla pozostałych strumieni ruchu w przemieszczaniu się po obszarze sterowania,
  - bardziej efektywne sterowanie relacją skrotną w lewo.

(2) Zaleca się stosowanie typowych rozwiązań geometrycznych skrzyżowań z sygnalizacją świetlną, zgodnie z zasadami określonymi w rozdziale 6 WR-D-31-2. Dla takich rozwiązań obsługa wszystkich uczestników ruchu powinna być możliwa do zrealizowania w maksymalnie czterech podstawowych fazach sygnalizacyjnych. W przypadku typowych układów geometrycznych skrzyżowań z sygnalizacją skoordynowaną, możliwe jest stosowanie większej liczby faz sygnalizacyjnych, w tym w szczególności w ujęciu bezkolizyjnych relacji skrotną w lewo na danym wlocie skrzyżowania w ciągu koordynowanym.

(3) Sterowanie ruchem z większą liczbą podstawowych faz niż dwie, wynika z kryterium bezpieczeństwa ruchu lub wymogów tworzenia faz sygnalizacyjnych, redukując liczbę punktów kolizji w obszarze sterowania dla strumieni kolizyjnych z jednoczesnym zezwoleniem na ruch.

(4) Sterowanie dwufazowe powinno ograniczać się do skrzyżowań dróg o jednej jezdni głównej i małej wartości stopnia wykorzystania przepustowości pasów na wlotach przeciwnych (poniżej 0,85). Zaleca się także stosować sterowanie dwufazowe dla skrzyżowań z wyspą centralną o rozsuniętych wlotach i wylotach, wykorzystując powierzchnię akumulacji pojazdów.

(5) Na skrzyżowaniach dróg o jednej jezdni głównej lub skrzyżowaniach dróg o dwóch jezdniach głównych z drogą o jednej jezdni głównej, na których występują dodatkowe pasy ruchu do skrotną



w lewo, wydzielenie odrębnej fazy sygnalizacyjnej dla tych relacji powinno być uzależnione od stopnia obciążenia ruchem wlotów przeciwnych. Zaleca się stosować bezkolizyjną fazę dla pojazdów skręcających w lewo przy natężeniu ruchu tych pojazdów większym niż 180 E/h.

(6) Na skrzyżowaniach dróg o dwóch jezdniach głównych z wielopasowymi wlotami rekomenduje się stosowanie układu trzyfazowego lub wielofazowego. Sterowanie trzyfazowe oznacza na drodze cechującą się większym miarodajnym natężeniem ruchu stosowanie bezkolizyjnej obsługi relacji skrętnej w lewo, natomiast na wlotach drogi o mniejszym miarodajnym natężeniu ruchu obsługa skrętu w lewo może być kolizyjna. Sterowanie wielofazowe zalecane jest w przypadku obszaru sterowania z ruchem tramwajów w relacjach skrętnych lub na skrzyżowaniach o nietypowej geometrii.

(7) Sterowanie wielofazowe wlotowe rekomendowane jest w przypadku zróżnicowanych natężeń ruchu w godzinie miarodajnej i przy bardzo dużej zmienności kierunkowej. Jest to zarazem najbardziej bezpieczny rodzaj sterowania, ale i najmniej sprawny z uwagi na duże straty czasu wynikające z czasów międzyzielonych.

(8) Na skrzyżowaniach z wyspą centralną o rozsuniętych wlotach i wylotach oraz na skrzyżowaniach z szerokim pasem dzielącym rekomenduje się stosowanie sterowania dwufazowego z dodatkową fazą ruchu, umożliwiającą wcześniejsze uruchamianie sygnałów zezwalających na ruch z wewnętrznej strefy akumulacji.

(9) W przypadkach podyktowanych lokalnymi uwarunkowaniami rozkładu i wielkości natężeń, struktury rodzajowej i kierunkowej ruchu, na skrzyżowaniach zwykłych i skanalizowanych można realizować kombinację różnego rodzaju sterowania, tzn. np. na drodze głównej fazę dla kierunku głównego wraz z relacją skrętu w prawo, fazę bezkolizyjnych relacji skrętu w lewo, oraz dwie fazy wlotowe dla drogi o mniejszym obciążeniu ruchem.

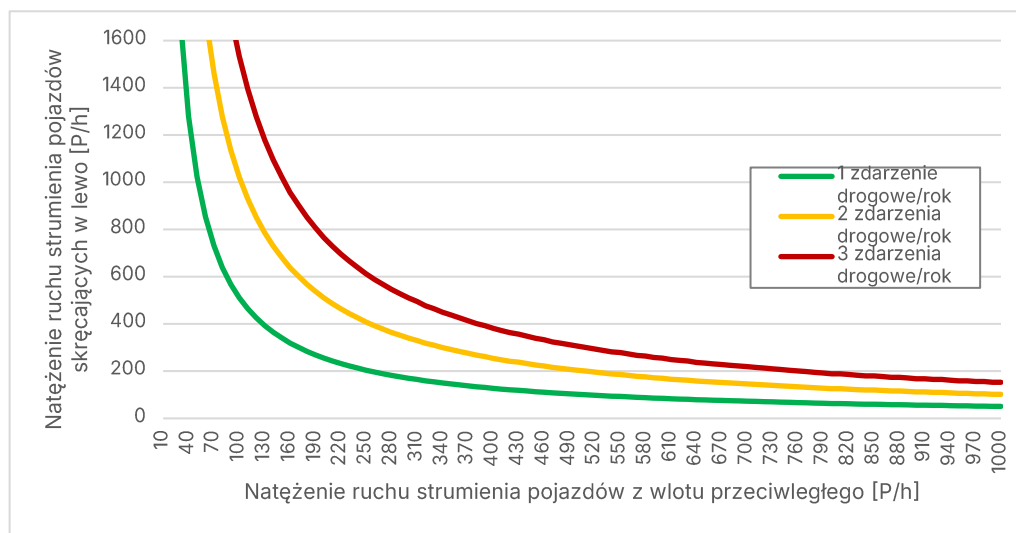
(10) Na skrzyżowaniach dróg zamiejskich na wlotach głównych zaleca się tworzenie faz sygnalizacyjnych z separacją kolizyjnych strumieni pojazdów o możliwym dopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch.

(11) Na skrzyżowaniach dróg miejskich zaleca się tworzenie faz sygnalizacyjnych z separacją kolizyjnych strumieni pojazdów o możliwym dopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch w przypadku, gdy rejestrowanych jest więcej niż 3 zdarzenia drogowe na rok w takiej konfiguracji. W przypadku pary strumieni pojazdów ze strumieniem pieszych lub rowerzystów, zaleca się stosowanie bezkolizyjnych faz sygnalizacyjnych, gdy rejestrowana jest liczba zdarzeń drogowych większa niż 2 na rok w takiej konfiguracji.

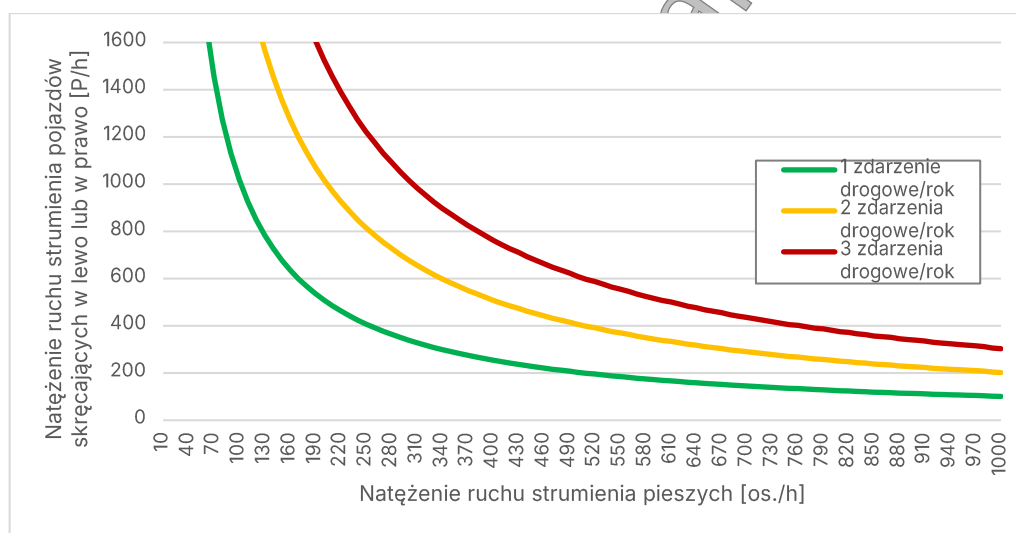
(12) Diagramy natężeń ruchu ustalone na podstawie [14], przy których dochodzi do zdarzeń drogowych na miejskich skrzyżowaniach z sygnalizacją świetlną strumieni kolizyjnych o dopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch przedstawiono na:

- a) rys. 7.2.1 dla pojazdów skręcających w lewo z kolizyjnym ruchem strumieni pojazdów z wlotu przeciwnego;
- b) rys. 7.2.2 dla pojazdów skręcających w lewo lub w prawo z kolizyjnym ruchem strumieni pieszych;
- c) na rys. 7.2.3 dla pojazdów skręcających w lewo lub w prawo z kolizyjnym ruchem strumieni rowerzystów.

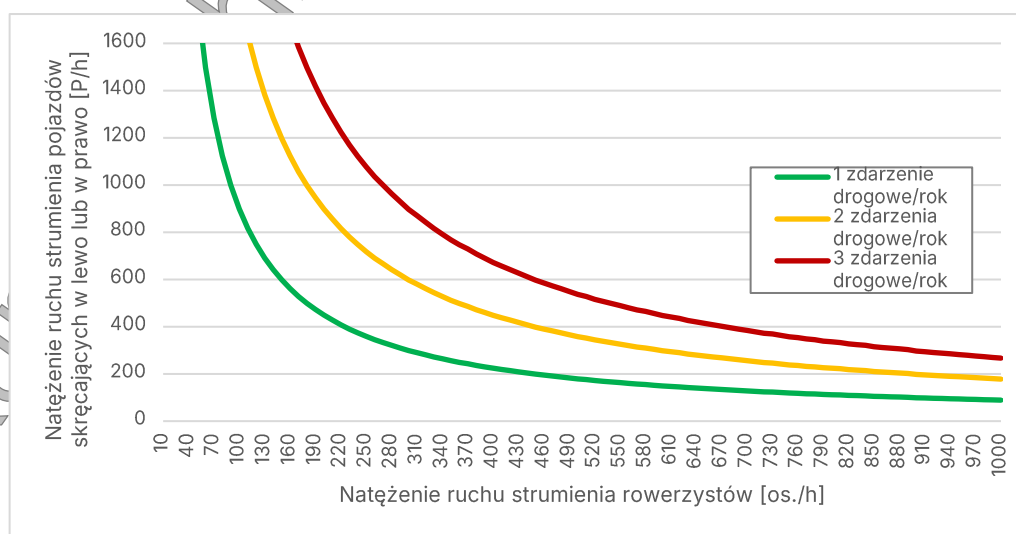
(13) W celu przybliżenia stopnia złożoności i kolizyjności strumieni pojazdów na skrzyżowaniach, w tabeli 7.2.1. podano liczbę punktów kolizji dla typowych czterowlotowych skrzyżowań, w zależności od typu skrzyżowania i realizowanego programu sygnalizacyjnego (wielkości faz sygnalizacyjnych). Na tej podstawie, przy znajomości miarodajnych natężeń ruchu pojazdów, można wstępnie dobrać rodzaj sterowania ruchem kierując się zarówno względami sprawności i bezpieczeństwa ruchu.



Rysunek 7.2.1. Liczba zdarzeń drogowych we wspólnym obszarze kolizji strumieni pojazdów skręcających w lewo z pojazdami z wlotu przeciwnego w tej samej fazie sygnalizacyjnej w zależności od natężenia ruchu



Rysunek 7.2.2. Liczba zdarzeń drogowych we wspólnym obszarze kolizji strumieni pojazdów skręcających w lewo lub w prawo z pieszymi na wylocie w tej samej fazie sygnalizacyjnej w zależności od natężenia ruchu



Rysunek 7.2.3. Liczba zdarzeń drogowych we wspólnym obszarze kolizji strumieni pojazdów skręcających w lewo lub w prawo z rowerami na wylocie w tej samej fazie sygnalizacyjnej w zależności od natężenia ruchu

Tabela 7.2.1. Liczba punktów kolizji w zależności od typu skrzyżowania i rodzaju sterowania ruchem

Typ skrzyżowania (wg WR-D-31)	Liczba punktów kolizji strumieni pojazdów:				Wskaźniki kolizyjności:	
	włączeń	wyłączeń	przecięć	łącznie	BSK	SKR
<b>Sterowanie dwufazowe</b>						
SS1	4	8	4	16	48	1,33
SS2	4	6	4	14	46	1,17
SS3	6	8	10	24	96	2,00
SS4	8	10	20	38	174	3,17
SWC2	0	12	0	12	12	0,75
<b>Sterowanie trzyfazowe</b>						
SS1	-	-	-	-	-	-
SS2	2	6	2	2	26	0,83
SS3	4	8	6	4	62	1,50
SS4	4	10	10	4	92	2,00
SWC2	-	-	-	-	-	-
<b>Sterowanie czterofazowe</b>						
SS1	-	-	-	-	-	-
SS2	-	-	-	-	-	-
SS3	0	8	0	8	8	0,67
SS4	0	10	0	10	10	0,83
SWC2	-	-	-	-	-	-
<b>Sterowanie wlotowe</b>						
SS1	0	8	0	0	8	0,67
SS2	0	6	0	0	6	0,50
SS3	0	8	0	0	8	0,67
SS4	0	10	0	0	10	0,83
SWC2	0	28	0	0	28	1,75
<b>Brak sygnalizacji świetlnej</b>						
SS1	8	8	16	32	144	2,67
SS2	8	6	16	30	142	2,50
SS3	12	8	33	54	282	4,50
SS4	16	10	71	98	562	8,17
SWC2	20	12	40	72	352	4,50

Oznaczenia:  
**BSK** – bazowy stopień kolizyjności, obliczony według propozycji w akapicie (9) rozdziału 9.3 WR-D-31-1,  
**SKR** – stopień kolizyjności relacji, obliczony jako stosunek liczby punktów kolizji do liczby relacji na skrzyżowaniu.

- (14) Tworząc fazy sygnalizacyjne na skrzyżowaniach, kierując się aspektem BRD, zaleca się:
- dla skręcających w lewo stosować sygnalizator kierunkowy lub fazę bezkolizyjną, jeżeli:
    - skrzyżowanie znajduje się poza obszarem zabudowanym lub prędkość dopuszczalna na wlotach przeciwległych jest większa niż 50 km/h,
    - jest to skrzyżowanie z wyspą centralną o rozsuniętych wlotach i wylotach lub skrzyżowanie z szerokim pasem dzielącym (w ciągu jezdni głównej),
    - dla skręcających pojazdów przeznaczone są co najmniej dwa pasy ruchu na wlocie i możliwy jest ruch strumienia pojazdów z wlotu przeciwległego z co najmniej jednego pasa ruchu,
    - z wlotu przeciwległego możliwy jest ruch strumieni pojazdów z więcej niż jednego pasa ruchu w relacji tylko na wprost,

- występuje przecięcie torów ruchu ze strumieniem tramwajowym wydzielonym z jezdni;
- b) dla skręcających w prawo stosować sygnalizator kierunkowy lub fazę bezkolizyjną, jeżeli:
  - geometria obszaru skrzyżowania lub obszaru sterowania może utrudniać rozpoznanie zasady podporządkowania i czytelność organizacji ruchu,
  - przejście dla pieszych lub przejazd dla rowerów są znacznie oddalone od tarczy skrzyżowania, z wyjątkiem takiej strefy akumulacji przed tym przejściem lub przejazdem, gdzie można zastosować osobny sygnalizator ogólny wstrzymujący ruch przed tym przejściem bądź przejazdem,
  - występują przeszkody na dojeździe do przejścia dla pieszych, przejazdu dla rowerów lub przejazdu tramwajowego – istotnie pogarszające widoczność dla kierujących pojazdami, a zastosowanie sygnalizatorów ostrzegawczych może nie przynieść spodziewanego efektu,
  - występuje przecięcie torów ruchu ze strumieniem tramwajowym wydzielonym z jezdni;
- c) dla strumieni niechronionych uczestników ruchu drogowego nie dopuszczać do jednoczesnego zezwolenia na ruch ze strumieniami pojazdów opuszczających skrzyżowanie na sygnale ogólnym, jeżeli:
  - dla pojazdów skręcających stosuje się więcej niż jeden pas ruchu do skrętu w lewo lub w prawo,
  - dławienie relacji skrętnych przez natężenie ruchu strumieni pieszych lub rowerzystów jest na tyle duże, że pod względem sprawności ruchu korzystniej jest stosować relację bezkolizyjną dla pojazdów,
  - pojazdy relacji skrętnej w lewo przecinają tor ruchu strumieni pieszych lub rowerzystów na wylocie skrzyżowania o rozsuniętych wlotach i wylotach bądź z szerokim pasem dzielącym;
- d) dla strumieni autobusowych, znajdujących się w pasie dzielącym jezdnie główne, stosować sygnalizatory kierunkowe dla relacji skrętnych tych strumieni, wraz z organizacją ruchu zabezpieczającą ruch autobusowy w czasie awarii sygnalizacji.

(15) Tworząc fazy sygnalizacyjne na skrzyżowaniu w bezpośredniej bliskości przejazdu kolejowo-drogowego kategorii A, B lub C zaleca się stosować sygnały kierunkowe nad pasami ruchu na wlotach, z których następuje dojazd do tego przejazdu. Algorytm sterowania ruchem w obszarze sterowania na takim skrzyżowaniu powinien uwzględniać włączanie lub wyłączenie sygnałów zabraniających na tym przejeździe kolejowo-drogowym. Analogiczne sterowanie ruchem dotyczyć powinno sytuacji na skrzyżowaniach w bezpośredniej bliskości wjazdu na most ruchomy lub prom, wjazdu pojazdów uprzywilejowanych, czy też wjazdu na odcinek o kierunkowej organizacji ruchu lub przy łącznicy węzła z sygnalizacją dozującą ruch.

(16) Strumień pojazdów sterowany sygnałem dopuszczającym skręcanie w kierunku wskazanym strzałką może być sterowany tylko z jednego pasa ruchu na wlocie spełniając określone w [3] warunki:

- a) jako kolizyjny z ruchem pojazdów z wlotu prostopadłego w obszarze zabudowanym, na którym prędkość dopuszczalna nie przekracza 50 km/h, tylko w przypadku zachowania odpowiednich warunków widoczności,
- b) jako kolizyjny z ruchem pieszych na wlocie skrzyżowania ulic, na których prędkość dopuszczalna nie przekracza 50 km/h, spełniając warunek widoczności pieszych,
- c) jako kolizyjny z ruchem rowerzystów na wlocie skrzyżowania ulic, gdy spełnione są wszystkie poniższe zasady:
  - wlot skrzyżowania ulic jest wlotem jednopasowym, a prędkość dopuszczalna nie przekracza 50 km/h,
  - przejazd dla rowerów jest samodzielny lub w bezpośredniej bliskości przejścia dla pieszych i znajduje się za nim od strony nadjeżdżającego pojazdu,
  - spełnione są warunki widoczności strumienia rowerzystów.
- d) jako kolizyjny na jezdniach do zawracania, przez które nie jest trasowane torowisko tramwajowe,
- e) dla pojazdów w sterowaniu wahadłowym – przeciwnie do kierunku ruchu pojazdów ewakuujących się z prostopadłej jezdni, w okresie trwania czasu międzyzielonego tych ewakuujących się pojazdów względem przeciwbieżnego kierunku ruchu.



(17) Sprawdzenie warunków widoczności dla kolizyjnego, podporządkowanego strumienia pojazdów, sterowanego sygnałem nadawanym przez sygnalizator S-2, przedstawiono w rozdziale 16.1.

(18) Stosowanie sygnału dopuszczającego skręcanie w kierunku wskazanym strzałką nie powinno mieć miejsca przy jednoczesnym zezwoleniu na ruch:

- strumieni tramwajowych,
- strumieni rowerzystów na przejeździe dla rowerów na wlocie z więcej niż jednym pasem ruchu lub na wylotach skrzyżowań.

(19) Nie zaleca się stosowania sygnału dopuszczającego skręcanie w kierunku wskazanym strzałką przy jednoczesnym zezwoleniu na ruch na przejściu dla pieszych na wlocie wielopasowym, z wyjątkiem sytuacji, w której linia zatrzymań na pasie do skrętu w prawo jest usytuowana kaskadowo jako pierwsza, poprawiając warunki widoczności dla zatrzymujących się kierujących pojazdami przed sygnalizatorem.

(20) Nie zaleca się stosowania sygnału dopuszczającego skręcanie w kierunku wskazanym strzałką w lewo przy jednoczesnym zezwoleniu na ruch pojazdów z wlotu jednokierunkowego, znajdującego się prostopadle po prawej stronie sygnalizatora S-2.

(21) Na skrzyżowaniach z występującymi pasami włączania dla relacji skrajnych w prawo, które nie są odseparowane w sposób trwały na wylocie, relacje na tych sąsiadujących pasach ruchu powinno się traktować jako wzajemnie kolizyjne w obszarze sterowania. Punkt kolizji pomiędzy tymi strumieniami kolizji powinien być wyznaczony jako najbardziej prawdopodobny. Przykład takiej zasady został zilustrowany na rys. 7.1.1.

(22) Na skrzyżowaniach, na których dla relacji skrętu w prawo lub w lewo z jednoczesnym dopuszczeniem strumieni kolizyjnych z pierwszeństwem przejścia lub przejazdu nie są spełnione warunki ich widoczności, o których mowa w rozdziale 16.1, należy stosować odpowiednie sygnalizatory ostrzegawcze S-8, S-8a, S-8b lub S-8c, według opisanych zasad w rozdziale 13.7. W takich przypadkach należy w fazie sygnalizacyjnej właściwie wyznaczyć okresy nadawania tych sygnałów, co opisano w rozdziale 10.1. W przypadku zbyt dużego zagrożenia zdarzeniami drogowymi z pieszymi lub rowerzystami zaleca się separację czasową pomiędzy pojazdami a niechronionymi użytkownikami skrzyżowań.

### **7.3. Rekomendowane zasady tworzenia faz sygnalizacyjnych na przejściach dla pieszych lub przejazdach dla rowerów poza skrzyżowaniami**

(1) W przypadku faz sygnalizacyjnych na przejściach dla pieszych lub przejazdach dla rowerów poza skrzyżowaniami, standardowym rozwiązaniem jest stosowanie sygnalizacji dwufazowej:

- a) przydzielającej zezwolenie na ruch strumieniom niechronionym uczestnikom ruchu w czasie, gdy pozostałe strumienie pojazdów mają zakaz wjazdu za sygnalizator;
- b) przydzielającej zezwolenie na ruch strumieniom pojazdów w czasie, gdy strumienie niechronionych uczestników ruchu mają zakaz wejścia lub wjazdu na przejście dla pieszych lub przejazd dla rowerów.

(2) Podstawowym czynnikiem wpływającym na pozytywny odbiór projektowanego rozwiązania jest umożliwienie przejścia lub przejazdu niechronionym uczestnikom ruchu drogowego przez cały przekrój drogi w jednym cyklu sygnalizacyjnym.

(3) W przypadku występowania zespołu przejść dla pieszych lub przejazdów dla rowerów, w tym głównie w przypadku przejść na drogach dwujezdniowych w sytuacji występowania przystanków na tym pasie dzielącym, fazy sygnalizacyjne mogą zostać uzależnione od układu detekcji, przydzielając sygnał zezwalający na ruch na przejściu dla pieszych lub przejeździe dla rowerów na tej części drogi, na której wzbudzony został detektor. W takim przypadku rekomendowanym jest stosowanie koordynacji czasowej między grupami sygnalizacyjnymi w kierunku przejścia dla pieszych (przejazdu dla rowerów), do którego zmierza niechroniony uczestnik ruchu od strony wzbudzonego detektora.

(4) W przypadkach zespołu przejść dla pieszych, w których nie ma możliwości zastosowania właściwej strefy oczekiwania pieszych w pasie dzielącym jezdnię lub przy torowisku

tramwajowym, rekomenduje się stosowanie takiego sterowania ruchem, aby niechronieni uczestnicy ruchu rozpoczynali fazę sygnalizacyjną z zezwoleniem na ruch na wszystkich sygnalizatorach przejścia dla pieszych, a po okresie minimalnej długości sygnału zielonego w pierwszej kolejności powinny być wyłączane sygnalizatory umieszczone na pasie dzielącym jezdnię, a dopiero później – sygnalizatory umieszczone przy podstawowym ciągu pieszych lub rowerzystów. Sposób ten umożliwia ewakuację potencjalnej, zbyt dużej grupy pieszych z wrażliwej strefy kolizyjnej przy krawędzi jezdni oraz minimalizuje zbyt dużą gęstość ruchu pieszego w pasie dzielącym jezdnię, przy oczekiwaniu na kolejny sygnał zielony.

(5) Stosując sygnalizację świetlną poza skrzyżowaniami w celu dyscyplinowania kierujących pojazdami w zakresie prędkości dopuszczalnej, w przypadku wykrycia przekroczenia tej prędkości przez zbliżającego się kierowcę do przejścia dla pieszych lub przejazdu dla rowerów, zaleca się włączyć:

- a) sygnały czerwone po obu stronach jezdni dla kierujących pojazdami,
- b) fazę dla strumieni pieszych lub rowerzystów na okres minimalnego sygnału zielonego.

(6) W okresach o niewielkim natężeniu ruchu drogowego, w przypadku funkcjonowania sygnalizacji całodobowej, rekomenduje się stosowanie fazy preferencyjnej dla niechronionych uczestników ruchu drogowego jako stan ustalony, zamiast fazy „all red”. Stan wzbudzenia w tych okresach powinien być stosowany dla detekcji strumieni pojazdów. Detekcję zaleca się wykonać zarówno przy linii zatrzymań, jak i na dojeździe do przekroju przejścia dla pieszych.

Dokument chroniony prawami autorskimi

## 8. Wymagania dla grup sygnalizacyjnych

### 8.1. Grupy kolizyjne

(1) Wzajemne relacje czasowe pomiędzy okresami nadawania poszczególnych sygnałów określone programem sygnalizacyjnym mają podstawowe znaczenie dla bezpieczeństwa ruchu sterowanego przy pomocy sygnalizacji świetlnej.

(2) Bezpieczeństwo to uzależnione jest od właściwego doboru zestawów strumieni tworzących podstawowe fazy sygnalizacyjne, odpowiedniego ustalenia grup nadzorowanych i grup kolizyjnych oraz od zapewnienia bezpiecznych przejść międzyfazowych.

(3) Grupy sygnalizacyjne należy uznać za kolizyjne w konflikcie niedozwolonym, jeżeli należy do nich co najmniej jedna para strumieni kolizyjnych o niedopuszczalnym zezwoleniu na ruch. Grupy takie nie mogą jednocześnie otrzymywać sygnału zielonego (lub odpowiednika), a pomiędzy zakończeniem sygnału zielonego w jednej grupie, a rozpoczęciem w drugiej musi upłynąć co najmniej minimalny czas międzyzielony, określony dla tych dwóch grup.

(4) Parę grup sygnalizacyjnych należy uznać za grupy z kolizją dozwoloną, jeżeli posiada ona co najmniej jedną parę strumieni kolizyjnych o dopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch i nie posiada żadnej pary strumieni o niedopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch. Grupy takie mogą jednocześnie otrzymywać sygnał zielony (lub odpowiednik), jednak pomiędzy rozpoczęciem nadawania sygnału zezwalającego na ruch musi upłynąć co najmniej minimalny czas opóźnień, określony dla tych dwóch grup.

(5) Pary grup sygnalizacyjnych, dla których nadawane są sygnały sterujące ruchem strumieni kolizyjnych, powinny zostać wyposażone w techniczne zabezpieczenia przed jednoczesnym nadawaniem sygnałów zezwalających na ruch dla każdego strumienia z danej pary oraz przed naruszeniem minimalnych czasów międzyzielonych.

(6) Zestawienie grup sygnalizacyjnych z przypisanymi do nich sygnalizatorami powinno zostać przedstawione w formie tabelarycznej w dokumentacji technicznej projektu organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną. Przykładowa tabela z grupami sygnalizacyjnymi zawierającymi zestaw sygnalizatorów do nich przynależnych została przedstawiona w tabeli 8.1.1 dla przykładowego skrzyżowania, którego schemat zilustrowano na rys. 8.1.1.

(7) Grupy sygnalizacyjne powinny być jednoznacznie określone, w podziale na konkretny ich rodzaj. Nazewnictwo, sposób numeracji oraz kolejność grup sygnalizacyjnych powinny być utrzymane w jednolitym standardzie, przyjętym przez dany OZR.

(8) Rekomenduje się określanie nazw grup sygnalizacyjnych zgodnie z kierunkiem ruchu wskazówek zegara (róży wiatrów), począwszy od kierunku północnego, w następującej kolejności rodzajów grup sygnalizacyjnych oraz w rozróżnieniu na:

- a) ogólne strumienie pojazdów jako grupa sygnalizacyjna „kołowa” (K),
- b) strumienie rowerów na jezdni jako grupa sygnalizacyjna „kierujących rowerem” (KR),
- c) strumienie autobusów (trolejbusów) jako grupa sygnalizacyjna „autobusowa” (B),
- d) strumienie tramwajów jako grupa sygnalizacyjna „tramwajowa” (T),
- e) strumienie pieszych jako grupa sygnalizacyjna „pieszych” (P), strumienie rowerzystów jako grupa sygnalizacyjna „rowerzystów” (R) lub strumienie pieszych i rowerzystów jako wspólna grupa sygnalizacyjna (PR),
- f) grupa sygnalizacyjna pojazdów sterowanych sygnałem dopuszczającym skręcanie w kierunku wskazanym strzałką (S),
- g) grupa sygnalizacyjna pojazdów, dla których nadawane są sygnały ostrzegawcze (O).

(9) Numeracja grup sygnalizacyjnych powinna być oznaczana niezależnie i zgodnie z zachowaną kolejnością, stanowiąc ułatwienie oraz porządek w programowaniu sterowników sygnalizacji świetlnej na etapie wdrażania zatwierdzonej organizacji ruchu, niezależnie od nazewnictwa tych grup sygnalizacyjnych (np. K1, K2, K2L, K3P, K3W, K3L, K4a, K4b itp.).

(10) Procedura obliczeń czasu międzyzielonego dla par strumieni kolizyjnych o niedopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch została przedstawiona w rozdziale 9.1. Procedura obliczeń czasu opóźnień dla par strumieni kolizyjnych o dopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch została przedstawiona w rozdziale 9.2.



(11) Czasy opóźnień powinny zostać określone, jeżeli występują jako:

- a) maksymalne czasy opóźnień uruchamiania grupy pieszej (rowerowej) względem grupy pojazdów,
- b) minimalne czasy opóźnień grupy kołowej (w tym z sygnałem nadawanym przez sygnalizator S-2) względem innej grupy kolizyjnej (pojazdów, tramwajów, pieszych lub rowerzystów).

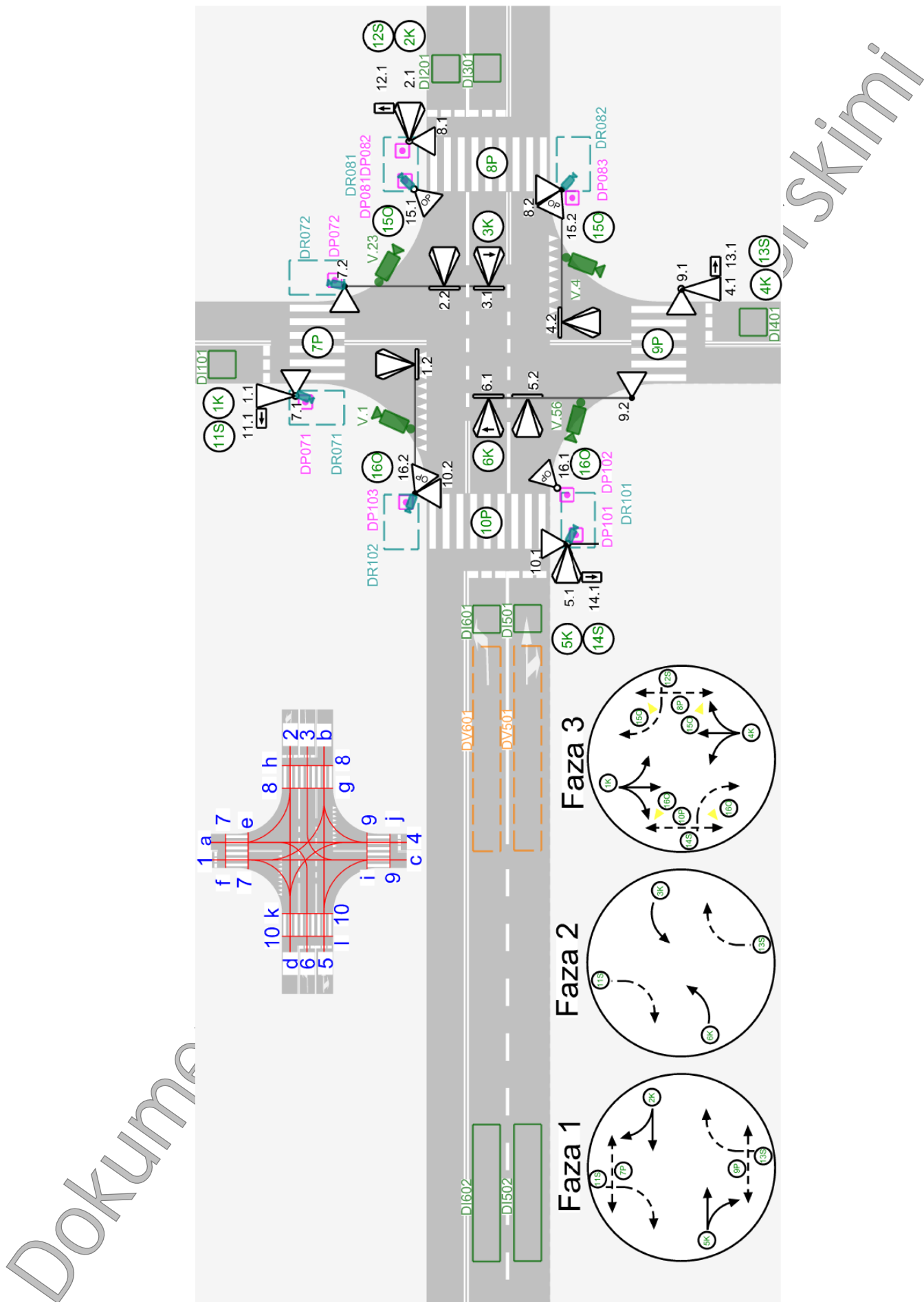
(12) Czasy opóźnień określa się dla strumieni pojazdów w stosunku do strumieni: pieszych, rowerowych, rowerzystów, tramwajowych oraz innych strumieni pojazdów. Mogą one występować w formie opóźnienia, wyprzedzenia lub zrównania startu grup sygnalizacyjnych. Czasy te mogą też być traktowane jako przywilej zgłoszenia się grup z pierwszeństwem przejazdu lub przejścia (nadrzędnej), czyli czas, do którego może się zgłosić i zostanie taka wywołana grupa, po starcie grupy podporządkowanej względem grupy zgłaszającej się.

(13) W projekcie organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną należy przedstawić obliczenia czasów bezpieczeństwa dla wszystkich par strumieni kolizyjnych w obszarze sterowania. Rekomenduje się zestawienie tych obliczeń w formie tabelarycznej, jak np. w tabeli 8.1.2.

(14) Ostatecznie dobrane wartości czasów międzyzielonych powinny być przedstawione w formie tabelarycznej w dokumentacji technicznej projektu organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną. Ostatecznie dobrane wartości czasów opóźnień powinny być przedstawione albo w formie opisowej, albo tabelarycznej. Przykładowa macierz czasów międzyzielonych dla grup kolizyjnych została przedstawiona jako tabela 8.1.3 dla przykładowego schematu faz sygnalizacyjnych, zamieszczonego na rys. 8.1.1.

**Tabela 8.1.1. Przykładowe zestawienie sygnalizatorów przynależnych do danej grupy sygnalizacyjnej**

Numer grupy sygnalizacyjnej	Nazwa grupy sygnalizacyjnej	Nazwa (numer) sygnalizatora	Wlot skrzyżowania	Rodzaj sygnalizatora	Kierunek strzały na sygnalizatorze	Stan sygnalizatora	Średnica soczewki	Rodzaj konstrukcji wsporczej	Ekran kontrastowy	Strumienie ruchu poddane sterowaniu
1	1K	1.1	północny	S-1	–	istn.	200	maszt	nie	1b, 1c, 1d
1	1K	1.2	północny	S-1	–	istn.	300	wysięgnik	tak	1b, 1c, 1d
2	2K	2.1	wschodni	S-1	–	proj.	300	maszt	nie	2a, 2b
2	2K	2.2	wschodni	S-1	–	proj.	300	wysięgnik	tak	2a, 2b
3	3K	3.1	wschodni	S-3	lewo	proj.	300	maszt	nie	3c
3	3K	3.2	wschodni	S-3	lewo	proj.	300	wysięgnik	tak	3c
...										
7	7P	7.1	północny	S-5	–	istn.	200	maszt	nie	7e, 7f
7	7P	7.2	północny	S-5	–	istn.	200	maszt	nie	7e, 7f
...										
11	11S	11.1	północny	S-2	prawo	istn.	200	maszt	nie	1d
...										
16	16O	16.2	zachodni	S-8a	–	proj.	200	maszt	nie	–



Rysunek 8.1.1. Przykładowy schemat faz sygnalizacyjnych dla skrzyżowania czterewłotowego i układem trzech faz

Tabela 8.1.2 Wzór tabeli obliczeń czasów bezpieczeństwa dla wszystkich par strumieni kolizyjnych

Grupa ewakuująca się	Grupa dojeżdżająca	Strumień ewakuujący się	Strumień dojeżdżający	Długość sygnału żółtego	Wydłużenie drogi ewakuacji	Prędkość ewakuacji	Długość drogi ewakuacji	Czas ewakuacji	Prędkość dojazdu	Długość drogi dojazdu	Czas dojazdu	Minimalny czas bezpieczeństwa
—	—	i	j	$t_{z,i}$ [s]	$l_{p,i}$ [m]	$v_{e,i}$ [m/s]	$s_{e,i}$ [m]	$t_{e,i}$ [s]	$v_{d,j}$ [m/s]	$s_{d,j}$ [m]	$t_{d,j}$ [s]	$TMZ_{i,j}$ [s]
1K	2K	1b	2d									
1K	2K	1c	2d									
...	...	...	...									

Oznaczenia zgodnie z rozdziałem 9.1

Tabela 8.1.3. Wzór macierzy minimalnych czasów międzyzielonych

		Grupy dojeżdżające (wjeżdżające lub wchodzące)													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		1K	2K	3K	4K	5K	6K	7P	8P	9P	10P	11S	12S	13S	14S
Grupy ewakuujące się (zjeżdżające, schodzące)	1	1K		TMZ	TMZ		TMZ	TMZ	TMZ		TMZ	(KP)		TMZ	
	2	2K	TMZ			TMZ		TMZ		TMZ	TMZ		(KP)		
	3	3K	TMZ			TMZ	TMZ			TMZ	TMZ				TMZ
	4	4K		TMZ	TMZ		TMZ	TMZ	TMZ		TMZ		TMZ	(KP)	
	5	5K	TMZ		TMZ	TMZ			TMZ		TMZ				(KP)
	6	6K	TMZ	TMZ		TMZ			TMZ		TMZ		TMZ		
	7	7P	TMZ			TMZ			TMZ				TMZ		
	8	8P		TMZ	TMZ		TMZ							TMZ	
	9	9P	TMZ		TMZ	TMZ									TMZ
	10	10P		TMZ			TMZ	TMZ					TMZ		
	11	11S	(KP)			TMZ					TMZ				
	12	12S		(KP)				TMZ	TMZ						
	13	13S	TMZ			(KP)				TMZ					
	14	14S			TMZ		(KP)				TMZ				

TMZ – obliczona minimalna wartość czasu międzyzielonego pomiędzy grupami kolizyjnymi  
(KP) – kolizja programowa

(15) Dopuszcza się w macierzy minimalnych czasów międzyzielonych dla grup sygnalizacyjnych określanie tzw. kolizji programowych.

(16) Przykładowe warunki opóźnień dla schematu skrzyżowania na rys. 8.1.1 podano poniżej:

- przykład określenia maksymalnego wyprzedzenia:
  - Grupa 2K musi wystartować najwcześniej równo ze startem Grupy 7P;
- przykład stosowania przywileju zameldowania się grupy:
  - Grupa 8P może zostać wywołana, jeżeli została zgłoszona nie później niż do 1 s od startu grupy 1K, ale nie później niż w momencie startu grupy 4K;
- przykład zdefiniowania warunków opóźnień:
  - Grupa 11S może wystartować nie wcześniej niż 3 s po starcie Grupy 2K oraz nie może rozpocząć się wcześniej niż 2 s po starcie grupy 7P (jeżeli zarejestrowano zgłoszenie);
- przykład określenia maksymalnego wyprzedzenia dla strumieni pojazdów z wlotów przeciwnych:
  - Grupa 1K nie może wystartować wcześniej niż 1 s przed Grupą 4K;
- przykład warunku braku opóźnień:
  - Grupa 3K i 6K powinny startować równocześnie.

## 8.2. Grupy nadzorowane

(1) Nadzór polega na kontroli wyświetlania sygnału przez sygnalizatory w danej grupie sygnalizacyjnej. Zaleca się, aby w sterowniku sygnalizacji świetlnej wszystkie grupy sygnalizacyjne objąć stosownym nadzorem (z możliwym pominięciem sygnalizatorów pomocniczych).

(2) Grupy sygnalizacyjne powinny posiadać techniczne zabezpieczenie zapewniające automatyczne przełączenie sygnalizacji w tryb pracy ostrzegawczej, o ile tylko wskutek awarii w jakiegokolwiek z grup nadzorowanych na żadnym z jej sygnalizatorów nie jest nadawany sygnał zabraniający ruchu. Sygnalizacja świetlna musi zostać natychmiast wyłączona w momencie wykrycia nieplanowanego pojawienia się sygnału zielonego na którymkolwiek z sygnalizatorów.

(3) W przypadkach, w których zachodzi podejrzenie o możliwym zastąpieniu sygnalizatora podstawowego z uwagi na uwarunkowania lokalne (przeszkody, inne pojazdy, zielen przydrożna itp.), niezależnym nadzorem powinny zostać objęte sygnalizatory dodatkowe w taki sposób, że w przypadku braku wyświetlania sygnału czerwonego nad jezdnią sygnalizacja automatycznie przełączy się w tryb pracy ostrzegawczej.

(4) Dla strumieni pieszych i rowerzystów za wystarczający powód automatycznego przełączenia sygnalizacji w tryb pracy ostrzegawczej uznaje się awarię powodującą, że dla danego kierunku przejścia lub przejazdu w ramach jednej grupy sygnalizacyjnej na żadnym z sygnalizatorów nie jest nadawany sygnał zabraniający ruchu.

(5) Nadzór nad grupami ostrzegawczymi powinien być zastosowany w przypadku, gdy sygnały te zastosowano w wyniku braku właściwych warunków widoczności. Należy przełączyć sygnalizację w tryb pracy ostrzegawczej w przypadku awarii wszystkich sygnalizatorów ostrzegawczych danej grupy sygnalizacyjnej.

(6) Stosując nadzór dla sygnału dopuszczającego skręcanie w kierunku wskazanym strzałką, można kontynuować pracę sygnalizacji w programie trójbarwnym w przypadku awarii sygnalizatora S-2, jeżeli ten sygnalizator nie jest jedynym sygnalizatorem nadającym sygnał zezwalający na ruch dla danego strumienia ruchu. Nie dopuszcza się pracy sygnalizacji w programie trójbarwnym w przypadku awarii sygnału czerwonego na sygnalizatorze S-1, stanowiącym zespół sygnalizatorów z sygnalizatorem S-2, jeżeli jest to sygnalizator, którego awaria warunkuje włączenie trybu ostrzegawczego. W przeciwnym wypadku należy wyłączyć możliwość nadawania sygnału przez sygnalizator S-2.

(7) Opis warunków nadzoru zaleca się przedstawić w formie tabelarycznej w dokumentacji technicznej projektu organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną. Przykładowa tabela z grupami sygnalizacyjnymi objętymi nadzorem oraz przypisanymi warunkami nadzoru dla tych grup została przedstawiona w tabeli 8.2.1. dla schematu, jak dla rys. 8.1.1.

(8) W przypadku ustalenia nadzoru w danej grupie sygnalizacyjnej, który podtrzymuje pracę sygnalizacji w przypadku wykrycia potencjalnego uszkodzenia co najmniej jednego sygnalizatora należącego do tej grupy sygnalizacyjnej, to w sterowniku sygnalizacji świetlnej każdorazowo należy odnotować ten fakt w rejestrze jego pracy (tzw. logach sterownika). Zaleca się rejestrować każdy przypadek potencjalnej awarii w tym rejestrze.

(9) W przypadku instalowania sygnalizatorów pomocniczych nie dopuszcza się sytuacji, w której sygnalizator ten działa jako samodzielnie sterujący daną grupą sygnalizacyjną. W związku z tym zaleca się, aby sygnalizator ten sterowany był osobnym kanałem ze sterownika, nie zaburzając pomiarów prądowych pozostałych sygnalizatorów danej grupy sygnalizacyjnej, do której został przypisany.

(10) Sygnalizator S-2 powinien być przypisany do osobnej grupy sygnalizacyjnej. W przypadku nadzoru tej grupy, należy uwzględnić osobny warunek nadzorowania sygnalizatora S-1, z którym sygnał dopuszczający skręcanie w kierunku wskazanym strzałką realizuje spójną sekwencję sygnałów świetlnych. Sygnał czerwony tego sygnalizatora S-1 powinien posiadać osobną żyłę kabla, na podstawie której możliwe będzie prowadzenie nadzoru awarii sekwencji sygnału czerwonego z zieloną strzałką.

(11) Wyświetlacz prędkości zalecanej lub wyświetlacz czasu powinny stanowić osobną grupę nadzorowaną. Działanie tych urządzeń nie może powodować zmian poboru prądu w obwodach sygnałów zielonego i czerwonego.

**Tabela 8.2.1. Przykład tabeli do określania pracy nadzoru nad sygnałami nadawanymi przez sygnalizatory**

Numer grupy sygnalizacyjnej	Nazwa grupy sygnalizacyjnej	Nadzór:					
		sygnału czerwonego		sygnału żółtego		sygnału zielonego	
		prądowy (brak sygnału)	napięciowy (nadmiar sygnału)	prądowy (brak sygnału)	napięciowy (nadmiar sygnału)	prądowy (brak sygnału)	napięciowy (nadmiar sygnału)
1	1K	1.1 i 1.2	1.1 lub 1.2	1.1 i 1.2	1.1 lub 1.2	1.1 i 1.2	1.1 lub 1.2
Działanie nadzoru:		A	L	–	A	A	W
2	2K	2.1 i 2.2	2.1 lub 2.2	2.1 i 2.2	2.1 lub 2.2	2.1 i 2.2	2.1 lub 2.2
Działanie nadzoru:		A	L	–	A	A	W
...							
7	7P	7.1 lub 7.2	7.1 lub 7.2	–	–	7.1 lub 7.2	7.1 lub 7.2
Działanie nadzoru:		A	L	–	–	A	W
...							
11	11S	1.1	–	–	–	11.1	11.1
Działanie nadzoru:		S	–	–	–	L	W
...							
16	16O	–	–	16.1 i 16.2	16.1 lub 16.2	–	–
Działanie nadzoru:		–	–	A	L	–	–

„i” – łącznik, przykładowo sygnalizator 1.1 i 1.2 jednocześnie niesprawne,

„lub” – rozdzielnik, przykładowo albo sygnalizator 1.1, albo sygnalizator 1.2 niesprawne,

**A** – natychmiastowe przejście do trybu pracy ostrzegawczej w przypadku braku sygnału (sygnałów) na sygnalizatorze (sygnalizatorach),

**L** – odnotowanie w logach sterownika sygnalizacji błędu sterowania oraz natychmiastowe powiadomienie służb utrzymaniowych o błędzie (w tym dyspozytora ruchu w przypadku komunikacji ze sterownikiem centralnym)

**S** – wyłączenie sygnalizatora z sygnałem dopuszczającym skręcanie w kierunku wskazanym strzałką,

**W** – natychmiastowe odłączenie sterowania obiektem (wygaszenie sygnalizatorów) w przypadku nadmiaru sygnału zielonego

### 8.3. Grupy sygnalizacyjne objęte detekcją ruchu

(1) W przypadku sygnalizacji świetlnej zależnej od ruchu (tj. akomodacyjnej lub acyklicznej), należy szczegółowo przyporządkować dany detektor lub pole detekcji do konkretnej grupy sygnalizacyjnej.

(2) Przyporządkowując dany detektor lub pole detekcji do danej grupy sygnalizacyjnej powinno się podać rodzaj reakcji sterownika sygnalizacji świetlnej na skutek detekcji ruchu (tj. zgłoszenie, wydłużenie itp.) oraz na skutek awarii detektora lub całego układu detekcji.

(3) Podobnie, jak w przypadku nazewnictwa grup sygnalizacyjnych, oznaczenia detektorów i ich pól detekcji powinny być utrzymane w jednolitym standardzie, przyjętym przez dany OZR. Nazewnictwo to może wynikać wprost z nazwy grupy sygnalizacyjnej, do której przynależy detektor.

(4) Rekomenduje się określanie nazw detektorów zgodnie z kierunkiem ruchu wskazówek zegara, poczynawszy od kierunku północnego, oraz w rozróżnieniu na:

f) rodzaj detektora (np. indukcyjny – DI, przycisk – DP, radar – DR, wideo – DV),

g) rodzaj i kolejność obszaru detekcyjnej danej grupy sygnalizacyjnej (indukcyjna – np. DI101, DI102, ..., wirtualna, np. DV101, DV102, ...).

(5) Przyporządkowanie grup sygnalizacyjnych do detektorów lub pól detekcji powinno znaleźć się w dokumentacji technicznej projektu organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną. Przykładowa



tabela powiązań grup sygnalizacyjnych z detektorami i ich polami detekcji została przedstawiona jako tabela 8.3.1. dla schematu, jak dla rys. 8.1.1.

**Tabela 8.3.1. Przykład tabeli do określania zależności grup sygnalizacyjnych od detektorów (wybrane funkcje)**

Nazwa detektora lub pola detekcji	Numer i nazwa grupy sygnalizacyjnej	Stan detektora	Reakcja na błąd	Funkcje detektora:					Lokalizacja i geometria [m]:	
				F1	F2	F3	F4	F <sub>n</sub>	lokalizacja lub odległość od linii zatrzymania	długość i szerokość pola detekcji
Pętle indukcyjne										
DI101	1 / 1K	istn.	stałe wzb.	X	X				2,0	2,0 / 2,0
DI201	2 / 2K	istn.	stałe wzb.	X	X				2,0	2,0 / 2,0
DI202	2 / 2K	istn.	brak	X		X			45,0	5,0 / 2,0
...										
Detektory wideo										
DV101	1 / 1K	proj.	stałe wzb.	X		X			5,0	15,0 / 2,0
DV201	2 / 2K	proj.	stałe wzb.	X		X			5,0	15,0 / 2,0
DV301	3 / 3K	proj.	stałe wzb.	X		X	X		5,0	15,0 / 2,0
...										
Przyciski										
DP071	7 / 7P	istn.	stałe wzb.	X					maszt 7.1	–
...										
Radary										
DR081	8 / 8P	proj.	stałe wzb.	X					maszt 15.1	–
...										
F1, F2, ... F <sub>n</sub> – przykładowe funkcje detekcji, dobierane w zależności od algorytmu sterowania i rodzaju detektora przez projektanta, np. F1 – zgłoszenie, F2 – zliczanie, F3 – wydłużanie sygnału zielonego, F4 – opóźnianie wzbudzenia itp.										

(6) Zaleca się stosowanie podwójnych (różnych) dla strumieni pojazdów i zdublowanych (tożsamy) dla strumieni pieszych i rowerzystów układów detekcji w celu zabezpieczenia przed ich awaryjnością (np. pętle indukcyjne wraz z wideodetekcją dla pojazdów, detekcja mikrofalowa i przyciskowa dla osób korzystających z przejść dla pieszych lub przejazdów dla rowerów). Nie rekomenduje się stosowania zdublowania układów detekcji dla pojazdów.

(7) W opisie technicznym projektu organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną adaptacyjną znajdować się powinny szczegółowe warunki:

- logiki sterowania w ramach algorytmu sterowania ruchem (rozdział 10.2),
- awarii układu detekcji ruchu.

(8) Warunki awarii układu detekcji powinny uwzględniać przede wszystkim reakcje na błąd lub awarię detektorów (uszkodzenie fizyczne), w tym głównie w przypadku braku zasilania detektora (lub zwarcia pętli indukcyjnej). Powinno się też określać procedury pracy sygnalizacji świetlnej w przypadku:

- stałego wzbudzenia pola detekcji,
- braku wzbudzenia pola detekcji.

(9) Zaleca się, aby w przypadku awarii detektora odpowiedzialnego za zgłoszenie do obsługi danej grupy sygnalizacyjnej, zawsze zabezpieczać ten stan poprzez stałe wzbudzenie (zgłoszenie). W przypadku detektorów odpowiedzialnych za wydłużanie sygnałów zezwalających na ruch rekomenduje się ich zabezpieczenie przed awarią na stan uwzględniający maksymalne zapotrzebowanie na ruch (do okresu długości sygnału zielonego maksymalnego). Pozwoli to w krytycznej sytuacji awarii całego układu detekcji na przejście pracy sygnalizacji świetlnej do trybu jak dla sygnalizacji stałoczasowej.

(10) W przypadku układów zdublowanych reakcja na awarię jednego z detektorów powinna uwzględniać sposób działania drugiego (zdublowanego) detektora (np. awaria przycisku powoduje podtrzymanie zgłoszeń przez detekcję radarową itp.).

(11) Zaleca się, aby określać procedury dla stanu wzbudzenia detektora powyżej 1 h oraz stanu przy braku wzbudzenia powyżej 24 h. Warunki te powinny być dobierane indywidualnie i wynikać z dokładnej analizy możliwości wystąpienia tych sytuacji, w tym np. z uwzględnieniem rejonów przystanków publicznego transportu zbiorowego, częstotliwości kursowania tramwajów, pory dnia (okresowych przeciążeń na sieci drogowej) itp.

(12) Planując rozmieszczenie detekcji na skrzyżowaniu należy uwzględnić uwarunkowania terenowe, natężenie ruchu, strategię sterowania ruchem, prędkość dopuszczalną i rzeczywistą danych relacji (w tym skrętnych) oraz inne czynniki mogące być skutkiem zastosowania sygnalizacji (np. długość kolejki pojazdów, manewry zakazane itp.).

(13) Detektory na wlocie służą do podtrzymania sygnału zielonego w trakcie jego trwania. Detektory usytuowane najdalej od linii warunkowego zatrzymania, oprócz podtrzymania, posiadają funkcję zgłaszania zapotrzebowania na wywołanie fazy sygnalizacyjnej lub grupy sygnalizacyjnej. Funkcję zgłoszenia przypisuje się też detektorom przy linii warunkowego zatrzymania.

(14) W przypadkach, kiedy możliwe jest, że w strefie między detektorami zgłaszającymi a linią warunkowego zatrzymania pojawi się niewykryty uczestnik ruchu, to funkcję zgłaszania należy przyporządkować także pozostałym detektorom.

(15) W przypadku stosowania sygnału nadawanego przez sygnalizator S-2, na pasie ruchu objętym tym sygnałem należy uwzględnić warunek odwołania zapotrzebowania w przypadku zjazdu z detektora bezpośrednio przed linią warunkowego zatrzymania.

(16) Rekomenduje się, aby każde pole detekcji posiadało osobny numer i wejście, jednak dopuszcza się sytuacje, w których pola detekcji na różnych pasach ruchu objętych sterowaniem przez tę samą grupą sygnalizacyjną, były połączone w detektor o jednym numerze i wejściu w sterowniku.

(17) Pola detekcji należy rozmieszczać na wszystkich pasach ruchu na wszystkich wlotach skrzyżowania, z wyjątkiem sygnalizacji pracujących cyklicznie dla strumieni ruchu należących do faz lub grup o stałym czasie trwania sygnału zielonego. Zaleca się stosowanie detektorów dla pieszych na każdym przejściu dla pieszych. Dopuszcza się nieobejmowanie detekcją strumieni pieszych lub rowerzystów w przypadku faz „preferencyjnych”, jednak tylko w przypadku, gdy nie są to strumienie ruchu na lub w otoczeniu przejść dla pieszych o podwyższonym standardzie.

(18) W przypadku faz preferencyjnych możliwe jest pomijanie detekcji niektórych relacji, co nie jest zalecane.

(19) Podstawowymi funkcjami, jakie można nadać detektorom to:

- a) zgłaszanie (meldowanie),
- b) podtrzymywanie (wydłużanie),
- c) liczenie,
- d) opóźnienie wywołania,
- e) czułość na jednoślady.

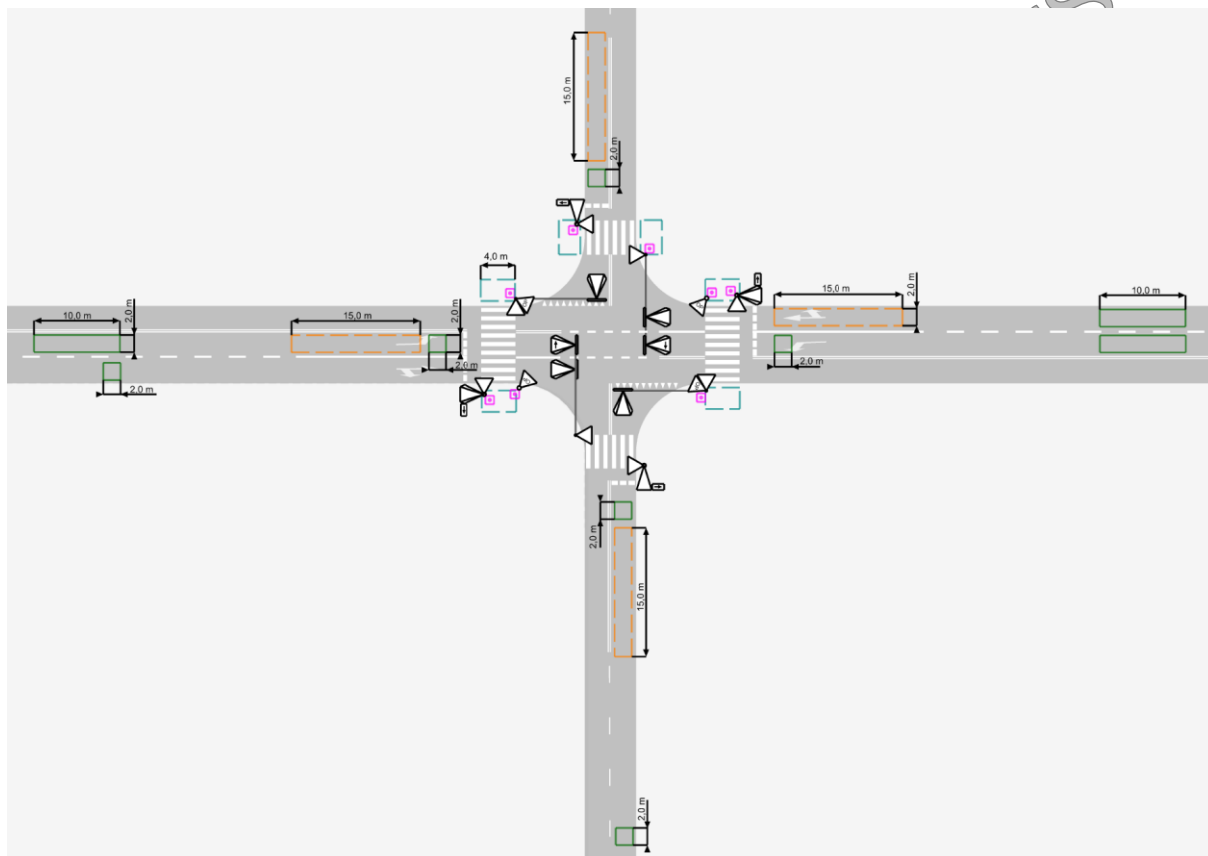
(20) Detektorom można też przypisywać inne funkcje niezwiązane z powyższymi, a które będą istotne dla przyjętej strategii sterowania ruchem lub dla warunków bezpieczeństwa. Do takich funkcji należą m.in.:

- a) wydłużanie przejścia międzyfazowego poprzez zwiększenie czasu międzzielonego (np. poprzez zajętość detektora usytuowanego na tarczy skrzyżowania po zakończeniu sygnału zielonego dla danej fazy lub grupy),
- b) pamiętanie (lub nie) zgłoszenia (zameldowania),
- c) szczególne warunki wywoływania priorytetów dla pojazdów publicznego transportu zbiorowego lub pojazdów uprzywilejowanych.

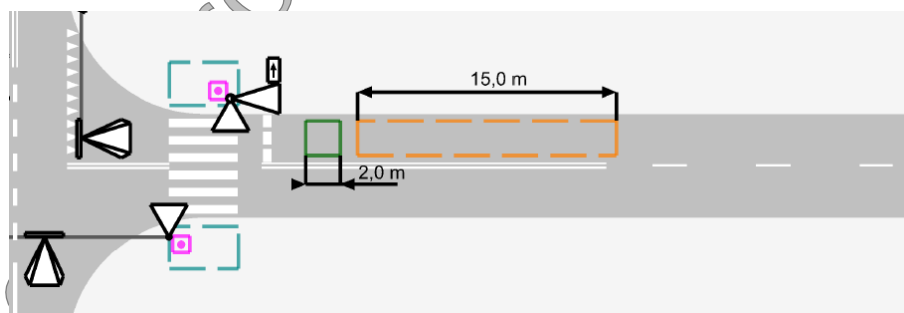
(21) Specjalnym rodzajem detekcji jest tzw. detekcja radiowa krótkiego zasięgu o zbliżającym się środku transportowym do obszaru sterowania (np. pojazdu komunikacji miejskiej). Podczas inicjacji zgłoszenia za pomocą takiej detekcji, według ustalonych procedur w algorytmie sterowania ruchem można wprowadzić tzw. uprzywilejowanie względem innych uczestników

ruchu, wywołując daną lub specjalną fazę ruchu, wydłużając fazę bieżącą, skracając inne fazy do wartości minimalnych itp. Rodzaj takiego uprzywilejowania może być uzależniony od różnych cech ruchu (np. priorytet niski, średni, wysoki).

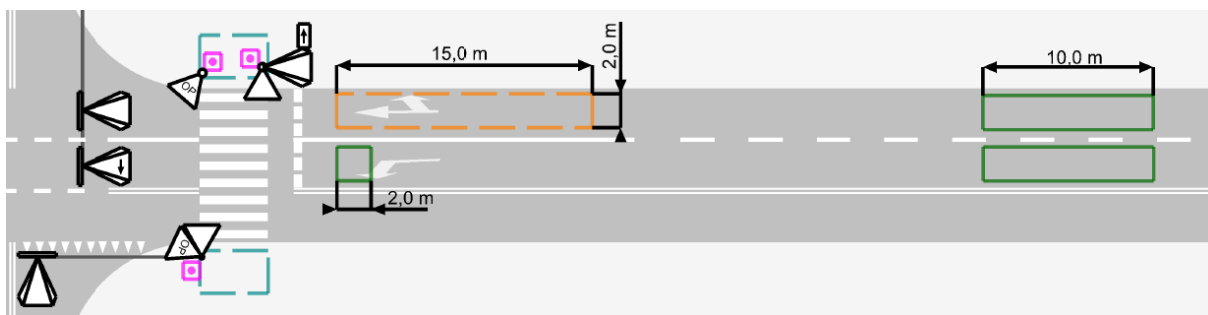
(22) Rozkład pól detekcji zależy od indywidualnych cech drogowo-ruchowych obiektu poddanego sterowaniu za pomocą sygnalizacji świetlnej. Przykładowy rozkład pól detekcji dla skrzyżowania, zawierający kilka kombinacji i rodzajów detektorów, przedstawiono na rys. 8.3.1 – 8.3.5.



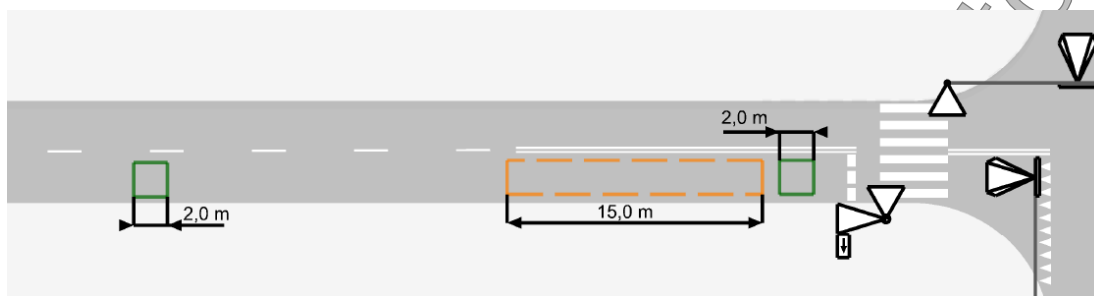
Rysunek 8.3.1. Przykładowy rozkład pól detekcji na skrzyżowaniu zwykłym czterowłotowym z dwoma pasami ruchu na wlocie jezdni głównej



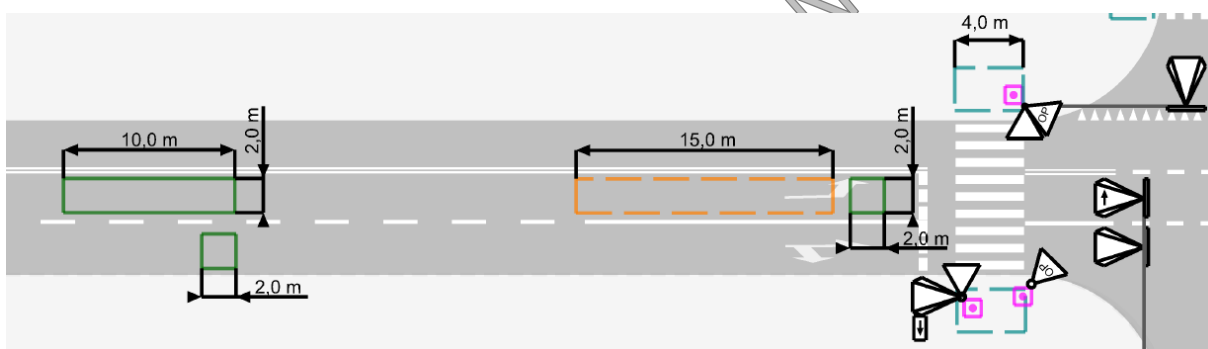
Rysunek 8.3.2. Przykładowy rozkład pól detekcji na skrzyżowaniu z rys. 8.3.1 – wlot północny



Rysunek 8.3.3. Przykładowy rozkład pól detekcji na skrzyżowaniu z rys. 8.3.1 – wlot wschodni



Rysunek 8.3.4. Przykładowy rozkład pól detekcji na skrzyżowaniu z rys. 8.3.1 – wlot południowy



Rysunek 8.3.5. Przykładowy rozkład pól detekcji na skrzyżowaniu z rys. 8.3.1 – wlot zachodni

## 9. Procedura obliczeń czasów bezpieczeństwa dla sygnalizacji świetlnej

### 9.1. Czasy międzyzielone strumieni ruchu o niedopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch

(1) Czasy międzyzielone przyjęte w programie sygnalizacyjnym dla wszystkich par strumieni kolizyjnych o niedopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch powinny być tak dobrane, aby strumień dojeżdżający osiągnął punkt kolizji dopiero po opuszczeniu go przez wszystkich uczestników ruchu ze strumienia ewakuującego się.

(2) Graficznie sytuacja ta została zilustrowana na rys. 9.1.1 pomiędzy ewakuującym się i dojeżdżającym strumieniami pojazdów w relacji prostopadłej, 9.1.2 pomiędzy ewakuującym się i dojeżdżającym strumieniami pojazdów w relacji skrętnej, 9.1.3 pomiędzy strumieniem pojazdów ewakuującym się i strumieniem pieszych wchodzących (rowerem wjeżdżającym) oraz 9.1.4 pomiędzy strumieniem pojazdów dojeżdżającym i strumieniem pieszych (rowerzystów) ewakuujących się.

(3) Minimalny czas międzyzielony dla dowolnej pary strumieni kolizyjnych o niedopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch określony jest wzorem 9.1.1:

$$TMZ_{ij} = \max \{t_{z,i} + t_{e,ij} - t_{d,ij}, 0\} \quad (9.1.1)$$

gdzie:

$TMZ_{ij}$  – minimalna wartość czasu międzyzielonego pomiędzy strumieniem ewakuującym się  $i$  a strumieniem dojeżdżającym  $j$  do ich wzajemnego punktu kolizji [s],

$t_{z,i}$  – długość sygnału żółtego nadawanego dla  $i$ -tego strumienia ewakuującego się [s],

$t_{e,ij}$  – długość czasu ewakuacji  $i$ -tego strumienia poza punkt kolizji z  $j$ -tym strumieniem dojeżdżającym do tego punktu kolizji [s],

$t_{d,ij}$  – długość czasu dojazdu  $j$ -tego strumienia dojeżdżającego do ich wzajemnego punktu kolizji z  $i$ -tym strumieniem ewakuującym się poza ten punkt kolizji [s].

(4) Długość sygnału żółtego wynika z wymogów formalnych i przyjmowana jest zgodnie z [3].

(5) Długość czasu ewakuacji  $t_{e,ij}$  obliczana jest za pomocą wzoru 9.1.2:

$$t_{e,ij} = \frac{s_{e,i} + l_{p,i}}{v_{e,i}} \quad (9.1.2)$$

gdzie:

$s_{e,i}$  – długość drogi ewakuacji  $i$ -tego strumienia, mierzona od zewnętrznej krawędzi linii zatrzymań (od strony najazdu) do punktu kolizji z  $j$ -tym strumieniem dojeżdżającym [m],

$l_{p,i}$  – wydłużenie drogi ewakuacji ze względu na rodzaj  $i$ -tego strumienia ewakuującego się [m],

$v_{e,i}$  – prędkość  $i$ -tego strumienia ewakuującego się z obszaru sterowania [m/s].

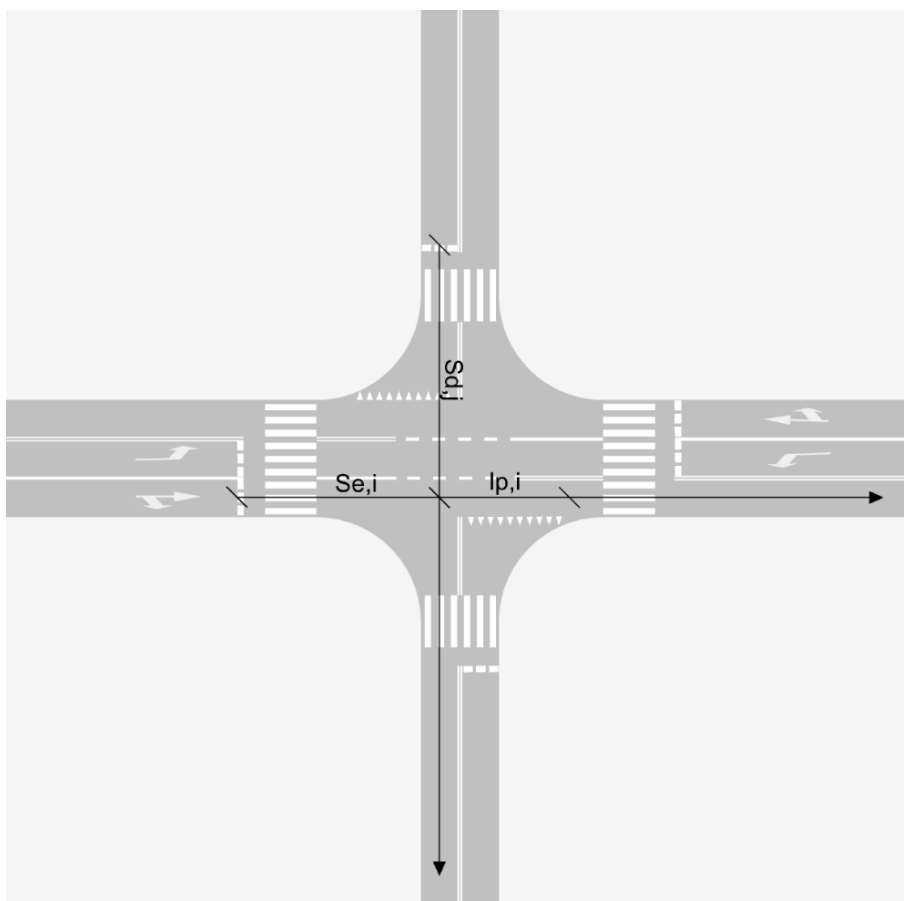
(6) Długość drogi ewakuacji  $s_e$  dla strumieni pieszych i strumieni rowerzystów mierzona jest w najszerszym miejscu przejścia dla pieszych lub przejazdu dla rowerów, począwszy od krawędzi jezdni i stanowi całą długość drogi tego przejścia lub przejazdu dla tych strumieni.

(7) W przypadku braku linii zatrzymań przed sygnalizatorem obok jezdni (np. torowisko tramwajowe), długość drogi ewakuacji  $s_e$  mierzy się od przekroju lokalizacji tego sygnalizatora, powiększoną minimum o 2 m (jako umowne miejsce zatrzymania przed sygnalizatorem), a w przypadku sygnalizatora nad jezdnią – minimum o 8 m.

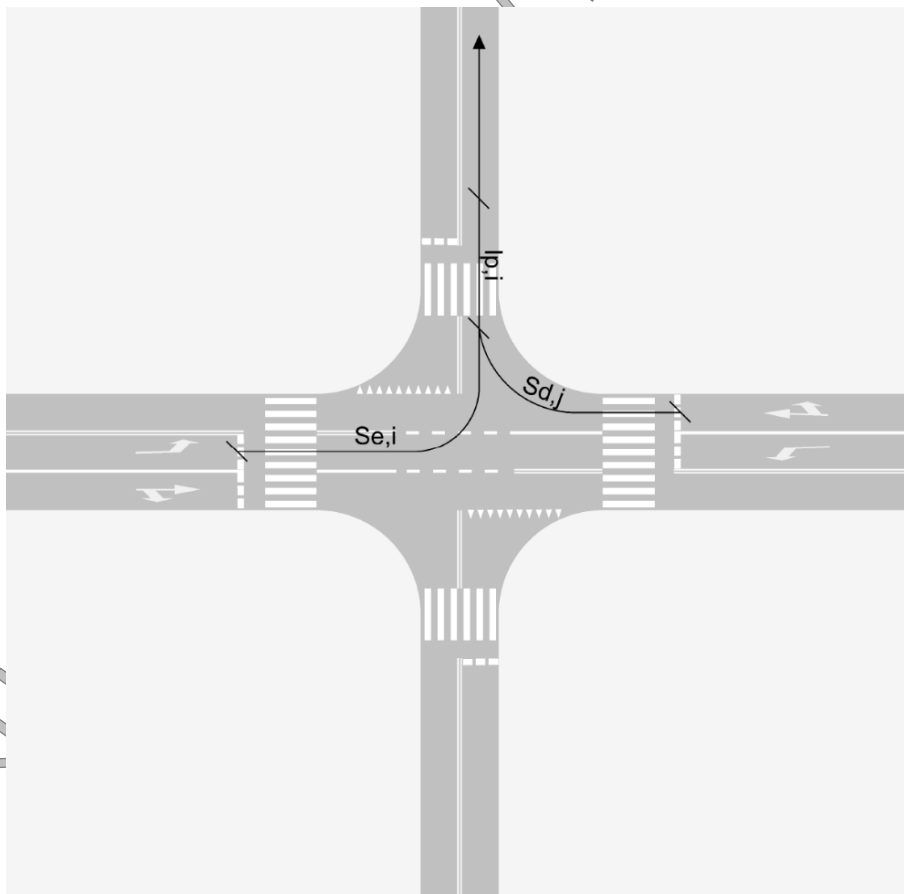
(8) Wydłużenie drogi ewakuacji  $l_p$  zależy od rodzaju strumienia i powinno wynosić nie mniej niż:

- 18,5 m, w przypadku strumieni wszystkich pojazdów poza obszarem zabudowanym,
- 10,0 m, w przypadku strumieni wszystkich pojazdów w obszarze zabudowanym,
- 13,5 m, w przypadku strumieni autobusowych lub 18,5 m, gdy udziału autobusów przegubowych funkcjonujących w sieci transportu zbiorowego jest przeważający,
- długość najdłuższego składu tramwaju funkcjonującego w sieci transportu zbiorowego, w przypadku strumieni tramwajowych,
- 2,0 m, w przypadku strumieni rowerowych i strumieni rowerzystów,
- 0,0 m, w przypadku strumieni pieszych.

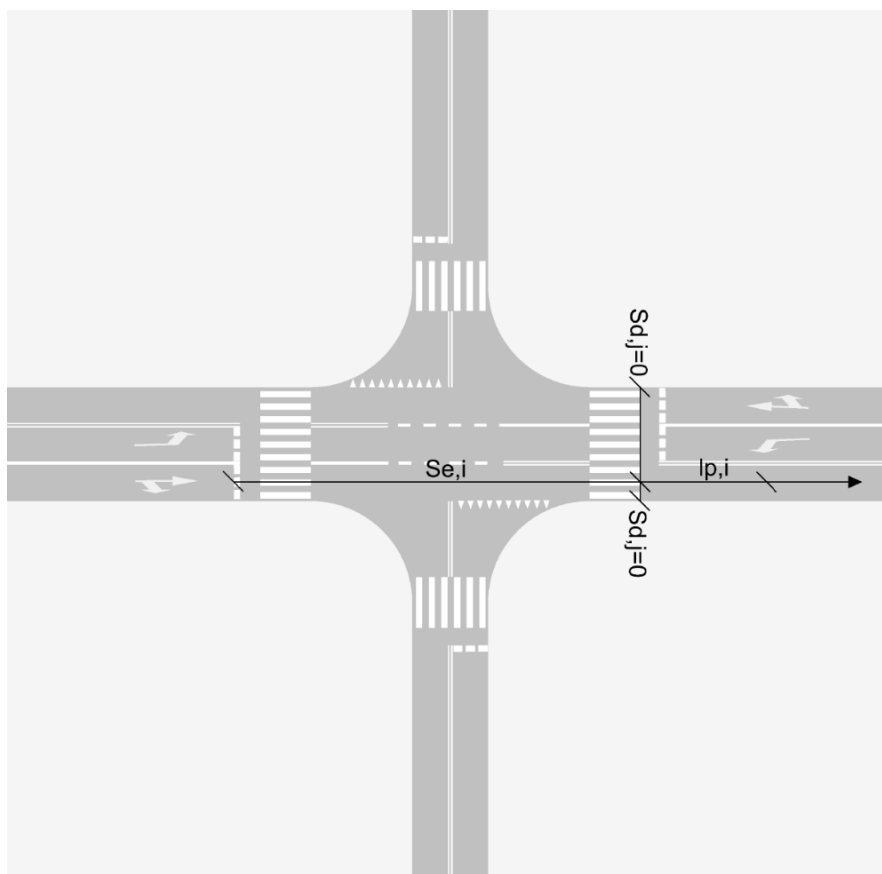




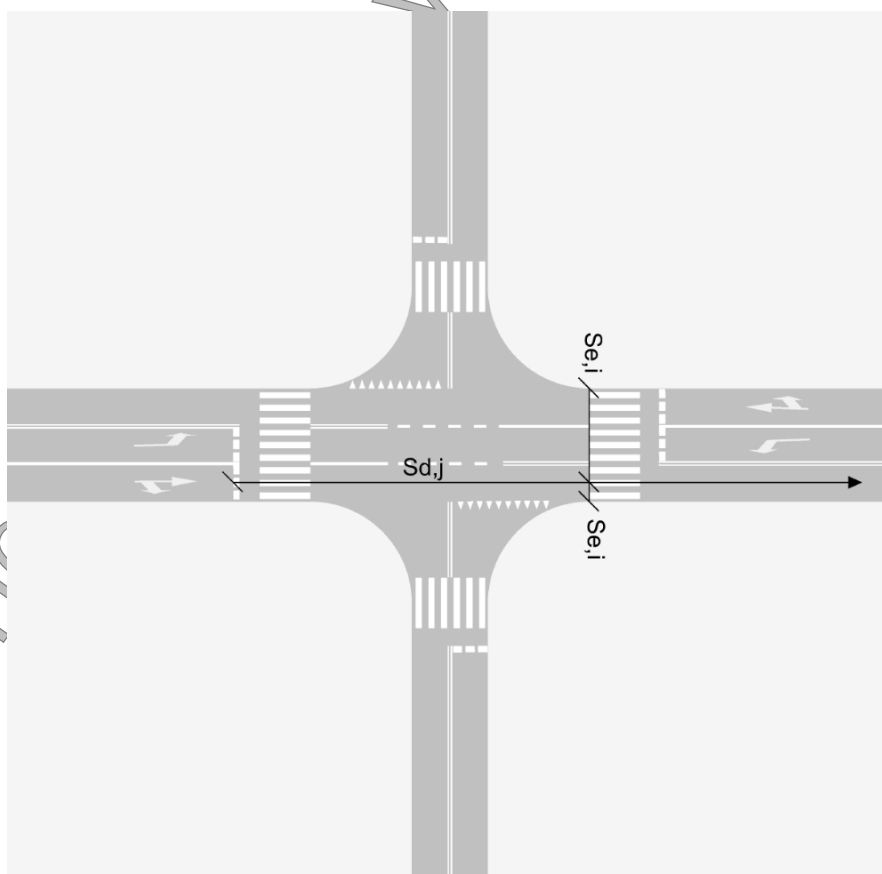
Rysunek 9.1.1. Schemat obliczania czasu międzyzielonego dla dwóch strumieni pojazdów w relacji prostopadłej



Rysunek 9.1.2. Schemat obliczania czasu międzyzielonego dla dwóch strumieni pojazdów w relacji skrętnej



Rysunek 9.1.3. Schemat obliczania czasu międzyzielonego dla ewakuującego się strumienia pojazdów i dochodzącego strumienia pieszych (dojeżdżającego strumienia rowerzystów), których czas dojazdu jest równy zero



Rysunek 9.1.4. Schemat obliczania czasu międzyzielonego dla dojeżdżającego strumienia pojazdów i ewakuującego się strumienia pieszych (rowerzystów), których czas ewakuacji obejmuje najdłuższą drogę ewakuacji

(9) Długość drogi ewakuacji w przypadku prowadzenia robót drogowych i czasowego zwężenia drogi z zastosowaniem sygnalizacji wahadłowej można stosować na podstawie metody [15]. W takim przypadku długość drogi ewakuacji  $s_e$  określa długość odcinka zwężenia, mierzona pomiędzy liniami zatrzymań dwóch przeciwbieżnych strumieni kolizyjnych (po obu stronach zwężenia). Prędkość ewakuacji na odcinku zwężenia drogi nie powinna być większa od prędkości dopuszczalnej na tym odcinku.

(10) Do obliczonej wartości czasu międzyzielonego na odcinku zwężenia drogi zaleca się przyjęcie dodatkowego czasu buforowego. Jest to podyktowane faktem, że kierowcy przejeżdżają strefę robót z różnymi prędkościami, w zależności od względnego zagrożenia postrzeganego podczas przejazdu przez tę strefę. Typowa wartość dodatkowego czasu buforowego zawiera się w przedziale od 3 do 5 s.

(11) W przypadku sygnalizacji, na której zastosowano wyświetlacz czasu zaleca się, aby długość drogi ewakuacji  $s_e$   $i$ -tego strumienia pojazdów w parze ze strumieniem pojazdów z wlotu innego niż przeciwny stanowiła odcinek mierzony od linii zatrzymań  $i$ -tego strumienia ewakuującego się do krawędzi tarczy skrzyżowania, a w przypadku pary  $i$ -tego strumienia pojazdów ze strumieniem pieszych lub rowerzystów – przyjęcie wartości  $l_p$  nie mniejszej niż 30 m.

(12) Długość czasu dojazdu  $t_{d,ij}$  obliczana jest według wzoru 9.1.3:

$$t_{d,ij} = \frac{s_{d,ij}}{v_{d,ij}} \quad (9.1.3)$$

gdzie:

$s_{d,ij}$  – długość drogi dojazdu  $j$ -tego strumienia mierzona od osi linii zatrzymań do punktu kolizji z  $i$ -tym strumieniem ewakuującym się poza ten punkt kolizji [m],  
 $v_{d,ij}$  – prędkość  $j$ -tego strumienia dojeżdżającego do punktu kolizji z  $i$ -tym strumieniem ewakuującym się poza obszar sterowania [m/s].

(13) Czas dojazdu dla strumieni pieszych na przejściach dla pieszych oraz strumieni rowerzystów na przejazdach dla rowerów zawsze wynosi 0 s.

(14) Czas dojazdu dla strumieni pojazdów może być pominięty w toku obliczeń czasów międzyzielonych, co dotyczy w szczególności sygnalizacji wahadłowej.

(15) Długość czasu dojazdu  $t_d$  strumienia pojazdów  $j$  w parze ze strumieniem ewakuującym się  $i$  z wlotu innego niż przeciwny należy pominać zawsze, gdy sygnalizacja posiada wyświetlacz czasu.

(16) Prędkość ewakuacji  $v_e$  nie może być większa niż wartości określone w [3].

(17) Prędkość dojazdu  $v_d$  strumieni pojazdów w relacji na wprost powinno się przyjmować jako co najmniej prędkość dopuszczalną  $v_{dop}$  na tej części drogi, na której  $j$ -ty strumień dojeżdżający wjeżdża do obszaru sterowania. Prędkość dojazdu strumieni pojazdów w relacji skrajnej nie powinna przekraczać prędkości dopuszczalnej  $v_{dop}$  na tej części drogi, na której  $j$ -ty strumień dojeżdżający wjeżdża do obszaru sterowania.

(18) W ocenie prędkości ewakuacji  $v_e$  i dojazdu  $v_d$  można posługiwać się wynikami badań prędkości dla, odpowiednio, kwantyla 85% i kwantyla 15% z rozkładu prędkości. W tym celu można posłużyć się m.in. krajowymi wynikami badań prędkości pojazdów na skrzyżowaniach miejskich [16] lub wiejskich [17].

(19) Typowe, zalecane do przyjęcia wartości prędkości ewakuacji  $v_e$  i dojazdu  $v_d$  przedstawiono w tabeli 9.1.1. Przy doborze tych prędkości powinno się uwzględniać uwarunkowania lokalne i geometryczne. Każdorazowe przyjęcie wartości prędkości innej niż prędkość dopuszczalna  $v_{dop}$  lub określonej w przepisach [3] należy uzasadnić w opisie technicznym projektu organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną. Prędkość pojazdów relacji skrajnych można uzależniać od wartości promienia łuku w planie drogi.

(20) Alternatywnym sposobem obliczania czasu dojazdu  $t_{d,ij}$  jest stosowanie wzoru 9.1.4, który umożliwia obliczenie tego czasu z zerową prędkością początkową:

$$t_{d,ij} = \sqrt{\frac{2 \cdot [s_{d,ij} + 1,5]}{a_j}} \quad (9.1.4)$$

gdzie:

$a_j$  – zakładane maksymalne przyspieszenie pojazdów  $j$ -tego strumienia dojeżdżającego [ $m/s^2$ ].

(21) Wartości maksymalnego przyspieszenia pojazdów  $a_j$  powinny wynosić:

- 3,5  $m/s^2$  dla strumienia pojazdów,
- 2,0  $m/s^2$  dla strumienia autobusowego,
- 1,2  $m/s^2$  dla strumienia tramwajowego.

(22) Czas dojazdu  $t_d$ , obliczany wzorem 9.1.4., może być stosowany wyłącznie w następujących przypadkach:

- dla strumienia pojazdów – tylko wtedy, gdy sygnalizacja pracuje w trybie akomodacyjnym, a obliczenie dotyczy grupy sygnalizacyjnej, otrzymującej sygnał zielony (lub odpowiednik) tylko po zgłoszeniu zapotrzebowania na detektorze przy linii zatrzymań oraz dla strumieni rowerów w służbie dla rowerów lub na pasie ruchu dla rowerów, a także dla strumieni pojazdów sterowanych sygnałem dopuszczającym skręcanie w kierunku wskazanym strzałką; zastrzeżenie dotyczy również długości drogi dojazdu  $s_{d,j}$ , która nie może przekraczać 40 m (jednostajne przyspieszenie strumienia pojazdów do 16,7  $m/s$ );
- dla strumieni autobusów – tylko wtedy, gdy na wydzielonym pasie ruchu, bezpośrednio przed wlotem, zlokalizowany jest przystanek;
- dla strumieni tramwajów – tylko wtedy, gdy na wlocie zlokalizowany jest przystanek.

(23) Programowe zabezpieczenie wymaganych długości czasów międzyzielonych dla par strumieni kolizyjnych realizowane jest przez zapewnienie w programie sygnalizacyjnym odpowiednich czasów międzyzielonych dla par grup sygnalizacyjnych.

(24) W celu wyznaczenia wymaganego czasu międzyzielonego dla dwóch grup sygnalizacyjnych należy przeanalizować zbiór minimalnych czasów międzyzielonych  $TMZ_{ij}$  dla wszystkich par strumieni, dla których strumień  $i$  jest sterowany grupą sygnalizacyjną kończącą nadawanie sygnału zezwalającego na ruch, a strumień  $j$  jest sterowany grupą sygnalizacyjną rozpoczynającą nadawanie sygnału zezwalającego na ruch. Największa wartość  $TMZ_{ij}$  z tego zbioru określa wymaganą minimalną długość czasu międzyzielonego dla rozważanej pary grup sygnalizacyjnych.

(25) Czas międzyzielony dla grup kolizyjnych zaokrągla się w górę do wartości całkowitej. W przypadku uzyskania wartości całkowitej lub bliskiej tej wartości, zaleca się dodanie 1 s do tej wartości.

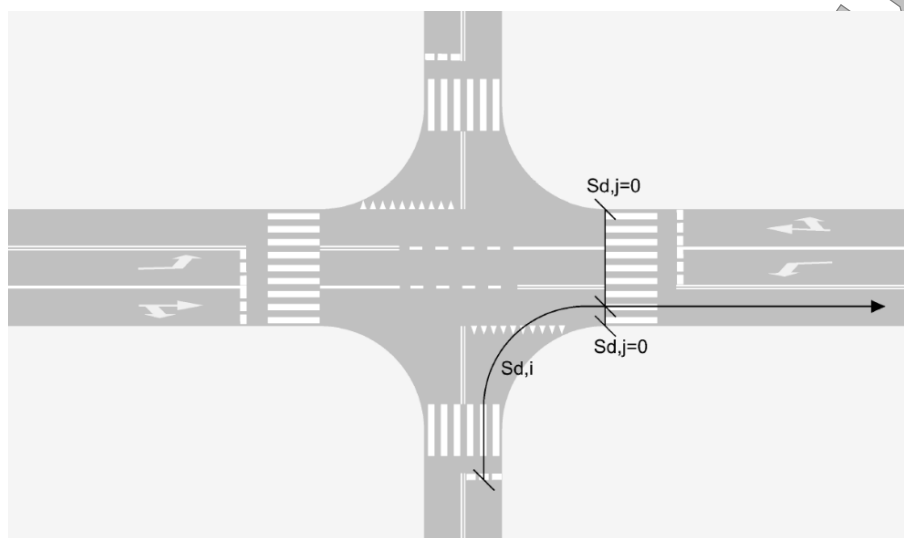
**Tabela 9.1.1. Zalecane wartości prędkości ewakuacji i dojazdu w procedurze obliczeń czasów bezpieczeństwa [ $m/s$ ]**

Lp.	Rodzaj prędkości:	$V_e$	$V_d$
		nie więcej niż:	nie mniej niż:
1.	na wlotach skrzyżowań dróg poza obszarem zabudowanym lub na odcinkach pomiędzy skrzyżowaniami oraz w sygnalizacji skoordynowanej	13,9	$V_{dop} + 2,8$
2.	na wlotach skrzyżowań ulic dla strumieni pojazdów w relacji na wprost	11,1	$V_{dop} + 2,8$
3.	na wlotach skrzyżowań ulic dla strumieni pojazdów skręcających w lewo	10,0	11,1
4.	na wlotach skrzyżowań ulic dla strumieni pojazdów skręcających w prawo	8,3	10,0
5.	na wlotach skrzyżowań ulic dla strumieni pojazdów zawracających	5,6	8,3
6.	na wlotach skrzyżowań dla strumieni pojazdów sterowanych sygnałem dopuszczającym skręcanie w kierunku wskazanym strzałką	6,9	8,3
7.	dla strumieni autobusowych	10,0	
8.	dla strumieni tramwajowych	ustalana indywidualnie z uwagi na geometrię i stan torowiska	
9.	na pasach ruchu dla rowerów lub w służbach dla strumieni rowerów	4,2	
10.	na przejazdach dla rowerów dla strumieni rowerzystów	2,8	–
11.	na przejściach dla pieszych	1,2	
12.	na przejściach szkolnych lub na trasie szkolnej	1,0	
13.	na przejściach o zwiększonym udziale osób z niepełnosprawnościami	0,8	

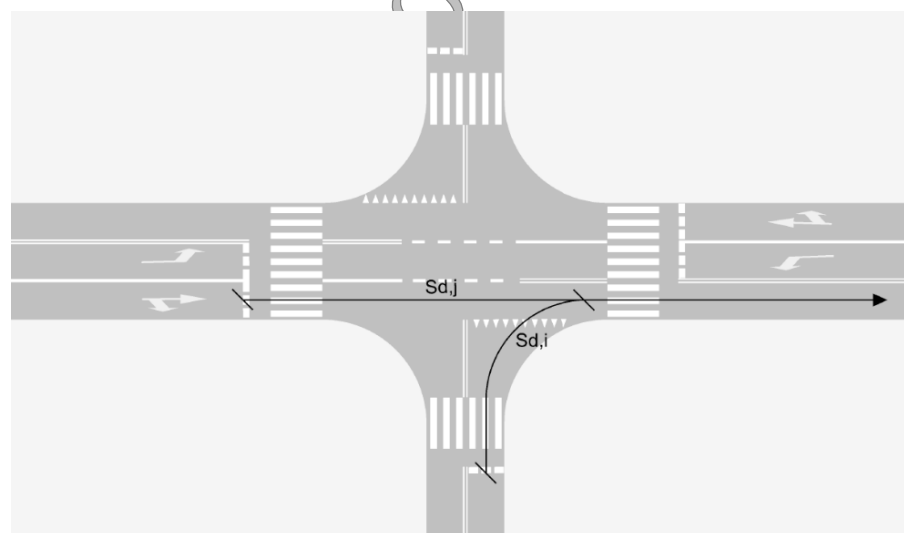
## 9.2. Czasy opóźnień strumieni ruchu o dopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch

(1) Czasy opóźnień przyjęte w programie sygnalizacyjnym dla wszystkich par strumieni kolizyjnych o dopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch powinny być tak dobrane, aby podporządkowany strumień dojeżdżający nie osiągnął punktu kolizji przed dojeżdżającym (dochodzącym) strumieniem z pierwszeństwem przejazdu lub przejścia.

(2) Graficznie sytuacja ta została zilustrowana na rys. 9.2.1 pomiędzy podporządkowanym dojeżdżającym strumieniem do przejścia dla pieszych a strumieniem pieszych wchodzących na to przejście oraz na rys. 9.2.2 pomiędzy podporządkowanym dojeżdżającym strumieniami pojazdów w relacji skrajnej (sygnał nadawany przez sygnalizator S-2) a dojeżdżającym strumieniem pojazdów z pierwszeństwem przejazdu.



Rysunek 9.2.1. Schemat obliczania czasu opóźnień pomiędzy dojeżdżającym do przejścia strumieniem pojazdów skręcającym w prawo a strumieniem pieszych (rowerzystów)



Rysunek 9.2.2. Schemat obliczania czasu opóźnień dla strumienia pojazdów sterowanego sygnałem dopuszczającym skręcanie w kierunku wskazanym strzałą dojeżdżającym do wzajemnego punktu kolizji ze strumieniem nadrzędnym z wlotu prostopadłego

(3) Minimalny czas opóźnień dla dowolnej pary kolizyjnych strumieni pojazdów o dopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch określony jest wzorem 9.2.1, natomiast dla dowolnej pary strumieni kolizyjnych, z których jeden stanowi strumień pieszych lub rowerzystów, określony jest wzorem 9.2.2:



$$TB_{ji} = t_{do,ji} - t_{do,ij} \quad (9.2.1)$$

$$TO_i = \max \{t_{do,ij}, 1\} \quad (9.2.2)$$

gdzie:

$TB_{ji}$  – minimalna wartość czasu opóźnienia pomiędzy podporządkowanym strumieniem pojazdów  $i$  a strumieniem pojazdów  $j$  z pierwszeństwem przejazdu, dojeżdżających w ich wzajemny punkt kolizji [s],

$TO_i$  – maksymalna wartość czasu opóźnienia pomiędzy podporządkowanym strumieniem pojazdów  $i$  a nadrzędnym strumieniem pieszych lub rowerzystów  $j$  z pierwszeństwem przejścia lub przejazdu przez ich wzajemny punkt kolizji [s],

$t_{do,ij}$  – czas dojazdu  $i$ -tego strumienia podporządkowanego pojazdów do punktu kolizji z nadrzędnym  $j$ -tym strumieniem z pierwszeństwem przejazdu lub przejścia [s],

$t_{do,ji}$  – czas dojazdu nadrzędnego  $j$ -tego strumienia pojazdów dojeżdżającego do punktu kolizji z podporządkowanym  $i$ -tym strumieniem pojazdów [s].

(4) Minimalna wartość czasu opóźnienia pomiędzy podporządkowanym strumieniem pojazdów na sygnale dopuszczającym skręcanie w kierunku wskazanym strzałką a przejściem dla pieszych lub przejazdem dla rowerów nie powinna być mniejsza niż 2 s.

(5) Minimalna wartość czasu opóźnienia pomiędzy strumieniami kolizyjnymi z przeciwległych wlotów dla strumieni pojazdów w ruchu przeciwbieżnym może zostać tak dobrana, aby strumień nadrzędny osiągnął punkt kolizji w czasie nie dłuższym niż 2 s po osiągnięciu tego punktu przez strumień podporządkowany, co dotyczy głównie strumienia relacji skrętnej w lewo ze strumieniem w relacji jazdy na wprost z przeciwka. Zaleca się dążyć do sytuacji jednoczesnego uruchamiania dwóch wlotów przeciwległych przy zachowaniu wskazanej wartości opóźnienia.

(6) Zarówno czas dojazdu strumienia podporządkowanego  $t_{do,ij}$ , jak i strumienia z pierwszeństwem przejazdu  $t_{do,ji}$ , może być obliczony za pomocą wzoru 9.1.3. Dopuszcza się stosowanie wzoru 9.1.4 dla obliczenia czasu dojazdu strumienia podporządkowanego.

(7) Stosując wzór 9.1.3 do obliczeń czasu dojazdu strumienia z pierwszeństwem przejazdu lub podporządkowanego, zaleca się stosować wartości prędkości zgodnie z wartościami podanymi w tabeli 9.1.1. Przyjęte do obliczeń wartości prędkości powinny być spójne z wartościami przyjętymi do obliczeń czasów międzyzielonych.

(8) W celu wyznaczenia wymaganego czasu opóźnień dla dwóch grup sygnalizacyjnych należy przeanalizować zbiór maksymalnych czasów opóźnień  $TB_{ji}$  dla wszystkich par strumieni, dla których strumień  $i$  jest sterowany grupą sygnalizacyjną podporządkowaną, a strumień  $j$  jest sterowany grupą sygnalizacyjną nadrzędną. Największa wartość  $TB_{ji}$  z tego zbioru określa wymaganą maksymalną długość czasu opóźnień dla rozważanej pary grup sygnalizacyjnych.

(9) W celu wyznaczenia wymaganego czasu opóźnień dla dwóch grup sygnalizacyjnych, z których jedna stanowi grupę strumieni pieszych lub rowerzystów, należy przeanalizować zbiór maksymalnych czasów opóźnień  $TO_i$  dla wszystkich par strumieni, dla których strumień  $i$  jest sterowany grupą sygnalizacyjną podporządkowaną. Największa wartość  $TO_i$  z tego zbioru określa wymaganą maksymalną długość czasu opóźnień dla rozważanej pary grup sygnalizacyjnych.

(10) Czas opóźnień  $TB_{ji}$  dla grup kolizyjnych zaokrągla się w górę do wartości całkowitej. Czas opóźnień  $TO_i$  dla grup kolizyjnych zaokrągla się w dół do wartości całkowitej. W przypadku uzyskania wartości całkowitej lub bliskiej tej wartości, dopuszcza się dodanie 1 s do wartości  $TB_{ji}$  oraz odjęcie 1 s od wartości  $TO_i$ .

Dokument chroniony prawami autorskimi

## 10. Wymogi optymalizacyjne dla sygnalizacji świetlnej

### 10.1. Dobór długości sygnałów i cyklu sygnalizacyjnego

(1) Długość cyklu sygnalizacyjnego wynika z podstawowych parametrów sterowania ruchem drogowym, w tym w szczególności: liczby i kolejności faz sygnalizacyjnych, długości sygnałów zezwalających na ruch oraz długości czasów międzyczłonnych (tzw. czasów traconych w cyklu) w związku z „czyszczeniem” strefy kolizyjnej w obszarze sterowania, będącej efektem bezpiecznej ewakuacji strumieni kolizyjnych o niedopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch.

(2) Dobór długości cyklu sygnalizacyjnego wynika z lokalnych uwarunkowań obiektu przewidzianego do objęcia go sygnalizacją świetlną bądź z przyjętej polityki transportowej OZR, w tym przede wszystkim z:

- a) planu sytuacyjno-wysokościowego,
- b) rozległości geometrycznej obszaru sterowania,
- c) stopnia skomplikowania organizacji ruchu (względem rozwiązań typowych),
- d) zagospodarowania przestrzennego obszaru przyległego do obszaru sterowania,
- e) programów sygnalizacyjnych funkcjonujących na sąsiadujących elementach infrastruktury drogowej, na której ruch kierowany jest za pomocą sygnalizacji świetlnej,
- f) wielkości natężenia ruchu drogowego, w tym w szczególności struktury kierunkowej i rodzajowej natężenia ruchu samochodowego oraz gęstości ruchu pieszego lub rowerowego,
- g) częstotliwości kursowania środków publicznego transportu zbiorowego,
- h) danych o zdarzeniach drogowych.

(3) Każdy z wyżej wymienionych czynników ma bezpośredni wpływ na zachowania transportowe uczestników ruchu sterowanego za pomocą sygnalizacji świetlnej. Aby dobrać właściwą długość cyklu sygnalizacyjnego, należy w pierwszej kolejności (przed przystąpieniem do projektowania programu sygnalizacyjnego) przeanalizować ww. czynniki w celu optymalizacji rozkładu czasu pracy sygnalizacji pod określone potrzeby transportowe w rozważanym miejscu.

(4) Cykl sygnalizacyjny składa się z okresów zezwolenia i zakazu wjazdu za sygnalizator danym strumieniem ruchu przynależnym do konkretnej grupy sygnalizacyjnej. Okresy te wynikają z długości i rodzaju sygnałów świetlnych.

(5) Stałe długości sygnałów świetlnych, określone w przepisach [3], stanowią:

- a) długość sygnału czerwonego z żółtym (lub odpowiedników) – 1 s,
- b) długość sygnału żółtego (lub odpowiedników):
  - 3 s, w przypadku prędkości dopuszczalnej nie większej niż 50 km/h,
  - 4 s, w przypadku prędkości dopuszczalnej powyżej 50 km/h,
  - 5 s, w przypadku uruchamiania (włączania) sygnalizacji świetlnej,
- c) długość sygnału zielonego migającego dla pieszych i rowerzystów – 4 s.

(6) Minimalne długości sygnałów świetlnych, określone w przepisach [3], w ustalonych sekwencjach sygnałów świetlnych stanowią:

- a) dla sygnału czerwonego (lub odpowiedników) – 1 s,
- b) dla sygnału zielonego stałego (lub odpowiedników):
  - 2 s, w przypadku sygnalizacji dozującej ruch,
  - 4 s, w przypadku przejść dla pieszych lub przejazdów dla rowerów,
  - 5 s, w przypadku strumieni pojazdów (w tym w przypadku strumieni autobusowych, tramwajowych oraz rowerowych),
- c) dla sygnału dopuszczającego skręcanie w kierunku wskazanym strzałką – 3 s.

(7) Minimalna długość sygnału zielonego stałego dla strumieni pieszych lub rowerzystów powinna uwzględniać 100% czasu przejścia lub przejazdu przez te części drogi z uwzględnieniem dobranej wartości prędkości dla tych strumieni ruchu. Zaleca się przyjęcie prędkości 1,4 m/s na przejściach dla pieszych oraz 2,8 m/s na przejazdach dla rowerów.

(8) W sygnalizacji świetlnej, w której przewiduje się priorytet dla pojazdów uprzywilejowanych lub środków publicznego transportu zbiorowego, niezależnie od długości przejścia dla pieszych lub przejazdu dla rowerów można stosować długość sygnału zielonego stałego nie mniejszy niż

4 s pod warunkiem, że w strefie oczekiwania pieszych nie występuje krytyczny PSR. W takich przypadkach należy stosować detekcję automatyczną w tej strefie.

(9) Maksymalne długości sygnałów zezwalających na ruch wynikają z danych o miarodajnym natężeniu ruchu. Długości te powinny być ustalane dla tzw. krytycznej (miarodajnej) grupy sygnalizacyjnej w danej fazie sygnalizacyjnej, charakteryzującej się największym zapotrzebowaniem na ruch w danym okresie przewidzianym do sterowania ruchem (okres poranny, międzyszczytowy, szczyt popołudniowy, okres wieczorny, weekend lub inne).

(10) Długość sygnałów zielonych powinna być rozdzielona dla danego cyklu sygnalizacyjnego stosownie do zapotrzebowania, tzn. dla przyjętego w projekcie organizacji ruchu schematu podstawowych faz sygnalizacyjnych powinno się rozdzielić okres trwania obsługi pojazdów (pieszych) zależnie od maksymalnego natężenia ruchu danej grupy sygnalizacyjnej.

(11) Istnieje wiele sposobów rozdzielenia (przydzielenia) długości okresu zezwolenia na ruch dla danych grup sygnałowych, które opisane są m.in. w [11], [12], [13]. W każdym przypadku kierować należy się celem możliwie najlepszej obsługi pojazdów i pieszych.

(12) Nadrzędną zasadą w doborze maksymalnej długości sygnałów zezwalających na ruch powinno być kierowanie się sprawnością ruchu (przepustowością) całego obszaru sterowania ruchem, przy równoważeniu strat czasu wszystkich strumieni ruchu. Do tego celu można wykorzystać krajowe metody [9] lub [10], bądź pokrewne zagraniczne. Przepustowość przejścia dla pieszych z sygnalizacją świetlną można oszacować na podstawie wzoru 5.3.3 w rozdziale 5.3 WR-D-41-1.

(13) Nie zaleca się na skrzyżowaniu przyjmować długości sygnałów zielonych dłuższych niż 40 s (co nie dotyczy tzw. fazy „preference”). Wynika to z faktu obniżenia sprawności ruchu spowodowanej zmniejszeniem zdolności efektywnego wykorzystania tak długiego sygnału zezwalającego na ruch (zmniejszenie natężenia nasycenia z powodu wzrostu rozproszenia kolumny pojazdów na skutek zwiększenia prędkości).

(14) W przypadku strumieni pojazdów projektant sygnalizacji świetlnej powinien uwzględniać długości kolejek pozostających, aby ograniczać ich potencjalny wpływ na zakłócenia w ruchu, w tym w szczególności na wlotach skrzyżowań z dodatkowymi pasami ruchu.

(15) W przypadku strumieni pieszych projektant sygnalizacji świetlnej powinien zapewniać możliwość pokonania przekroju drogi przez te strumienie ruchu podczas jednej fazy sygnalizacyjnej. Warunek ten może nie być spełniony, gdy przejścia dla pieszych stanowią połączenie z szerokim pasem dzielącym jezdnię (np. z przystankiem publicznego transportu zbiorowego) lub gdy jest to tzw. „przejście tamane”.

(16) Zaleca się, aby średnie straty czasu dla kierujących pojazdami w obszarze sterowania nie przekraczały 80 s/P. Zaleca się, aby w przypadku dużego obciążenia ruchem na skrzyżowaniu (tj. stopień obciążenia powyżej 0,95), sygnalizacja świetlna umożliwiała przejazd przez skrzyżowanie zgłoszonemu do obsługi kierującemu pojazdem najpóźniej w 3 cyklu po jego zgłoszeniu (tj. średnia długość maksymalnej kolejki pojazdów powinna zostać rozładowana w trakcie 3 długości sygnałów zielonych, ustalonych jako wartości maksymalne).

(17) Zaleca się, aby czas oczekiwania na sygnał zielony przez pieszych i rowerzystów (po zgłoszeniu) nie przekraczał 60 s. W przypadku sygnalizacji skoordynowanej lub z priorytetem dla środków publicznego transportu zbiorowego, czas oczekiwania na sygnał zielony nie zaleca się, aby przekraczał 80 s.

(18) Uproszczona metoda oszacowania koniecznej długości sygnału zielonego  $G_k$  w zależności od natężenia ruchu samochodowego może być przeprowadzona następująco:

- ustalenie miarodajnej wartości natężenia ruchu  $Q_k$  [P/h] w danej fazie sygnalizacyjnej dla krytycznej grupy sygnalizacyjnej (o maksymalnym obciążeniu ruchem);
- przeliczenie tej wartości natężenia ruchu na pojazdy umowne  $Q_{k,E}$  jako miarodajne natężenie ekwiwalentne [E/s],
- przyjęcie stałej wartości czasu obsługi jednego pojazdu  $t_s$  jako odwrotność natężenia nasycenia ( $1/q_s$ ), ustalonego dla grupy sygnalizacyjnej lub pasa ruchu (relacji) [s/E],
- obliczenie czasu obsługi pojazdów  $t_o$ , umownie formujących kolejkę przed sygnalizatorem, utożsamianej jako natężenie ekwiwalentne z jednej minuty, według wzoru 10.1.1:

$$t_0 = \max \{G_K = 60 \cdot Q_{K,E} \cdot t_s, G_{KP}\} \quad (10.1.1)$$

gdzie:

$t_0$  – czas obsługi przeciętnej liczby pojazdów dojeżdżających w jedną minutę do sygnalizatora w okresie trwania warunków natężenia nasycenia [s] (obsługa kolejki pojazdów z jednej minuty przed sygnalizatorem z jednego pasa ruchu),

$Q_{K,E}$  – miarodajna wartość natężenia ruchu pojazdów umownych w krytycznej grupie sygnalizacyjnej [E/s],

$t_s$  – czas obsługi jednego pojazdu w okresie warunków natężenia nasycenia [s/E],

$G_K$  – konieczna długość sygnału zielonego do obsługi pojazdów z krytycznej grupy sygnalizacyjnej w danej fazie sygnalizacyjnej [s],

$G_{KP}$  – konieczna, minimalna długość sygnału zielonego do obsługi pieszych w danej fazie sygnalizacyjnej [s].

(19) Przeciętne wartości czasu obsługi jednego pojazdu  $t_s$ , obliczone na podstawie [9] i [10] (metoda uproszczona), można przyjmować na podstawie tabeli 10.1.1. Na tej podstawie oszacowano niezbędne długości sygnałów zielonych potrzebnych do rozładowania kolejki pojazdów uformowanej na sygnale czerwonym w cyklu 60 s na rys. 10.1.1a oraz w cyklu 120 s na rys. 10.1.1b. Wartości te stanowią jedynie orientacyjny punkt wyjścia dla projektanta, od którego może rozpocząć analizę doboru właściwej długości sygnałów zielonych.

(20) Stosując uproszczoną procedurę dla wyznaczenia długości sygnału zielonego dla pojazdów  $G_K$  w danej fazie sygnalizacyjnej należy pamiętać, by w okresie tej fazy zapewnić co najmniej długość minimalną sygnału zezwalającego na ruch dla strumieni pieszych  $G_{KP}$ .

(21) Sumując oszacowanie wartości koniecznych długości sygnału zielonego  $G_K$  dla każdej z podstawowych faz sygnalizacyjnych oraz dodając do tej wartości sumę czasów traconych w cyklu sygnalizacyjnym (największych wartości czasów międzzielonych pomiędzy poszczególnymi przejściami międzyfazowymi) – otrzymujemy niezbędną długość cyklu sygnalizacyjnego  $T_K$ , opisaną wzorem 10.1.2:

$$T_K = \sum G_{K,n} + \sum TMZ_{K,n} \quad (10.1.2)$$

gdzie:

$T_K$  – długość cyklu sygnalizacyjnego, niezbędna do obsługi miarodajnych natężeń ruchu z krytycznych grup sygnalizacyjnych w projektowanych fazach sygnalizacyjnych [s],

$G_{K,n}$  – niezbędna długość sygnału zielonego dla krytycznej grupy sygnalizacyjnej w  $n$ -tej fazie sygnalizacyjnej [s],

$TMZ_{K,n}$  – maksymalna długość czasu międzzielonego, jaka występuje w przejściu międzyfazowym fazy  $n-1$  i fazy  $n$  [s],

$n$  – liczba faz sygnalizacyjnych.

(22) W celu oszacowania tempa rozruchu (czasu ruszenia)  $t_{RKM}$  ostatniego zatrzymanego pojazdu w kolejce maksymalnej, co jest przydatne w analizie doboru offsetów dla sygnalizacji skoordynowanej liniowo, na podstawie pracy [18] można wykorzystać zależność 10.1.3:

$$t_{RKM} = \frac{K_M}{1,45 \cdot q_s} \quad (10.1.3)$$

gdzie:

$K_M$  – liczba pojazdów w kolejce (średnia długość maksymalnej kolejki pojazdów) [P],

$q_s$  – natężenie nasycenia obliczone dla danego pasa ruchu [P/s].

(23) Konieczną długość sygnału zielonego stałego dla pieszych, przy zachowaniu warunków formalnych, można wyznaczyć na podstawie wzoru 10.1.4:

$$G_{KP} = \max \left\{ \frac{s_{ep}}{v_{ep}} - 2, 4 \right\} \quad (10.1.4)$$

gdzie:

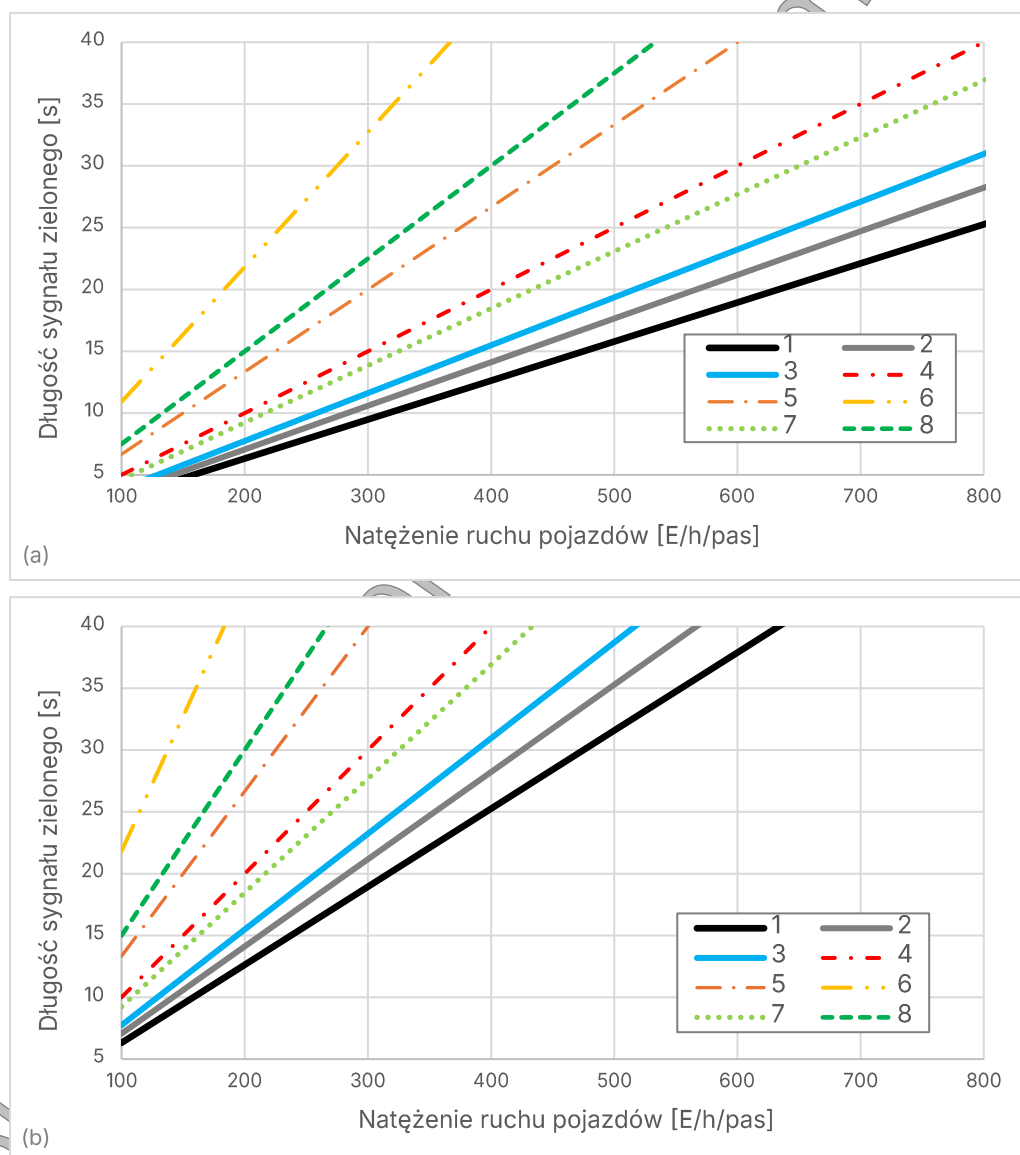
$s_{ep}$  – największa z długości dróg ewakuacji pieszych z rozpatrywanego przejścia dla pieszych, mierzona wzdłuż jednej z krawędzi wyznaczonego przejścia [m],

$v_{ep}$  – prędkość ewakuacji pieszych, zgodna z zaleceniem podanym w tabeli 9.1.1. [m/s].



Tabela 10.1.1. Przeciętne wartości czasu obsługi jednego pojazdu w zależności od relacji strumienia pojazdów [9]

Lp.	Relacja przejazdu strumienia pojazdów	Zalecana wartość czasu [s]
1.	Jazda na wprost	1,9
2.	Jazda bezkolizyjna w lewo	2,1
3.	Jazda bezkolizyjna w prawo	2,3
4.	Jazda przez odcinek zwężenia jezdni (sygnalizacja wahadłowa)	2,4
5.	Jazda w lewo kolizyjna z ruchem pojazdów z wlotu przeciwnego na jednym pasie ruchu	$\frac{3600}{1620 - 1,75 \cdot Q_n}$
6.	Jazda w lewo kolizyjna z ruchem pojazdów z wlotu przeciwnego z więcej niż jednego pasa ruchu	$\frac{3600}{1500 \cdot e^{\frac{Q_n}{750}} + 250}$
7.	Jazda w prawo kolizyjna z ruchem pieszych przy małym udziale pieszych	2,8
8.	Jazda w prawo kolizyjna z ruchem pieszych przy intensywnym ruchu pieszych	4,5



Rysunek 10.1.1. Orientacyjny dobór długości sygnału zielonego dla danej relacji przy określonym natężeniu ruchu dla cyklu 60 s (rys. a) i 120 s (rys. b), gdzie: 1, 2, 3 – relacja bezkolizyjna odpowiednio prosto, lewo, prawo; 4, 5, 6 – relacja kolizyjna w lewo z natężeniem pojazdów z wlotu przeciwnego odpowiednio 200 E/h, 400 E/h, 600 E/h; 7, 8 – relacja kolizyjna w prawo z ruchem pieszych odpowiednio: sporadycznym, intensywnym

(24) Stosując na skrzyżowaniu sygnalizator S-8a, S-8b lub S-8c, nadających sygnały ostrzegawcze przed przejściem dla pieszych, przejazdem dla rowerów lub przejazdem tramwajowym – należy:

- rozpocząć nadawanie sygnału ostrzegawczego o 1 s wcześniej niż sygnał zezwalający na ruch odpowiedniego strumienia (pieszych, rowerzystów, tramwajów),
- zakończyć jego nadawanie, uwzględniając czas ewakuacji odpowiedniego strumienia po zaprzestaniu nadawania sygnału zielonego migającego dla pieszych lub rowerzystów albo sygnału zezwalającego na ruch dla kierujących tramwajem.

(25) Stosując na przejściu sugerowanym sygnalizator S-8c ostrzegający o nadjeżdżającym tramwaju (przy wzbudzeniu), należy go uruchomić co najmniej na okres wynikający z drogi ewakuacji pieszego z tego przejścia, powiększony o 2 s, przed dojazdem tramwaju do przejścia sugerowanego, a wyłączyć w chwili zjazdu całego tramwaju z tego miejsca.

(26) Przy obliczaniu niezbędnej odległości odsunięcia detektora tramwajowego, nadjeżdżającego w kierunku przejścia sugerowanego, zaleca się przyjęcie prędkości tramwaju nie mniejszej niż prędkość dopuszczalna oraz czasu ewakuacji pieszego z tego przejścia. W przypadku przejścia sugerowanego znajdującym się bezpośrednio za przystankiem tramwajowym, można stosować detekcję tramwaju w miejscu zatrzymania.

(27) Zestawienie minimalnych i maksymalnych czasów zezwalających na ruch jest obowiązkowym elementem projektu organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną zależną od ruchu. Zalecany sposób prezentacji dobranych wartości sygnałów zielonych (i odpowiedników) przedstawiono w tabeli 10.1.2 (dla przykładu z rys. 8.1.1).

(28) Zestawienie okresów nadawania sygnałów ostrzegawczych można przedstawić albo tabelarycznie, albo opisowo – w każdym projekcie z sygnalizacją świetlną z tymi sygnałami.

**Tabela 10.1.2. Przykład tabeli z określeniem minimalnych i maksymalnych długości sygnałów zielonych stałych**

Nazwa sygnalizatora	Numer grupy	Nazwa grupy	Sterowanie cykliczne (awaryjne)	Sterowanie zależne od ruchu (wzbudzane)	
			Długość sygnału zezwalającego na ruch [s]:		
			ustalona	minimalna	maksymalna
1.1, 1.2	1	1K	14	7	19
2.1, 2.2	2	2K	24	10	29
3.1, 3.2	3	3K	10	5	15
...					
7.1, 7.2*	7	7P	27	5	29
...					
11.1	11	11S	47	3	47
...					
* - bez długości sygnału zielonego migającego					

## 10.2. Opracowanie algorytmu sterowania ruchem

(1) Algorytm sterowania ruchem stanowi integralną część projektu organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną, uzupełniając program sygnalizacyjny o wszystkie, zaprojektowane przez projektanta, możliwości realizacji poszczególnych faz ruchu względem (w uzupełnieniu) zaproponowanego podstawowego schematu faz sygnalizacyjnych.

(2) W celu określenia zasad sterowania zależnego od ruchu należy zaprojektować algorytm sterowania, który określany jest jako uporządkowany zbiór poleceń, opisujący sposób sterowania ruchem przez sygnalizację adaptacyjną.

(3) Sposób sterowania ruchem zależy od dostarczonych przez układy detekcji danych o sytuacji wykrytej w obszarze sterowania. Mogą to być np. pojedyncze zgłoszenia, odstępy pomiędzy tymi zgłoszeniami, a nawet czasy zajętości układu detekcji lub pojedynczego detektora (pola detekcji).

(4) Algorytm sterowania ruchem powinien obejmować opis procedur bazujący co najmniej na:

- a) funkcjach oraz parametrach czasowych detektorów,
- b) przyporządkowaniu detektorów do grup sygnalizacyjnych,
- c) minimalnych i maksymalnych długościach sygnałów zezwalających na ruch, w tym tzw. „ekstra wydłużeń” minimalnych lub maksymalnych długościach sygnału zielonego dla określonych przypadków detekcji (np. w strefie dylematu).

(5) Opisy funkcjonowania danej grupy sygnalizacyjnej powinny zawierać co najmniej:

- a) określoną chwilę rozpoczęcia nadawania sygnałów zezwalających na ruch (np. przy zgłoszeniu, pasywnie do innej grupy, automatycznie, w określonej chwili przy braku zgłoszeń innych grup itp.);
- b) przedział czasu wyświetlania sygnału zezwalania na ruch względem rozpoczęcia nadawania sygnału zielonego w grupie nadrzędnej (maksymalny czas opóźnień);
- c) sposób przedłużania sygnału zezwalającego na ruch (np. przez detektory przypisane tylko do danej grupy sygnalizacyjnej, przez inne detektory lub sygnały innych grup sygnalizacyjnych itp.), jeśli występują;
- d) warunki przerywania procesu wydłużania sygnału zezwalającego na ruch, jeśli występują;
- e) warunki dodatkowego wydłużenia sygnałów zezwalających na ruch (ponad ustalone wartości maksymalne), jeśli występują.

(6) Zaleca się, aby opis funkcjonowania danej grupy sygnalizacyjnej, w zależności od potrzeb, zawierał także warunki:

- a) natychmiastowego przerywania realizowanej fazy sygnalizacyjnej lub pominięcia tej grupy (fazy), na skutek priorytetu innego strumienia ruchu;
- b) natychmiastowego wywołania fazy sygnalizacyjnej (lub grupy sygnalizacyjnej), na skutek priorytetu innego strumienia ruchu;
- c) wydłużenia okresu sygnałów zezwalających na ruch na skutek realizacji uprzywilejowania wraz z ustaloną wartością maksymalną;
- d) wydłużenia okresu sygnałów zabraniających w chwili wykrycia niebezpieczeństwa w okresach przejść międzyfazowych (tzw. wydłużenie ponad stan minimalnych czasów międzyzielonych);
- e) zmiany wartości ustalonych długości sygnałów zezwalających na ruch, na skutek np. krótkookresowych pomiarów natężeń ruchu (z detektorów) lub detekcji skonkretyzowanego uczestnika ruchu drogowego (np. osoba niepełnosprawna, dzieci, rower, autobus, pojazd uprzywilejowany itp.), z zachowaniem parametrów minimalnych,
- f) przejścia do trybu fazy „preferowanej” w przypadku braku zgłoszeń na detektorach przypisanych do grup fazy „preferowanej” (wydłużanie sygnałów zielonych),
- g) przejścia do i z fazy „all red”.

(7) Opis zasad sterowania adaptacyjnego można przedstawić w formie:

- a) charakterystyki opisowej,
- b) logiki matematycznej,
- c) schematu blokowego,

przy czym każda z metod musi zawierać jednoznaczne zestawienie warunków logicznych i czasowych. Zestawienia tych warunków zaleca się przedstawiać w formie tabelarycznej.

(8) W schematach blokowych stosowane są co najmniej bloki stanu, decyzyjne oraz – w razie konieczności – węzły pomocnicze. Szczegółowe opisanie zasad tworzenia tego typu algorytmu znajduje się np. w pracy [19].

(9) Decyzję o sposobie przedstawienia algorytmu sterowania ruchem podejmuje OZR, by dokumentacja zatwierdzonych projektów organizacji ruchu prowadzona była w sposób jednolity.

(10) Algorytm sterowania ruchem, oprócz opisu zasad pracy adaptacyjnej sygnalizacji świetlnej, może obejmować proces sterowania ruchem w zależności od:

- a) bieżących charakterystyk ruchu drogowego (krótkotrwałych wartości natężenia ruchu pojazdów, liczby zgłoszeń na detektorach pieszych itp.),
- b) sytuacji nadzwyczajnych w obszarze sterowania lub jego sąsiedztwie,
- c) pory roku (stan jezdni w okresie zimowym),
- d) prędkości pojazdów na dojeździe do sygnalizacji świetlnej.

### 10.3. Koordynacja sygnalizacji świetlnej

(1) Skoordynowane sterowanie sygnalizacją świetlną polega na odpowiednim przesunięciu wybranych punktów programów sygnalizacji, realizowanych w poszczególnych obszarach sterowania (lub w ramach tego samego obszaru, np. na zespole przejść dla pieszych), w celu zapewnienia przejazdu (przejścia) bez zatrzymania możliwie dużej liczby uczestników ruchu drogowego poruszających się w kolumnach.

(2) Wybranymi punktami, względem których określone są przesunięcia programów (offsety), mogą być początki sygnału zielonego, środki sygnału czerwonego, początki sygnałów żółtych lub inne punkty oznaczone na programach sygnalizacji świetlnej.

(3) W dokumentacji technicznej projektu organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną dla obszarów sterowania wchodzących w skład ciągu koordynowanego, punkty względem których podawane są wartości offsetów, należy jednoznacznie zdefiniować. Należy również określić wiodący obszar sterowania ruchem (sterownik nadrzędny), który wyznacza podstawę czasu dla skoordynowania pozostałych obszarów. Wartość offsetu na wiodącym obszarze sterowania (sterowniku nadrzędnym) wynosi zawsze zero, a na pozostałych nie powinna przekraczać długości cyklu sygnalizacyjnego.

(4) Podstawowym celem koordynacji sygnalizacji świetlnej jest:

- a) skrócenie czasów podróży pomiędzy poszczególnymi obszarami sterowania,
- b) zmniejszenie zużycia paliwa, emisji spalin lub hałasu,
- c) optymalizacja magistralnych korytarzy transportowych w obszarze miejskim, w tym z uwzględnieniem ruchu tranzytowego,
- d) poprawę warunków ruchu lokalnie i sieciowo (w tym redukcję blokowania skrzyżowań).

(5) Warunki koordynacji sygnalizacji świetlnej przedstawia się na wykresie koordynacji (planie sygnalizacji) w układzie współrzędnych droga–czas, w postaci wiązek koordynacyjnych, dla obu kierunków ruchu. Linie stanowiące krawędzie wiązek koordynacyjnych przedstawiają umowy (zakładany) ruch pierwszego i ostatniego pojazdu z kolumny przejeżdżającej koordynowany ciąg drogowy bez zatrzymania.

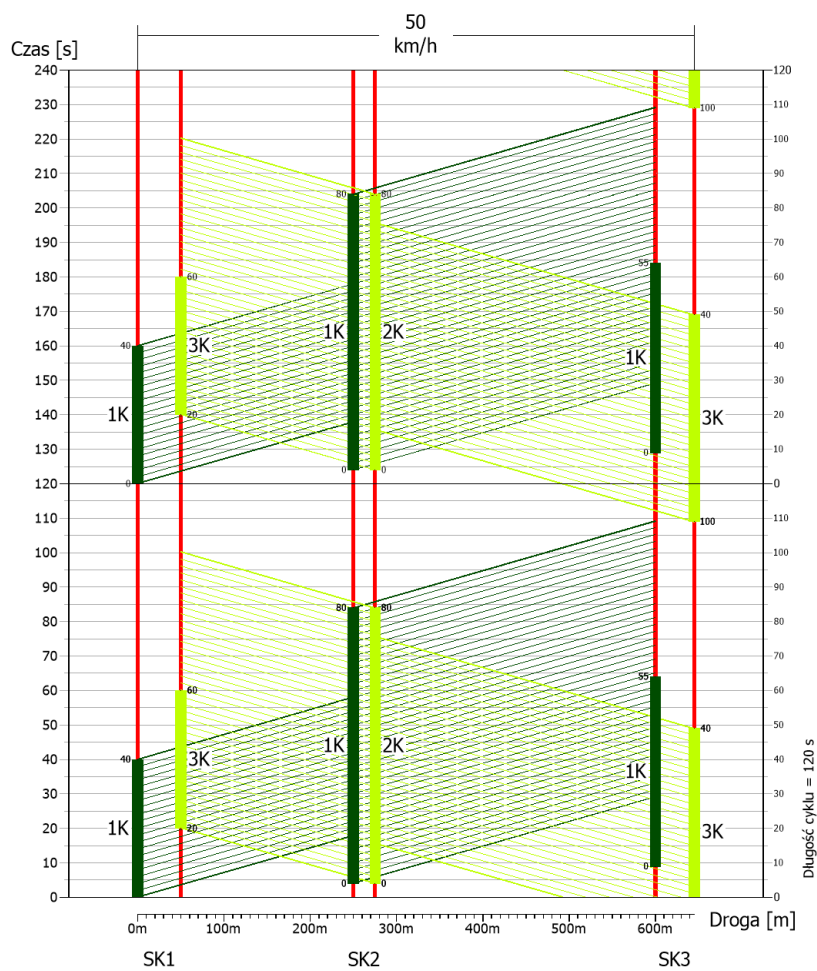
(6) W projekcie organizacji ruchu dotyczącym sygnalizacji skoordynowanej należy ustalać warunki, w których program sygnalizacyjny powinien realizować skonkretyzowane scenariusze sterowania ruchem, gdy na jednym lub kilku z obszarów sterowania nie jest realizowany pełny cykl sygnalizacyjny, według którego ustalony jest offset (np. brak wywołania danej fazy na sąsiednim skrzyżowaniu lub niepełne wykorzystanie sygnałów zezwalających na ruch).

(7) Przykładowy rysunek wykresu koordynacji przedstawiono na rys. 10.3.1.

(8) W przypadku rozległych obszarów sterowania, w tym skrzyżowań z wyspą centralną o rozsuniętych wlotach i wylotach, koordynacją należy objąć kierunki ruchu, dla których występuje kilka przekrojów drogi wyposażonych w sygnalizatory. Koordynację taką można zrealizować z wykorzystaniem jednego sterownika, projektując programy sygnalizacji dla całego skrzyżowania uwzględniające stałe przesunięcia sygnałów zielonych w danym kierunku ruchu. Zaleca się, aby ze względu na stabilność koordynacji, skrzyżowania rozległe lub położone blisko siebie były sterowane z jednego sterownika sygnalizacji świetlnej. Wykres koordynacji świetlnej nie jest wymagany do przedstawiania dla pojedynczego skrzyżowania, chociaż zaleca się w dokumentacji technicznej przedstawienie założeń i wyników obliczeń takich przesunięć czasowych względem rozważanych grup sygnalizacyjnych.

(9) Koordynację sygnalizacji pomiędzy obszarami sterowania na danym ciągu drogowym, powinno się stosować obowiązkowo przy odległościach pomiędzy tymi obszarami mniejszych niż 100 metrów. Zaleca się stosowanie koordynacji liniowej, jeżeli odległości te nie przekraczają 800 metrów. Przy większych odległościach, ze względu na możliwość znacznego rozproszenia kolumn pojazdów, koordynacja sygnalizacji nie jest rekomendowana.





Czasy przejazdów między skrzyżowaniami

Kierunek ----->

Lp.	Skrzyżowanie	Grupa Sygn.	Droga dojazdu do kolejnego skrzyżowania	Czas dojazdu do kolejnego skrzyżowania
1	SK1	1K	250m	18s
2	SK2	1K	350m	25s
3	SK3	1K	-	-

Kierunek <-----

Lp.	Skrzyżowanie	Grupa Sygn.	Droga dojazdu do kolejnego skrzyżowania	Czas dojazdu do kolejnego skrzyżowania
1	SK3	3K	370m	27s
2	SK2	2K	225m	16s
3	SK1	3K	-	-

Tablica Offsetów

Lp.	Skrzyżowanie	Offset
1	SK1	0
2	SK2	4
3	SK3	9

Rysunek 10.3.1. Przykładowy wykres koordynacji na ciągu drogowym z podanymi parametrami koordynacji

(10) Ciąg drogowy o sprzyjających warunkach do realizacji koordynacji powinien charakteryzować się:

- wydzielonymi pasami dla ruchu o innej dynamice niż przeważająca na ciągu struktura rodzajowa (np. pasy dla autobusów, pasy dla rowerów, drogi dla rowerów),
- zakazami zatrzymywania i brakiem stanowisk postojowych wzdłuż ciągu,
- wydzielonymi pasami dla relacji skręcających na skrzyżowaniach (w celu unikania blokowania kierunku koordynowanego, pasy te powinny mieć odpowiednią długość zapewniającą akumulację pojazdów skręcających),
- brakiem skrzyżowań i przejść dla pieszych niewyposażonych w sygnalizację lub niewłączonych do systemu koordynacji,
- brakiem przystanków publicznego transportu zbiorowego na jezdni (bez zatok przystankowych).



(11) Do wyznaczenia koordynacji możliwe jest założenie różnych lub takich samych prędkości w obu kierunkach, a także różnicowanie prędkości na poszczególnych odcinkach pomiędzy obiektami sterowanymi. Zaleca się uwzględnianie tempa rozładowania kolejek pozostających.

(12) Miarą pomocniczą, pozwalającą ocenić możliwość uzyskania efektywnej koordynacji sygnalizacji na dwukierunkowym ciągu drogowym, jest wyznaczenie stałej podziału drogi ( $L_T$ ). Efektywnej koordynacji w warunkach ruchu swobodnego można oczekiwać wtedy, gdy wszystkie obiekty sterowane ciągu położone będą w odległościach zbliżonych do stałej podziału drogi  $L_T$  lub jej wielokrotności. Stałą podziału drogi określają zależności 10.3.1 lub 10.3.2.

$$L_{T1} = T \cdot \frac{v_A \cdot v_B}{v_A + v_B} \quad (10.3.1)$$

$$L_{T2} = T \cdot \frac{v}{2} \quad (10.3.2)$$

gdzie:

$L_{T1}$  – stała podziału drogi wyznaczona dla różnych prędkości [m],

$L_{T2}$  – stała podziału drogi wyznaczona dla tej samej prędkości [m],

$v$  – prędkość, przy czym  $v_A$  opisuje prędkość dla kierunku A, natomiast  $v_B$  – prędkość dla kierunku B [m/s],

$T$  – długość cyklu sygnalizacyjnego [s].

(13) W przypadku, gdy nie są spełnione warunki określone wzorami 10.3.1 i 10.3.2, uzyskanie odpowiedniej jakości koordynacji podlega ograniczeniom.

(14) Na ciągu drogowym objętym koordynacją, należy zapewnić we wszystkich obszarach sterowania taką samą długość cyklu. Możliwe jest zastosowanie cykli krótszych, o czasie stanowiącym ułamek obowiązującego cyklu – np. tzw. cykl połówkowy, którego długość odpowiada połowie długości cyklu obowiązującego na ciągu. Możliwe jest także „sztuczne” wydłużanie faz sygnalizacyjnych na potrzeby utrzymania koordynacji, zrównując cykl sygnalizacyjny z cyklem wyznaczającym koordynację.

(15) O wyborze długości cyklu dla całego ciągu koordynowanego powinien świadczyć obszar sterowania, dla którego wymagany jest najdłuższy czas cyklu. Skrzyżowanie to (lub inny obiekt sterowany) traktowane jest jako krytyczne z punktu widzenia warunków przepustowości. Możliwe jest też zastosowanie cyklu sygnalizacyjnego, wynikającego z innych kryteriów optymalizacji.

(16) Zastosowanie skróconych długości cykli sygnalizacyjnych zasadne jest na tych obiektach sterowanych na ciągu, które będą wymagały długości cykli nie większych niż połowa długości cyklu na skrzyżowaniu krytycznym. Mogą to być również np. skrzyżowania o niewystarczających powierzchniach akumulacji dla pojazdów skręcających, skrzyżowania o bardzo małym natężeniu ruchu na wlotach poprzecznych, a także przejścia dla pieszych.

(17) Na ciągach drogowych o dwóch kierunkach ruchu, istotnymi elementami decydującymi o efektywnej koordynacji sygnalizacji są odległości pomiędzy poszczególnymi obszarami sterowania oraz zakładana na ciągu prędkość koordynacji. Prędkość ta nie powinna być większa od prędkości dopuszczalnej oraz nie powinna być mniejsza od akceptowanej przez uczestników ruchu.

(18) W przypadku, gdy koordynacją objęte zostaną środki publicznego transportu zbiorowego, zaleca się wykonać odrębny wykres koordynacji uwzględniający:

- a) rzeczywistą prędkość rozwijaną przez środki transportu zbiorowego, z uwzględnieniem lokalnych ograniczeń,
- b) zatrzymania na przystankach i czasu obsługi pasażerów,
- c) charakterystyki rozruchu i hamowania tych pojazdów.

(19) W przypadku koordynacji obszarowej, wymagania i zalecenia są identyczne, jak dla ciągów drogowych (koordynacji liniowej). Zaleca się, by sterowanie dla tych obiektów uwzględniało dodatkowo analizę wielokryterialną oceny koordynacji uwzględniającej nie tylko szerokości wiązek koordynacyjnych, ale także np. straty czasu, długości kolejek i inne miary warunków ruchu drogowego.

(20) Jeżeli na skrzyżowaniu, które funkcjonuje w sieci drogowej, wystąpi przypadek przecięcia się dwóch ciągów drogowych, należy dążyć do zapewnienia koordynacji dla obu tych ciągów. W przypadku braku takich możliwości można:

- a) zapewnić koordynację dla jednego z tych ciągów, który posiada większe znaczenie komunikacyjne w sieci drogowej,
- b) dokonać zmian w podziale na obszary koordynowane.

## 10.4. Sygnalizacja sterująca dostępnością pasów ruchu

(1) Sygnalizacja świetlna, za pomocą której umożliwia się sterowanie dostępnością pasa lub pasów ruchu, dzieli się na sygnalizację:

- a) na jezdni z pasami o przemianym kierunku ruchu,
- b) na jezdni z możliwością sterowania dostępnością pasów ruchu w wyniku czynników losowych,
- c) dozującą ruch na jezdnię główną.

(2) Podstawowym celem stosowania sygnalizacji wskazującej sposób korzystania z pasa ruchu jest poprawa warunków przepustowości na ciągach drogowych charakteryzujących się znacznymi wahaniami natężenia ruchu w obu kierunkach, poprzez umożliwienie zmian kierunku ruchu na tych ciągach. Dodatkowym celem stosowania takiej sygnalizacji, jest możliwość zamykania pasów ruchu w różnych sytuacjach ruchowych.

(3) Szczegółowy zakres projektowania i doboru rodzajów scenariuszy sterowania ruchem drogowym, w tym na autostradach i drogach ekspresowych, stanowi zeszyt WR-Z-43. Dozowanie ruchu na jezdni głównej drogi również powinno stanowić element strategii dynamicznego zarządzania dostępnością pasów ruchu w sposób określony w WR-Z-43.

(4) W przypadku projektów zmiennej organizacji ruchu, rekomenduje się wykorzystanie stanu wiedzy z dokumentu [22].

## 10.5. Wyświetlacze czasu i prędkości zalecanej

(1) Stosowanie wyświetlaczy czasu w sygnalizacji świetlnej podyktowane jest polityką transportową oraz rozwiązaniami technicznymi danego OZR. Wyklucza się możliwość stosowania tych urządzeń w sygnalizacji acyklicznej, w której przejścia międzyfazowe są na bieżąco ustalane przez sterownik sygnalizacji.

(2) Nie zaleca się, aby wyświetlacze czasu stosować na odcinkach dróg, na których dochodzi do częstych wykroczeń w postaci przekraczania prędkości dopuszczalnej, w tym na wielopasowych wlotach skrzyżowań. Nie stosuje się wyświetlaczy czasu dla kierujących pojazdami na jezdni, na której ograniczenie prędkości dopuszczalnej jest większe niż 50 km/h.

(3) Wyświetlacz czasu, który odlicza okres pozostający do końca nadawania sygnału zielonego, może być stosowany na drodze tylko w przypadku, gdy przed sygnalizatorem z wyświetlaczem czasu zastosowano środki organizacji ruchu ograniczające możliwość przekraczania prędkości dopuszczalnej. Nie rekomenduje się stosowania wyświetlaczy czasu na dużych skrzyżowaniach skanalizowanych, na których kierujący pojazdami zjeżdżający ze skrzyżowania w tzw. strefie dylematu mogą osiągać prędkości znacznie przekraczające prędkość dopuszczalną.

(4) Wyświetlacz czasu w sygnalizacji świetlnej może być stosowany albo dla wszystkich, albo tylko dla wybranych grup sygnalizacyjnych (np. tylko dla pasów ruchu do skrętu w lewo na wlocie, tylko na wlotach podporządkowanych, tylko dla tramwajów, pieszych itp.).

(5) W sygnalizacji świetlnej stałoczasowej należy wyświetlać okres od rozpoczęcia do zakończenia nadawania sygnału czerwonego lub zielonego. Dopuszcza się wyłączenie wyświetlania wartości czasu nadawanego sygnału zielonego lub czerwonego (albo ich odpowiedników) przez wyświetlacz nie wcześniej niż 5 sekund przed końcem nadawania odpowiedniego sygnału, w tym w szczególności w przypadku stosowania tego urządzenia na przejściu dla pieszych lub przejeździe dla rowerów w okresie sygnału zielonego migającego.

(6) W sygnalizacji świetlnej adaptacyjnej należy wyświetlać okres na stałe zaprogramowany, wynikający z zastosowanego układu przejść międzyfazowych. Nie dopuszcza się sytuacji, w której w okresie przejścia międzyfazowego i włączeniu wyświetlacza czasu, na skutek

realizacji dowolnego zgłoszenia uczestnika ruchu, nastąpi zmiana okresu tego przejścia międzyfazowego wraz z okresem pozostałym do zakończenia nadawania danego sygnału świetlnego.

(7) Wyświetlacze czasu powinny być okresowo wyłączane w czasie przełączania programów sygnalizacyjnych, w tym w szczególności w sygnalizacji skoordynowanej w chwili przesunięcia offsetu. Okres tego wyłączenia powinien być nie krótszy niż 3 cykle sygnalizacyjne po okresie nastąpienia zmiany programu w sterowaniu ruchem na danym sterowniku.

(8) Wyświetlacze czasu zaleca się stosować:

- a) w sygnalizacji wahadłowej,
- b) dla środków publicznego transportu zbiorowego, w tym w szczególności na wlotach, na których zorganizowano przystanek autobusowy lub tramwajowy,
- c) dla sygnału dopuszczającego skręcanie w kierunku wskazanym strzałką.

(9) Stosowanie wyświetlaczy czasu na sygnalizacji świetlnej wymaga przeprowadzenia szczególnej procedury obliczeń czasów międzyzielonych, tzn. brakiem uwzględniania czasu dojazdu strumienia pojazdu do wzajemnego punktu kolizji z ewakuującym się strumieniem pojazdów.

(10) Stosowanie wyświetlaczy prędkości zalecanej ograniczone jest w zasadzie do sygnalizacji skoordynowanej, w tym głównie stałoczasowej. Rekomenduje się ich stosowanie na wylotach skrzyżowań objętych koordynacją liniową, w celu wskazania kierującym pojazdami zalecanej prędkości dojazdu do następnego skrzyżowania.

(11) Nie dopuszcza się stosowania wyświetlaczy prędkości zalecanej na odcinkach dróg, na których występuje wyświetlacz prędkości rzeczywistej, gdyż może to prowadzić do błędnego odbioru nadawanych przez te urządzenia sygnałów dla kierujących pojazdami.

(12) Specjalnym rodzajem wyświetlaczy prędkości zalecanej są urządzenia wskazujące zalecaną prędkość dla strumieni rowerzystów na dojeździe do przejazdu dla rowerów (tzw. „totemy rowerowe”). Dopuszcza się wyświetlanie specjalnych symboli dla rowerzystów przez te urządzenia w zamian wartości prędkości. Symbole te powinny być ustandaryzowane przez danego zarządcę drogi w porozumieniu z OZR.

## 10.6. Sygnalizacja dla osób niewidomych i słabowidzących

(1) Jeżeli projekt organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną uwzględnia sygnalizatory akustyczne lub wibracyjne, należy w opisie technicznym:

- a) dokonać opisu sygnalizatorów akustycznych i wibracyjnych, w tym w szczególności doboru sygnału (charakterystyki częstotliwości) dla danego przejścia oraz sposobu realizacji adaptacji do hałasu ulicznego (tła otoczenia),
- b) wskazać na planie sytuacyjnym rozmieszczenie sygnalizatorów akustycznych wraz z ich przyporządkowaniem do danych grup sygnalizacyjnych,
- c) dokonać opisu funkcji detektora przyciskowego, w tym formę wzbudzania specjalnego (wciśnięcie dolnego przycisku), a w przypadku zaawansowanej detekcji ruchu osób z niepełnosprawnościami – opisu ich działania (np. identyfikacja wideo),
- d) stosować oznaczenia dla osób niewidomych na obudowie przycisku (informacja dotykowa bierna), gdy jest to przejście o podwyższonym standardzie,
- e) wskazać w harmonogramie potencjalne wyłączanie sygnalizacji akustycznej,
- f) opisać warunki pracy sygnalizacji przy awarii sygnalizacji akustycznej lub wibracyjnej.

(2) Na przejściach o podwyższonym standardzie zaleca się stosowanie informacji dotykowej biernej na obudowie przycisku. Rekomendowane symbole informacji dotykowej biernej przedstawiono na rys. 10.6.1. Informacje te oznaczają:

- a) wyspa azylu z przystankiem i przyciskiem dla pieszych,
- b) wyspa azylu z przystankiem i bez przycisku dla pieszych,
- c) wyspa azylu z przyciskiem dla pieszych,
- d) wyspa azylu bez przycisku dla pieszych,
- e) koniec przejścia dla pieszych,
- f) początek przejścia dla pieszych,
- g) dwukierunkowa droga dla rowerów,
- h) pas ruchu dla rowerów lub jednokierunkowa droga dla rowerów,

- i) pas ruchu z torowiskiem tramwajowym wbudowanym w jezdnię,
- j) torowisko tramwajowe dwukierunkowe,
- k) torowisko tramwajowe jednokierunkowe,
- l) pas ruchu,
- m) dwukierunkowa droga dla rowerów bez sygnalizacji świetlnej,
- n) pas ruchu dla rowerów lub jednokierunkowa droga dla rowerów bez sygnalizacji świetlnej,
- o) pas ruchu z torowiskiem tramwajowym wbudowanym w jezdnię bez sygnalizacji świetlnej,
- p) torowisko tramwajowe dwukierunkowe bez sygnalizacji świetlnej,
- r) torowisko tramwajowe jednokierunkowe bez sygnalizacji świetlnej,
- s) pas ruchu bez sygnalizacji świetlnej.

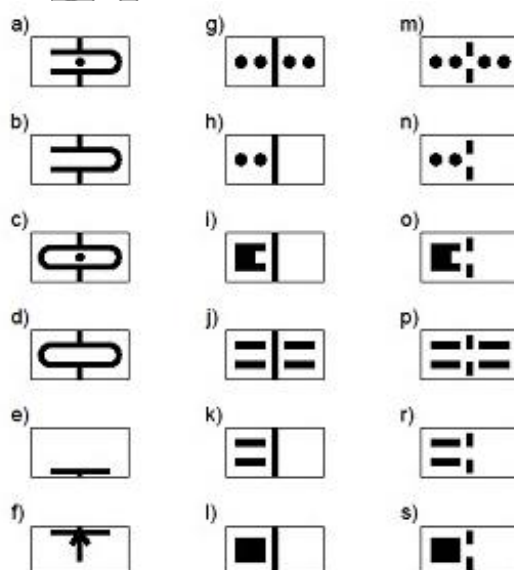
(3) Dźwięk nadawany przez sygnalizator akustyczny powinien być słyszalny w ciągu całego przejścia dla pieszych. Rekomendowanym jest stosowanie sygnalizatora akustycznego (głośnika) przeciwległe do kierunku ruchu, naprowadzając osobę niewidomą lub słabowidzącą w kierunku zejścia z jezdni. Nie powinno się stosować instalacji tych sygnalizatorów prostopadle do kierunku ruchu pieszych. Sygnał zezwalający nadawany przez sygnalizator akustyczny powinien być słyszalny z co najmniej 2/3 długości przejścia dla pieszych.

(4) Należy stosować synchronizację fali akustycznej (brzęczków lub buczków), w tym także przy różnych grupach sygnalizacyjnych np. w rejonie zespołów przejść dla pieszych. Dotyczy to w szczególności sygnału akustycznego pochodzącego z urządzenia detekcyjnego dla pieszych. Na przejściach o podwyższonym standardzie (w tym na skrzyżowaniach) urządzenia detekcyjne (przyciski) są obowiązkowe na każdym z przejść dla pieszych (nawet w fazach pasywnych).

(5) Bezwzględnie należy stosować wymagania techniczne dla sygnalizatorów akustycznych i urządzeń detekcyjnych, zawartych w [3], w zakresie określonych częstotliwości nadawanych dźwięków. Dotyczy to w szczególności różnej charakterystyki fali akustycznej przy przechodzeniu przez wiele jezdni oraz torowisko tramwajowe (jako odróżnienie tych części drogi przez osoby z wadą wzroku). Przy wąskiej wyspie dzielącej jezdnie (< 3,0 m) dopuszcza się stosowanie różnej częstotliwości sygnału akustycznego dla danej jezdni na sygnale zielonym.

(6) Dopuszcza się w okresie nocnym lub na podstawie wyników badań natężenia ruchu osób z niepełnosprawnościami planowe wyłączenie sygnalizacji akustycznej w programie sygnalizacyjnym, jednak tylko w przypadku, gdy:

- a) urządzenie detekcyjne dla pieszych będzie funkcjonowało w całym okresie pracy sygnalizacji w systemie trójbarwnym (dźwięk naprowadzania do detektora),
- b) w urządzeniu detekcyjnym zastosowany będzie dolny przycisk, po którego uruchomieniu (jednokrotnym) wzbudzony zostanie sygnalizator akustyczny o głośności odpowiednio dostosowanej do otoczenia tła hałasu komunikacyjnego.



Rysunek 10.6.1. Zalecane symbole używane na przyciskach dla pieszych dla osób z wadą wzroku, na podstawie [20]



## 11. Procedura włączania lub wyłączania sygnalizacji świetlnej

- (1) Przełączenie sygnalizacji świetlnej z nadawania sygnału ostrzegawczego na program trójbarwny nazywa się programem startowym lub wejściowym.
- (2) W przypadku planowego wyłączenia sygnalizacji świetlnej konieczne jest przełączenie z trybu pracy trójbarwnej do trybu pracy ostrzegawczej. Procedura ta nazywa się programem końcowym lub wyjściowym.
- (3) Program startowy i końcowy są programami sygnalizacyjnymi i stanowią integralną część dokumentacji projektowej organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną. Powinny być one dołączane w formie graficznej w celu ich jednoznacznej interpretacji.
- (4) Jeżeli na skrzyżowaniu zastosowane są sygnalizatory S-8a, S-8b lub S-8c, dopuszcza się w trybie pracy ostrzegawczej nadawanie sygnałów przez te sygnalizatory.
- (5) Sygnalizatory S-2 nie powinny wyświetlać sygnałów w programie startowym. W przypadku procedury końcowej sygnał nadawany przez ten sygnalizator może wynikać wyłącznie z wymogu formalnego minimalnej długości jego trwania.
- (6) Procedury startowa i końcowa oraz zalecenia pracy całodobowej wynikają z prac [19], [20].

### 11.1. Program startowy

- (1) Procedura włączenia sygnalizacji świetlnej musi przebiegać według następującej sekwencji:
  - sygnał żółty migający (i odpowiedniki) dla pojazdów przez co najmniej 30 s, brak sygnału dla pozostałych uczestników ruchu;
  - sygnał żółty ciągły (i odpowiedniki) przez 5 s dla pojazdów, sygnał czerwony dla pozostałych uczestników ruchu;
  - sygnał czerwony (i odpowiedniki) dla wszystkich uczestników ruchu o czasie trwania tak dobranym, aby między początkiem sygnału zielonego dla tych uczestników ruchu, którzy mają go otrzymać według założonego programu trójbarwnego, a końcem sygnału żółtego stałego upłynął czas równy co najmniej największej spośród wartości minimalnych czasów międzyzielonych, lecz nie krótszy niż 5 s;
  - program trójbarwny założony dla danego skrzyżowania, uwzględniający niezbędne czasy opóźnień.
- (2) W przypadku skrzyżowań z wyspą centralną o rozsuniętych wlotach i wylotach, procedura włączenia sygnalizacji świetlnej może uwzględniać okres czyszczenia strefy wewnętrznej powierzchni akumulacji pojazdów przed włączeniem programu trójbarwnego założonego dla tego skrzyżowania.
- (3) Na skrzyżowaniach innych niż z wyspą centralną, po upływie zadanego okresu po sygnale żółtym ciągłym, można uruchomić program trójbarwny przejściowy, przydzielając sygnały zielone (lub odpowiedniki zezwalające na ruch) strumieniom ruchu na wlotach podporządkowanych. Możliwe jest w tym okresie pominięcie uruchomienia sygnałów zielonych dla strumieni pieszych i rowerzystów. Zaleca się jednak przechodzenie do programu docelowego, w tym z uwzględnieniem kolejności zgłoszeń.
- (4) Jeżeli nadawane są sygnały ostrzegawcze przez sygnalizatory S-8a, S-8b lub S-8c w trybie pracy ostrzegawczej, w procedurze startowej długość sygnałów migających powinna wynikać z czasu ewakuacji strumienia ruchu, którego dotyczą, bezpośrednio po przedziale sygnalizacyjnym kończącym nadawanie sygnału żółtego ciągłego.
- (5) W przypadku sygnalizacji świetlnej, na której podstawowy program sygnalizacyjny realizuje fazę „all red”, program startowy kończy się wraz z upływem okresu zadanego czasu międzyzielonego po przedziale sygnalizacyjnym sygnału żółtego ciągłego.
- (6) Sygnał żółty migający (i odpowiedniki) dla pojazdów może zostać skrócony w przypadku uruchamiania sygnalizacji świetlnej przy wyjeździe pojazdów uprzywilejowanych, jednak nie może być krótszy niż 10 s.



(7) Uruchomienie sygnalizacji wahadłowej powinno się odbywać po sprawdzeniu, że na odcinku zwężenia nie znajduje się żaden pojazd. Podczas uruchamiania przy wszystkich sygnalizatorach powinny się znajdować osoby uprawnione do kierowania ruchem.

(8) Pierwsze uruchomienie sygnalizacji świetlnej nowo wybudowanej powinno być poprzedzone pracą w trybie ostrzegawczym, przez okres co najmniej 24 godzin. Wymaganie to nie dotyczy sygnalizacji funkcjonującej w ramach czasowej organizacji ruchu.

## 11.2. Program końcowy

(1) W przypadku wyłączenia awaryjnego, wynikającego z pracy nadzoru pracy sterownika sygnalizacji, nie jest realizowany program końcowy, lecz niezwłocznie (tj. w czasie poniżej 300 ms) sygnalizacja powinna być przełączana w tryb pracy ostrzegawczej. Wyłączeniem awaryjnym nie jest przełączenie sterownika do programu ostrzegawczego przez uprawnione osoby.

(2) Program końcowy powinien spełniać wymagania formalne długości sygnałów świetlnych oraz zachować spójną sekwencję sygnałów świetlnych. Stąd w pierwszej kolejności sterownik realizuje:

- dla grup sygnalizacyjnych otrzymujących sygnał czerwony (lub odpowiednik) w chwili rozpoczęcia programu końcowego – sygnał czerwony (lub odpowiednik),
- dla grup sygnalizacyjnych otrzymujących sygnał żółty (lub odpowiedniki, w tym migająca pionowa kreska dla kierujących tramwajem) w chwili rozpoczęcia programu końcowego – wymaganą prawem długość sygnału żółtego (lub odpowiedniki), a następnie sygnał czerwony (lub odpowiednik),
- dla grup sygnalizacyjnych otrzymujących sygnał zielony migający w chwili rozpoczęcia programu końcowego – wymaganą prawem długość sygnału zielonego migającego, a następnie sygnał czerwony,
- dla grup sygnalizacyjnych otrzymujących sygnał zielony (lub odpowiedniki, w tym sygnał dopuszczający skręcanie w kierunku wskazanym strzałką) w chwili rozpoczęcia programu końcowego – zapewnienie sygnałów zezwalających na ruch przez minimalną wymaganą prawem długość sygnału zielonego (lub odpowiednika), następnie, jeżeli występuje, odpowiedniej długości sygnał żółty (lub odpowiedniki) bądź zielony migający, a na koniec sygnał czerwony (lub odpowiednik),
- dla grup sygnalizacyjnych otrzymujących sygnał czerwony z żółtym (lub odpowiednik) w chwili rozpoczęcia programu końcowego – zapewnienie sygnału zezwalającego na ruch przez wymagany prawem minimalny czas i odpowiedniej długości sygnał żółty (lub odpowiednik), a następnie sygnał czerwony (lub odpowiednik).

(3) Po dokonaniu pierwszej części procedury końcowej, w chwili, w której na wszystkich grupach sygnalizacyjnych nadawany jest już sygnał czerwony (lub odpowiednik) w programie końcowym należy w ustalonej sekwencji:

- kontynuować nadawanie sygnału zabraniającego przez czas równy co najmniej najdłuższemu minimalnemu czasowi międzyzielonemu dla grup kolizyjnych w danym obszarze sterowania, lecz nie krótszy niż 5 s,
- wyłączyć sygnalizatory S-5, S-6 lub S-5/S-6 dla strumieni pieszych lub rowerzystów, w pozostałych grupach sygnalizacyjnych nadal nadawać sygnał czerwony (lub odpowiednik) o czasie nie krótszym niż 5 s,
- włączyć sygnał żółty migający lub odpowiednik (lub wyłączyć sygnał czerwony bądź odpowiednik, jeśli sygnalizatory nie posiadają komory sygnału żółtego) na sygnalizatorach grup sygnalizacyjnych dla strumieni pojazdów posiadających pierwszeństwo przejazdu, natomiast w grupach sygnalizacyjnych obsługujących strumienie nieposiadające pierwszeństwa przejazdu nadal nadawać sygnał czerwony o czasie nie krótszym niż 5 s,
- włączyć sygnał żółty migający lub odpowiednik (lub wyłączyć sygnał czerwony bądź odpowiednik, jeśli sygnalizatory nie posiadają komory sygnału żółtego) na sygnalizatorach dla pozostałych strumieni ruchu,
- od tego momentu sygnał żółty migający lub odpowiedniki muszą nadawać sygnał w okresie co najmniej 30 s.

(4) W przypadku skrzyżowań z wyspą centralną o rozsuniętych wlotach i wylotach, procedura wyłączenia sygnalizacji świetlnej może uwzględniać okres czyszczenia strefy wewnętrznej powierzchni akumulacji pojazdów za pomocą sygnałów żółtych ostrzegawczych (lub odpowiedników), lecz nie wcześniej, niż po 5 s od chwili wyłączenia sygnalizatorów dla niechronionych uczestników ruchu drogowego.

(5) Jeżeli na skrzyżowaniu występują sygnalizatory S-8a, S-8b lub S-8c i nie przewiduje się nadawania sygnałów ostrzegawczych przez nie w trybie pracy ostrzegawczej, to czas ich pracy w procedurze końcowej uzależniony jest od czasu ewakuacji strumienia ruchu, którego dotyczą, po okresie zakończenia nadawania sygnału zezwalającego na ruch tego strumienia w programie końcowym. Jeżeli sygnały te przewidziane są do nadawania sygnałów ostrzegawczych, to czas ich włączenia powinien nastąpić o 1 s wcześniej przed wyłączeniem sygnalizatorów S-5, S-6 lub S-5/S-6.

(6) W przypadku sygnalizacji świetlnej, na której podstawowy program sygnalizacyjny realizuje fazę „all red” i faza ta jest realizowana w momencie wywołania programu końcowego, to przed włączeniem pracy w trybie ostrzegawczym należy spełnić warunek czasu nadawania sygnałów czerwonych (lub odpowiedników) dla okresu równego co najmniej najdłuższemu minimalnemu czasowi międzyzielonemu dla grup kolizyjnych w danym obszarze sterowania, jednak nie krótszy niż 5 s. Po tym okresie można przejść do wyłączenia sygnalizatorów dla niechronionych uczestników ruchu drogowego, następnie dla grup kolizyjnych pojazdów z pierwszeństwem przejazdu i dalej dla pozostałych pojazdów na wlotach podporządkowanych.

### 11.3. Zalecenia w zakresie całodobowej pracy sygnalizacji w trybie trójbarwnym

(1) Całodobowy tryb pracy trójbarwnej zaleca się stosować w następujących przypadkach:

- a) gdy przełączenie sygnalizacji świetlnej w tryb pracy ostrzegawczej może spowodować znaczące pogorszenie bezpieczeństwa ruchu drogowego, wynikające z uwarunkowań geometrii, zagospodarowania przestrzennego mającego wpływ na widoczność lub natężeń ruchu drogowego w okresie nocnym,
- b) gdy przełączenie sygnalizacji świetlnej w tryb pracy ostrzegawczej może spowodować znaczące pogorszenie warunków ruchu środków publicznego transportu zbiorowego, w szczególności nocnych linii komunikacyjnych,
- c) na rozległych skrzyżowaniach, w tym w szczególności:
  - na skrzyżowaniach z wyspą centralną o rozsuniętych wlotach i wylotach,
  - na skrzyżowaniach z szerokim pasem dzielącym jezdnie,
  - na obszarze sterowania obejmującym więcej niż jeden obszar skrzyżowania i o nietypowej organizacji ruchu,
- d) na skrzyżowaniach o nietypowej lub złożonej geometrii (np. wiele wysp dzielących, nietypowa liczba wlotów lub kąty przecięcia dróg),
- e) w sytuacji braku spełnienia warunków widoczności kolizyjnych strumieni ruchu na skrzyżowaniu, w szczególności w sytuacji, w której kierujący pojazdami z wlotów podporządkowanych mają utrudnioną obserwację strumieni pojazdów na wlocie z pierwszeństwem przejazdu,
- f) w sytuacji braku spełnienia warunków widoczności kolizyjnych strumieni pojazdów ze strumieniami pieszych lub rowerzystów na przejściach dla pieszych lub przejazdach dla rowerów,
- g) na skrzyżowaniach, na których pojazdy jadące na wprost są zobowiązane ustępować pierwszeństwa skręcającym pojazdom szynowym,
- h) na skrzyżowaniach, na których kończy się ciąg skrzyżowań z pierwszeństwem przejazdu.

(2) Zaleca się utrzymanie jednolitej pracy sygnalizacji (trybu trójbarwnego) na danym ciągu drogowym. Ponadto zaleca się utrzymanie pracy trójbarwnej na skrzyżowaniach, jeżeli występują na nim przejazdy dla rowerów, śluzy rowerowe lub pasy ruchu dla rowerów.

(3) W okresach zmniejszonego natężenia ruchu w okresach wieczornych i nocnych, zamiast planowanego wyłączenia sygnalizacji możliwe jest realizowanie strategii, gdzie stanem ustalonym jest faza „all red”, utrzymując sterowanie ruchem na skrzyżowaniu przy zgłoszeniu danego strumienia ruchu (grupy sygnalizacyjnej). Nie rekomenduje się wprowadzania tej strategii

na skrzyżowaniach z dużą powierzchnią obszaru sterowania, tzn. innych niż zwykłe lub skanalizowane bez pasa dzielącego jezdnię. Zaleca się raczej stosowanie sygnalizacji świetlnej z fazą „preference” dla wyższego w hierarchii korytarza transportowego na skrzyżowaniu pod względem funkcji transportowej w sieci drogowej.

(4) Na przejściach dla pieszych na odcinkach poza skrzyżowaniami na drogach o funkcji innej niż magistralna (tranzytowa) zaleca się dobór strategii sterowania ruchem z odwróconym priorytetem dla pieszych, tzn. włączanie sygnału zielonego dla pojazdów dopiero w chwili ich detekcji. Do wyznaczenia tej strategii sterowania ruchem można posłużyć się wynikami pracy [21].

(5) Całodobową pracę sygnalizacji świetlnej powinno się utrzymać w przypadku stosowania sygnalizatorów S-4 i S-7 w dynamicznym zarządzaniu dostępnością pasów ruchu. W pozostałych przypadkach decyzję o harmonogramie pracy sygnalizacji świetlnej podejmuje OZR, mając na uwadze efektywność sterowania ruchem i bezpieczeństwo ruchu drogowego.

(6) W przypadku, gdy praca sygnalizacji świetlnej na danym obszarze sterowania nie jest przewidziana do pracy całodobowej, należy przedstawić harmonogram jej działania w postaci opisowej lub tabelarycznej. Przykładowy sposób prezentacji harmonogramu pracy sygnalizacji świetlnej przedstawiono w tabeli 11.3.1.

**Tabela 11.3.1. Przykładowa tabela z harmonogramem pracy programów sygnalizacji świetlnej**

Nazwa programu lub urządzenia	Okres funkcjonowania	Offset	Dzień tygodnia						
			PN	WT	ŚR	CZ	PT	SO	ND (ŚW)
PR1	5:30 – 8:30	12	X	X	X		X	X	
PR2	8:30 – 13:30	12	X	X	X		X	X	
	9:00 – 13:00	18				X			
	17:00 – 22:30	12	X	X	X		X	X	
	18:30 – 22:30	36				X			
PR3	13:30 – 17:00	12	X	X	X			X	
PR4	5:30 – 9:00	12				X			
	13:00 – 18:30	18				X			
PR5	13:30 – 17:00	12					X		
PR6	5:30 – 22:30	0							X
...									
Ostrzegawczy	22:30 – 0:00 0:00 – 5:30		X	X	X	X	X	X	X
Sygnalizatory akustyczne	5:30 – 22:30		X	X	X	X	X	X	X

## 12. Ogólne wymagania doboru i lokalizacji sygnalizatorów w pasie drogowym

(1) Zasady sytuowania sygnalizatorów w pasie drogowym zawarte są w [3], przy czym zasady lokalizacji sygnalizatorów na przejazdach kolejowo-drogowych kategorii A-C zawarte są w [5].

(2) Sygnalizatory dzieli się na:

- a) podstawowe,
- b) dodatkowe,
- c) pomocnicze.

(3) W typowych rozwiązaniach sygnalizatorów świetlnych dla strumieni pojazdów powinno się stosować:

- a) na wlotach skrzyżowań jeden rodzaj sygnalizatorów, tzn. albo ogólne, albo kierunkowe,
- b) sygnalizator dodatkowy nad jezdnią.

(4) Z uwagi na różną konfigurację układów struktury rodzajowej i kierunkowej ruchu w obszarach sterowania, możliwe jest stosowanie rozwiązań, w których:

- a) część pasów ruchu na wlotach skrzyżowań sterowana jest sygnalizatorami kierunkowymi, a część ogólnymi, jednak wyłącznie w przypadku, gdy sygnalizator kierunkowy (jeden lub więcej):
  - nie wskazuje kierunku tylko na wprost;
  - wskazuje kierunek tylko na wprost wyłącznie wtedy, jeżeli sygnalizatory znajdujące się nad pasami ruchu zastosowano wraz ze znakami F-11 i tylko w przypadku, gdy sygnał ogólny stosowany jest nad pasem ruchu tylko do skrętu w prawo;
- b) zastosowano dwa sygnalizatory kierunkowe nad jednym pasem ruchu, przeznaczone dla różnych relacji, nadających sygnały niezależnie dla każdego kierunku jazdy, co nie jest zalecane;
- c) zastosowano wyłącznie sygnalizator podstawowy, co dotyczy powinno wyłącznie:
  - wlotów jednopasowych na skrzyżowanie zwykłe bez dodatkowych pasów skrętnych;
  - wlotów jednopasowych dróg podporządkowanych na skrzyżowanie skanalizowane;
  - miejsc włączania się do ruchu, takich jak zjazdy lub wyjazdy;
  - przejazdów tramwajowych poza skrzyżowaniami, w tym w szczególności dla strumieni tramwajowych;
  - przejazdów kolejowych;
  - wjazdów na most ruchomy lub prom;
  - czasowej organizacji ruchu, w tym w szczególności w sygnalizacji wahadłowej na zwężonym odcinku drogi;
- d) zastosowano sygnalizator dodatkowy po lewej stronie jezdni, bez stosowania sygnalizatora dodatkowego nad jezdnią, co dotyczy wyłącznie przypadków:
  - dwupasowych wlotów na skrzyżowanie jednokierunkowych jezdni dróg podporządkowanych,
  - miejsc włączania się do ruchu, takich jak zjazdy lub wyjazdy z więcej niż jednym pasem ruchu;
- e) zastosowano sygnalizator dodatkowy tylko nad jezdnią, co dotyczy wyłącznie przypadków:
  - wlotów jedno lub dwupasowych na skrzyżowanie jezdni jedno- lub dwukierunkowych w trudnych warunkach;
  - wlotów dwupasowych na skrzyżowanie jezdni dwukierunkowych, w tym w szczególności sygnalizatora kierunkowego S-3 nad wewnętrznym pasem ruchu, gdy zewnętrzny sterowany jest sygnałem ogólnym;
  - wlotów wielopasowych;
- f) zastosowano sygnalizator dodatkowy za skrzyżowaniem, gdy nie jest możliwe jego umieszczenie na wlocie nad jezdnią lub obok jezdni, albo przy wewnętrznej powierzchni akumulacji pojazdów;
- g) zastosowano sygnalizator S-2 jako sygnalizator dodatkowy, gdy znajduje się nad pasem ruchu, a nie w osi wlotu.

(5) Na skrzyżowaniach rozległych, np. z rozsuniętymi wlotami, szerokim pasem dzielącym lub ze znacznie przesuniętymi przejściami dla pieszych od tarczy skrzyżowania, o ile jest to niezbędne



dla właściwego i bezpiecznego sterowania ruchem, należy w wewnętrznej powierzchni akumulacji pojazdów lub na wylotach skrzyżowania umieszczać sygnalizatory niepowtarzające sygnałów nadawanych przez jakikolwiek inny sygnalizator na skrzyżowaniu.

(6) Sygnalizatory pomocnicze stosować powinno się w szczególności w miejscach sytuowania sygnalizatorów sterujących wewnętrzną powierzchnią skrzyżowania z wyspą centralną o rozsuniętych wlotach i wylotach oraz z szerokim pasem dzielącym. Stosować je należy także na wlotach skrzyżowań w trudnych warunkach, na których należy poprawić dostrzegalność sygnałów nadawanych przez sygnalizatory podstawowe. Zaleca się stosować sygnalizatory pomocnicze na wlotach skrzyżowań, gdzie występuje tylko sygnalizator podstawowy.

(7) Sygnalizatory sterujące dostępnością pasów ruchu (S-4 i S-7) powinny być stosowane nad pasami ruchu. Możliwe jest stosowanie sygnalizatorów ostrzegawczych i nakazujących opuścić zajmowany pas ruchu (S-7) na pasie ruchu lub obok pasa ruchu, którego dotyczą.

(8) Sygnalizatory S-5 na przejściach dla pieszych lub S-6 na przejazdach dla rowerów standardowo umieszcza się po prawej stronie przejścia (przejazdu) na przeciwnych krańcach.

(9) Na przejściach dla pieszych dopuszcza się rozwiązania, w których sygnalizator S-5:

- a) uzupełniony jest o dodatkowy sygnalizator po lewej stronie przejścia dla pieszych, gdy przejście jest szersze niż 6 m;
- b) znajduje się tylko po lewej stronie przejścia dla pieszych, wówczas w przypadku przejścia przez kilka jezdni lub jezdni i torowisko tramwajowe, wszystkie sygnalizatory S-5 powinny być umieszczone zawsze po lewej stronie wszystkich przejść.

(10) Na przejazdach dla rowerów zaleca się rozwiązania, w których sygnalizator S-6 stosowany jest po lewej stronie przejazdu dla rowerów w szczególności w miejscach, w których występują w bezpośredniej bliskości przejść dla pieszych.

(11) W przypadku miejsc, w których przejście dla pieszych znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie przejazdu dla rowerów (do 1,5 m) lub gdy zastosowano na jezdni wspólny znak P-10 ze znakiem P-11 (np. droga dla pieszych i rowerów), można stosować:

- a) sygnalizatory S-5 i S-6 na wspólnej konstrukcji wsporczej:
  - pomiędzy przejściem dla pieszych a przejazdem dla rowerów, gdy przejście znajduje się po lewej stronie tego przejazdu;
  - w jednym przekroju po prawej stronie przejazdu dla rowerów i z przeciwnego jego kierunku po prawej stronie przejścia dla pieszych – tylko jeżeli wspólna szerokość przejścia i przejazdu obok siebie nie przekracza 7,5 m,
- b) sygnalizator S-5/S-6 (wspólna soczewka z symbolem pieszego i roweru) na jednej konstrukcji wsporczej – tylko jeżeli wspólna szerokość przejścia i przejazdu nie przekracza 7 m.

(12) W miejscach niebezpiecznych, w których nie wykazano konieczności stosowania sygnalizacji świetlnej, można stosować sygnalizatory ostrzegawcze S-8. Na przejściach sugerowanych przez torowisko tramwajowe można stosować sygnalizatory S-8c dla pieszych.

(13) Na skrzyżowaniach o ograniczonym polu widoczności na dojeździe do przejść dla pieszych, przejazdów dla rowerów lub przejazdów tramwajowych, należy stosować sygnalizatory ostrzegawcze z symbolem pieszego (S-8a), roweru (S-8b) lub tramwaju (S-8c), jeżeli w miejscach tych występują strumienie ruchu o dopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch.

(14) Na wylotach ze skrzyżowań rozległych, w uzasadnionych przypadkach znacznego odsunięcia przejścia dla pieszych, przejazdu dla rowerów lub przejazdu tramwajowego od wewnętrznej strony skrzyżowania (tzn. stwierdzenia utrudnionego postrzegania organizacji ruchu przez kierujących pojazdami), przed tymi miejscami można stosować sygnalizatory ogólne, należące do odrębnej grupy sygnalizacyjnej.

(15) W obszarach sterowania na skrzyżowaniach, przed przejazdem tramwajowym, można stosować dwukomorowy sygnalizator S-1 z sygnałami czerwonym i żółtym.

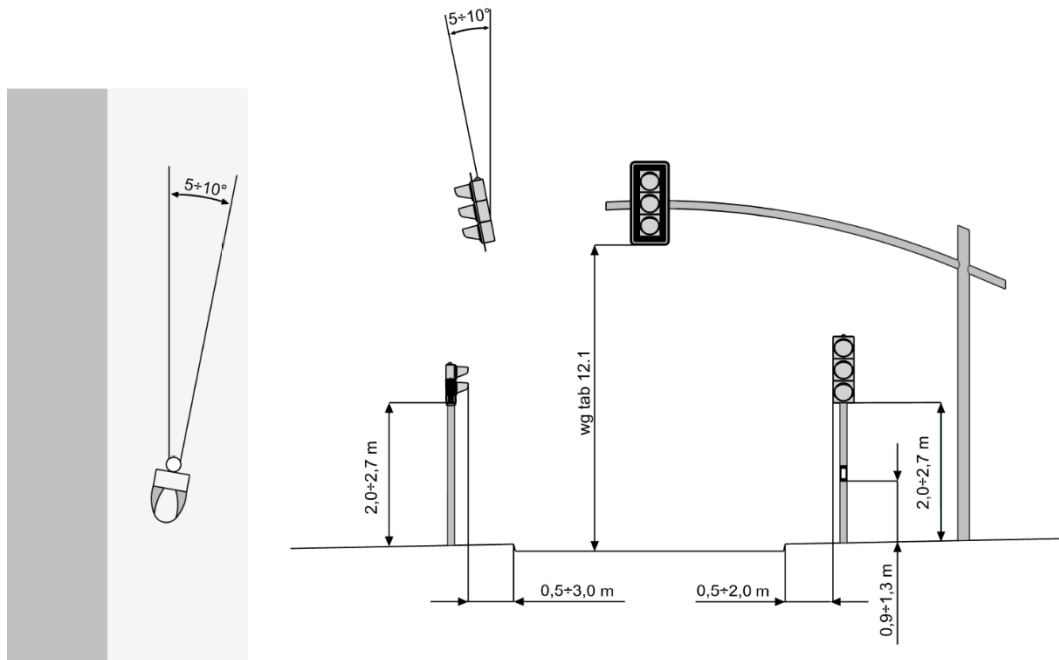
(16) Stosując sygnalizatory świetlne w pasie drogowym należy spełniać wymogi skrajni, określone w WR-D-21. Rekomendowane zasady sytuowania sygnalizatorów w pasie drogowym dla strumieni pojazdów przedstawiono na rys. 12.1, natomiast dla strumieni tramwajowych na



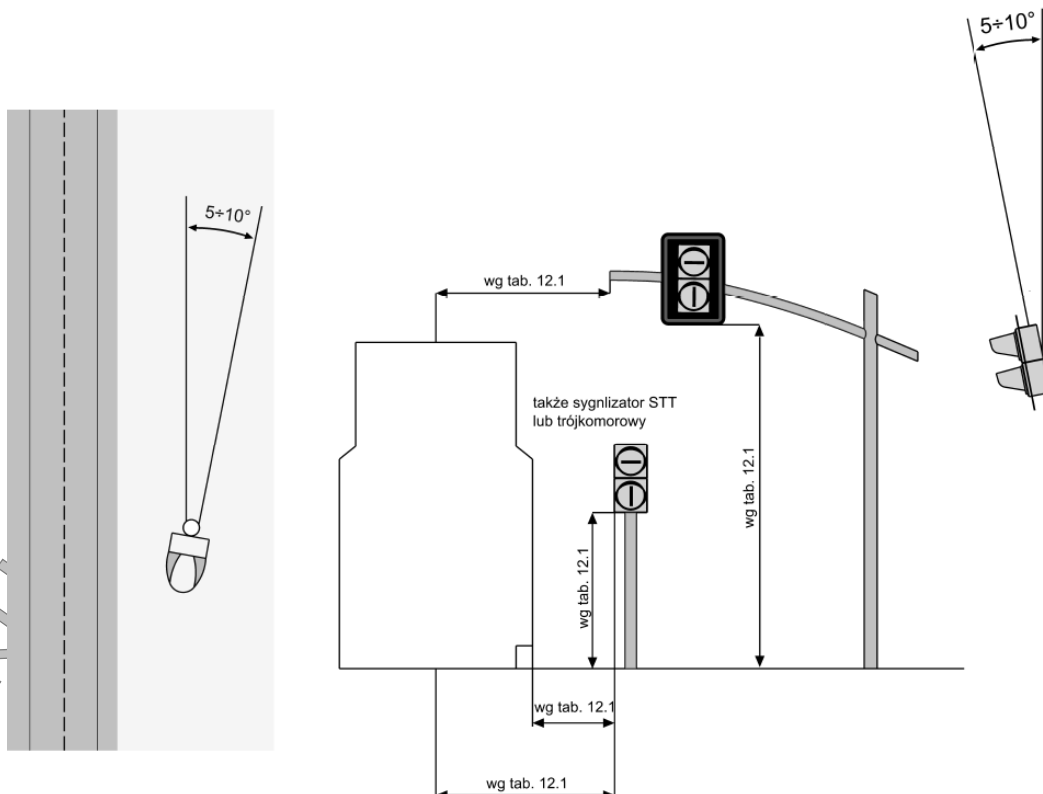
rys. 12.2. Dopuszczalną możliwość stosowania sygnalizatora w strefie oczekiwania pieszych przedstawiono na rys. 12.3, zaś w bezpośredniej bliskości przejazdu dla rowerów – rys. 12.4.

(17) W tabeli 12.1 przedstawiono podstawowe wymogi sytuowania sygnalizatorów względem danego rodzaju skrajni, zilustrowanych na rys. 12.1 – 12.4, wynikające z [3]. W tabeli 12.2 przedstawiono odległości linii zatrzymań względem sygnalizatorów.

(18) Jeżeli sygnalizator posiada ekran kontrastowy, to wymiary skrajni dotyczą krawędzi ekranu kontrastowego. Na rysunku 12.3 i 12.4 nie przedstawiono symboli sygnalizatorów dla pojazdów.



Rysunek 12.1. Ilustracja sytuowania sygnalizatorów w pasie drogowym wraz z przyciskiem dla pieszych



Rysunek 12.2. Ilustracja sytuowania sygnalizatorów w pasie drogowym dla strumieni tramwajowych

Tabela 12.1. Zasady sytuowania sygnalizatorów względem skrajni

Lp.	Położenie sygnalizatora:	Wymiar [m]:		
		minimalny	zalecany	maksymalny
Sygnalizatory umieszczane obok jezdni lub nad jezdnią				
1.	Wysokość montażu sygnalizatora na maszcie obok jezdni	2,0*	2,2	2,7
2.	Wysokość montażu sygnalizatora na wysięgniku lub na konsoli dłuższej niż 0,5 m obok jezdni	2,5	2,5	2,7
3.	Wysokość montażu sygnalizatora mierzona od najniższej części sygnalizatora lub ekranu kontrastowego nad jezdnią	4,5	5,5	6,0 <sup>5)</sup>
4.	Wysokość montażu sygnalizatora pomocniczego	0,8	1,2	1,5
5.	Skrajnia pozioma sygnalizatorów innych niż S-5 i S-6 w stosunku do krawędzi jezdni	0,5**	0,8	2,0
6.	Skrajnia pozioma sygnalizatorów S-5, S-6 lub S-5/S-6 w stosunku do krawędzi jezdni	0,5	0,8	3,0
7.	Skrajnia pozioma sygnalizatorów S-5 S-6 lub S-5/S-6 w stosunku do wewnętrznej krawędzi SOP	0,0	0,0	0,5
8.	Skrajnia pozioma sygnalizatorów S-5, S-6 lub S-5/S-6 w stosunku do zewnętrznej krawędzi SOP	0,0	0,2	1,0
9.	Skrajnia pozioma sygnalizatorów S-5, S-6 lub S-5/S-6 w stosunku do zewnętrznej krawędzi drogi dla rowerów	0,5	0,5	1,0
Sygnalizatory umieszczane obok torowiska lub nad torowiskiem				
10.	Odległość sygnalizatora sytuowanego obok torów od osi toru	według PN-K-92009:1998 <sup>1)</sup>	–	3,2
11.	Odległość sygnalizatora od drutu jezdniego lub innego elementu sieci znajdującego się pod napięciem	według PN-K-92002:1997 <sup>2)</sup> oraz PN-K-92009:1998 <sup>1)</sup>	–	4,0 <sup>4)</sup>
12.	Wysokość montażu sygnalizatora na maszcie <sup>3)</sup>	2,0*	2,5	2,7

<sup>1)</sup> - poza wymaganiami normy PN-K-92009:1998 skrajnia sygnalizatorów w sąsiedztwie torowiska tramwajowego musi spełniać wymagania skrajni budowli określone przez jednostkę zarządzającą siecią tramwajową

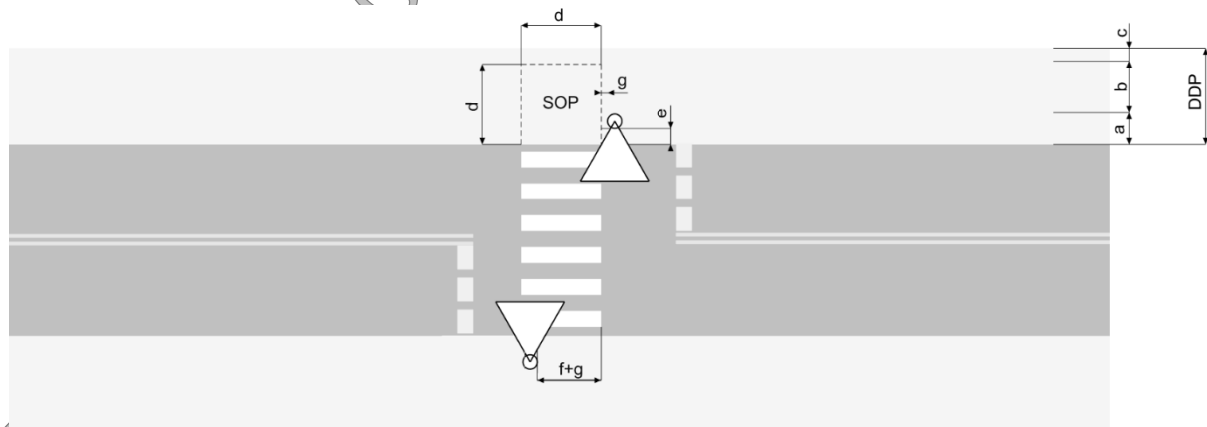
<sup>2)</sup> - wymaganie dotyczy również trolejbusowej sieci trakcyjnej

<sup>3)</sup> - wymagania nie stosuje się, gdy sygnalizator, ze względu na brak możliwości innego umieszczenia, jest lokalizowany nad innym sygnalizatorem

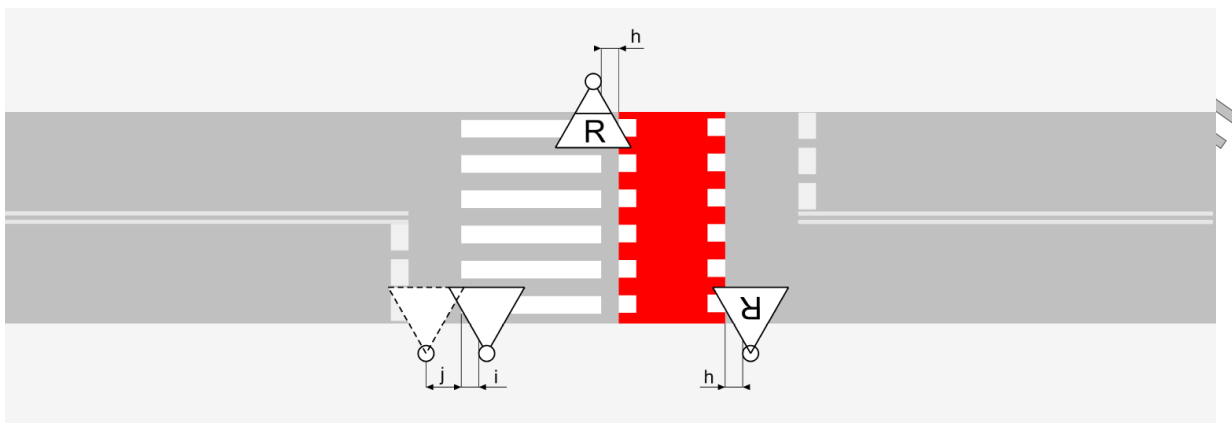
<sup>4)</sup> - dotyczy odległości poziomej od drutu jezdniego

<sup>5)</sup> - nie dotyczy sygnalizatorów umieszczanych nad siecią trakcyjną

\* - w obszarze SOP minimalna wysokość montażu sygnalizatora to 2,2 m; \*\* - na łuku o promieniu R<100 m min. 0,8 m



**Rysunek 12.3. Ilustracja dopuszczenia sytuowania sygnalizatorów w strefie obsługi pieszych, gdzie: a – pas buforowy, b – chodnik, c – pas obsługujący, d – minimalna szerokość przejścia dla pieszych oraz zalecana długość i szerokość SOP (2,5 m), e – odległość pozioma sygnalizatora względem krawędzi jezdni, f – skrajnia drogi dla pieszych (min. 1,8 m), g – zalecana skrajnia chodnika (0,2 m)**



**Rysunek 12.4. Ilustracja dopuszczenia sytuowania sygnalizatorów w strefie obsługi pieszych przy przejściu dla pieszych wraz z przejazdem dla rowerów, gdzie: h – skrajnia drogi dla rowerów (min. 0,5 m, maks. 1,0 m), i – odsunięcie sygnalizatora dla pieszych względem krawędzi przejścia dla pieszych od wewnętrznej krawędzi strefy obsługi pieszych (maks. 0,5 m), j – odsunięcie sygnalizatora dla pieszych względem krawędzi przejścia dla pieszych od zewnętrznej krawędzi strefy obsługi pieszych (maks. 1,0 m)**

**Tabela 12.2. Odległość linii zatrzymania od sygnalizatora**

Lp.	Położenie sygnalizatora:	Wymiar [m]:		
		minimalny	zalecany	maksymalny
1.	Sygnalizatory podstawowego lub dodatkowego obok jezdni	2,0 (0,5) <sup>3)</sup>	3,0	4,0 (9,0) <sup>3)</sup>
2.	Sygnalizatory pomocnicze	0,5 <sup>1)</sup>	–	4,0
3.	Sygnalizatory* nad jezdnią <sup>2)</sup> na wysokości od 4,5 do 5,5 m	8,0	12,5	25,0
4.	Sygnalizatory* nad jezdnią <sup>2)</sup> na wysokości powyżej 5,5 m	10,5	15,0	30,0

<sup>1)</sup> - jeśli za sygnalizatorem nie ma przejścia dla pieszych lub przejazdu dla rowerów  
<sup>2)</sup> - jeżeli nie zastosowano sygnalizatorów w tych grupach sygnałowych zlokalizowanych obok jezdni lub torowiska  
<sup>3)</sup> - dopuszcza się odległości podane w nawiasach, jeżeli na wlocie skrzyżowania znak P-14 umieszcza się na pasie ruchu dla rowerów albo znak ten stanowi krawędź śluzu dla rowerów położoną najbliżej skrzyżowania  
 \* - wraz z ekranem kontrastowym

(19) Sygnalizatory dla kierujących pojazdami powinny być umieszczane w taki sposób, aby czoło soczewki sygnalizatora było oddalone od zewnętrznej krawędzi linii zatrzymań w odległości nie mniejszej niż 2 m – jeżeli jest to sygnalizator obok jezdni, oraz nie mniejszej niż 8 m – jeżeli jest to sygnalizator nad jezdnią.

(20) Sygnalizatory dla kierujących pojazdami w miejscach, w których nie jest możliwe stosowanie linii warunkowego zatrzymania, sytuuje się w taki sposób, aby uczestnicy ruchu mogli zatrzymać się w bezpiecznej odległości przed punktami kolizji z innymi strumieniami ruchu, jednak tak blisko obszaru kolizyjnego, jak to jest możliwe ze względu na potrzebę ograniczenia czasu przejazdu.

(21) Jeżeli na jednej konstrukcji wsporczej zastosowano sygnalizatory podstawowe S-1 i S-1a obok siebie, nad sygnalizatorem S-1a można zastosować białą tabliczkę z czarnym symbolem roweru.

(22) Na skrzyżowaniach w trudnych warunkach w przypadku braku możliwości zachowania przejeźdźności dla pojazdu miarodajnego relacji skrętnej w prawo, należy oddalić linię zatrzymań na wlocie od krawędzi jezdni poprzecznej w celu zapewnienia tej przejeźdźności według zasad określonych w WR-D-31-2. Na skrzyżowaniu, na którym dopuszczono przejeźdźność warunkową dla przeciwnych relacji skrętnych w lewo, nie dopuszcza się stosowania fazy ruchu z jednoczesnym dopuszczeniem tych relacji skrętnych.

(23) Sygnalizatory dla pieszych i rowerzystów mogą być odsunięte od zewnętrznej krawędzi przejścia dla pieszych lub przejazdu dla rowerów nie dalej niż 1 m. Dopuszcza się rozwiązanie, w którym sygnalizatory dla pieszych sytuowane są w wewnętrznej powierzchni strefy

oczekiwania pieszych przed przejściem dla pieszych, jednak konstrukcja wsporcza nie może znajdować się więcej niż 0,5 m w głąb od zewnętrznej krawędzi strefy oczekiwania pieszych.

(24) Zaleca się stosowanie sygnalizacji akustycznej we wszystkich obszarach sterowania ruchem, na których występuje przejście dla pieszych.

(25) Sygnalizatory S-8a, S-8b lub S-8c dla kierujących pojazdami powinno stosować się po obu stronach przejścia dla pieszych, przejazdu dla rowerów lub przejazdu tramwajowego.

(26) Dobór i lokalizacja posadowienia konstrukcji wsporczych (głównie wysięgników i bram) musi uwzględniać możliwość stosowania układu rozmieszczenia sygnalizatorów pod względem ich wymiarów i zachowania minimalnych skrajni.

(27) W rozdziale 13 i 14 zaprezentowano szczegółowe opisy stosowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym. Opisy te zostały uzupełnione o pomocnicze schematy rozmieszczenia sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym. Schematy te zawierają wyłącznie przykładowe organizacje ruchu na wlotach skrzyżowań (lub poza skrzyżowaniami) i nie stanowią ścisłej reguły stosowania konkretnych rodzajów sygnalizatorów (lub konstrukcji wsporczych). Sposoby lokalizacji sygnalizatorów nad jezdnią na tych schematach za pomocą odrębnych konstrukcji wsporczych mają na celu lepsze zwizualizowanie planu sytuacyjnego i mogą nie być optymalne pod względem doboru liczby tych konstrukcji (masztów, wysięgników, bram). Na schematach przedstawiono wyłącznie rozmieszczenie sygnalizatorów, bez innych, niezbędnych elementów organizacji ruchu, w tym znaków drogowych lub urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego (np. przed przejazdem kolejowo-drogowym itp.).

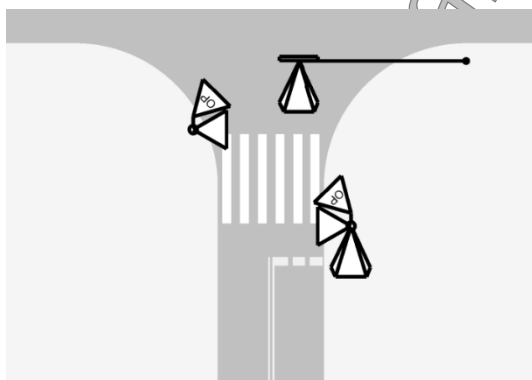
## 13. Szczegółowe rozwiązania dla skrzyżowań

### 13.1. Wloty jednopasowe

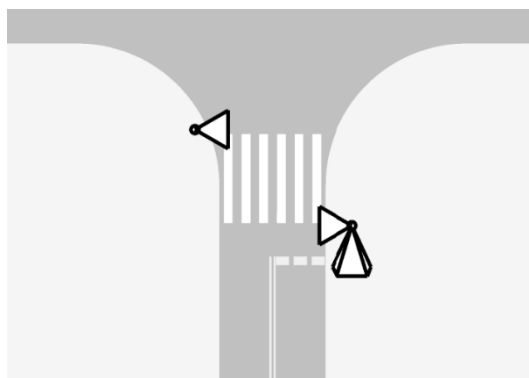
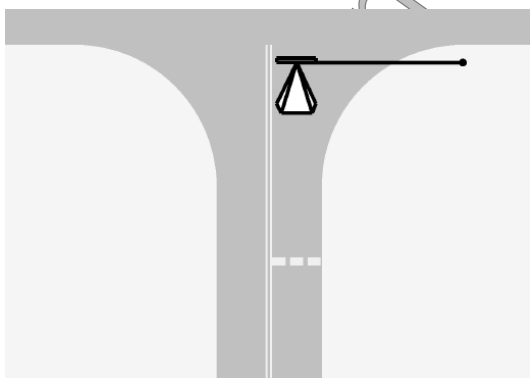
(1) Na wlotach dróg jednojezdniowych jednopasowych jedno- lub dwukierunkowych rekomenduje się stosowanie sygnalizatora podstawowego po prawej stronie jezdni, uzupełnionego o sygnalizator dodatkowy nad jezdnią w osi pasa ruchu. Typowym rozwiązaniem jest stosowanie sygnatów ogólnych na takim wlocie (rys. 13.1.1).

(2) Na tych wlotach dróg z pasem ruchu o niepełnej relacyjności, w tym w szczególności z możliwym wyborem tylko jednego kierunku ruchu, zaleca się stosowanie sygnału kierunkowego – o ile nie wpłynie to negatywnie na sprawność ruchu w obszarze sterowania, w tym przede wszystkim strumieni pieszych i rowerzystów.

(3) Na wlotach dróg jednojezdniowych jednopasowych dwukierunkowych dopuszcza się stosowanie tylko sygnalizatora nad jezdnią, pełniącego funkcję sygnalizatora podstawowego, jeżeli trudne warunki uniemożliwiają posadowienie sygnalizatora po prawej stronie jezdni (rys. 13.1.2a). Jeżeli trudne warunki uniemożliwiają zastosowanie sygnalizatora dodatkowego nad jezdnią, dopuszcza się stosowanie wyłącznie sygnalizatora podstawowego po prawej stronie jezdni – wówczas jednak musi to być sygnalizator o średnicy soczewki 300 mm (rys 13.1.2b).



Rysunek 13.1.1. Rekomendowany sposób sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie jednojezdniowym jednopasowym dwukierunkowym

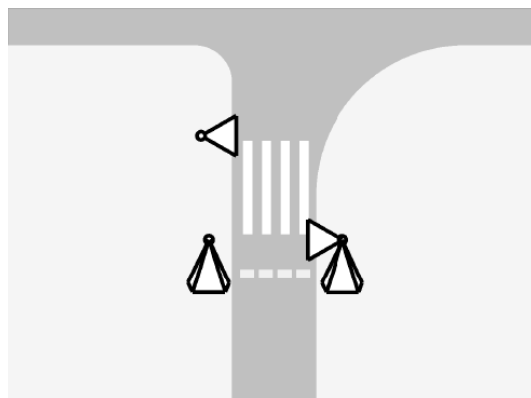


Rysunek 13.1.2. Dopuszczalny sposób sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie jednojezdniowym jednopasowym dwukierunkowym

(4) Na wlotach dróg jednojezdniowych jednopasowych jednokierunkowych możliwe jest stosowanie sygnalizatora podstawowego po prawej stronie wlotu i dodatkowego po jego lewej stronie – wówczas stosowanie sygnalizatora nad jezdnią nie jest wymagane (rys. 13.1.3). Sytuacja ta dotyczy także wlotów z wyspą kanalizującą ruch lub wyspą azylu dla pieszych, na której możliwe jest umieszczenie sygnalizatora dodatkowego po lewej stronie jezdni.

(5) Nie zaleca się stosowania sygnalizatora tylko po prawej stronie jezdni, z wyjątkiem zjazdów i wyjazdów z dróg innych niż publiczne bądź z przydrożnych obiektów lub parkingów (nieruchomości).





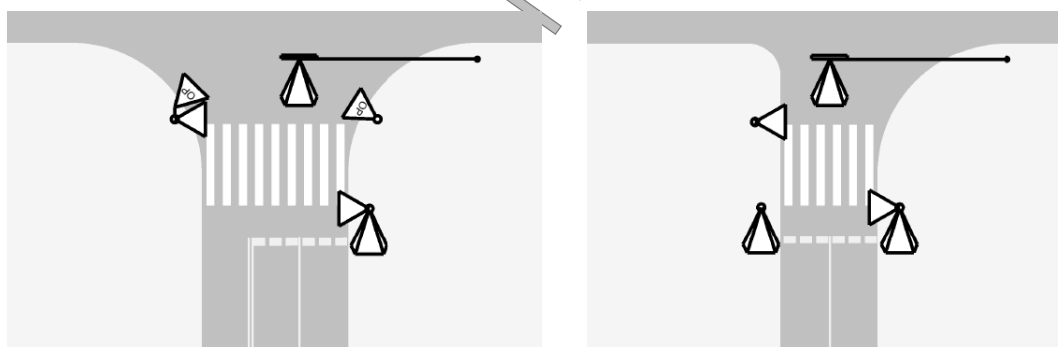
Rysunek 13.1.3. Dopuszczalny sposób sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie jednopasowym jednokierunkowym

## 13.2. Wloty dwupasowe

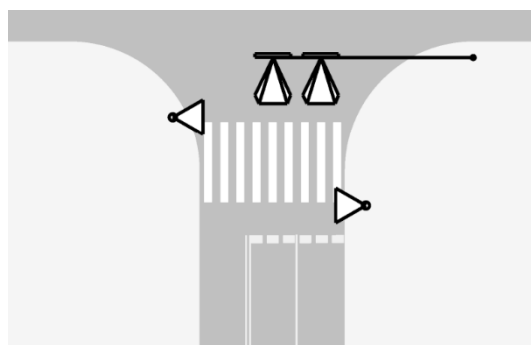
(1) Podstawową zasadą sytuowania sygnalizatorów na wlotach dróg jednojezdniowych dwupasowych jedno- lub dwukierunkowych jest stosowanie sygnalizatora podstawowego po prawej stronie wlotu oraz nad jezdnią w osi jezdni (rys. 13.2.1), przy czym zaleca się stosowanie sygnalizatora dodatkowego także po lewej stronie jezdni jednokierunkowej. Nie dopuszcza się stosowania wyłącznie sygnalizatora po prawej stronie jezdni.

(2) W trudnych warunkach (brak możliwości stosowania sygnalizatora po prawej stronie jezdni), w przypadku stosowania sygnałów ogólnych na wlocie dwukierunkowym dwupasowym, można stosować jeden sygnalizator nad jezdnią w osi wlotu (wlotowych pasów ruchu) albo dwa sygnalizatory ogólne nad pasami ruchu (rys. 13.2.2).

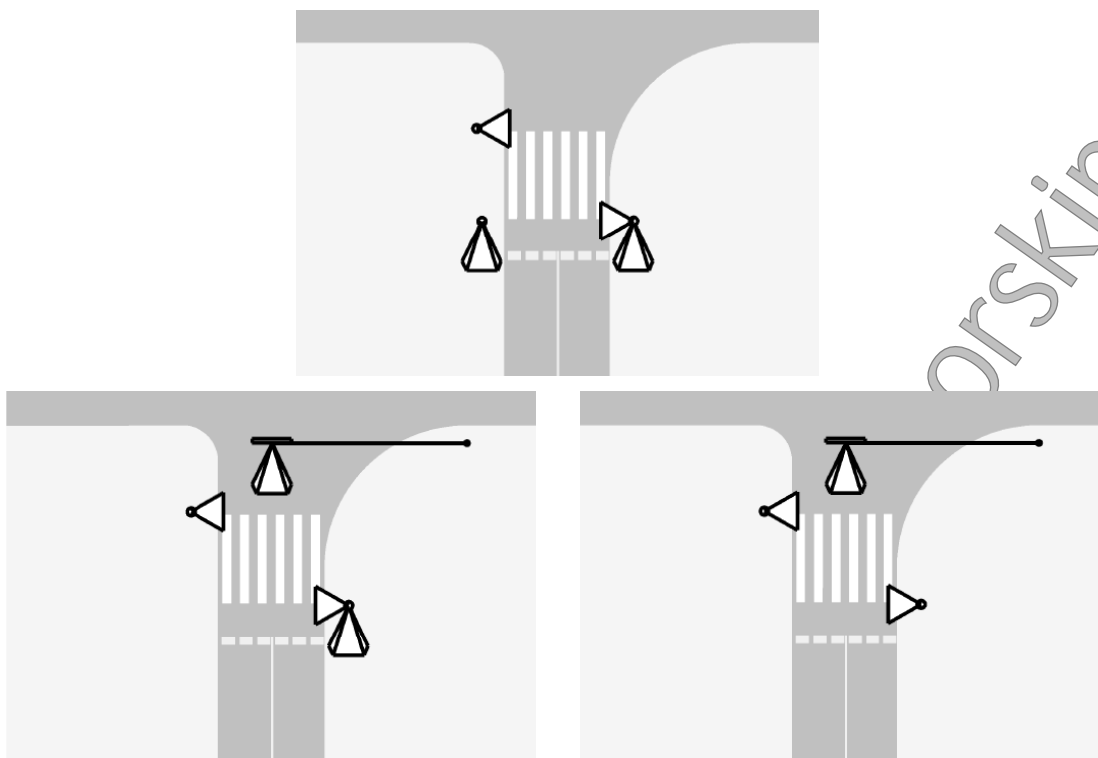
(3) W przypadku zastosowania sygnalizatorów ogólnych na wlocie dwupasowym jednokierunkowym, można nie stosować sygnalizatora albo nad jezdnią, albo po jego lewej stronie. Rozwiązania dopuszczalne na wlocie drogi jednojezdniowej dwupasowej jednokierunkowej zostały przedstawione na rys. 13.2.3.



Rysunek 13.2.1. Rekomendowany sposób sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie jednojezdniowym dwupasowym dwukierunkowym i jednokierunkowym tylko z sygnalizatorami ogólnymi



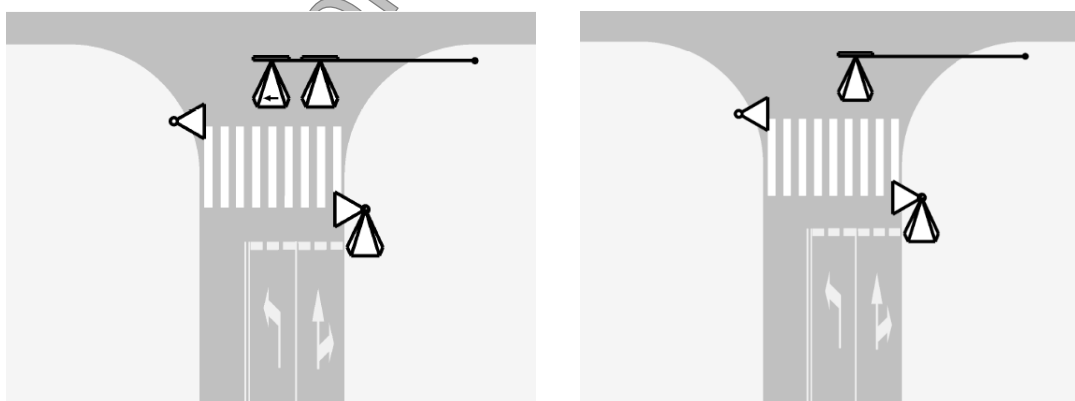
Rysunek 13.2.2. Dopuszczalny sposób sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie jednojezdniowym dwupasowym dwukierunkowym tylko z sygnalizatorami ogólnymi



**Rysunek 13.2.3. Dopuszczalny sposób sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie jednojezdniowym dwupasowym jednokierunkowym tylko z sygnalizatorami ogólnymi**

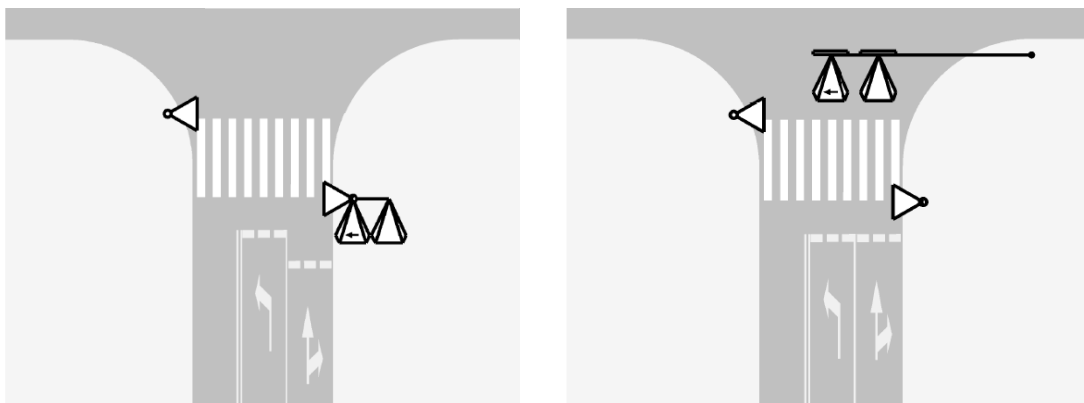
(4) W przypadku wlotów dróg jednojezdniowych dwupasowych jedno- lub dwukierunkowych możliwe jest stosowanie organizacji ruchu o strukturze kierunkowej innej niż naturalna (tzn. dla kierunku na wprost i w lewo z pasa wewnętrznego oraz dla kierunku na wprost i w prawo z pasa zewnętrznego). W takim przypadku możliwe jest stosowanie albo sygnalizatorów ogólnych, albo kierunkowych, albo ogólnych i kierunkowych.

(5) Przykładowe, rekomendowane zastosowanie sygnalizatorów ogólnych i kierunkowych na wlocie dwupasowym, na którym pas wewnętrzny umożliwia skręt w lewo, a na pasie zewnętrznym możliwa jest jazda prosto lub w prawo, przedstawiono na rys. 13.2.4. Jest to tylko wybrany przykład jednej z najczęściej występujących organizacji ruchu na takich wlotach.

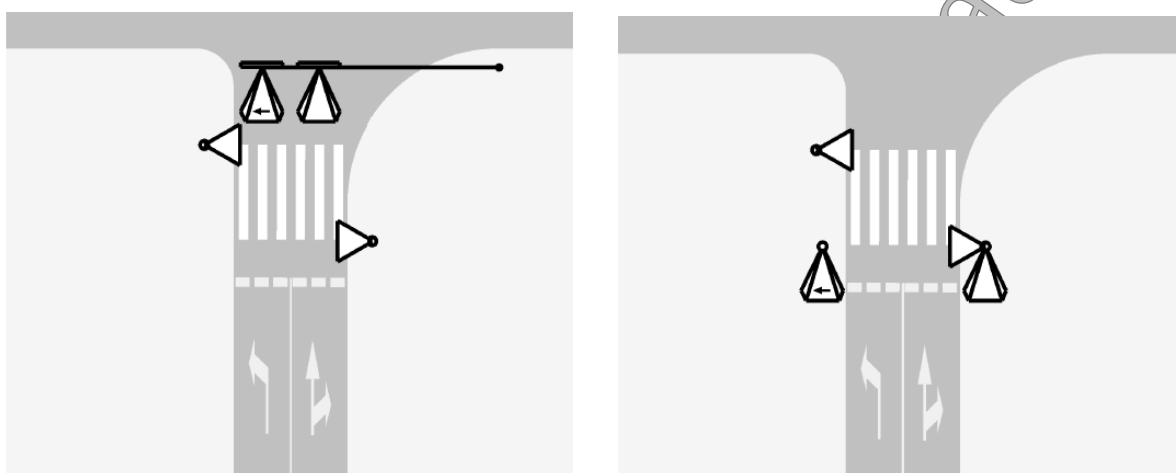


**Rysunek 13.2.4. Rekomendowany sposób sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie jednojezdniowym dwupasowym dwukierunkowym z zastosowaniem różnych sygnalizatorów**

(6) Dopuszczalne sposoby stosowania sygnalizatorów ogólnych i kierunkowych na wlotach dróg jednojezdniowych dwupasowych dwukierunkowych dla wybranego przykładu organizacji ruchu przedstawiono na rys. 13.2.5, natomiast na wlotach dróg jednojezdniowych dwupasowych jednokierunkowych – na rys. 13.2.6. Układ struktury kierunkowej i doboru sygnalizatorów zależy od indywidualnych potrzeb danego projektu organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną, w tym głównie od wartości miarodajnych natężeń ruchu i geometrii.



Rysunek 13.2.5. Dopuszczalny sposób sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie jednojezdniowym dwupasowym dwukierunkowym z sygnalizatorami ogólnymi i kierunkowymi



Rysunek 13.2.6. Dopuszczalny sposób sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie jednojezdniowym dwupasowym jednokierunkowym z sygnalizatorami ogólnymi i kierunkowymi

### 13.3. Wloty wielopasowe

(1) Na wlotach jezdni wielopasowych (z co najmniej trzema pasami ruchu) zaleca się stosować sygnalizatory podstawowe po prawej stronie wlotu, sygnalizatory dodatkowe po lewej stronie wlotu oraz sygnalizatory dodatkowe nad każdym pasem ruchu. Przykładowe rozwiązania sytuowania sygnalizatorów ogólnych i kierunkowych przedstawiono na rys. 13.3.1.

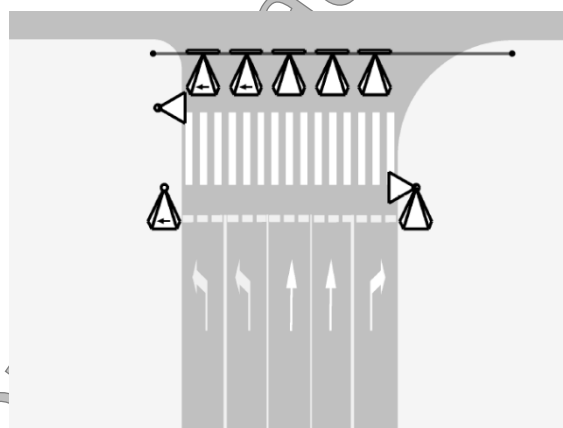
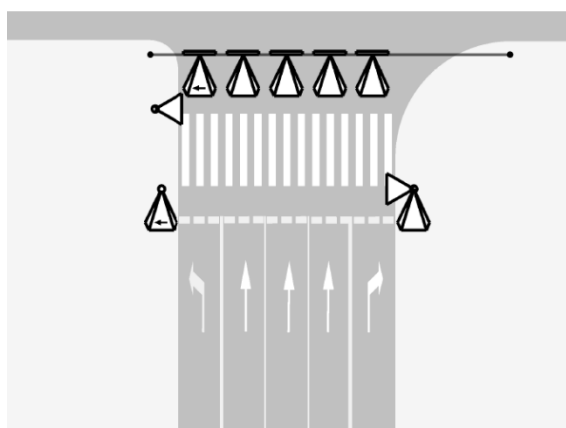
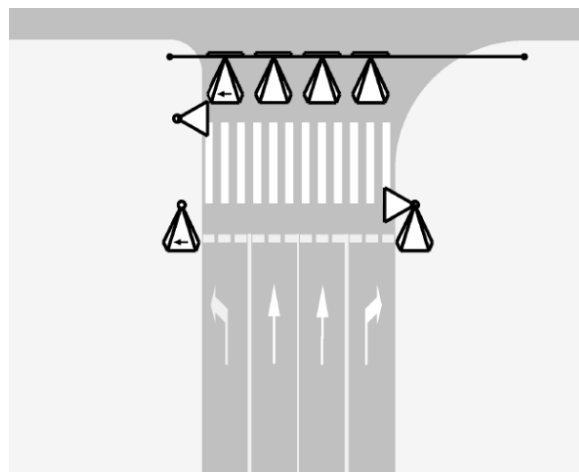
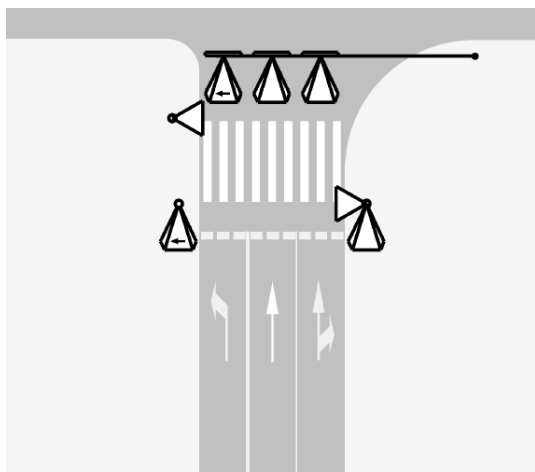
(2) Dopuszcza się sytuacje, w których zastosowano tylko jeden sygnalizator nad osią wlotu wielopasowego (rys. 13.3.2), lecz tylko w przypadku, gdy:

- a) nie jest to sygnalizator kierunkowy,
- b) występują maksymalnie cztery pasy ruchu,
- c) występują sygnalizatory obok jezdni (podstawowy i dodatkowy).

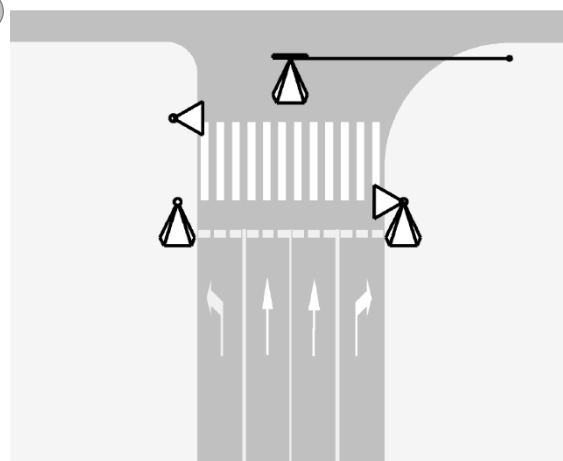
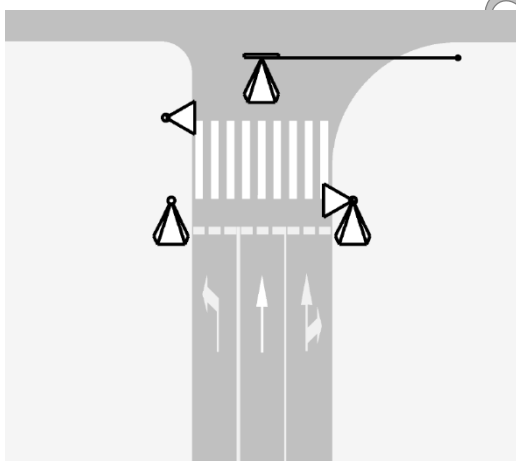
(3) Na wlotach wielopasowych dopuszcza się sytuacje, w której nie występują sygnalizatory znajdujące się obok jezdni (ani po lewej, ani po prawej stronie). Sytuacje te powinny być stosowane wyjątkowo i wynikać mogą raczej z trudnych warunków. Przykładowe zastosowanie sygnalizatorów ogólnych i kierunkowych w takim przypadku przedstawiono na rys. 13.3.3.

(4) Stosując więcej niż jeden sygnalizator nad jezdnią na wlotach wielopasowych dopuszcza się sytuacje, w której nie występuje sygnalizator nad każdym pasem ruchu. Wówczas można stosować zmniejszoną liczbę sygnalizatorów, jednak nie dopuszcza się sytuacji, gdy nad wlotem wielopasowym jeden sygnalizator nad jezdnią steruje więcej niż trzema pasami ruchu. Przykładowe zastosowanie sygnalizatorów ogólnych i kierunkowych w takich sytuacjach przedstawiono na rys. 13.3.4.

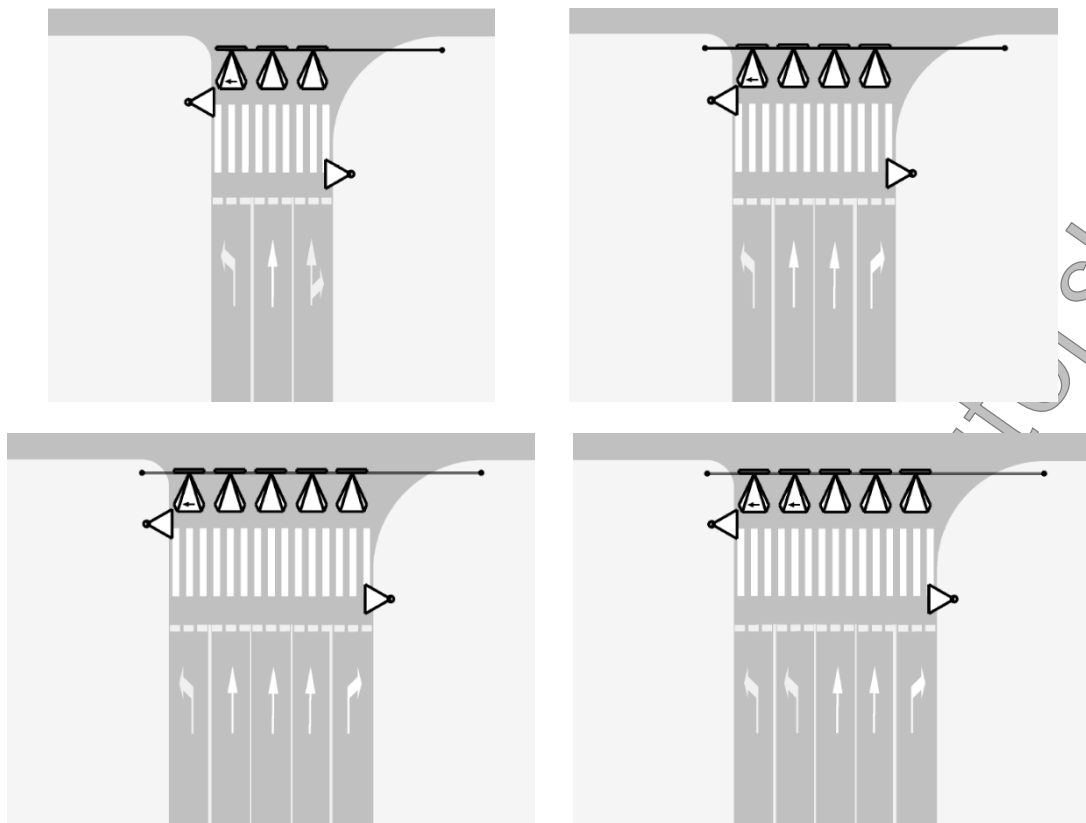
(5) Jeżeli na wlocie wielopasowym stosuje się tylko sygnalizatory nad jezdnią (brak sygnalizatorów obok jezdni), to należy stosować sygnalizator nad każdym pasem ruchu.



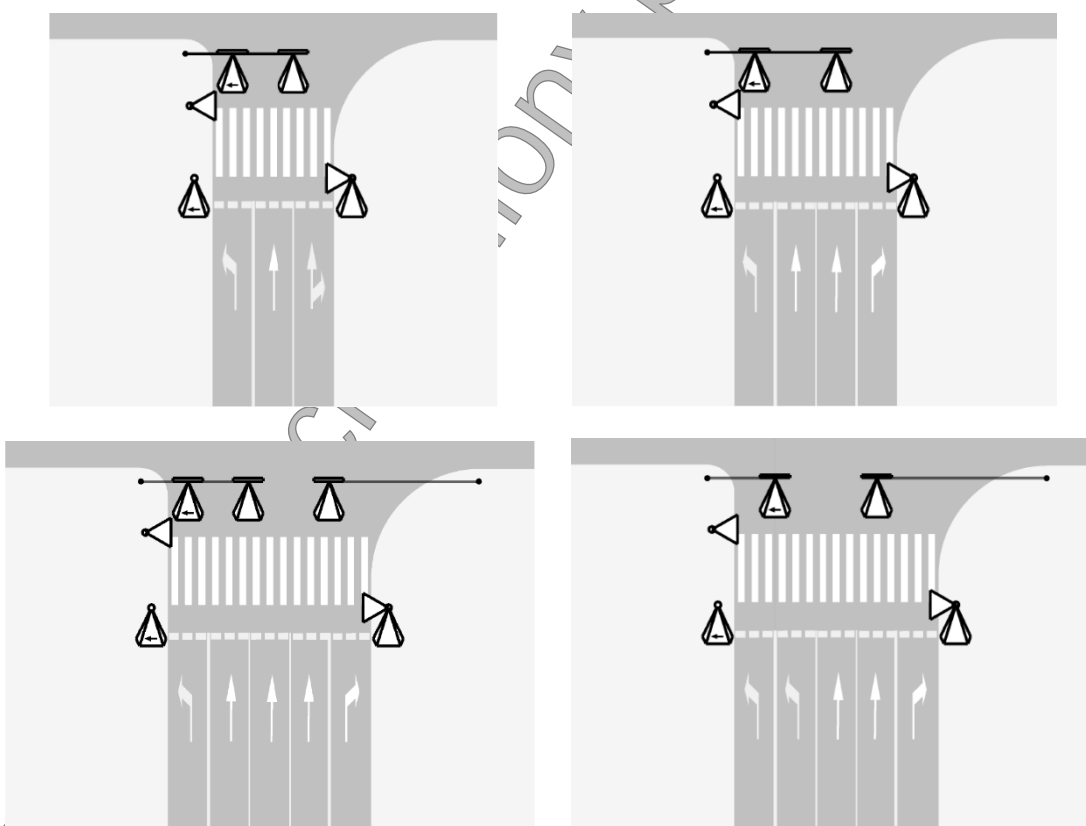
Rysunek 13.3.1. Rekomendowany sposób sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie jezdni wielopasowej z sygnalizatorami ogólnymi i kierunkowymi dla przykładowej struktury kierunkowej na wlocie



Rysunek 13.3.2. Dopuszczalny sposób sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie jezdni wielopasowej tylko z jednym sygnalizatorem ogólnym nad jezdnią dla przykładowej struktury kierunkowej na wlocie wraz z sygnalizatorami ogólnymi obok jezdni (podstawowym i dodatkowym)



Rysunek 13.3.3. Dopuszczalny sposób sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie jezdni wielopasowej zlokalizowanych tylko nad jezdnią nad każdym pasem ruchu dla przykładowej struktury kierunkowej na wlocie



Rysunek 13.3.4. Dopuszczalny sposób sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie jezdni wielopasowej zlokalizowanych obok jezdni i nad jezdnią nie nad każdym pasem ruchu dla przykładowej struktury kierunkowej na wlocie



### 13.4. Wloty wielopasowe z wyspami kanalizującymi ruch

(1) Wyspy kanalizujące ruch na wlotach jezdni wielopasowych mogą występować w przypadku konieczności fizycznej separacji pasów ruchu dla relacji skrętnych w lewo lub w prawo z zapewnieniem strefy oczekiwania pieszych. W przypadku, gdy na takim wlocie zastosowano sygnalizatory podstawowy i dodatkowy obok jezdni to nie dopuszcza się sytuacji, w której każda jezdnia posiada sygnalizatory ogólne należące do odrębnej grupy sygnalizacyjnej. Jeżeli sterowanie ruchem na takim wlocie objęte jest jedną grupą sygnalizacyjną z sygnałem ogólnym, powinno się stosować wyłącznie sygnalizatory nad jezdnią z zaleceniem stosowania sygnalizatorów nad każdym pasem ruchu.

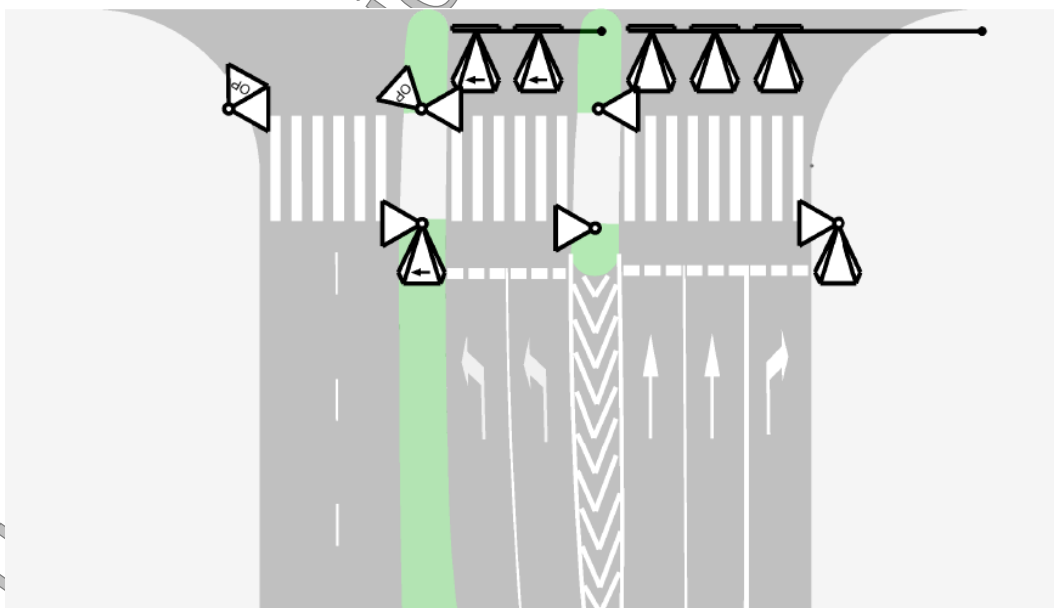
(2) Na wyspie kanalizującej ruch relacji skrętnych w lewo nie dopuszcza się sytuowania sygnalizatorów, jeżeli którekolwiek ze strumieni pojazdów sterowane są sygnałami ogólnymi.

(3) Nie dopuszcza się stosowania sygnalizatorów ogólnych na wewnętrznych wyspach kanalizujących ruch na wlocie, sterujących odrębnymi grupami sygnalizacyjnymi. Dopuszcza się zastosowanie sygnalizatora ogólnego na wyspie kanalizującej ruch w prawo jednak tylko w przypadku, gdy relacja skrętna w prawo posiada sygnalizator kierunkowy.

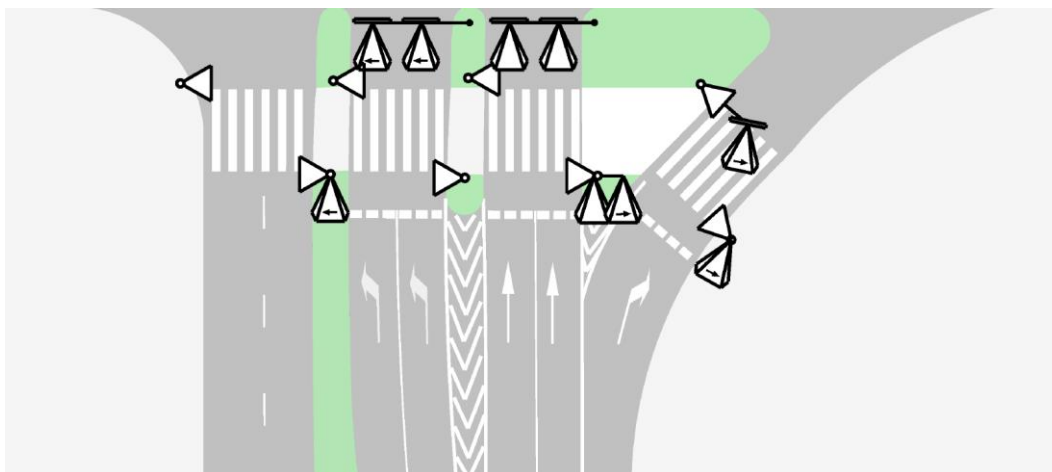
(4) Rekomendowane rozwiązanie sytuowania sygnalizatorów na wlotach wielopasowych z wyspami kanalizującymi ruch dla przykładowej struktury kierunkowej na tym wlocie przedstawiono na rys. 13.4.1. Dopuszczalne rozwiązania dla przykładowej struktury kierunkowej na wlocie z wyspą kanalizującą ruch relacji skrętu w lewo przedstawiono na rys. 13.4.2, natomiast z wyspą kanalizującą ruch relacji skrętu w prawo - na rys. 13.4.3.

(5) Zaleca się, by w przypadku budowy nowych, modernizacji lub przebudowy istniejących skrzyżowań eliminować rozwiązania z wyspą trójkątną z jednoczesnym zmniejszeniem promienia skrętu w prawo oraz eliminacją etapowego przechodzenia przez jezdnie przez pieszych i etapowego przejeżdżania przez jezdnię przez rowerzystów.

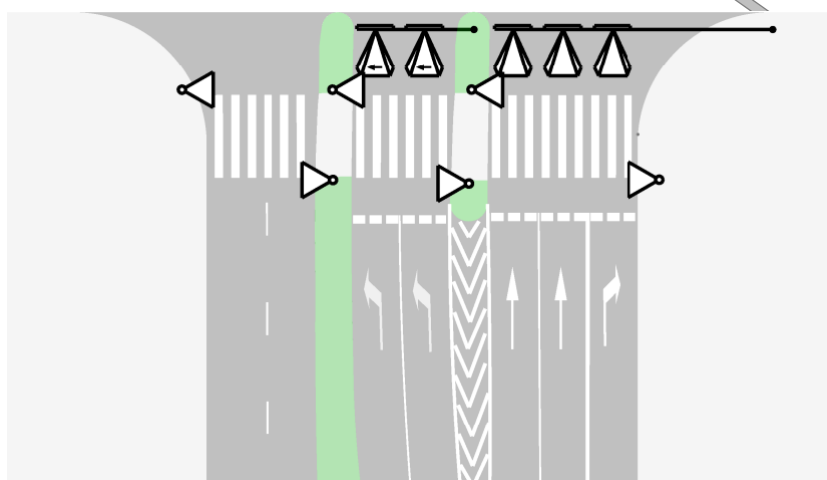
(6) Nie dopuszcza się obszaru sterowania na wlocie wielopasowym z trójkątną wyspą kanalizującą ruch relacji skrętnej w prawo, która nie zostanie objęta sygnalizacją świetlną. W takich miejscach, jeżeli jest to relacja na jednym pasie ruchu, rekomenduje się stosowanie sygnalizatora dopuszczającego skręcanie w kierunku wskazanym strzałką, w tym w przypadku występowania na tym wlocie przejścia dla pieszych lub przejazdu dla rowerów albo przejścia dla pieszych i przejazdu dla rowerów w bezpośredniej bliskości.



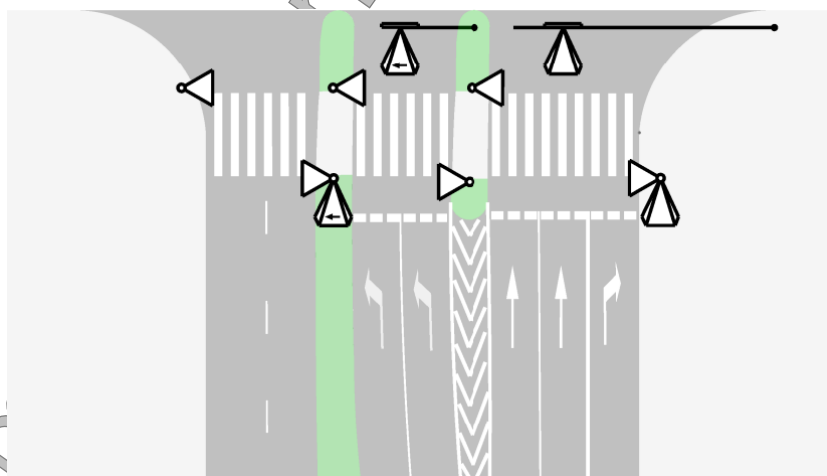
Rysunek 13.4.1a. Rekomendowany sposób sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie jezdni wielopasowej z wyspą kanalizującą ruch dla przykładowej struktury kierunkowej na wlocie



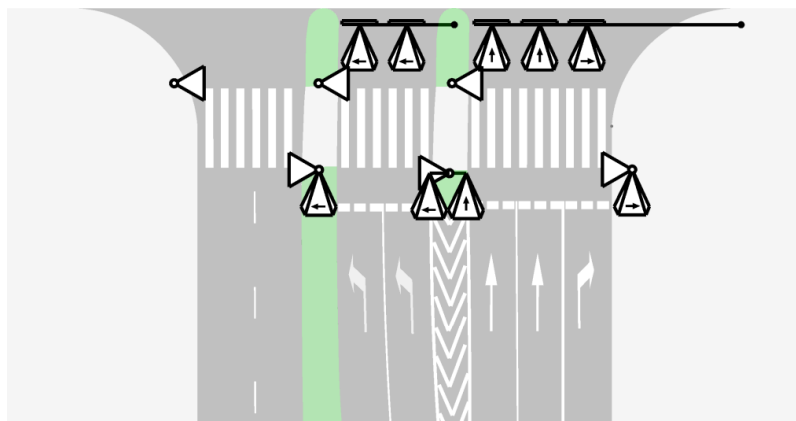
Rysunek 13.4.1b. Rekomendowany sposób sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie jezdni wielopasowej z wyspami kanalizującymi ruch dla przykładowej struktury kierunkowej na wlocie



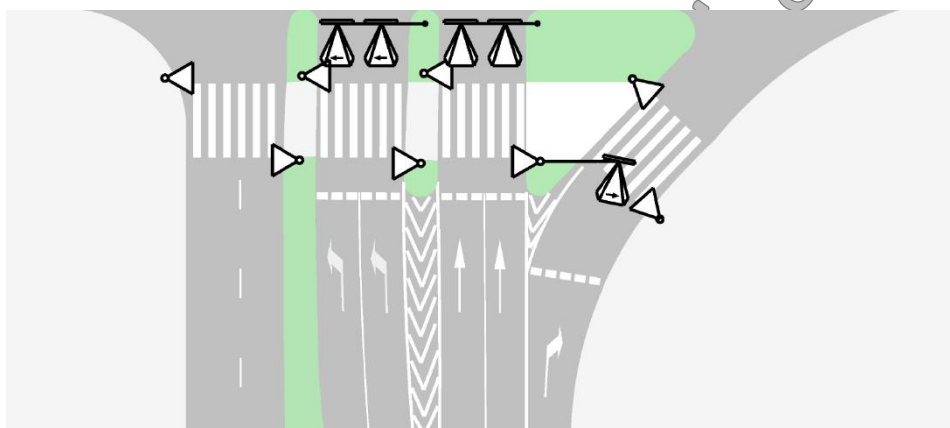
Rysunek 13.4.2a. Dopuszczalne sposoby sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie jezdni wielopasowej z wyspą kanalizującą ruch relacji lewoskrętnych dla przykładowej struktury kierunkowej na wlocie – sygnalizatory tylko nad jezdnią i nad każdym pasem ruchu



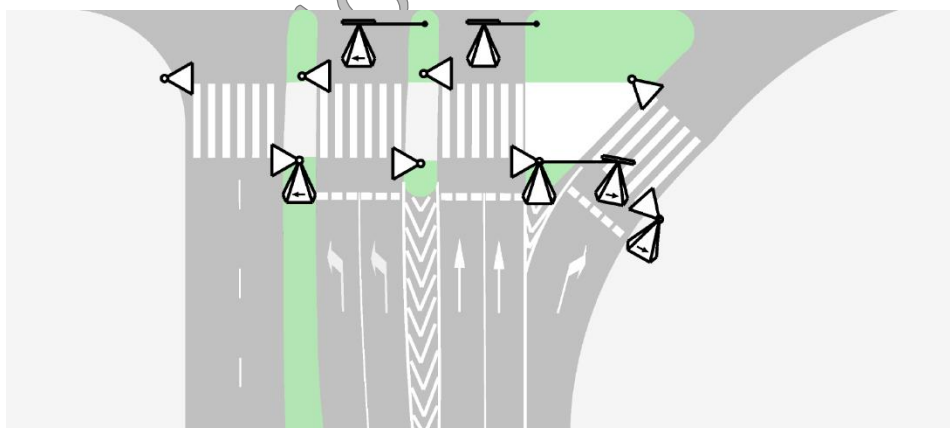
Rysunek 13.4.2b. Dopuszczalne sposoby sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie jezdni wielopasowej z wyspą kanalizującą ruch relacji lewoskrętnych dla przykładowej struktury kierunkowej na wlocie – sygnalizatory obok jezdni oraz nad jezdnią w osi jezdni wlotowych



Rysunek 13.4.2c. Dopuszczalne sposoby sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie jezdni wielopasowej z wyspą kanalizującą ruch relacji lewoskrętnych dla przykładowej struktury kierunkowej na wlocie – przykład możliwości zastosowania sygnalizatorów kierunkowych na wyspie kanalizującej jezdnie wlotowe



Rysunek 13.4.3a. Dopuszczalne sposoby sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie jezdni wielopasowej z wyspami kanalizującymi ruch relacji lewoskrętnych i prawoskrętnych dla przykładowej struktury kierunkowej na wlocie – sygnalizatory tylko nad jezdnią i nad każdym pasem ruchu



Rysunek 13.4.3b. Dopuszczalne sposoby sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie jezdni wielopasowej z wyspami kanalizującymi ruch relacji lewoskrętnych i prawoskrętnych dla przykładowej struktury kierunkowej na wlocie – sygnalizatory obok jezdni oraz nad jezdnią w osi jezdni wlotowych

## 13.5. Złożone układy organizacji ruchu na wlocie

### 13.5.1. Śluzy rowerowe

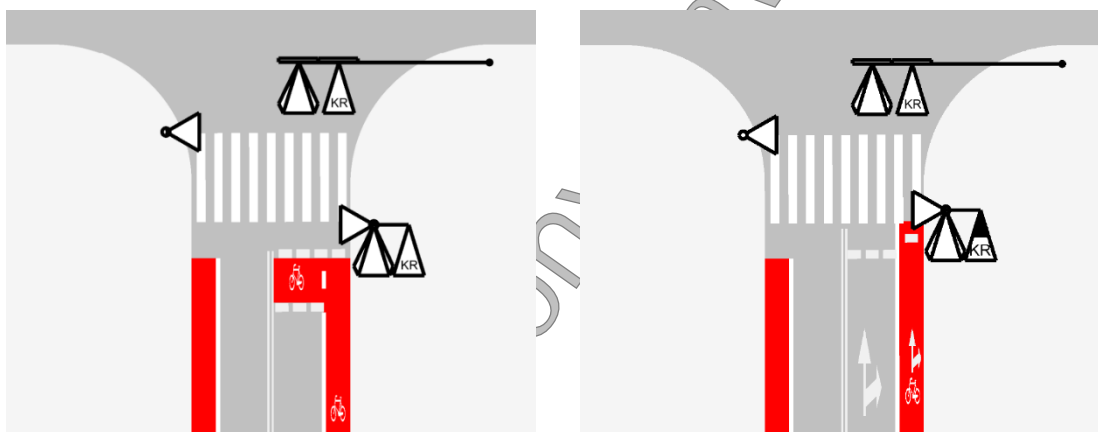
(1) Śluzy dla rowerów na wlotach skrzyżowań z sygnalizacją świetlną powinno się stosować zgodnie z zasadami określonymi przez WR-D-42-3. Nie zaleca się stosowania śluz rowerowych na wlotach skrzyżowań należących do układu ulic o funkcji magistralnej lub tranzytowej oraz poza obszarem zabudowanym.

(2) Rekomendowanym jest stosowanie słuz dla rowerów na wlotach dróg jednojezdniowych jednopasowych jedno- lub dwukierunkowych, w tym także przy wykorzystaniu pasa ruchu dla rowerów przy prawej krawędzi jezdni. Możliwe jest również zastosowanie wyłącznie pasa ruchu dla rowerów, np. w sytuacji zakazu skrętu w lewo z takiego wlotu.

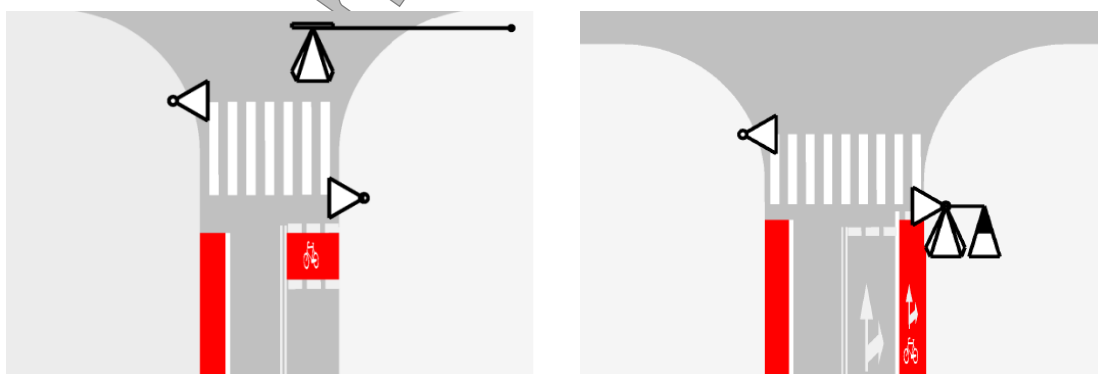
(3) W typowym rozwiązaniu sygnalizatory dla kierujących rowerem powinny odpowiadać wymogom dla sygnalizatorów stosowanych na wlocie jedno- lub dwupasowym (rys. 13.5.1.1). Dopuszcza się niestosowanie sygnalizatorów dla kierujących rowerem na wlotach jednopasowych (rys. 13.5.1.2), jednak przy uwzględnianiu parametrów prędkości strumienia rowerowego w obliczeniach czasów międzyzielonych oraz czasów opóźnień.

(4) Dopuszcza się rozwiązanie, w którym na wlocie drogi jednojezdniowej dwupasowej jedno- lub dwukierunkowej zastosowano dwie słuzy dla rowerów (rys. 13.5.1.3). W takim przypadku nie zaleca się stosowania wyłącznie pasa ruchu dla rowerów po prawej stronie jezdni, z którego kierujący rowerami (lub hulajnogami elektrycznymi) mogą odnieść mylne wrażenie możliwości wjazdu do wewnętrznej słuzy dla rowerów bezpośrednio z pasa ruchu dla rowerów w trakcie nadawania sygnału zielonego przez sygnalizator dla kierujących rowerami znajdujący się po prawej stronie jezdni. W takich przypadkach nie zaleca się stosowania sygnalizatorów obok jezdni. Na takich wlotach wydzielone relacje skrajne powinny posiadać sygnalizatory kierunkowe.

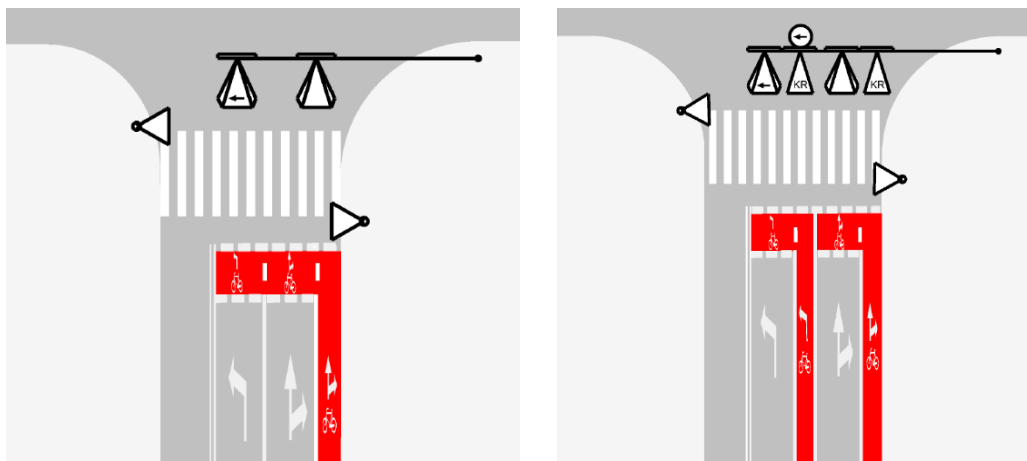
(5) Nie rekomenduje się stosowania słuz dla rowerów na wlotach wielopasowych, w tym przede wszystkim bez pasów ruchu dla rowerów prowadzących bezpośrednio do tych słuz, z wyjątkiem stosowania sygnalizacji umożliwiającej wjazd do słuz z drogi dla rowerów lub z przejazdu dla rowerów (rys. 13.5.1.4).



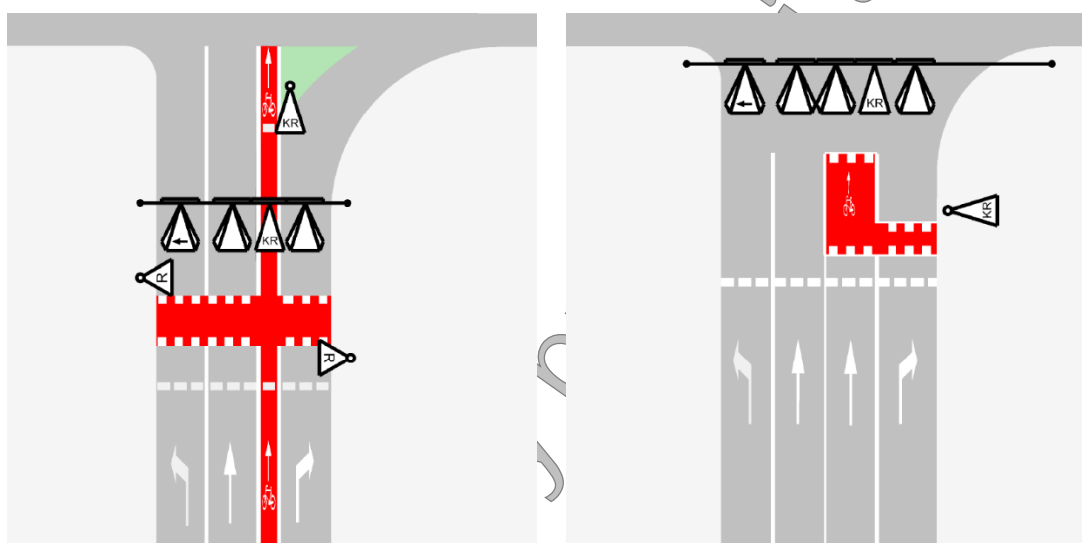
Rysunek 13.5.1.1. Rekomendowane sposoby sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie jezdni ze słuzą dla rowerów lub pasem ruchu dla rowerów dla przykładowej struktury kierunkowej na wlocie



Rysunek 13.5.1.2. Dopuszczalne sposoby sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie jezdni jednopasowej bez dedykowanych sygnalizatorów dla kierujących rowerami dla przykładowej struktury kierunkowej na wlocie



Rysunek 13.5.1.3. Dopuszczalne sposoby sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie jezdni dwupasowej ze służą dla rowerów dla przykładowej struktury kierunkowej na wlocie



Rysunek 13.5.1.4. Dopuszczalne sposoby sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie jezdni wielopasowej ze służą dla rowerów dla przykładowej struktury kierunkowej na wlocie

### 13.5.2. Śluzy autobusowe

(1) Stosowanie sygnalizatorów dla kierujących autobusami na wlotach skrzyżowań podlega tym samym zasadom, co stosowanie sygnalizatorów na wlotach jedno-, dwu- oraz wielopasowych.

(2) W przypadku stosowania organizacji ruchu na wlocie dwu- lub wielopasowym, na którym zewnętrzny pas ruchu stanowi kontynuację pasa ruchu dla autobusów oraz jednocześnie dopuszczenie do skrętu w prawo dla wszystkich pojazdów, należy albo stosować wyłącznie sygnalizator ogólny lub kierunkowy dla wszystkich pojazdów, albo dwa odpowiednie sygnalizatory, tzn. dla kierujących autobusami oraz dla wszystkich pojazdów. Nie dopuszcza się sytuacji, w której na pasie ruchu wspólnym dla kierujących autobusami oraz innymi pojazdami zastosowano wyłącznie sygnalizator nadający sygnały koloru białego.

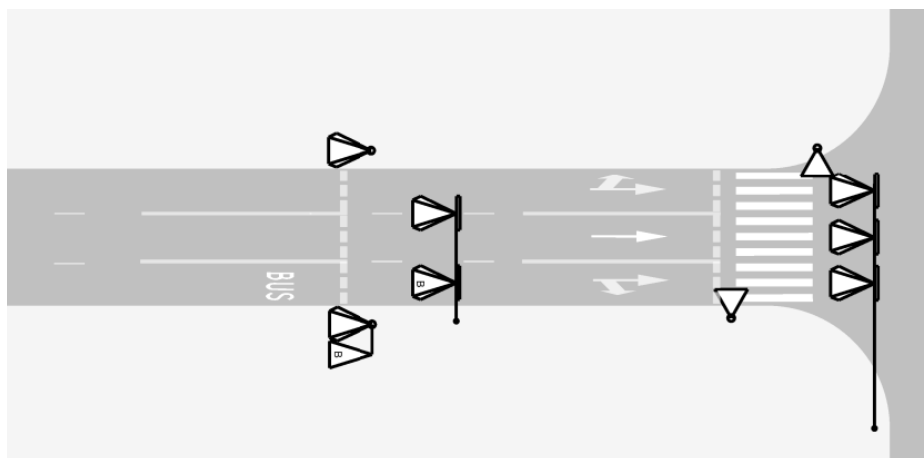
(3) W celu umożliwienia strumieniom autobusowym uprzywilejowanego wjazdu na wewnętrzny pas ruchu lub przy zastosowaniu specjalnej fazy sygnalizacyjnej (realizującej uprzywilejowany przejazd przez skrzyżowanie) – można zastosować służę autobusową. Rozwiązania te zaleca się stosować na wlotach wielopasowych, w tym głównie w przypadku, gdy na wylotach kontynuowany jest lub rozpoczyna się pas ruchu dla autobusów.

(4) Przykład służy autobusowej przed wlotem wielopasowym, umożliwiający wcześniejsze, bezpieczne wykonanie manewru zmiany pasa ruchu przy wstrzymaniu pozostałych strumieni pojazdów, przedstawiono na rys. 13.5.2.1. Przykład uprzywilejowania strumieni autobusowych na wlocie wielopasowym, sterowanym specjalnie wzbudzaną fazą sygnalizacyjną, przedstawiono na rys. 13.5.2.2. Natomiast sytuacja, w której na wlocie wielopasowym pas zewnętrzny stanowi

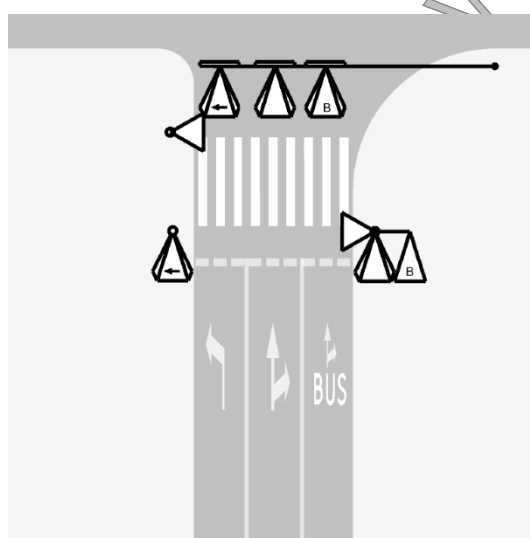


pas ruchu dla autobusów w relacji na wprost i w prawo oraz dla innych pojazdów w relacji tylko w prawo – została przedstawiona na rys. 13.8.1.

(5) Sposób organizacji ruchu na wlocie skrzyżowania z występującym na nim pasem ruchu dla autobusów, w tym z możliwym sposobem uprzywilejowania środków publicznego transportu zbiorowego, zależy od przyjętej polityki transportowej OZR.



Rysunek 13.5.2.1. Przykład sposobu sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym przed wlotem jezdni wielopasowej ze służą dla autobusów dla przykładowej struktury kierunkowej na wlocie



Rysunek 13.5.2.2. Przykład sposobu sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie jezdni wielopasowej z możliwym uprzywilejowanym przejazdem tylko kierujących autobusami (trolejbusami) dla przykładowej struktury kierunkowej na wlocie

### 13.5.3. Torowisko tramwajowe

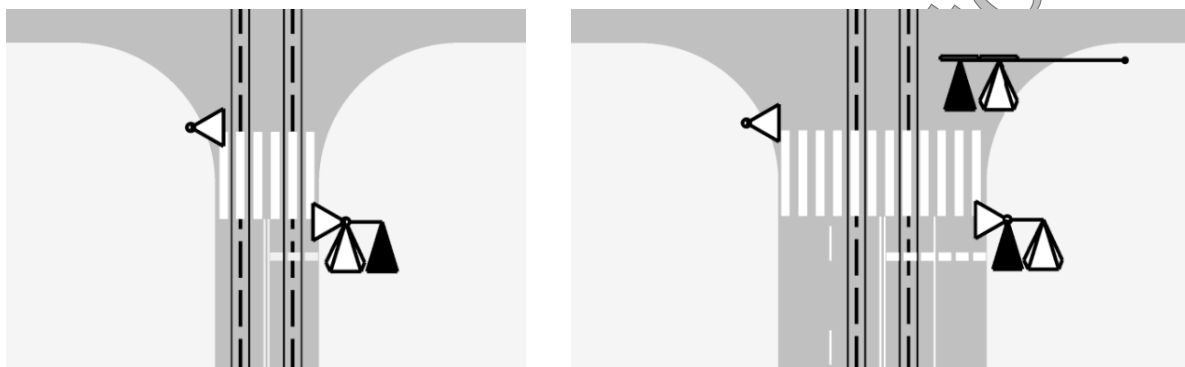
(1) W przypadkach, gdy na wlocie skrzyżowania lub w jego bezpośredniej bliskości występuje przejazd tramwajowy, podstawowym sposobem stosowania sygnalizatorów drogowych dla kierujących tramwajami jest ich sytuowanie po prawej stronie torowiska tramwajowego. Zaleca się, w miarę możliwości, stosowanie sygnalizatorów dodatkowych dla kierujących tramwajami, jeżeli warunki skrajni to umożliwiają.

(2) Dopuszcza się w trudnych warunkach sytuowanie sygnalizatora tylko po lewej stronie torowiska tramwajowego, w tym w szczególności na rozjazdach tramwajowych.

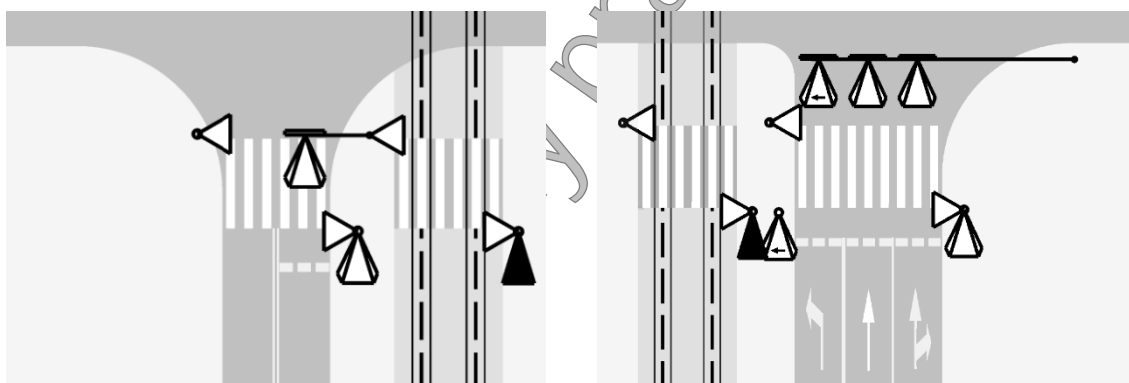
(3) Rekomendowany sposób stosowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie skrzyżowania, w którym torowisko tramwajowe trasowane jest wspólnie z jezdnią, przedstawiono na rys. 13.5.3.1. Jeżeli wlot jezdni z torowiskiem tramwajowym posiada dwa pasy ruchu, stosowanie sygnalizatorów nad jezdnią musi odbywać się z zachowaniem skrajni tramwajowej.

(4) Jeżeli torowisko tramwajowe trasowane jest poza jezdnią lub w pasie dzielącym jezdnię, zaleca się stosowanie tylko sygnalizatora po prawej stronie torowiska tramwajowego (rys. 13.5.3.2). Wyjątkowo dopuszcza się stosowanie tylko sygnalizatora nad jezdnią dla kierujących tramwajami, jeżeli nie spełniono warunków skrajni dla sygnalizatora obok tego torowiska.

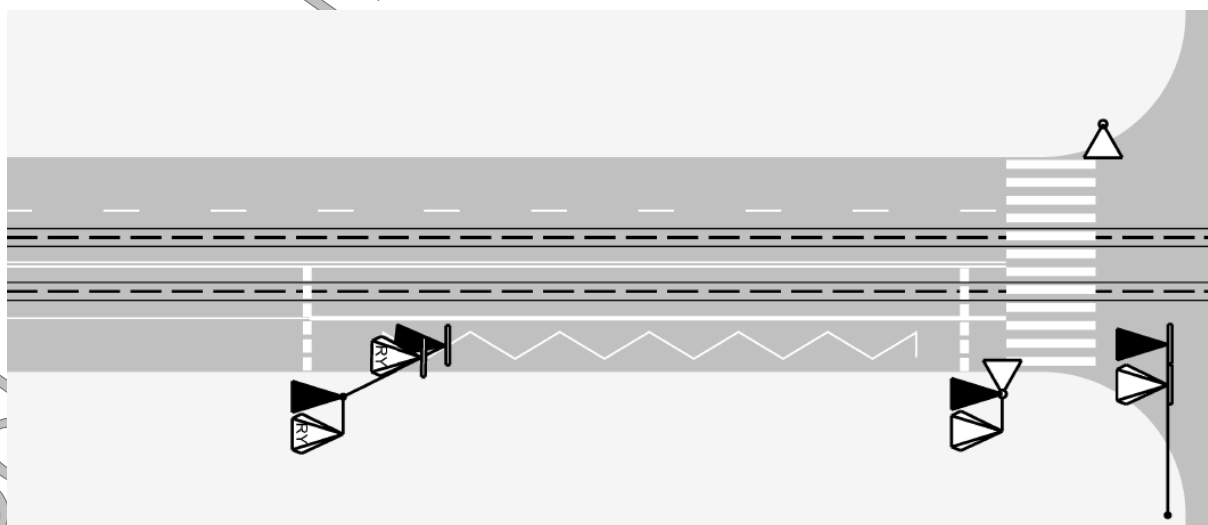
(5) Na wlotach skrzyżowań, na których występuje przystanek tramwajowy (np. wiedeński), można zastosować służę sygnalizacyjną dla tramwajów z wykorzystaniem sygnalizatorów S-1 z sygnałem czerwonym i żółtym, wstrzymującą ruch samochodowy na czas wymiany pasażerskiej. Służa taka musi być powiązana ze sterowaniem ruchem na wlocie skrzyżowania. Rozwiązanie to pokazano na rys. 13.5.3.3. Rozwiązanie takie można stosować również poza skrzyżowaniami.



Rysunek 13.5.3.1. Rekomendowane sposoby sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie jezdni jedno- lub dwupasowej z torowiskiem tramwajowym dla przykładowej struktury kierunkowej na wlocie



Rysunek 13.5.3.2. Rekomendowane sposoby sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie z torowiskiem tramwajowym poza jezdnią dla przykładowej struktury kierunkowej na wlocie



Rysunek 13.5.3.3. Przykład sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wlocie z torowiskiem tramwajowym z jednoczesnym występowaniem służby tramwajowej dla przystanku tramwajowego (wiedeńskiego)

### 13.6. Sygnalizator z sygnałem dopuszczającym skręcanie w kierunku wskazanym strzałką

(1) Sygnalizator S-2 powinien być stosowany jako sygnalizator podstawowy wraz z sygnalizatorem S-1 tylko po prawej stronie jezdni (rys. 13.6.1). Na wlotach skrzyżowań nie rekomenduje się stosowania sygnału dopuszczającego skręcanie w kierunku wskazanym strzałką w lewo.

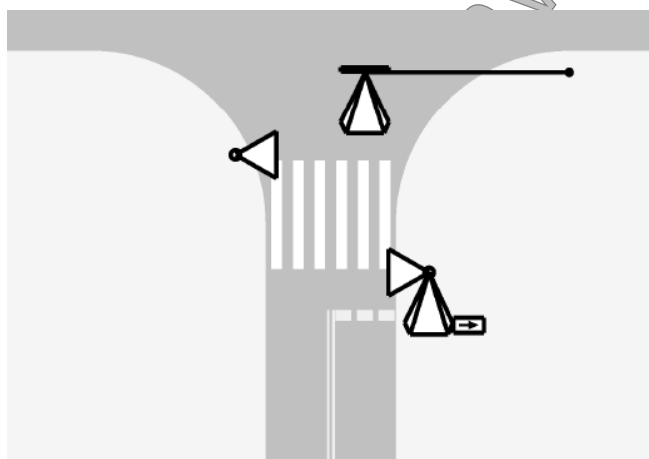
(2) Dopuszcza się stosowanie sygnalizatora S-2 jako sygnalizatora dodatkowego nad jedną z sygnalizatorem S-1, jeżeli jest to wlot jezdni:

- a) jednopasowej jedno- lub dwukierunkowej (rys. 13.6.2),
- b) dwupasowej dwukierunkowej lub wielopasowej (rys. 13.6.3), gdy znajduje się nad pasem ruchu, którego dotyczy

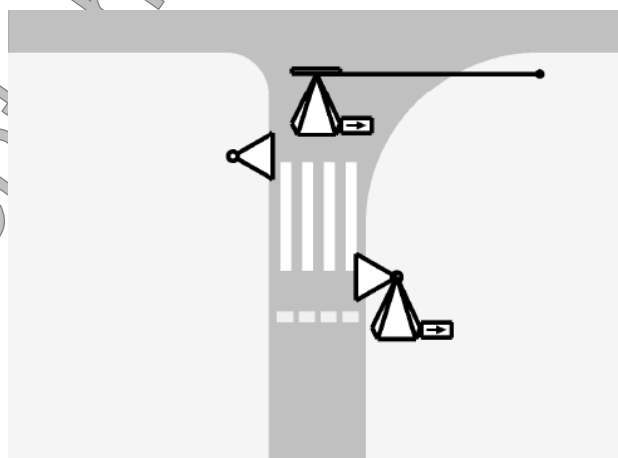
(3) Sygnalizatora S-2 nie powinno się stosować na wlotach dwu- lub wielopasowej jezdni jedno- lub dwukierunkowej, gdy sygnalizator nad jezdnią znajduje się w osi tej jezdni.

(4) Dopuszcza się stosowanie sygnalizatora S-2 wraz z sygnalizatorem S-1a wyłącznie w przypadku, gdy sygnał ten umieszczony jest na wlocie drogi dla rowerów na skrzyżowaniu, który wprowadza rowerzystów na jezdnię bezpośrednio do służby rowerowej bądź na jezdnię na wylocie skrzyżowania (rys. 13.6.4).

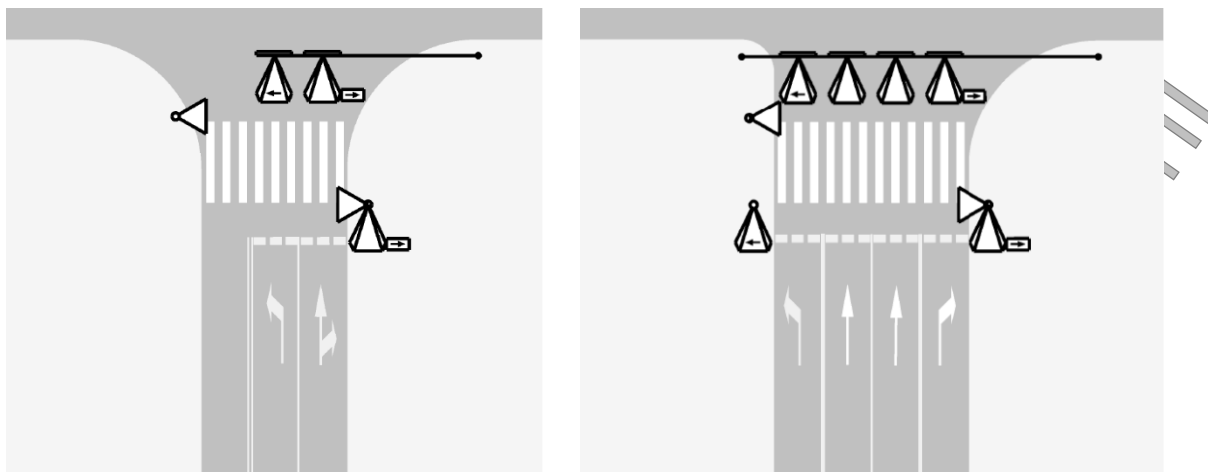
(5) Jeżeli stosuje się na jednym maszcie sygnalizatory S-1 i S-1a, a także sygnalizator S-2, to rozmieszczenie tych sygnalizatorów powinno uwzględniać najpierw (od lewej) sygnały nadawane dla kierujących rowerem, a później sygnały dla wszystkich pojazdów.



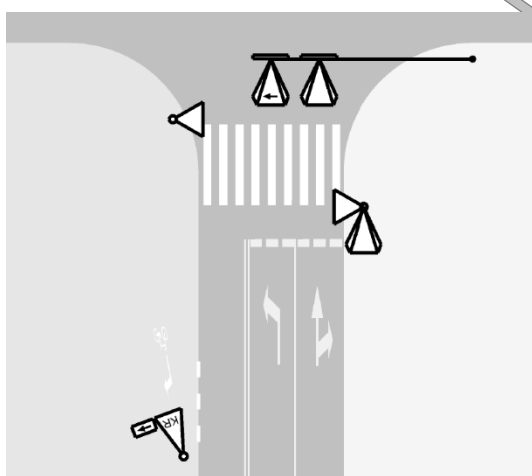
Rysunek 13.6.1. Rekomendowany sposób stosowania sygnalizatora S-2 wraz z sygnalizatorem podstawowym



Rysunek 13.6.2. Dopuszczalny sposób stosowania sygnalizatora S-2 wraz z sygnalizatorem podstawowym i dodatkowym



**Rysunek 13.6.3. Dopuszczalny sposób stosowania sygnalizatora S-2 wraz z sygnalizatorem podstawowym i dodatkowym nad pasem ruchu**



**Rysunek 13.6.4. Dopuszczalny sposób stosowania sygnalizatora S-2 wraz z sygnalizatorem podstawowym S-1a przy końcu drogi dla rowerów (wjeździe kierujących rowerem lub hulajnogą elektryczną na jezdnię za wylotem skrzyżowania)**

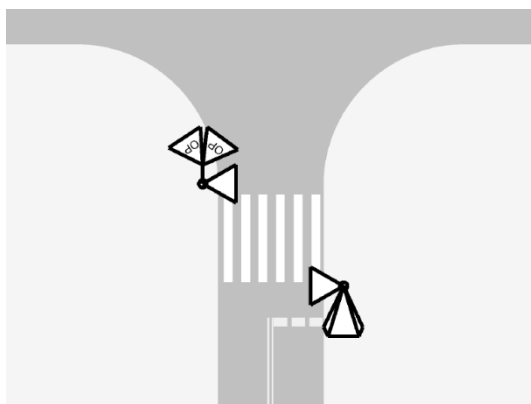
## 13.7. Sygnalizacja ostrzegawcza na wylotach skrzyżowań

(1) Sygnalizatory ostrzegawcze, stosowane tylko przed przejściami dla pieszych, przejazdami dla rowerów lub przejazdami tramwajowymi dla strumieni pojazdów opuszczających skrzyżowanie skręcających w lewo lub w prawo na sygnale ogólnym, powinno się stosować po obu stronach jezdni przy zastosowaniu właściwego sygnalizatora S-8a, S-8b lub S-8c. Przykłady sytuowania tych sygnalizatorów przed przejściami dla pieszych przedstawiono na wcześniejszych rysunkach: 13.1.1., 13.2.1 oraz 13.4.1. Dopuszcza się stosowanie dwóch sygnalizatorów ostrzegawczych na jednej konstrukcji wsporczej, jednak tylko w przypadku zapewnienia dogodnych warunków dostrzeżenia tych sygnalizatorów, w szczególności dla skrzyżowania w prawo (rys. 13.7.1).

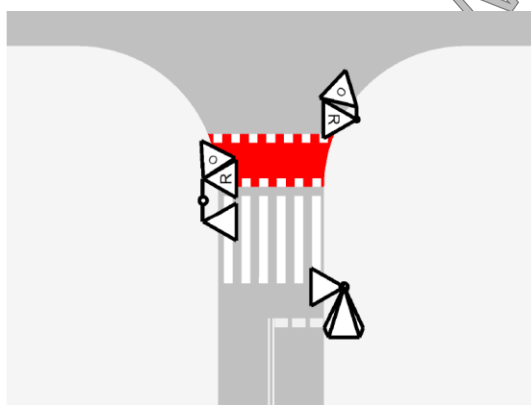
(2) Sygnalizatory ostrzegawcze powinny być tak ustawione, aby sygnał był dostrzegalny przez kierującego pojazdem w sposób jednoznaczny i możliwie w najszybszej chwili dojazdu do miejsca chronionego. Rekomenduje się, aby od strony dojazdu do tych miejsc sygnalizator ostrzegawczy sytuowany był po lewej stronie jezdni, nakierowany na pojazdy skręcające w prawo, natomiast sygnalizator ostrzegawczy sytuowany po prawej stronie jezdni – na pojazdy skręcające w lewo.

(3) W przypadku, w którym miejsce o pogorszonych warunkach widoczności składa się z dwóch strumieni kolizyjnych dla kierujących pojazdami opuszczających skrzyżowanie (przejazd dla rowerów z przejściem dla pieszych, przejazd tramwajowy z przejściem dla pieszych lub z przejazdem dla rowerów), zaleca się stosować dwa pojedyncze sygnalizatory ostrzegawcze bez symbolu na soczewce sygnalizatora S-8 (rys. 13.7.2).

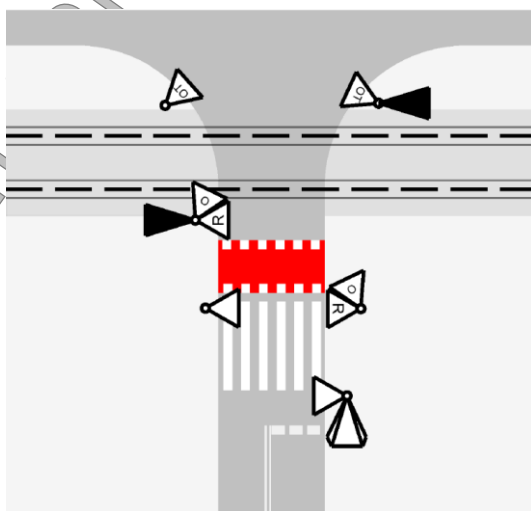
(4) W miejscach przecięcia się strumienia pojazdów na wylocie z trzema strumieniami kolizyjnymi o dopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch (w bezpośredniej bliskości) zaleca się stosować dwa pojedyncze sygnalizatory S-8c przed przejazdem tramwajowym, natomiast przed przejazdem dla rowerów lub przejściem dla pieszych – sygnalizatory S-8 (rys. 13.7.3).



Rysunek 13.7.1. Dopuszczalny sposób sytuowania sygnalizatorów ostrzegawczych w pasie drogowym z zastosowaniem dwóch sygnalizatorów ostrzegawczych na jednej konstrukcji wsporczej dla strumieni pojazdów opuszczających skrzyżowanie skręcających w lewo lub w prawo w kolizji dozwolonej z jednym strumieniem ruchu na wylocie



Rysunek 13.7.2. Rekomendowany sposób sytuowania sygnalizatorów ostrzegawczych w pasie drogowym dla strumieni pojazdów opuszczających skrzyżowanie skręcających w lewo lub w prawo w kolizji dozwolonej z dwoma strumieniami ruchu na wylocie



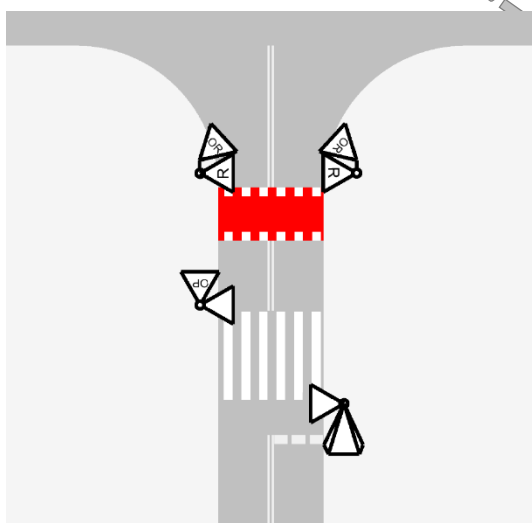
Rysunek 13.7.3. Dopuszczalny przykład sytuowania sygnalizatorów ostrzegawczych w pasie drogowym dla strumieni pojazdów opuszczających skrzyżowanie skręcających w lewo lub w prawo w kolizji dozwolonej z trzema strumieniami ruchu na wylocie



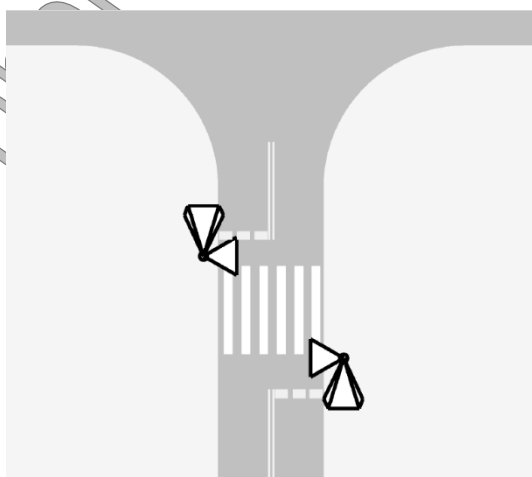
(5) Umieszczanie sygnalizatorów ostrzegawczych wewnątrz powierzchni przejścia dla pieszych dopuszcza się wyłącznie, gdy szerokość tego przejścia nie przekracza 4 m.

(6) Dopuszcza się stosowanie sygnalizatorów S-8b przed przejazdem dla rowerów usytuowanym w bezpośredniej bliskości przejścia dla pieszych, zamiast sygnalizatorów S-8. Jeżeli przejazd dla rowerów nie znajduje się w bezpośredniej bliskości przejścia dla pieszych – należy stosować dwa sygnalizatory S-8b po obu stronach jezdni oraz jeden sygnalizator S-8a przed przejściem dla pieszych (rys. 13.7.4).

(7) Na wylotach ze skrzyżowań rozległych obszarowo, w przypadkach znacznego odsunięcia przejścia dla pieszych (przejazdu dla rowerów) od wewnętrznej strony skrzyżowania, gdy zastosowanie sygnału ostrzegawczego w postaci migającej żółtej sylwetki pieszego (roweru) może budzić wątpliwości co do zasad pierwszeństwa w relacji pojazd-pieszy(rower) – przy występowaniu odpowiedniej powierzchni akumulacyjnej dla pojazdów przed przejściem dla pieszych (przejeździe dla rowerów) umieszcza się sygnalizatory ogólne tak jak na wlocie, tj. z linią warunkowego zatrzymania dla pojazdów i w liczbie sygnalizatorów odpowiedniej do liczby pasów ruchu na jezdni wylotowej (rys. 13.7.5).



Rysunek 13.7.4. Dopuszczalny przykład sytuowania sygnalizatorów ostrzegawczych w pasie drogowym dla strumieni pojazdów opuszczających skrzyżowanie skręcających w lewo lub w prawo w kolizji dozwolonej z trzema strumieniami ruchu na wylocie

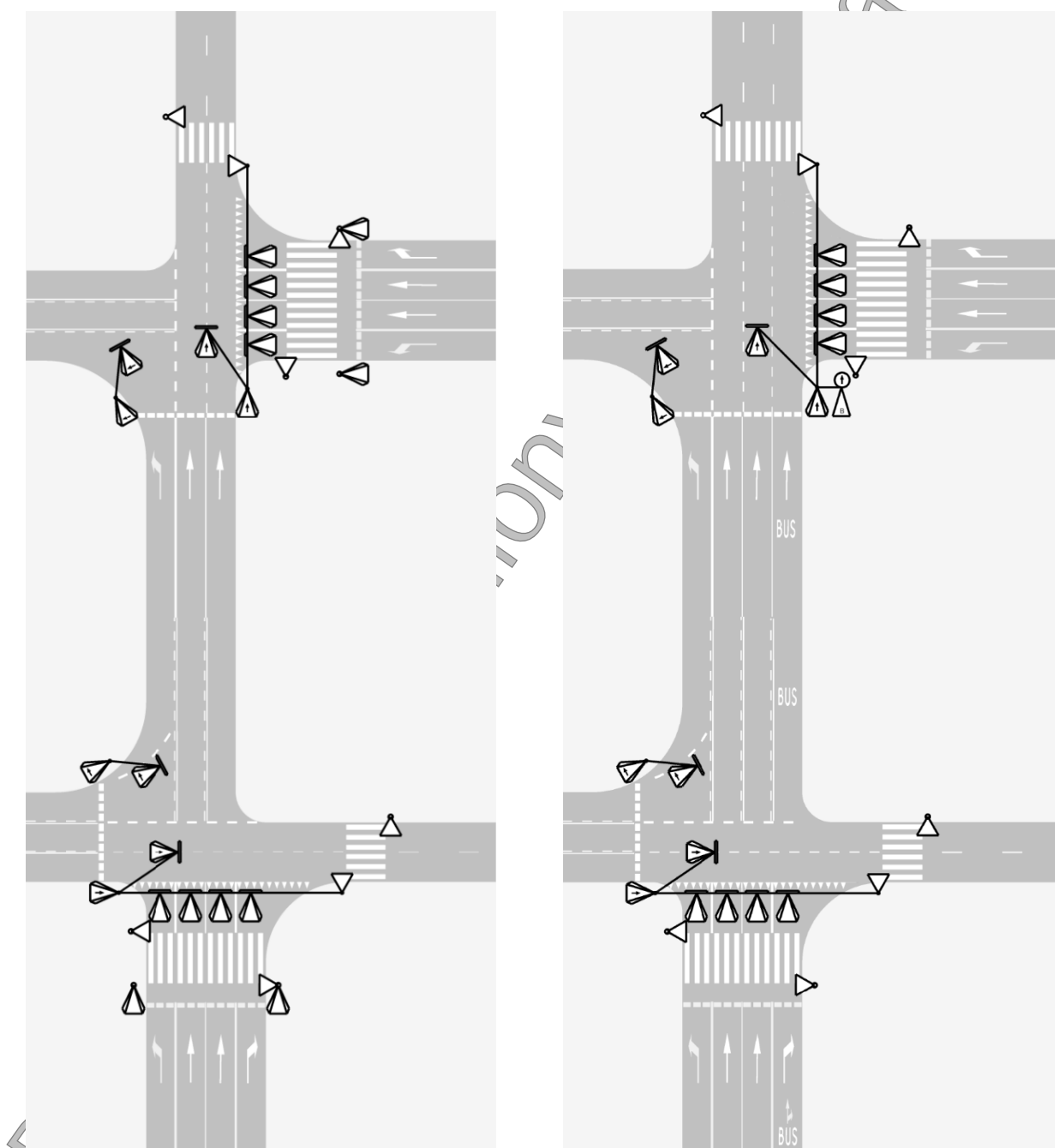


Rysunek 13.7.5. Dopuszczalny przykład sytuowania sygnalizatora ogólnego w pasie drogowym dla strumieni pojazdów opuszczających skrzyżowanie skręcających w lewo lub w prawo w kolizji dozwolonej ze strumieniem lub strumieniami ruchu na wylocie

## 13.8. Wewnętrzna powierzchnia akumulacji skrzyżowań

(1) Sygnalizatory lokalizowane w wewnętrznej przestrzeni skrzyżowania, której celem jest akumulacja pojazdów, powinny być stosowane według zasady zapobiegania mylnemu odbiorowi przez strumienie ruchu, które nie należą do grupy sygnalizacyjnej, sterującej tymi sygnalizatorami.

(2) Z uwagi na małą odległość pomiędzy sytuowaniem sygnalizatorów na wlocie skrzyżowania a sygnalizatorami zlokalizowanymi na wewnętrznej powierzchni akumulacji, zaleca się stosować zawsze sygnalizatory nad wszystkimi pasami ruchu na wlocie skrzyżowania. W takim przypadku, sygnalizatory sytuowane przy wewnętrznej powierzchni akumulacji mogą stanowić jeden sygnalizator podstawowy i jeden sygnalizator nad jezdnią. W miarę możliwości należy stosować sygnalizatory pomocnicze. Rekomenduje się, aby sygnalizatory przy wewnętrznej powierzchni akumulacji stanowiły sygnalizatory kierunkowe, w szczególności w przypadku braku właściwej powierzchni akumulacji dla pojazdów przed torowiskiem tramwajowym (rys. 13.8.1).



Rysunek 13.8.1. Rekomendowane sposoby sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na wewnętrznej powierzchni akumulacji skrzyżowań dla przykładowej struktury kierunkowej na wlocie

## 14. Szczegółowe rozwiązania poza skrzyżowaniami

### 14.1. Przejścia lub przejazdy

#### 14.1.1. Przejście dla pieszych lub przejazd dla rowerów

(1) Podstawową zasadą sytuowania sygnalizatorów dla pieszych lub sygnalizatorów dla rowerzystów jest ich umieszczanie po prawej stronie krawędzi przejścia dla pieszych lub przejazdu dla rowerów. Dopuszcza się rozwiązanie, w którym sygnalizatory dla pieszych zastosowano tylko po lewej stronie przejścia w trudnych warunkach. Sygnalizatory dla rowerzystów mogą być umieszczane po lewej stronie przejazdu, w tym w szczególności w przypadku lokalizacji przejścia dla pieszych bezpośrednio przy przejeździe dla rowerów (tj. do maksymalnie 1,5 m odległości między krawędziami tych części drogi). Zasady te dotyczą zarówno przejść dla pieszych lub przejazdów dla rowerów przez jezdnię, jak i torowisko tramwajowe, w tym na skrzyżowaniach.

(2) W przypadku lokalizacji przejścia dla pieszych bezpośrednio przy przejeździe dla rowerów zaleca się stosowanie sygnalizatorów dla pieszych i rowerzystów na wspólnej konstrukcji wsporczej.

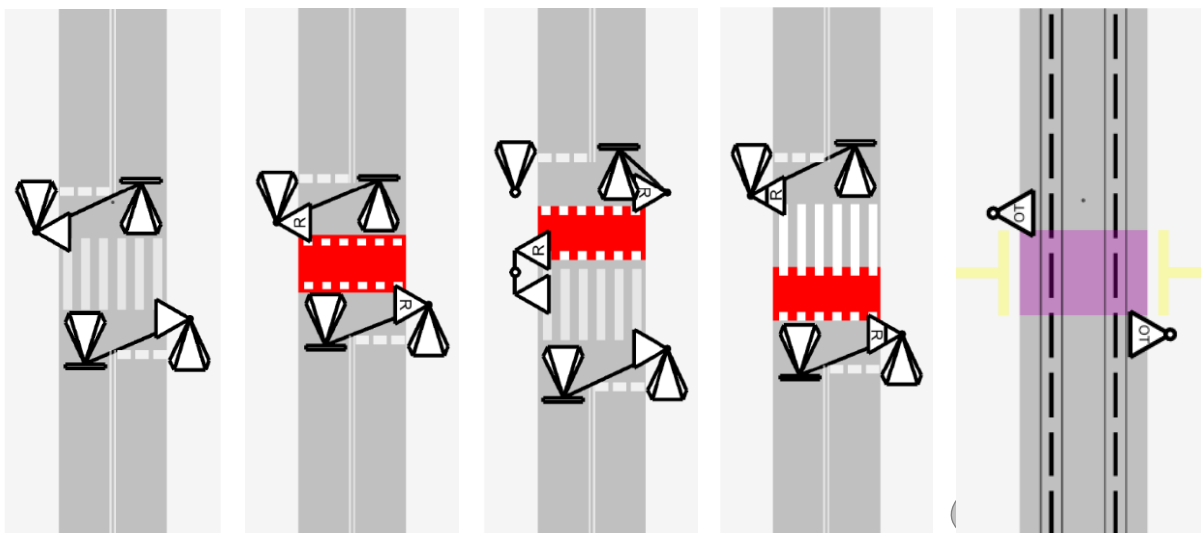
(3) Dopuszcza się stosowanie sygnalizatorów dla pieszych i rowerzystów S-5/6 (ze wspólnym symbolem pieszego i roweru) tylko wtedy, gdy łączna szerokość przejścia dla pieszych i przejazdu dla rowerów nie przekracza 7 m.

(4) Sygnalizator ostrzegawczy z symbolem tramwaju przy przejściu sugerowanym powinien być sytuowany według takich samych zasad, jak sygnalizator dla pieszych.

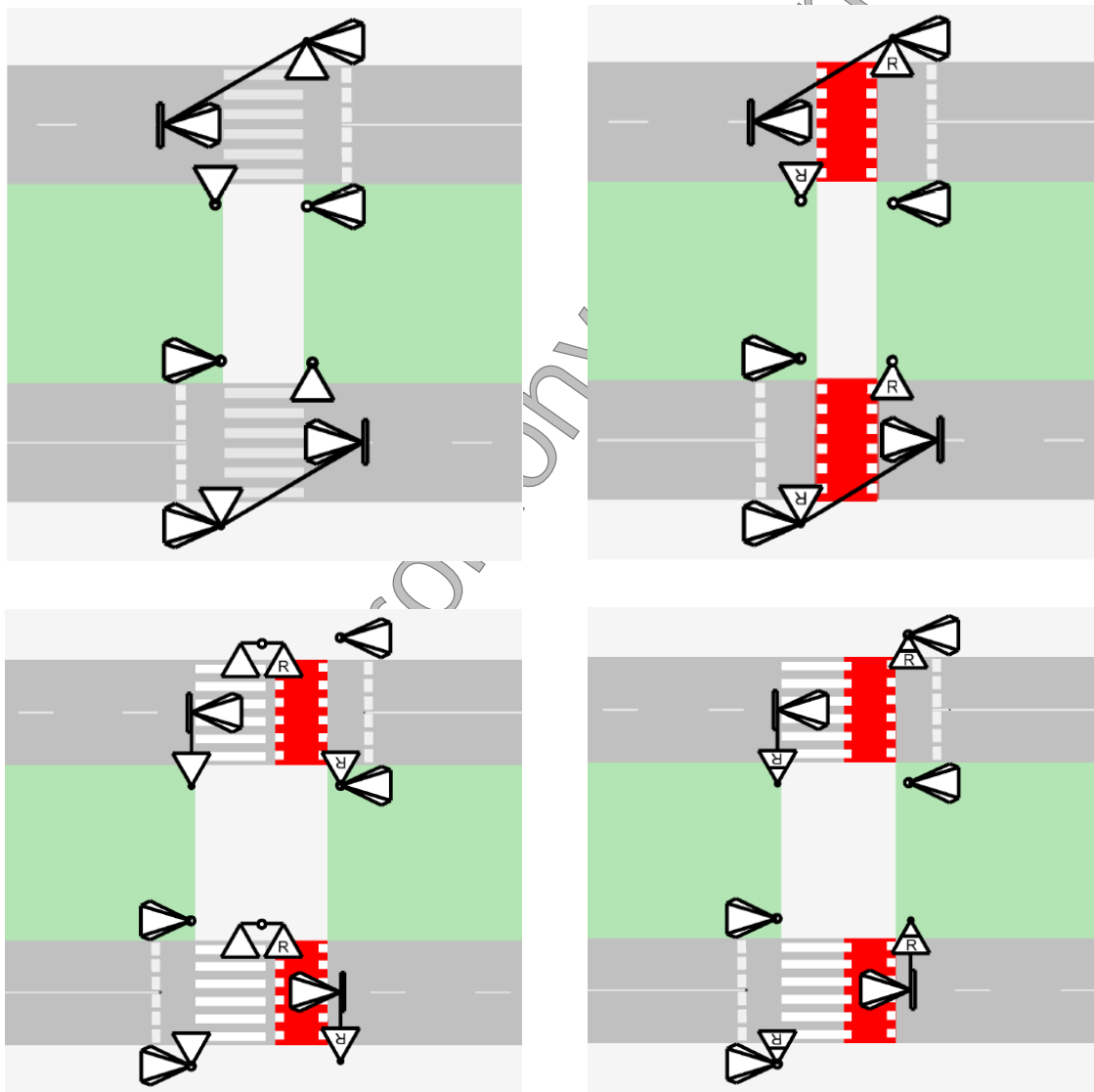
(5) W przypadku sygnalizatorów dla kierujących pojazdami:

- a) zaleca się stosować zawsze sygnalizator podstawowy po prawej stronie jezdni (torowiska) wraz z sygnalizatorem dodatkowym nad jezdnią;
- b) sygnalizatory obok jezdni powinny mieć zawsze średnicę soczewki 300 mm,
- c) na drogach co najmniej dwujezdniowych należy stosować sygnalizatory po lewej i prawej stronie jezdni, a nad jezdnią dodatkowo:
  - jeden sygnalizator, jeżeli jest to jezdnia z maksymalnie trzema pasami ruchu,
  - co najmniej dwa sygnalizatory, jeżeli jest to jezdnia z więcej niż trzema pasami ruchu.
- d) dopuszcza się stosowanie wyłącznie sygnalizatorów obok jezdni w przypadku przejść dla pieszych lub przejazdów dla rowerów na drodze jednojezdniowej dwupasowej dwukierunkowej lub dwujezdniowej z dwoma pasami ruchu z zastrzeżeniem, że ta część drogi znajduje się w odległości większej niż 300 m od następnej sygnalizacji świetlnej.

(6) Rekomendowany sposób sytuowania sygnalizatorów drogowych przy przejściu dla pieszych, przejeździe dla rowerów, przejściu dla pieszych i przejeździe dla rowerów zlokalizowanych w bezpośredniej bliskości oraz na łącznym przejściu dla pieszych z przejazdem dla rowerów, a także na przejściu sugerowanym – z rekomendowanym sposobem stosowania sygnalizatorów drogowych dla pojazdów – przedstawiono na rys. 14.1.1.1. Zalecany przykład sytuowania sygnalizatorów na przejściach dla pieszych i przejazdach dla rowerów na drogach dwujezdniowych przedstawiono na rys. 14.1.1.2.



Rysunek 14.1.1.1. Rekomendowany sposób sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na przejściu dla pieszych lub przejeździe dla rowerów lub na przejściu sugerowanym



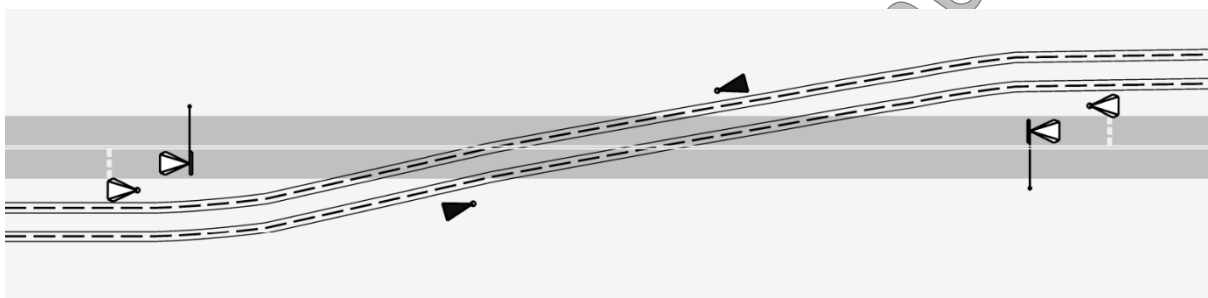
Rysunek 14.1.1.2. Rekomendowany sposób sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym na przejściu dla pieszych lub przejeździe dla rowerów przez drogę dwujezdniową

### 14.1.2. Przejazd tramwajowy lub kolejowo-drogowy

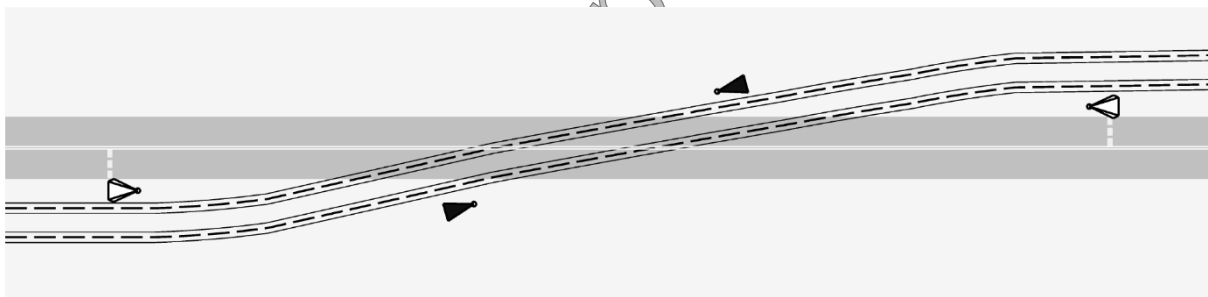
(1) Sygnalizatory drogowe na przejazdach tramwajowych poza skrzyżowaniem dla kierujących pojazdami innymi niż tramwaje rekomenduje się stosować zarówno obok jezdni, jak i nad jezdnią. Sygnalizatory tramwajowe rekomenduje się stosować co najmniej obok torowiska tramwajowego (rys. 14.1.2.1).

(2) Dopuszcza się stosowanie wyłącznie sygnalizatorów obok jezdni dla kierujących pojazdami innymi niż tramwaje, jednak wyłącznie w przypadku drogi jednojezdniowej (rys. 14.1.2.2).

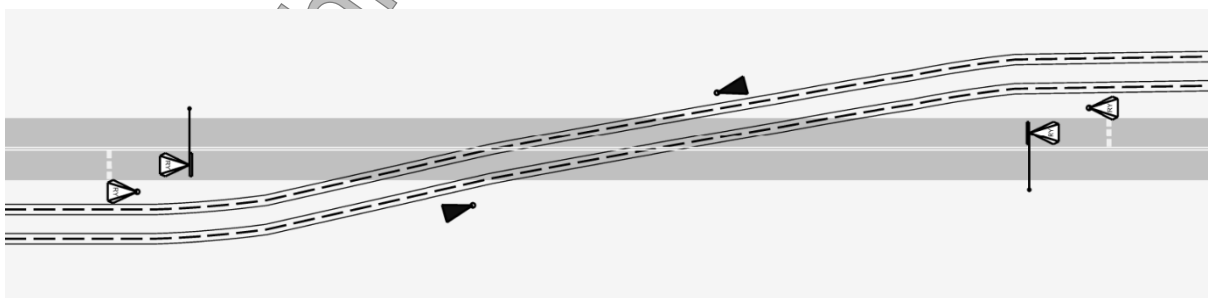
(3) Dopuszcza się stosowanie sygnalizatorów dla kierujących pojazdami innymi niż tramwaje, nadających sygnały ogólne czerwony i żółty. Przykład takiego zastosowania został zilustrowany na rys. 14.1.2.3. Przypadek ten dotyczy głównie miejsc występowania zjazdów lub na trójwłotowych skrzyżowaniach zwykłych, na których nie występuje potrzeba stosowania sygnalizacji świetlnej dla całego skrzyżowania.



Rysunek 14.1.2.1. Rekomendowany sposób sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym przy przejeździe tramwajowym dla przykładowej organizacji ruchu na drodze jednojezdniowej dwupasowej dwukierunkowej



Rysunek 14.1.2.2. Dopuszczalny sposób sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym przy przejeździe tramwajowym dla przykładowej organizacji ruchu na drodze jednojezdniowej dwupasowej dwukierunkowej



Rysunek 14.1.2.3. Dopuszczalny sposób sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym przy przejeździe tramwajowym z zastosowaniem sygnalizatorów ogólnych dwukolorowych z sygnałem czerwonym i żółtym na skrzyżowaniu zwykłym trójwłotowym

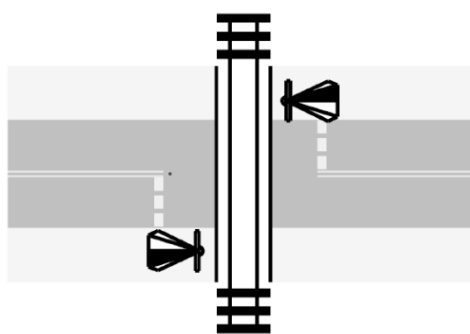
(4) Stosowanie sygnalizatorów przy przejeździe kolejowo-drogowym określają przepisy [5]. Przykładowe ich rozmieszczenie przedstawiono na rys. 14.1.2.4.



(5) Stosując sygnalizatory SK (rozumiane jako „sygnalizatory drogowe” wg. [5]) na przejeździe kolejowo-drogowym należy:

- a) maszt sygnalizatora drogowego wyposażać w pasy czerwono-białe o szerokości 300 mm, przy czym pierwszy pas od strony komór sygnalizatora należy pomalować na czerwono,
- b) komorę sygnalizatora SK umieścić na wysokości od 2,2 m do 2,7 m od poziomu nawierzchni jezdni,
- c) rozstaw pomiędzy komorami sygnalizatora powinien wynosić 600 mm,
- d) sygnały czerwone na sygnalizatorach powinny nadawać sygnały miganie naprzemiennie z częstotliwością od 50 do 70 razy/min,
- e) sygnał świetlny powinien być widoczny z odległości minimum 100 m przy słonecznej pogodzie dla kierujących pojazdami,
- f) wyposażać sygnalizację w urządzenie emitujące sygnał dźwiękowy, zgodne z wymogami technicznymi zawartymi w [3].

(6) W przypadku braku spełnienia minimalnego wymogu widoczności, określonego w załączniku nr 3 do [5], lub w celu poprawy brd, dopuszcza się stosowanie sygnalizatorów SK nad jezdnią.

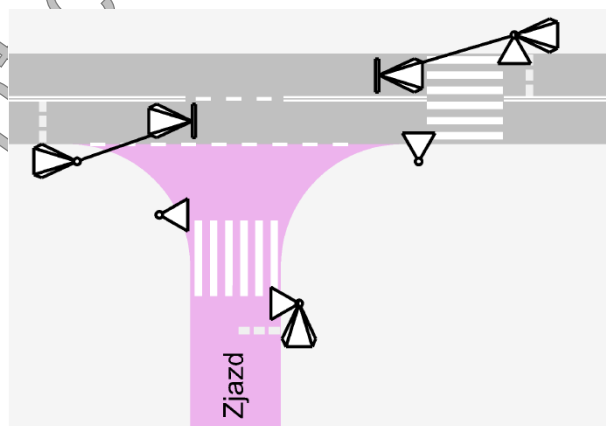


Rysunek 14.1.2.4. Przykład sytuowania sygnalizatorów SK przed przejazdem kolejowo-drogowym

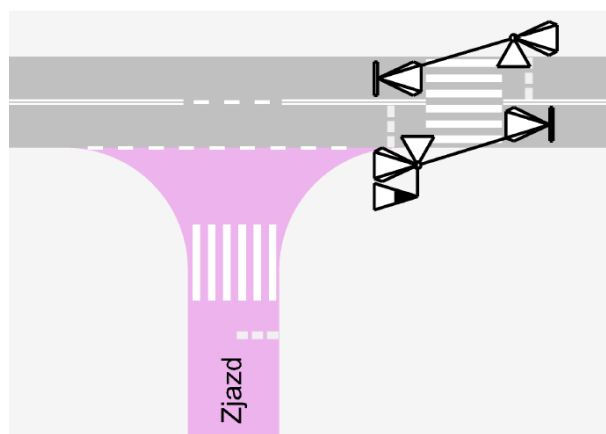
## 14.2. Sygnalizacja świetlna w obszarze zjazdu

(1) W obszarze zjazdów sygnalizację świetlną można stosować, na podstawie WR-D-33 na zjazdach klasy A, wyłącznie wtedy, gdy natężenie ruchu miarodajnego na zjeździe przekracza 50 P/h oraz występują warunki pogarszające bezpieczeństwo ruchu drogowego. W takich przypadkach sygnalizacja świetlna powinna być stosowana jak w przypadku wlotów skrzyżowań (rys. 14.2.1.1).

(2) Dopuszcza się rozwiązania, w których nie obejmuje się pełnym obszarem sterowania ruchem zjazdu, na którym miarodajne natężenie ruchu pojazdów jest mniejsze niż 50 P/h, ale przy którym znajduje się przejście dla pieszych, które należy objąć sterowaniem ruchem (rys. 14.2.1.2).



Rysunek 14.2.1.1. Rekomendowany sposób sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym przy zjeździe

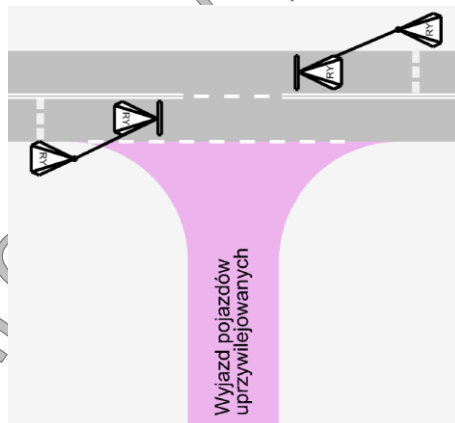


Rysunek 14.2.1.2. Dopuszczalny sposób sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym przy zjeździe

(3) W przypadku miejsc wyjazdu pojazdów uprzywilejowanych (służb ratunkowych), można stosować sygnalizację świetlną wstrzymującą ruch w obszarze krzyżowania się kierunków ruchu strumieni pojazdów (rys. 14.2.1.3). W przypadku intensywnego ruchu pieszego lub rowerowego przez miejsce wyjazdu tych pojazdów, zaleca się również stosowanie sygnalizatorów dla pieszych (rowerzystów). Można też stosować sygnalizator dwukomorowy S-1 na wyjeździe.

(4) Rekomendowanym sposobem stosowania sygnalizatorów w miejscach wyjazdu pojazdów uprzywilejowanych jest stosowanie sygnalizatorów ogólnych nad jezdnią z dwoma sygnałami czerwonym i żółtym. Dopuszcza się stosowanie sygnalizatorów SK wyłącznie z sygnałem czerwonym po prawej stronie jezdni.

(5) W przypadku wyjazdu pojazdów uprzywilejowanych w bezpośredniej bliskości obszaru sterowania na skrzyżowaniu, sterowanie ruchem (załączanie sygnalizacji w miejscu wyjazdu) należy włączyć w algorytm sterowania ruchem na tym skrzyżowaniu.

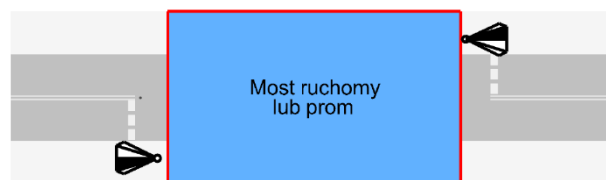


Rysunek 14.2.1.3. Przykładowy sposób sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym przy wyjeździe pojazdów uprzywilejowanych

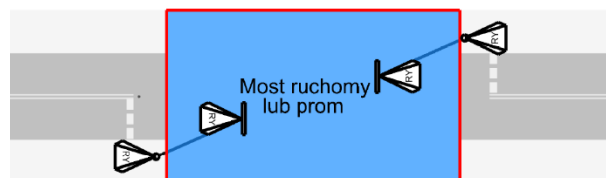
### 14.3. Sygnalizacja świetlna przy wjeździe na most ruchomy lub prom

(1) Podstawowym sposobem stosowania sygnalizacji świetlnej przy wjeździe na most ruchomy lub prom dla kierujących pojazdami jest stosowanie sygnalizatorów SK z sygnałami czerwonymi (rys. 14.3.1). Sygnalizatory w tych przypadkach powinny znajdować się przed wjazdem (opuszczeniem drogi) co najmniej po prawej stronie jezdni. W tych miejscach można stosować sygnalizatory dodatkowe nad jezdnią, w szczególności w przypadku braku zachowania minimalnych wymogów dostrzegalności sygnałów.

(2) Dopuszcza się stosowanie w tych miejscach sygnalizatorów ogólnych z sygnałem czerwonym i żółtym (rys. 14.3.2). W takich przypadkach rekomenduje się stosowanie zarówno sygnalizatorów obok jezdni, jak i nad jezdnią.



**Rysunek 14.3.1. Rekomendowany sposób sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym przy wyjeździe na most ruchomy lub prom**



**Rysunek 14.3.2. Dopuszczalny sposób sytuowania sygnalizatorów drogowych w pasie drogowym przy wyjeździe na most ruchomy lub prom**

## 14.4. Sygnalizacja wahadłowa

(1) Sygnalizatory do sterowania ruchem na odcinku zwężenia należy umieszczać w taki sposób, aby zatrzymany pojazd przed miejscem zatrzymania (kolejka pojazdów) nie utrudniał ruchu pojazdów zjeżdżających ze zwężonego odcinka. Nie należy umieszczać sygnalizatorów na odcinkach skosów prowadzących na zwężony odcinek. Przykład zastosowania sygnalizacji na odcinku zwężenia drogi zilustrowano na rys. 14.6.1.

(2) W przypadku czasowej organizacji ruchu, stosując sygnalizację przenośną, zaleca się stosowanie dwóch sygnalizatorów ogólnych przed wjazdem na odcinek zwężenia drogi jako zabezpieczenie przed brakiem nadawania sygnału czerwonego na jednym z tych sygnalizatorów. Szczegółowe warunki dla czasowej organizacji ruchu zawarto w WR-Z-51.

(3) W przypadku występowania zjazdów na odcinku zwężenia, powinny zostać one objęte sygnalizacją świetlną. Dopuszcza się zastosowanie w tym celu sygnalizatorów dopuszczających skręcanie w kierunku wskazanym strzałką. Przykład takiego rozwiązania został przedstawiony na rys. 14.6.2.

(4) W przypadku nieobjęcia zjazdów sygnalizacją świetlną, powinny one zostać zamknięte, a użytkownicy nieruchomości poinformowani, że wyjazd z nich może się odbywać wyłącznie pod nadzorem przedstawiciela wykonawcy uprawnionego do kierowania ruchem.

(5) W przypadku występowania skrzyżowania na odcinku zwężenia należy objąć sygnalizacją również wloty tego skrzyżowania. Należy rozważyć możliwość zmiany kierunku ruchu na drogach poprzecznych w stosunku do odcinka zwężonego tak, aby prowadziły one w kierunku od zwężenia.

(6) W przypadku występowania skrzyżowania na odcinku zwężenia nie dopuszcza się transmisji radiowej pomiędzy urządzeniami przenośnej sygnalizacji świetlnej. W przypadku więcej niż 3 grup sygnałowych lub występowania co najmniej 1 grupy sygnałowej dla pieszych w programie sygnalizacji, nie dopuszcza się stosowania urządzeń sygnalizacji przenośnej.

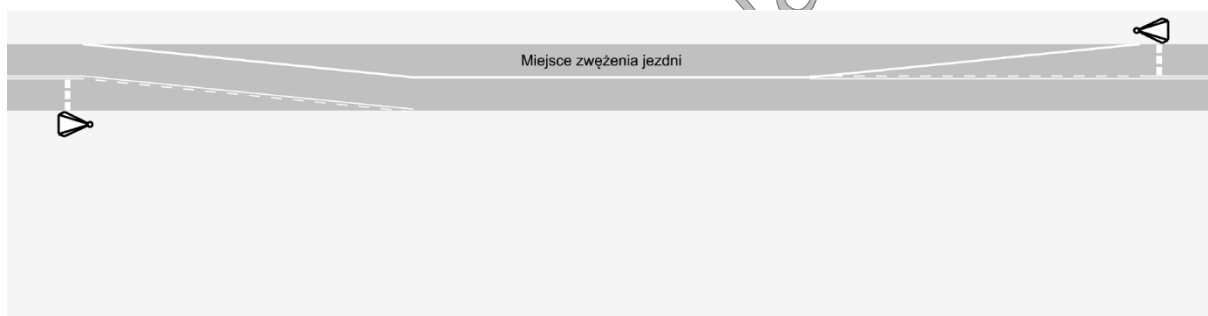
(7) Sygnalizatory dla tramwajów zezwalające na wjazd na odcinek jednotorowy umieszcza się w miejscu, w którym zatrzymanie tramwaju jest bezpieczne, nie utrudnia ruchu innym uczestnikom oraz umożliwia zjazd innego tramwaju z odcinka jednotorowego. Typowy przykład rozmieszczenia sygnalizatorów w takim przypadku przedstawiono na rys. 14.6.3.

(8) W przypadku występowania na odcinku jednotorowym punktów kolizji z innymi strumieniami, np. skrzyżowań lub przejść dla pieszych, nie muszą być one objęte sygnalizacją świetlną. Jeśli jednak zastosowano w takich przypadkach sygnalizację świetlną, to grupy sygnalizacyjne sterujące ruchem tramwajów w tych miejscach z przeciwległych stron nie muszą stanowić grup kolizyjnych o niedopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch. Przykład zastosowania sygnalizatorów dla takiego rozwiązania ukazano na rys. 14.6.4.

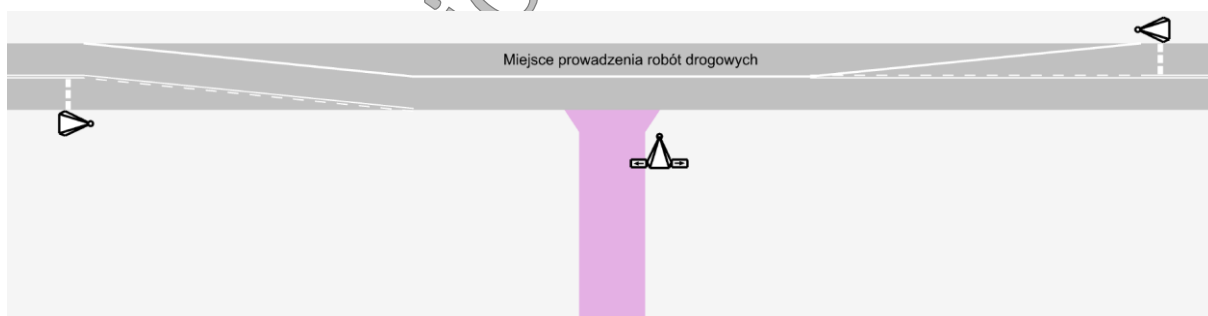
(9) W czasowej organizacji ruchu, gdy dwukierunkowy ruch tramwajowy prowadzony jest przez odcinek jednotorowy (w ruchu wahadłowym), obliczenia czasu międzyczłonego powinny uwzględniać lokalne uwarunkowania związane ze zmniejszoną prędkością ruchu tramwajów, wynikające ze zmiany toru oraz przejazdem tramwaju przez dwa rozjazdy. Rekomenduje się w sterowaniu ruchem zabezpieczenie programu sygnalizacyjnego przez odpowiedni układ detekcji tramwajów, by w okresie trwania czasu międzyczłonego sterownik otrzymał informacje o zjeździe tramwaju z całego odcinka jednotorowego (w tym za rozjazdami) – na zasadzie bilansu zgłoszeń.

(10) W ruchu wahadłowym tramwajów prowadzonym przez odcinek jednotorowy okres obsługi tramwajów na sygnale zezwalającym na ruch powinien być ograniczony do zakładanej, maksymalnej liczby pojazdów wjeżdżających na ten odcinek, wynikający z częstotliwości kursowania tramwajów. Z uwagi na bardzo duże straty czasu w cyklu sygnalizacyjnym, wynikające z obsługi jednego tramwaju na dwóch rozjazdach, nie rekomenduje się odcinków jednotorowych dłuższych niż 300 m pomiędzy rozjazdami. Nie zaleca się obsługi tramwajów w liczbie większej od 3 w danym kierunku na jednym sygnale zezwalającym na ruch.

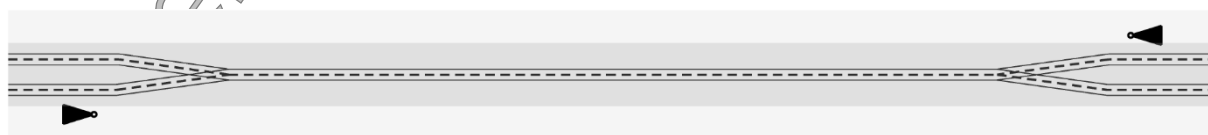
(11) Prezentowane poniżej na rysunkach 14.6.1-14.6.2 przykłady nie zawierają wszystkich wymaganych zasad stosowania znaków drogowych i urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego przeznaczonych do czasowej organizacji ruchu, w tym w szczególności mobilnego urządzenia do montażu sygnalizacji świetlnej, tzw. sygnalizacji przenośnej. Szczegółowe warunki techniczne dla sygnalizacji przenośnej zawarto w rozdziale 6.7.2.3 WR-Z-51.



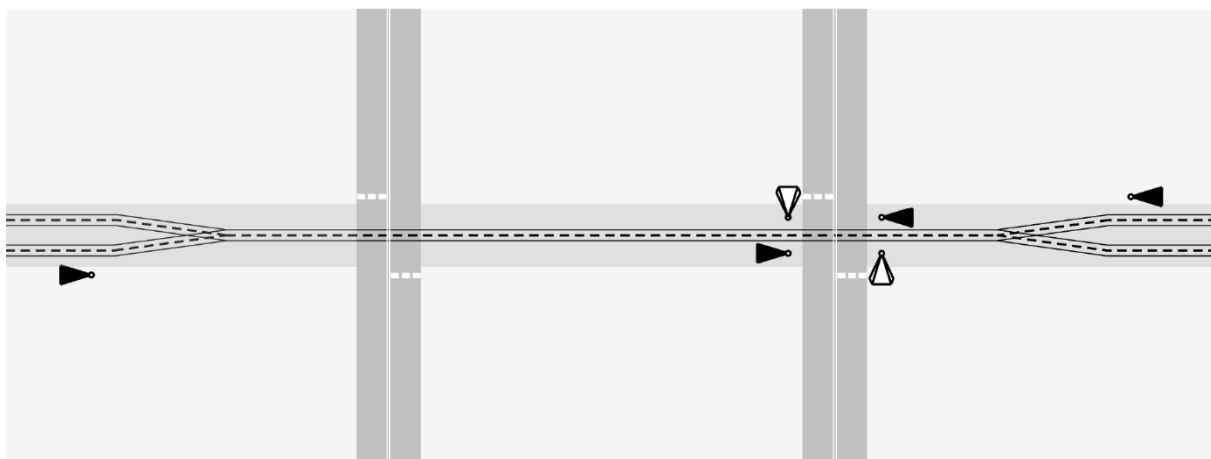
Rysunek 14.6.1. Przykład rozmieszczenia sygnalizatorów dla sygnalizacji wahadłowej



Rysunek 14.6.2. Przykład rozmieszczenia sygnalizatorów dla sygnalizacji wahadłowej ze zjazdem na odcinku zwężenia



Rysunek 14.6.3. Przykład rozmieszczenia sygnalizatorów przed odcinkiem jednotorowym linii tramwajowej



Rysunek. 14.6.4. Przykład rozmieszczenia sygnalizatorów dla obiektu sterowanego na odcinku jednotorowym linii tramwajowej



## 15. Podstawowe wymagania stawiane dokumentacji projektowej z sygnalizacją świetlną

### 15.1. Zawartość projektu organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną

(1) Budowę, przebudowę lub remont sygnalizacji świetlnej należy przeprowadzać w oparciu o przepisy ustawy – Prawo Budowlane [6]. Dokumentacja projektowa powinna obejmować następujące zagadnienia:

- a) inżynierię ruchu (projekt organizacji ruchu) obejmującą:
  - projekt oznakowania i urządzeń bezpieczeństwa ruchu,
  - projekt sterowania sygnalizacją świetlną,
- b) projekt instalacji elektrycznej sygnalizacji świetlnej,
- c) inne projekty związane z robotami budowlanymi, jeżeli dotyczą sygnalizacji drogowej,
- d) przedmiar robót,
- e) specyfikacje techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych.

(2) Specyfikacje istotnych warunków zamówienia obejmujące remont, przebudowę, budowę lub zmianę sposobu funkcjonowania sygnalizacji świetlnej, powinny być konsultowane z właściwym organem zarządzającym ruchem na drodze i uwzględniać wymagania zgłoszone przez ten organ.

(3) Zakres podstawowy dokumentacji technicznej projektu organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną określają przepisy [4] i obejmuje on co najmniej:

- a) plany sytuacyjne w skali 1:500 z rozmieszczeniem urządzeń sterowania ruchem i ich jednoznaczną identyfikacją powiązaną z programem sygnalizacyjnym, torami ruchu strumieni pojazdów i pieszych wraz z ich wzajemnymi punktami kolizji – niezależnie od wymogu § 5 ust. 1 pkt 2) lit. a RWZR, przy czym dopuszcza się w wyjątkowych sytuacjach stosować skalę 1:250 na tych planach;
- b) dane o ruchu stanowiące podstawę opracowania programu sygnalizacyjnego, tj. natężenie ruchu oraz jego strukturę rodzajową i kierunkową;
- c) schemat podstawowych faz sygnalizacyjnych;
- d) wykaz grup kolizyjnych;
- e) określenie zasad nadzoru sygnałów;
- f) obliczenia czasów bezpieczeństwa dla strumieni kolizyjnych oraz macierz minimalnych czasów międzyzielonych w grupach kolizyjnych, a także określenie czasów opóźnień;
- g) programy sygnalizacyjne wraz z harmonogramem ich pracy;
- h) algorytm sterowania ruchem wraz z określeniem minimalnych i maksymalnych długości sygnałów zezwalających na ruch w grupach poddanych akomodacji lub wzbudzaniu oraz określeniem zależności grup akomodowanych lub wzbudzanych od detektorów, jeżeli projekt dotyczy sygnalizacji innej niż stałoczasowa;
- i) wykresy koordynacji, jeżeli projekt dotyczy sygnalizacji skoordynowanej;
- j) obliczenie przepustowości i miar warunków ruchu dla natężeń miarodajnych.

(4) Plan sytuacyjny organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną powinny być przedstawiane na aktualnej mapie cyfrowej przedstawiającej geometrię drogi oraz zagospodarowanie terenu, uzgodnionej z danym OZR. Zaleca się dysponowanie mapą zasadniczą obszaru sterowania.

(5) Plan sytuacyjny z rozmieszczeniem urządzeń sterowania ruchem oraz plan sytuacyjny z torami ruchu stanowią osobne arkusze rysunkowe, niezależne od arkusza planu sytuacyjnego organizacji ruchu, zawierającego wszystkie znaki drogowe oraz urządzenia bezpieczeństwa ruchu drogowego. Na takim arkuszu ze znakami drogowymi zaleca się wskazywanie lokalizacji sygnalizatorów z uproszczonym symbolem sygnalizatora – bez żadnych oznaczeń identyfikacyjnych – w celu utrzymania czytelności tego arkusza.

(6) Plan sytuacyjny z rozmieszczeniem urządzeń sterowania ruchem powinny być przedstawiane na tle docelowej organizacji ruchu, zawierającej geometrię i oznakowanie poziome. W skład urządzeń sterowania ruchem, które powinny znaleźć się na tym planie, wchodzi:

- a) sygnalizatory świetlne,
- b) sygnalizatory akustyczne,

- c) ekrany kontrastowe sygnalizatorów,
- d) detektory,
- e) pola detekcji,
- f) wyświetlacze czasu,
- g) wyświetlacze prędkości zalecanej,
- h) konstrukcje wsporcze,
- i) sterownik sygnalizacji świetlnej.

(7) Lokalizacja detektorów innych niż przyciskowe na planie sytuacyjnym jest jedynie wskazaniem orientacyjnym i może odbiegać od lokalizacji rzeczywistej. Jeżeli taki przypadek występuje, w okresie 14 dniowej kontroli wprowadzenia organizacji ruchu na drogę OZR powinien nanieść stosowną adnotację do dokumentacji technicznej (np. na planie sytuacyjnym).

(8) Urządzenia sterowania ruchem powinny być oznaczane odpowiednim, wyróżnionym kolorem w zależności od stanu danego urządzenia w projekcie organizacji ruchu, tj. istniejący, projektowany, czasowy, usuwany. Rekomendowany sposób oznaczania sygnalizatorów i detektorów przedstawiono w tabeli 3.4.2.

(9) Identyfikacja urządzeń sterowania ruchem powinna posiadać co najmniej:

- a) nazwę lub numer sygnalizatora, umieszczoną w bezpośredniej bliskości sygnalizatora, którego dotyczy,
- b) numer i nazwę grupy sygnalizacyjnej, umieszczoną w okolicy sygnalizatorów objętych przez tę grupę,
- c) nazwę lub numer detektora,
- d) nazwę lub numer pola detekcji.

przy czym zaleca się oznaczanie nazw lub symboli konstrukcji wsporczych i sterowników sygnalizacji świetlnej.

(10) Plan sytuacyjny zawierający tory strumieni ruchu powinien zawsze stanowić osobny arkusz rysunkowy. Miejsca przecięć torów strumieni ruchu należy wyraźnie oznaczać jako punkty kolizji. Każdy ze strumieni ruchu powinien posiadać unikalną jego nazwę lub oznaczenie. Rekomenduje się stosowanie oznaczenia numeryczno-literowego, z której numer dotyczy początek, a litera koniec trajektorii wyznaczonej przez strumień ruchu (jak na rys. 8.1.1.).

(11) Symbole sygnalizatorów, detektorów lub konstrukcji wsporczych, naniesione na planach sytuacyjnych, nie stanowią ich rzeczywistych wymiarów i parametrów funkcjonalnych (sposób montażu, w tym kąt nakierowania sygnalizatora, detektora itp.). Wyjątek stanowią pola detekcji uczestników ruchu drogowego.

(12) Dane o ruchu, scharakteryzowane w rozdziale nr 6, stanowiące podstawę opracowania programu sygnalizacji świetlnej, powinny być przedstawiane w jednej z poniższych form:

- a) tabelarycznej, zawierające dane o strukturze rodzajowej i kierunkowej ruchu,
- b) graficznej, w tym kartogramu miarodajnego natężenia ruchu w pojazdach umownych.

(13) W nawiązaniu do danych o ruchu, powinno się opracować właściwe tabele lub opisy pod kątem projektowanego rozwiązania sterowania ruchem drogowym, zawierające zestawienie:

- a) sygnalizatorów przynależnych do danych grup sygnalizacyjnych (jak np. tabela 8.1.1),
- b) nadzorów nad sygnałami nadawanymi przez sygnalizatory przypisane do danych grup sygnalizacyjnych (jak tabela 8.2.1),
- c) powiązania detektorów z grupami sygnalizacyjnymi (jak np. tabela 8.3.1).

(14) Kierując się zapisami z rozdziału 7, dla projektowanego rozwiązania sterowania ruchem drogowym należy określić, które z grup sygnalizacyjnych stanowią będą grupy kolizyjne o dopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch, które z nich stanowią będą grupy kolizyjne o niedopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch, a które z nich będą wzajemnie niekolizyjne. Na tej podstawie określa się dopuszczalne układy faz sygnalizacyjnych, w tym formułuje ich warunki włączania, kolejności (nadrzędności) oraz zależności między nimi.

(15) Zaleca się w opisie technicznym zawarcie argumentacji doboru faz sygnalizacyjnych pod względem sprawności i bezpieczeństwa ruchu. Wraz z argumentacją należy przedstawić:

- a) przyjęte wartości minimalnych długości sygnałów zezwalających na ruch,
- b) przyjęte wartości maksymalnych długości sygnałów zezwalających na ruch,
- c) przyjęte warunki długości sygnałów ostrzegawczych,

przy czym zaleca się zestawienie tych wartości w postaci tabelarycznej (jak np. tabela 10.1.2).

(16) Schemat podstawowych faz sygnalizacyjnych powinien być czytelny i jednoznacznie wskazywać określone strumienie ruchu z zezwoleniem na ruch. Zaleca się pomijać oznaczenia strumieni ruchu bez zezwolenia na ruch. Rekomenduje się oznaczanie grup sygnalizacyjnych, do których przynależą strumienie z zezwoleniem na ruch.

(17) Nie zaleca się przedstawiania wszystkich kombinacji faz ruchu wynikających z algorytmu sterowania ruchem. Przedstawiając program sygnalizacyjny w formie blokowej zaleca się przedstawienie wyłącznie podstawowych faz sygnalizacyjnych i ich przejść międzyfazowych.

(18) W celu wyznaczenia warunków bezpieczeństwa pracy sygnalizacji świetlnej, zaleca się dla wszystkich par strumieni ruchu, przypisanych do danych grup sygnalizacyjnych, przeprowadzić obliczenia czasów międzyzielonych. Wyniki tych obliczeń stanowić mogą załącznik tabelaryczny do projektu organizacji ruchu z sygnalizacją świetlną (obliczenia dla wszystkich potencjalnych strumieni kolizyjnych w obszarze sterowania ruchem).

(19) Dla dobranego schematu podstawowych faz sygnalizacyjnych należy dokonać obliczeń czasów bezpieczeństwa, zgodnie z regułami określonymi w rozdziale 9. Na tej podstawie należy opracować macierz minimalnych czasów międzyzielonych (jak np. tabela 8.1.3) oraz opisać wszystkie wymagane czasy opóźnień (minimalne i maksymalne), jakie wystąpią przy zakładanym scenariuszu sterowania ruchem w projektowanym programie sygnalizacyjnym. Obliczenia dla minimalnych czasów międzyzielonych dla grup kolizyjnych powinny stanowić załącznik tabelaryczny (jak np. tabela 8.1.2).

(20) Liczba programów sygnalizacyjnych oraz harmonogram ich pracy zależy od rodzaju sygnalizacji świetlnej dobranej do konkretnego rozwiązania organizacji ruchu. W dokumentacji projektowej powinno zawierać się:

- a) program startowy i końcowy, według procedury z rozdziału 11,
- b) program główny (odpowiadający maksymalnemu stanowi wzbudzenia wszystkich detektorów dla podstawowego układu faz), który w sygnalizacji stałoczasowej jest jedynym programem (nie dotyczy sygnalizacji wieloprogramowej),
- c) program awaryjny (w przypadku pracy z awarią układu detekcji),
- d) program izolowany (w przypadku utraty połączenia z jednostką nadrzędną lub centralną).

wraz z tabelarycznym zestawieniem harmonogramu ich pracy (jak np. tabela 11.3.1).

(21) Zasady opracowania programów sygnalizacyjnych przedstawiono w rozdziale 15.2, natomiast rekomendacje w zakresie doboru długości sygnałów i cyklu sygnalizacyjnego zawarto w rozdziale 10.1.

(22) W przypadku sygnalizacji adaptacyjnej (zależnej od bieżących charakterystyk ruchu), algorytm sterowania ruchem powinien stanowić integralną część programu sygnalizacyjnego, wraz z jednoznacznym opisem niezbędnych warunków logiki tego sterowania. Rekomendacje w tym zakresie określono w rozdziale 10.2.

(23) W przypadku sygnalizacji skoordynowanej, zaleca się w opisie technicznym scharakteryzowanie głównych cech tej koordynacji z opisem zależności koordynowanych obiektów i parametrów oraz warunków tej koordynacji. Rekomendacje w tym zakresie określono w rozdziale 10.3.

(24) Obliczenia przepustowości i miar warunków ruchu powinny stanowić załącznik do dokumentacji projektowej. Zaleca się prowadzić tok obliczeń i przedstawiać zestawienia tabelaryczne ich wyników w formie określonej przez [9].

(25) Dopuszcza się stosowanie arkuszy rysunkowych zbiorczych, jeżeli nie zaburza to czytelności całości rysunku i jest spójne w jego odbiorze, na których naniesione są jednocześnie program sygnalizacyjny wraz z np.:

- a) schematem podstawowych faz sygnalizacyjnych,
- b) macierzą przyjętych czasów międzyzielonych jako wartości minimalne,
- c) algorytmem sterowania ruchem lub warunki włączania konkretnych faz sygnalizacyjnych.

(26) W projektach organizacji ruchu wdrażanych w ramach sterowania centralnego należy wyszczególnić możliwości ingerencji w zaprojektowany program sygnalizacyjny za pomocą

aplikacji nadrzędnej, z zachowaniem minimalnych czasów międzysygnalowych, czasów opóźnień oraz minimalnych czasów nadawania poszczególnych sygnałów świetlnych i ich sekwencji.

(27) Stosując fazy sygnalizacyjne z priorytetem bądź środki uprzywilejowania określonych grup uczestników ruchu drogowego lub wybranych pojazdów, należy w algorytmie sterowania wyraźnie oznaczyć te fazy ruchu bądź te warunki logiki sterowania ruchem.

## 15.2. Prezentacja programów sygnalizacyjnych

(1) Program sygnalizacyjny powinien stanowić rysunek przedstawiający diagram wstążkowy (paskowy) poszczególnych sygnałów świetlnych, jakie nadawane będą w cyklu sygnalizacyjnym w kroku sekundowym.

(2) Program sygnalizacyjny powinien posiadać co najmniej:

- a) numer i nazwę grupy sygnalizacyjnej,
- b) numery sygnalizatorów, przyporządkowane do grupy sygnalizacyjnej,
- c) oznaczenia relacji strumieni ruchu należących do danej grupy sygnalizacyjnej,
- d) skalę czasu w kroku sekundowym, z wyraźną podziałką co 10 s,
- e) oznaczenia czasu rozpoczęcia i zakończenia sygnałów zezwalających na ruch.

(3) Na diagramie wstążkowym, jeżeli nie zaburza to jego czytelności, zaleca się ponadto oznaczać:

- a) długości sygnałów zezwalających na ruch,
- b) długości sygnałów ostrzegawczych,
- c) oznaczenia przyjętych czasów minimalnych dla sygnałów zezwalających na ruch,
- d) wskazania podstawowych faz sygnalizacyjnych z ich jednoznaczną identyfikacją.

(4) Zaleca się, aby na arkuszu rysunkowym programu sygnalizacyjnego zawierać również następujące informacje:

- a) wyraźne oznaczenie identyfikacyjne danego programu sygnalizacyjnego,
- b) harmonogram pracy sygnalizacji
- c) przyjęte oznaczenia w programie sygnalizacyjnym.

(5) Przykładowy rysunek programu sygnalizacyjnego dla schematu skrzyżowania przedstawionego na rys. 8.1.1, zawierającego zalecany jego zakres, przedstawiono na rys. 15.2.1 w wersji kolorowej oraz na rys. 15.2.2 w wersji monochromatycznej.

(6) Skala sekundowa powinna zawsze stanowić tło oznaczanych w programie sygnałów. Standard oznaczania sygnałów świetlnych w programach sygnalizacyjnych przedstawiono w tabeli 3.4.3. Dopuszcza się stosowanie symbolu przypisanego dla sygnału zielonego migającego w okresie 3 s dla grup tramwajowych jako odpowiednik sygnału migającego w kształcie kreski pionowej.

(7) Dopuszcza się, aby arkusz z rysunkiem programu sygnalizacyjnego zawierał macierz minimalnych czasów międzysygnalowych oraz schemat podstawowych faz sygnalizacyjnych.

(8) Na rysunkach programu sygnalizacyjnego można oznaczać dodatkowe elementy związane z algorytmem sterowania ruchem, jednak tylko w przypadku niezaburzenia czytelności tego rysunku. Przykładem takiego dodatkowego oznaczenia może być:

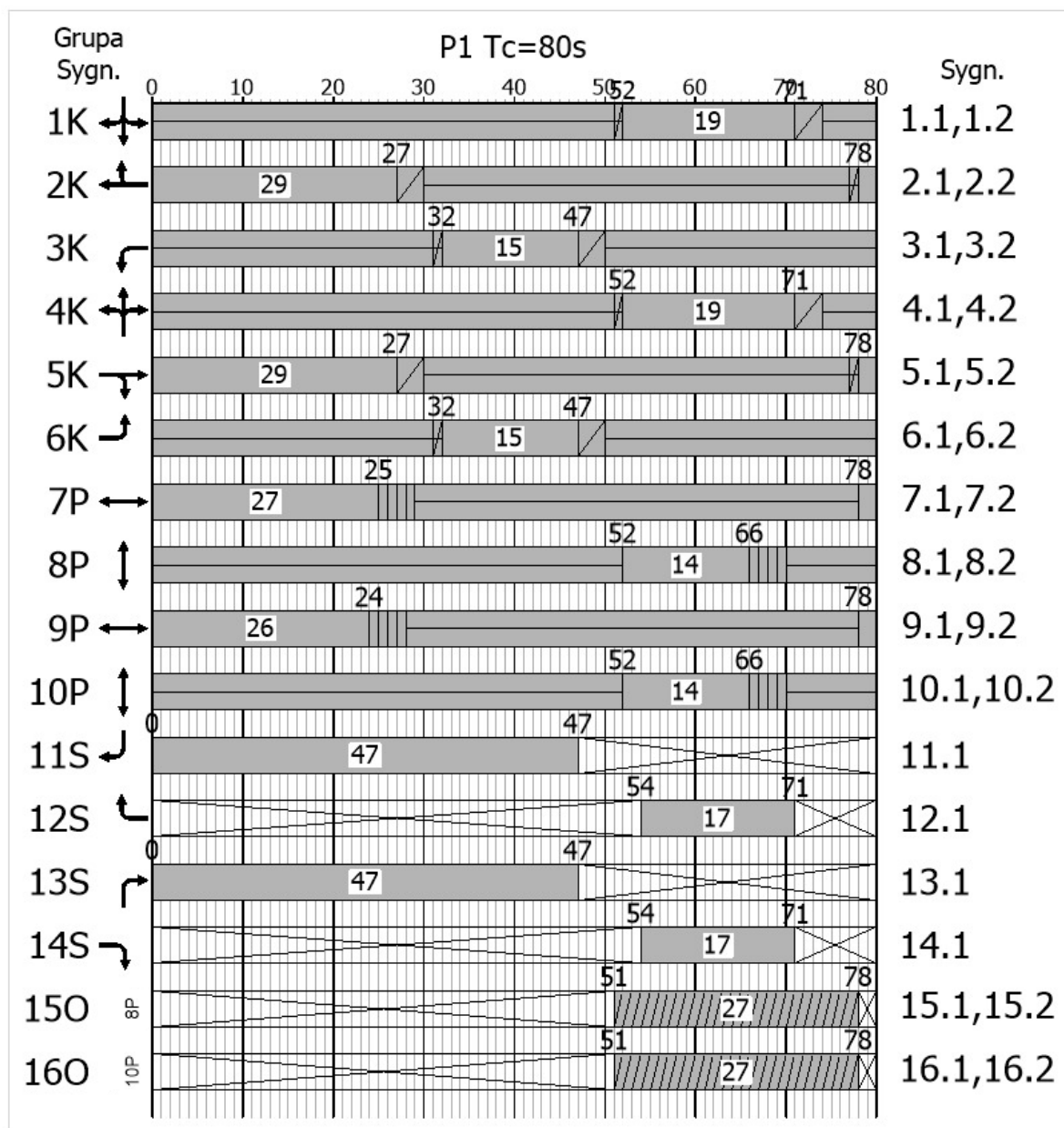
- a) punkt przełączeń pomiędzy różnymi programami, wynikający z harmonogramu pracy sygnalizacji,
- b) punkt wejścia specjalnej fazy sygnalizacyjnej,
- c) punkt offsetu, wynikający z pracy sygnalizacji skoordynowanej.

(9) W przypadku sygnalizacji acyklicznej możliwe jest prezentowanie programu w układzie blokowym, tzn. przedstawiając osobny blok faz ruchu dla minimalnych długości sygnałów zielonych oraz określonych przejść międzyfazowych dla tych faz ruchu. Nie zaleca się przedstawiania tego typu rysunków dla wszystkich kombinacji przejść międzyfazowych, wynikających z algorytmu sterowania ruchem. Rekomenduje się przedstawienie takiego diagramu wstążkowego wyłącznie wobec podstawowych faz sygnalizacyjnych.









Rysunek 15.2.2. Przykład programu sygnalizacyjnego w wersji monochromatycznej

## 16. Bezpieczeństwo ruchu sterowanego sygnalizacją świetlną

### 16.1. Analizy widoczności dla strumieni kolizyjnych

(1) Skrzyżowania, przejścia dla pieszych oraz przejazdy dla rowerów, a także inne części drogi, muszą spełniać podstawowe wymagania dotyczące widoczności określone w PTB [2].

(2) Rekomenduje się projektowanie takich rozwiązań, aby z miejsc zatrzymań w obszarze sterowania każdy uczestnik ruchu miał możliwość obserwacji pozostałych miejsc zatrzymań innych strumieni kolizyjnych.

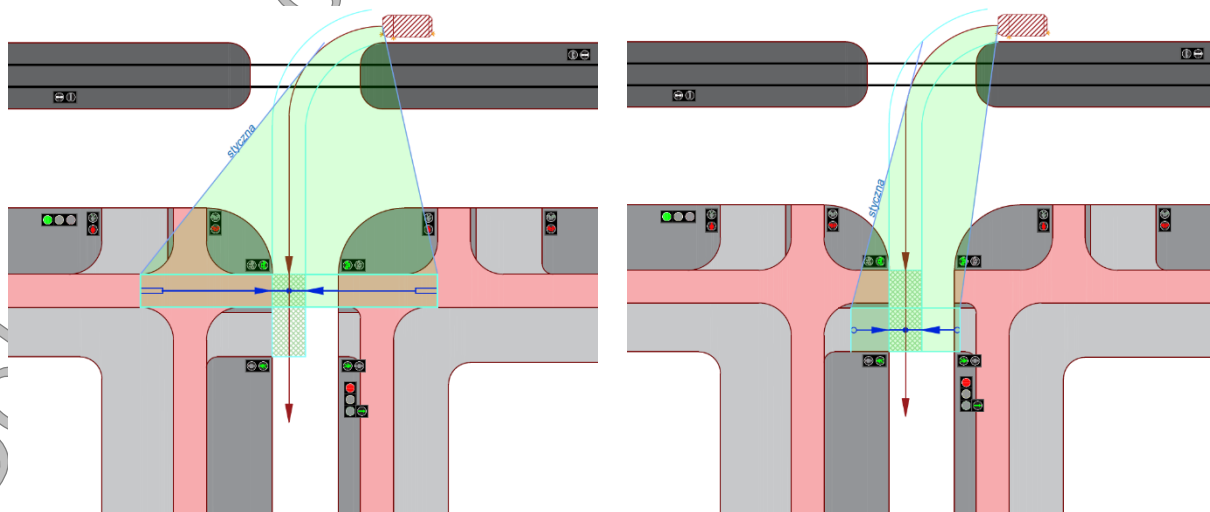
(3) W przypadku strumieni kolizyjnych o dopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch, powinno się spełniać dodatkowe warunki widoczności określone przy wykorzystaniu modelu obliczeniowego zawartego we Wzorcach i Standardach rekomendowanych przez Ministra właściwego ds. Transportu dla skrzyżowań (wzór 4.4.2 w rozdziale 4.4 zeszytu WR-D-31-2 oraz danych zawartych w rozdziale 9.2 i 9.3 zeszytu WR-D-41-3, a także w rozdziale 4 zeszytu WR-D-42-3).

(4) Widoczność dla pary strumieni kolizyjnych należy wyznaczać przy założeniu, że oba te strumienie znajdują się w ruchu przyjmując odpowiednią prędkość w zależności od uwarunkowań ruchu danego strumienia.

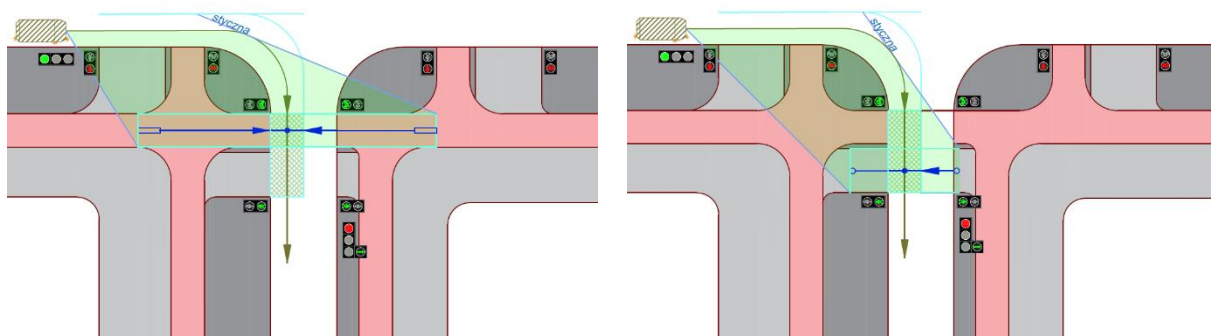
(5) Pole widoczności wolne od przeszkód powinno zawierać się pomiędzy torem ruchu strumienia nadrzędnego a torem ruchu strumienia podporządkowanego, mierząc długość drogi dojazdu do ich wzajemnego punktu kolizji. Zaleca się w analizach prowadzić obliczenia do krawędzi korytarzy ruchu rozpatrywanych strumieni kolizyjnych.

(6) Zalecane długości dróg dojazdu lub dojścia do punktu kolizji przedstawiono w tabeli 16.1.1. Długości tych dróg zależą od czasu osiągnięcia punktu kolizji danego rodzaju strumienia kolizyjnego. W przypadku nadrzędnego strumienia pojazdów jest to czas zatrzymania się przed osiągnięciem punktu kolizji. W przypadku nadrzędnego strumienia pieszych lub rowerzystów jest to czas osiągnięcia punktu kolizji przez tę grupę uczestników ruchu w okresie dojazdu pojazdu strumienia podporządkowanego do tego punktu kolizji bez zatrzymania. W przypadku podporządkowanego strumienia pojazdów jest to czas osiągnięcia punktu kolizji w okresie dojścia lub dojazdu strumienia pieszych lub rowerzystów do tego punktu kolizji z uwzględnieniem manewru hamowania w typowym czasie reakcji.

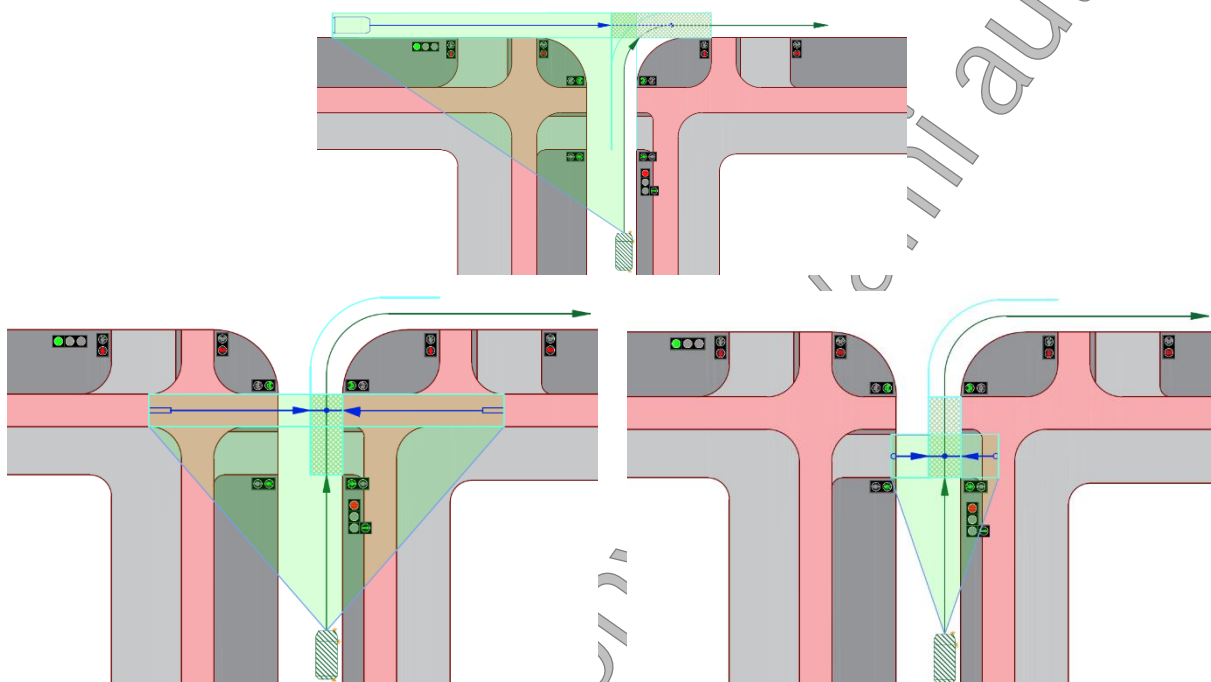
(7) Na rysunku 16.1.1 zilustrowano schemat wyznaczania pola widoczności dla pojazdu skręcającego w lewo na sygnale ogólnym w konflikcie dozwolonym ze strumieniem rowerzystów i pieszych na wylocie skrzyżowania, a na rysunku 16.1.2 – analogicznie dla pojazdów skręcających w prawo. Na rys. 16.1.3 schemat dotyczy konfliktu dozwolonego strumienia pojazdów sterowanego sygnałem dopuszczającym skręcanie w kierunku wskazanym strzałką.



Rysunek 16.1.1. Schemat wyznaczania pola widoczności dla pojazdów skręcających w lewo [23]



Rysunek 16.1.2. Schemat wyznaczania pola widoczności dla pojazdów skręcających w prawo [23]



Rysunek 16.1.1. Schemat wyznaczania pola widoczności dla strumienia pojazdów sterowanego sygnałem dopuszczającym skręcanie w kierunku wskazanym strzałką [23]

Tabela 16.1.1. Zalecane długości drogi dojazdu do wzajemnego punktu kolizji w analizach widoczności [m]

Lp.	Rodzaj strumienia ruchu	Prędkość [km/h]				
		30	40	50	60	70
Strumienie pojazdów						
1.	Nadrzędny strumień pojazdów w relacji na wprost	35	45	55	65	74
2.	Nadrzędny strumień tramwajowy w relacji na wprost	30	50	80	120	160
3.	Podporządkowany strumień pojazdów skręcający w lewo	40				
4.	Podporządkowany strumień pojazdów skręcający w prawo	27				
5.	Strumień pojazdów sterowany sygnałem dopuszczającym skręcanie w kierunku wskazanym strzałką	16				
Strumienie pieszych i rowerzystów						
6.	Nadrzędne strumienie pieszych	8				
7.	Nadrzędne strumienie rowerzystów	24				

## 16.2. Audyt i inspekcja bezpieczeństwa ruchu drogowego

(1) Audyt bezpieczeństwa ruchu drogowego i ukierunkowana kontrola bezpieczeństwa powinny przebiegać zgodnie z procedurą określoną w przepisach dotyczących dróg publicznych [7].

(2) Na drogach krajowych audyt bezpieczeństwa ruchu drogowego lub ukierunkowana kontrola na odcinkach dróg i skrzyżowaniach, na których występuje sygnalizacja świetlna, muszą uwzględniać wymagania określone we właściwym Zarządzeniu Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad.

(3) W przypadku oceny ryzyka wystąpienia wypadków i dotkliwości ich skutków, należy stosować przepisy [8].

(4) W analizach bezpieczeństwa ruchu sterowanego sygnalizacją świetlną, oprócz wyżej wskazanych odniesień, rekomenduje się również wykorzystanie zaleceń podanych w tabeli 7.3 rozdziału 7 pozycji [24] (lista pytań pomocniczych przy wykonywaniu Raportu audytu BRD).

(5) W trakcie prowadzenia analiz bezpieczeństwa ruchu sterowanego sygnalizacją świetlną zaleca się stosować listę pytań kontrolnych podanych w tabeli 16.2.1, uzupełniających pytania kontrole zalecane przy prowadzeniu audytu BRD, oceny ryzyka BRD oraz ukierunkowanej kontroli BRD – wyłącznie w aspekcie sterowania ruchem drogowym.

**Tabela 16.2.1. Lista pytań kontrolnych w analizach bezpieczeństwa ruchu sterowanego sygnalizacją świetlną**

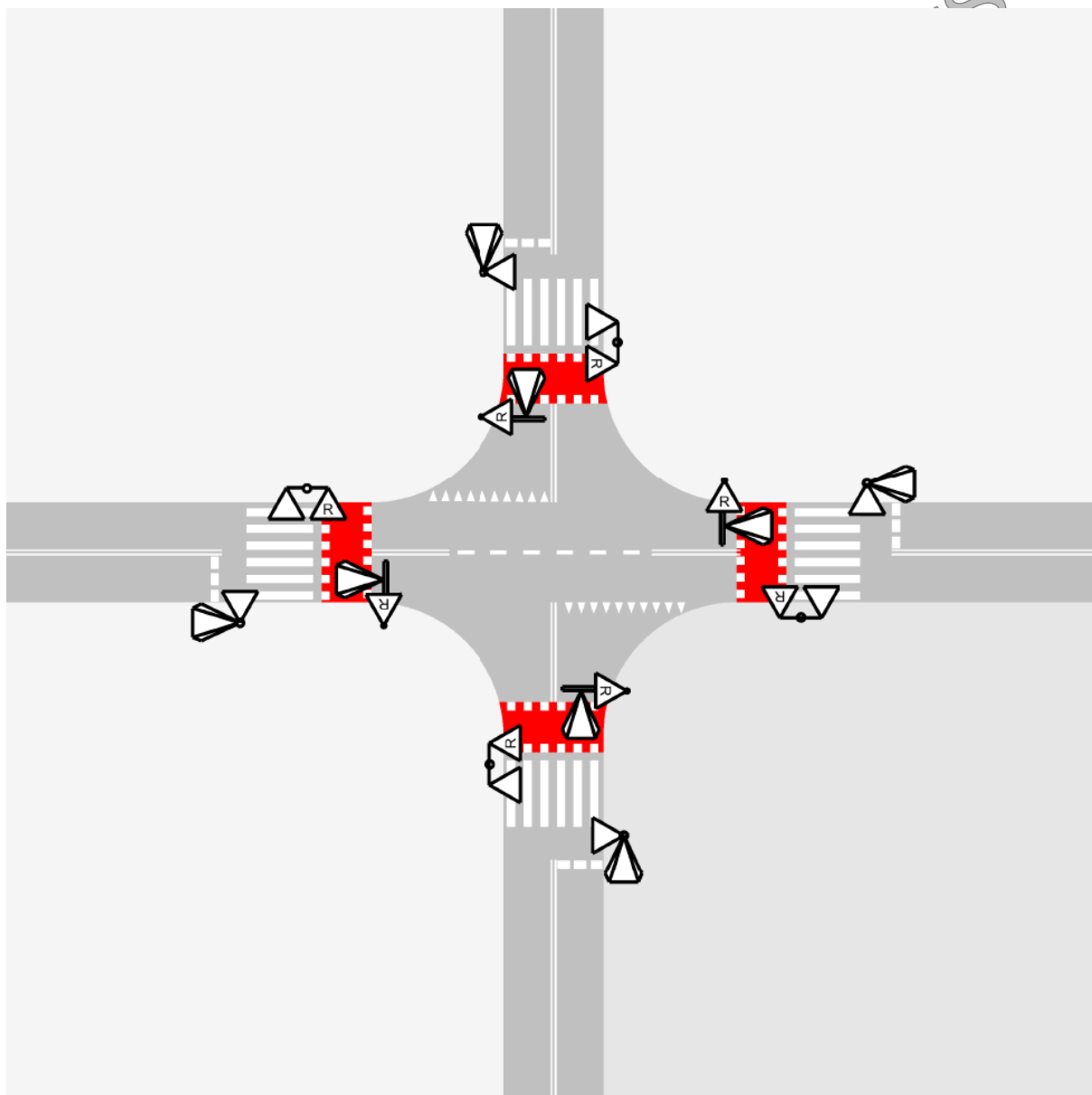
Lp.	Pytanie kontrolne:
1.	Czy istnieje możliwość poprawy bezpieczeństwa i warunków ruchu innymi dostępnymi środkami organizacji ruchu?
2.	Czy każdy wlot, pas lub strumień ruchu są objęte sygnalizacją świetlną w obszarze sterowania?
3.	Czy istnieje duże prawdopodobieństwo korzystania z przejść przez osoby z niepełnosprawnością lub dzieci, a w związku z tym czy organizacja ruchu z sygnalizacją drogową jest przystosowana do prowadzenia ruchu przez te osoby?
4.	Czy w razie awarii sygnalizacji organizacja ruchu jest bezpieczna?
5.	Czy przyjęte podstawowe fazy sygnalizacyjne są właściwie dobrane pod kątem natężenia ruchu drogowego?
6.	Czy przyjęte podstawowe fazy sygnalizacyjne są optymalne pod względem liczby punktów kolizji?
7.	Czy dopuszczono ruch pojazdów w relacji skrajnych z więcej niż jednego pasa ruchu w jednej fazie z jednoczesnym zezwoleniem na ruch innych strumieni kolizyjnych?
8.	Czy spełniono warunki skrajni?
9.	Czy spełniono warunki widoczności dla strumieni ruchu o dopuszczalnym jednoczesnym zezwoleniu na ruch?
10.	Czy sygnały nadawane przez sygnalizatory są (będą) w porę dostrzegalne (widoczne) przy zastosowanej średnicy soczewki?
11.	Czy sygnalizatory nad jezdnią mogą (będą) powodować sytuacje konfliktowe (np. są lub mogą być widoczne przez innych zatrzymanych kierowców, prowokując ich do reagowania na nie)?
12.	Czy sygnalizatory są spójne z oznakowaniem pionowym i poziomym?
13.	Czy powinny być zastosowane sygnalizatory dodatkowe lub pomocnicze?
14.	Czy powinny być zastosowane sygnały ostrzegawcze?
15.	Czy kąt nakierowania komór sygnalizatora umożliwia właściwe i odpowiednio wczesne postrzeganie sygnałów świetlnych, w tym sygnałów ostrzegawczych?
16.	Czy sygnał dopuszczający skręcanie w kierunku wskazanym strzałką jest (będzie) właściwie stosowany?
17.	Czy zastosowane sygnalizatory dedykowane (S-1a, S-3a, SB, SBK, SBT, ST, STK, STT) i nadawane przez nie sygnały są (będą) zrozumiałe?
18.	Czy na pasach ruchu dla autobusów z dopuszczeniem innych pojazdów zastosowano odpowiednie sygnalizatory?
19.	Czy liczba zastosowanych sygnalizatorów na przejściu dla pieszych jest odpowiednia?
20.	Czy sygnalizacja akustyczna jest słyszalna (i odróżnialna na przejściu przez jezdnię od przejścia na torowisku)?

Lp.	Pytanie kontrolne:
21.	Czy sygnalizacja wibracyjna jest odczuwalna?
22.	Czy zastosowano informację dotykową bierną?
23.	Czy zastosowane środki organizacji ruchu w postaci uprzywilejowania wybranych uczestników ruchu sterowanego sygnalizacją świetlną są (będą) zrozumiałe (np. śluzy rowerowe, autobusowe, jezdnie autobusowo-tramwajowa)?
24.	Czy parametry przyjęte do obliczeń czasów bezpieczeństwa budzą zastrzeżenia?
25.	Czy przyjęte czasy międzyzielone oraz czasy opóźnień budzą zastrzeżenia?
26.	Czy właściwie objęto nadzorem grupy sygnalizacyjne (w tym przy zespole przejść dla pieszych)?
27.	Czy konstrukcja wszystkich programów sygnalizacyjnych, w tym startowego i końcowego, spełnia wymagania formalne i BRD?
28.	Czy układ detekcji spełnia wszystkie funkcje związane ze sterowaniem ruchem?
29.	Czy algorytm sterowania ruchem nie zawiera błędów (jest logiczny i spójny)?
30.	Czy występuje duże ryzyko nadmiernych kolejek pozostających lub dużych strat czasu niechronionych uczestników ruchu drogowego, mogących powodować niekorzystne zakłócenia w ruchu lub prowadzić do deprecjacji sygnału czerwonego?
31.	Czy harmonogram pracy sygnalizacji jest odpowiedni do występującego (spodziewanego) obciążenia ruchem w obszarze sterowania oraz czy spełnia wymogi BRD?
32.	Czy funkcjonowanie wyświetlacza czasu / prędkości zalecanej nie powoduje zagrożeń BRD?
33.	Czy w dzienniku eksploatacji spostrzeżono niepokojąco często pojawiające się awarie pracy sygnalizacji?

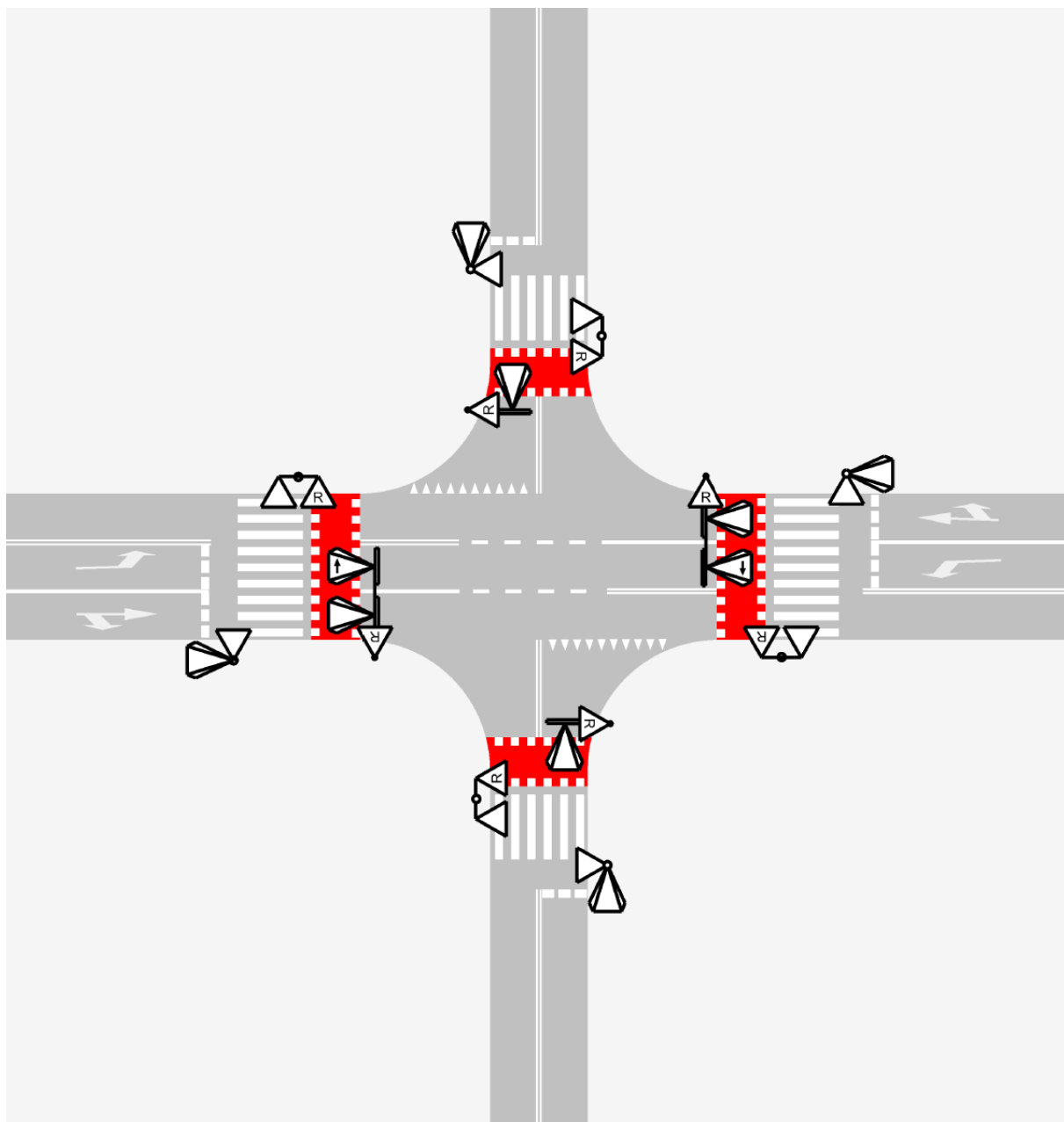


## Załącznik: Typowe rozwiązania dla wybranych rodzajów skrzyżowań

### Skrzyżowanie zwykłe czterowlotowe z jednym pasem wlotowym na wszystkich wlotach

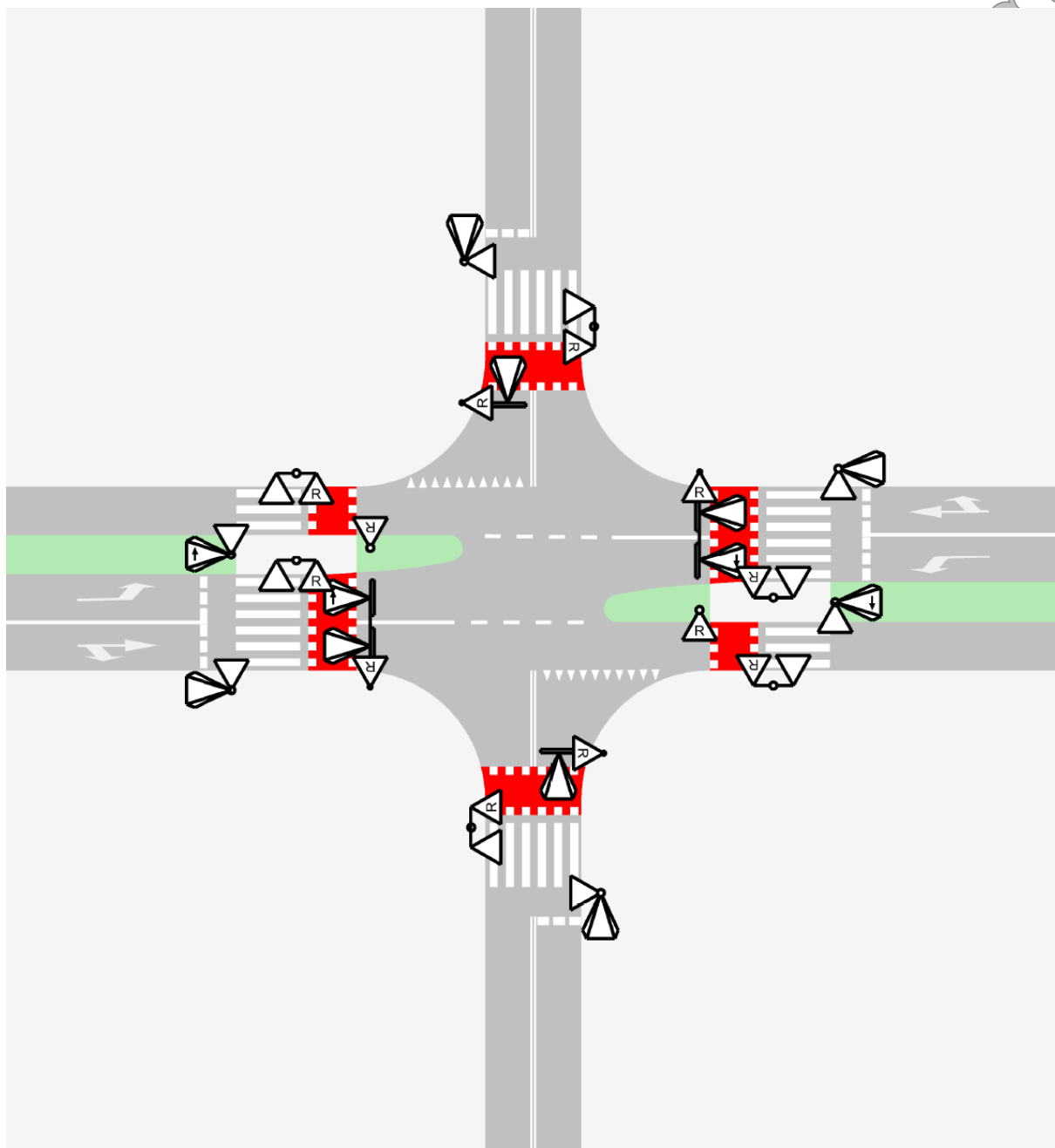


## Skrzyżowanie zwykłe czterowłotowe z dwoma pasami ruchu na wlocie jezdni głównej

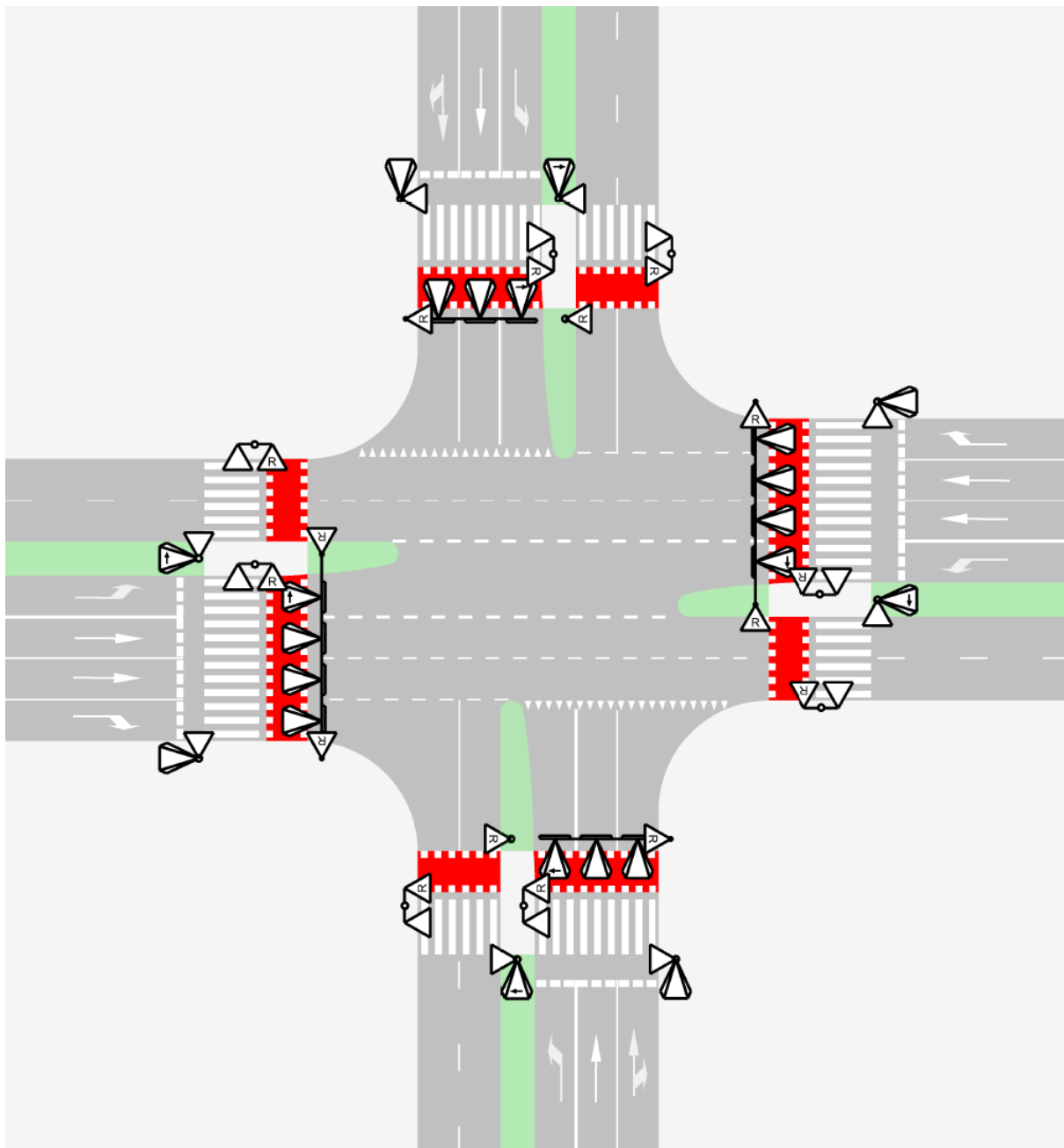


Dokument

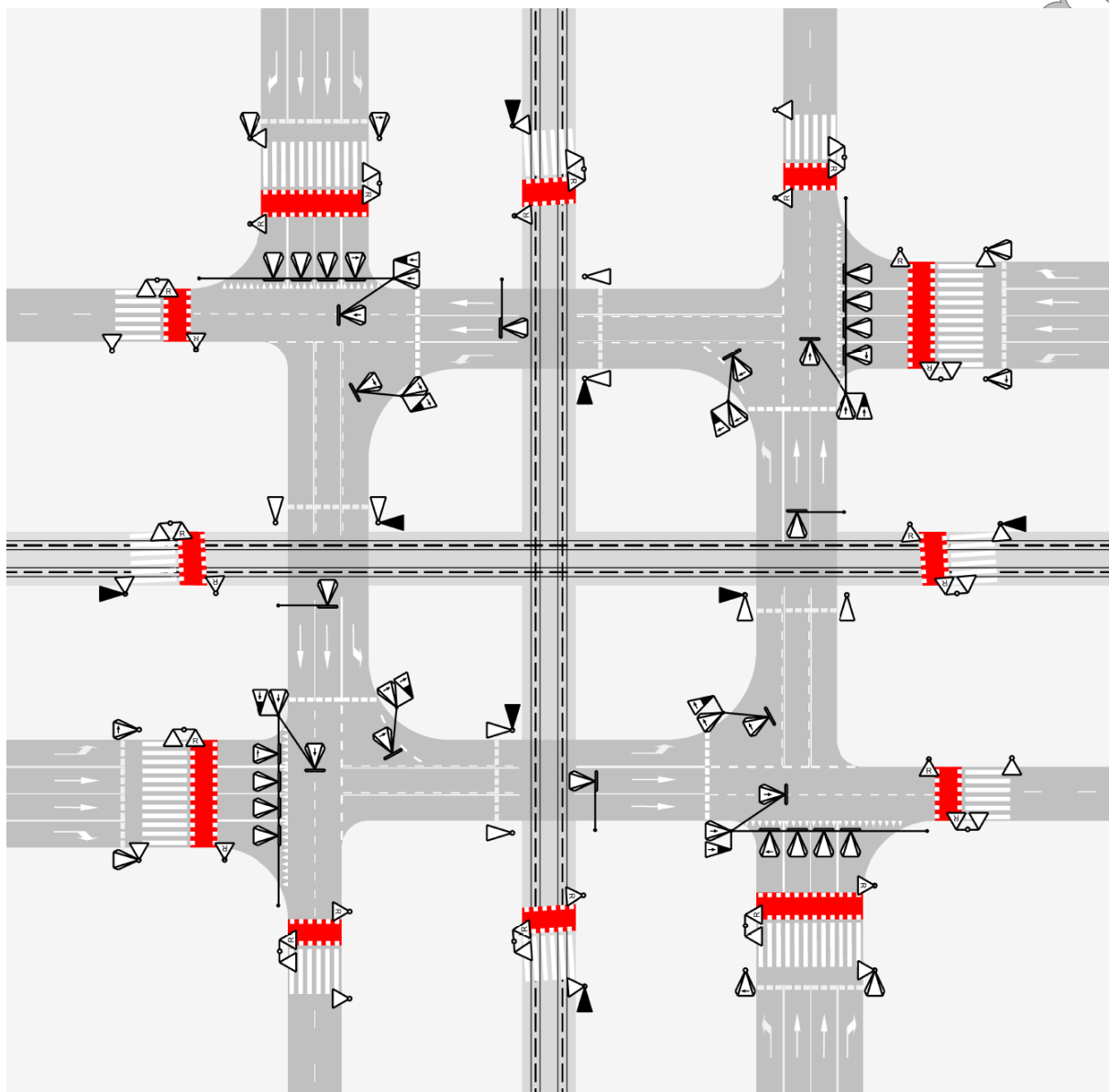
## Skrzyżowanie skanalizowane czterowłotowe z jednym dodatkowym pasem ruchu na jezdni głównej



## Skrzyżowanie skanalizowane czterowlotowe z dodatkowymi pasami ruchu na wszystkich wlotach



## Skrzyżowanie skanalizowane z wyspą centralną o rozsuniętych wlotach i wylotach oraz z torowiskiem tramwajowym





## Skrzyżowanie skanalizowane z szerokim pasem dzielącym jezdnię główne

