

WYTYCZNE TECHNICZNE DO PROJEKTOWANIA SYGNALIZACJI ŚWIETLNYCH W ZAKRESIE ORGANIZACJI RUCHU

(wersja z dnia 1 grudnia 2020 r.)

Spis treści

1	Wymagania ogólne	5
2	Wymagania formalne.....	5
3	Wymagania względem programów sygnalizacji świetlnej.....	6
3.1	Programy akomodacyjne i stałoczasowe	6
3.2	Wymogi bezpieczeństwa i sprawności ruchowej	6
3.2.1	Kreowanie faz ruchu.....	6
3.2.2	Sygnał „zielonej strzałki”	7
3.2.3	Przejścia dla pieszych i przejazdu dla rowerzystów	8
3.2.4	Przejazdy tramwajowe	8
3.2.5	Długość cyklu i sygnałów zielonych.....	9
3.3	Obliczenia czasów międzyzielonych	9
3.4	Algorytm sterowania	10
3.4.1	Zasady tworzenia przebiegu cyklu	10
3.4.2	Tryb pracy	11
3.4.3	Ruch pieszy	11
3.4.4	Komunikacja publiczna.....	11
4	Wymagania względem lokalizacji sygnalizatorów	12
4.1	Sygnalizatory dla pojazdów.....	12
4.2	Sygnalizatory dla pieszych i rowerzystów.....	13
4.3	Sygnalizatory ostrzegawcze.....	13
4.4	Sygnalizatory dla komunikacji publicznej.....	13
4.5	Nazewnictwo grup sygnalizacyjnych	14

5	Wymagania względem rozmieszczenia systemów detekcji	16
5.1	Detekcja dla pojazdów mechanicznych.....	16
5.2	Detekcja dla pojazdów komunikacji publicznej	16
5.3	Detekcja dla pieszych i rowerów	17
5.4	Niezawodność	18
5.5	Nazewnictwo detektorów.....	18
6	Wymagania w stosunku do planowania koordynacji.....	19
7	Warunki szczególne dla sygnalizacji wahadłowych	19
8	Współpraca z organem zarządzającym ruchem	20
9	Wymagania dla wykonawców wdrożeń	21
9.1	Wymagania ogólne	21
9.2	Punkty meldunkowe dla pojazdów komunikacji zbiorowej.....	21
9.3	Zastosowany system optymalizacji sieciowej	21
9.4	Warunki optymalizacji.....	22
9.4.1	Transport publiczny	22
9.4.2	Ruch indywidualny	22
9.4.3	Koordynacja.....	23
9.4.4	Wymagania końcowe	23
9.5	Wymagania odnośnie dopuszczenia do ruchu sygnalizacji świetlnej.....	23
9.6	Symulacja projektowanego lub wdrażanego programu sygnalizacji	24
9.7	Wymagania związane z projektami programów sygnalizacji.....	25
9.8	Wymagania dodatkowe	25

1 Wymagania ogólne

Projekt sygnalizacji świetlnej powinien być dostarczony wraz z projektem stałej organizacji ruchu (jeśli dotyczy) – projekty powinny być w dwóch osobnych tomach. Projekty będą rozpatrywane i zatwierdzone razem. Jeżeli nie będzie konieczności wykonania korekty w istniejącej koordynacji, nie jest konieczne wykonanie projektów dla pozostałych sygnalizacji w ciągu koordynowanym. Jeżeli zajdzie konieczność korekty w koordynacji, należy wykonać projekty ruchowe (lub ich aktualizacje) również dla tych lokalizacji, gdzie przewiduje się zmiany. Projekty należy wykonać zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie *szczególonych warunkach technicznych dla znaków i sygnatów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach* (Dz. U. z 2019 r. poz. 2311 z późn. zm.) oraz zatwierdzić zgodnie z właściwą procedurą (IR-1 lub IR-2). Projekt należy wykonać dla całego zakresu objętego zmianami – w przypadku stref np. ograniczenia prędkości, zamieszkania, tonaż itd. może obejmować inne obszary ulic na terenie Krakowa – stała organizacja ruchu musi być spójna pod każdym względem.

W projekcie należy uwzględnić wartości natężenia ruchu przewidywane na dzień oddania sygnalizacji do ruchu. Natężenia ruchu mają być przedstawione, co najmniej w godzinach szczytu porannego i popołudniowego oraz we wszystkich charakterystycznych dla danego miejsca porach dnia i dniach tygodnia, gdzie występują znaczne zmiany w natężeniach i strukturze kierunkowej ruchu drogowego.

2 Wymagania formalne

Projekt organizacji ruchu powinien zawierać wszystkie dokumenty wymagane w odpowiedniej procedurze (IR-1 lub IR-2). W zakresie programu sygnalizacji i obliczeń przepustowości należy przedstawić:

- opis techniczny zawierający omówienie założeń i materiałów wyjściowych wykorzystanych w procesie projektowania oraz opis zastosowanych rozwiązań, w szczególności informacje o zmianach geometrii i organizacji ruchu rzutujące na program sygnalizacji,
- obliczenia minimalnych czasów zielonych dla przejść dla pieszych i przejazdów rowerowych oraz obliczenia czasów międzyzielonych dla kolizyjnych strumieni ruchu,
- macierz kolizji i czasów międzyzielonych,
- listę grup sygnalizacyjnych z zaznaczeniem przyjętych minimalnych czasów trwania sygnałów oraz przypisanych do nich sygnalizatorów wraz z ich opisem,
- projekt sygnalizacji akomodacyjnej fazowej wraz z algorytmem i przejściami międzyfazowymi,
- rysunek ze schematem faz dla każdego programu sygnalizacyjnego, dla którego występuje inna struktura programu,

- odpowiadające programom akomodacyjnym programy stałoczasowe (dla każdego programu akomodacyjnego, jeden program stałoczasowy),
- harmonogram przełączania programów,
- natężenia ruchu wraz z podaniem źródła,
- obliczenia przepustowości i miar warunków ruchu dla sterowania z zaznaczeniem wykorzystanej metody,
- rysunek z projektem organizacji ruchu lub jej inwentaryzacją w skali 1:500,
- rysunek wraz z zaznaczonymi grupami sygnalizacyjnymi i detekcją w skali 1:500,
- rysunek trajektorii ruchu i punktów kolizji do obliczeń czasów międzyzielonych w skali 1:500,
- wykres koordynacyjny dla każdego programu koordynowanego.

3 Wymagania względem programów sygnalizacji świetlnej

3.1 Programy akomodacyjne i stałoczasowe

Podstawowym trybem pracy sygnalizacji powinien być program akomodacyjny (dostosowujący się do warunków ruchu) oparty o sterowanie fazowe. Metody sterowania wykorzystane do opracowania i wdrożenia projektu powinny być zgodne z wykorzystywanymi obecnie w Systemie Sterowania Ruchem.

Wymagane jest przygotowanie programów przeznaczonych odpowiednio dla charakterystyki ruchu występującej w godzinach szczytu porannego i popołudniowego oraz dla godzin nocnych. Programy jak i harmonogram ich przełączania muszą być zgodne z pozostałymi sterownikami w obszarze – liczba programów musi odpowiadać pozostałym sterownikom, nawet jeżeli przewidziano mniejszą liczbę programów, należy je powielić aby dowiązać się do harmonogramu dla całego obszaru sterowania. Każdemu programowi akomodacyjnemu musi odpowiadać odpowiedni program awaryjny – stałoczasowy. Wymagane jest też przygotowanie programów dla innych charakterystycznych okresów dnia lub dni tygodnia występujących w danym rejonie, jeżeli sytuacja ruchowa tego wymaga (znacząco odmienny rozkład natężeń ruchu względem szczytu porannego lub popołudniowego).

3.2 Wymogi bezpieczeństwa i sprawności ruchowej

3.2.1 Kreowanie faz ruchu

Układ faz ruchu należy dostosować do geometrii i organizacji ruchu z uwzględnieniem kryteriów bezpieczeństwa i sprawności ruchowej skrzyżowania. Oprócz wymagań formalnych określających relacje o dopuszczalnej kolizji należy uwzględnić następujące wymagania i zalecenia.

- Nie dopuszcza się relacji skrętnych w prawo bądź w lewo korzystających z więcej niż jednego pasa ruchu z dopuszczeniem kolizji z ruchem pieszych bądź rowerzystów korzystających

z przejazdu dla rowerzystów. Rozwiązanie tego typu jest możliwe do wprowadzenia jedynie po uzgodnieniu go z organem zarządzającym ruchem.

- Relacje skrajne w prawo powinny być projektowane w pierwszej kolejności jako sterowane za pomocą sygnalizatorów S-1. Sygnalizatory kierunkowe dla tej relacji należy stosować tylko, gdy jest to wymagane ze względów bezpieczeństwa (niekorzystny układ geometryczny itp.).
- Nie dopuszcza się stosowania kolizyjnej „zielonej strzałki”¹ z tramwajem. W takim wypadku trzeba to uwzględnić w macierzy kolizji.
- Strzałki warunkowe dla relacji przecinających torowisko tramwajowe powinny być sterowane bezkolizyjnie z innymi pojazdami.
- Należy dążyć do nieprojektowania zielonych strzałek kolizyjnych do strumieni o podwyższonej prędkości maksymalnej (ograniczenia prędkości powyżej 60 km/h).
- Projektowanie zielonych strzałek kolizyjnych należy przyjmować zgodnie z Zarządzeniem Nr 3113/2018 Prezydenta Miasta Krakowa z dnia 15 listopada 2018 r. w sprawie wprowadzenia „Standardów technicznych i wykonawczych dla infrastruktury rowerowej Miasta Krakowa” i w uzasadnionych przypadkach występować o odstępstwa zgodnie z Zarządzeniem Prezydenta.

3.2.2 Sygnał „zielonej strzałki”

Strzałki warunkowe należy stosować wszędzie, gdzie jest to możliwe i nie wprowadzi to niebezpieczeństwa w ruchu drogowym, w szczególności dla pieszych i rowerzystów. Z „zielonej strzałki” można zrezygnować w sytuacji, gdy zwiększa ona bezwładność działania sygnalizacji (wydłużenie minimum faz, przejść międzyfazowych). Sygnał „zielonej strzałki” stanowi odrębną grupę sygnałową wykazywaną w macierzy kolizji. W macierzy minimalnych czasów międzyzielonych należy zaznaczyć kolizje wirtualne z grupą nadającą sygnał sekwencji podstawowej (czas międzyzielony minimum 2 s przy zakończeniu sygnału zielonej strzałki i minimum 4 s przed jego rozpoczęciem).

W przypadku, gdy strzałka warunkowego skrajnego jest kolizyjna z prostopadłym przejściem dla pieszych, należy podawać sygnał zezwalający przynajmniej 1 s po otwarciu przejścia, natomiast w przypadku kolizji z przejściem równoległym tak, aby pojazd dojeżdżał 2 s po otwarciu grupy przejścia. Powyższe zasady dotyczą również sygnału ogólnego o dopuszczalnej kolizji z przejściem dla pieszych. W przypadku, kiedy „zielona strzałka” może być kolizyjna lub bezkolizyjna (np. w przypadku prowadzenia w cieniu relacji skrajnej w lewo) należy zawsze przy przechodzeniu

¹ termin „sygnał dopuszczający skrajne w kierunku wskazanym strzałką” stosuje się wymiennie z „zielona strzałka” i „strzałka warunkowa”

z wyświetlania sygnału bezkolizyjnego na kolizyjny odpowiednio wcześniej wygasic zieloną strzałkę i załączyć dopiero po starcie kolizyjnych grup pieszych i samochodowych.

3.2.3 Przejścia dla pieszych i przejazdy dla rowerzystów

Na przejściach przez torowisko należy stosować zasadę, że przy braku wzbudzeń zielony sygnał przydzielany jest dla pieszych i dopiero po nadjechaniu tramwaju sygnalizator dla pieszych załączany jest na sygnał czerwony. Musi być jednak zapewniony bezwzględny priorytet dla tramwajów względem takiego przejścia dla pieszych (tramwaj nie może się z tego powodu zatrzymać). Z tej zasady można zrezygnować po uzgodnieniu z organem zarządzającym ruchem.

W przypadku dojść do przystanków dopuszcza się 3 metody sterowania: sterowanie niezależne, koordynacja przejścia lub przejście na raz przez całość. Wybór metody musi być poprzedzony analizą (uwzględniając powierzchnie akumulacji pieszych, możliwość błędnej interpretacji sygnałów, analizę dojść pieszych opartą na pomiarach w różnych porach dnia i okresach charakterystycznych, jak rozpoczęcie, zakończenie prac w okolicznej zabudowie czy dojścia do placówek oświatowych) i skonsultowany z organem zarządzającym ruchem. Decydująca jest opinia organu zarządzającego ruchem.

W przypadku przejść położonych w obrębie działania sygnalizacji przejazdowej² w miejsce grup S-5 i S-6 należy zastosować grupę ostrzegawczą. Sygnał żółty migający takiej grupy jest odpowiednikiem sygnału czerwonego dla grupy S-5, gdyby taka była zamontowana.

3.2.4 Przejazdy tramwajowe

W przypadku umieszczenia przystanku tramwajowego przed linią zatrzymania na chodniku obok jezdni, w miejscach, gdzie torowisko znajduje się w osi jedni, sygnał dla pojazdów indywidualnych nie może być przyznawany wcześniej niż sygnał zezwalający³ dla tramwaju znajdującego się na przystanku.

Dla torowisk położonych równolegle do jezdni, gdzie dopuszczono na sygnalizatorze ogólnym skręt kolizyjnie z ruchem tramwajów, należy stosować przed torowiskiem sygnalizatory dwukomorowe jak dla sygnalizacji przejazdowych. W celu minimalizacji błędnej interpretacji sygnałów, należy stosować strzałki kierunkowe na sygnalizatorach, jeżeli są one widoczne dla kierowców jadących na wprost oraz dążyć do stosowania sygnalizatorów po obu stronach jezdni przed przejazdem tramwajowym. Z uwagi na działanie tej grupy w trybie żółtym migającym –

² sygnalizacja przejazdowa – dwukomorowa sygnalizacja dla kierujących pojazdami stosowana na przejazdach tramwajowych

³ sygnał zezwalający – sygnał zielony i jego odpowiedniki

czerwonym podczas pracy kolorowej, należy bezwzględnie wyłączać wyświetlanie jakichkolwiek sygnałów dla takich sygnalizatorów zawsze, gdy sygnalizacja jest wyłączona.

Powyższą zasadę należy stosować również na sygnalizacjach obejmujących jedynie przejazdy tramwajowe.

3.2.5 Długość cyklu i sygnałów zielonych

Dla każdego programu sygnalizacji cykl programu sygnalizacji świetlnej nie powinien przekraczać 120 sekund.

Sygnalizacja musi posiadać bezpieczną wartość sygnału zielonego minimalnego dla pojazdów umożliwiającą zjazd pojazdów zatrzymanych pomiędzy linią zatrzymania a pierwszym detektorem od linii zatrzymania lub posiadać funkcję podtrzymującą sygnał zezwalający przez czas obliczony na podstawie liczby pojazdów, które przejechały odległy detektor podczas sygnału czerwonego.

3.3 Obliczenia czasów międzzielonych

Czasy międzzielone należy obliczać z uwzględnieniem obowiązujących przepisów prawa, jednakże należy także uwzględnić poniższe uwarunkowania.

- Trajektorie ruchu stanowiące podstawę obliczeń należy dostosowywać do przewidywanych (dla nowych układów geometrycznych) lub obserwowanych (dla istniejących) torów ruchu pojazdów.
- Należy uwzględnić wszystkie możliwe strumienie ruchu dla danych relacji (np. skręt w lewo z jednego pasa ruchu w drogę o dwóch pasach musi być obliczony na obie trajektorie).
- Prędkość ewakuacji i dojazdu należy przyjmować z uwzględnieniem cech geometrycznych skrzyżowania, organizacji ruchu oraz sterowania wpływających na rzeczywiste wartości czasu ewakuacji i dojazdu do punktu kolizji.
- W celu zapewnienia poziomu bezpieczeństwa na skrzyżowaniu należy przyjmować czasy międzzielone analizując rzeczywistą prędkość ewakuacji pojazdów, przy czym prędkość 50 km/h dopuszcza się jedynie na drogach o podwyższonym limicie prędkości (ograniczenie powyżej 60 km/h),
- Prędkości ewakuacji należy przyjmować:
 - dla relacji na wprost – 50 km/h dla wlotów jezdni głównej o dwóch i więcej pasach ruchu, 40 km/h i mniej dla pozostałych wlotów;
 - dla relacji skrętnych nadrzędnych należy sprawdzić wartość przyspieszenia nie zrównoważonego i przyjąć prędkość dającą przyspieszenie w granicach 3,0 – 3,5 m/s² przy czym dla relacji obsługiwanych jednym pasem należy przyjmować wartości z dolnej granicy, a dla relacji obsługiwanych z dwóch i więcej pasów wartości bliższe górnej

granicy przedziału. Promień skrętu należy obliczyć po wewnętrznej stronie łuku (wzdłuż krawężnika lub linii prowadzącej);

- dla relacji skrętnej w lewo ustępującej pierwszeństwa – 20 km/h, jeśli ruch z wlotu przeciwległego powoduje konieczność zatrzymania pojazdów na tarczy skrzyżowania ponad 25% cykli, w pozostałych przypadkach jak dla relacji nadrzędnych.
- Prędkości dojazdu należy przyjmować:
 - dla relacji na wprost – prędkość maksymalną na wlocie;
 - dla relacji skrętnych – przyjęta prędkość ewakuacji powiększona o 5 km/h.
- Długość pojazdu dla grup kołowych do obliczeń należy przyjąć równą 10 metrów.
- Czas dojazdu należy obliczać dla przypadku startu lotnego. Przypadek startu zatrzymanego można przyjmować dla sytuacji umieszczenia przystanku autobusowego bądź tramwajowego przed linią zatrzymania.
- Dla grup tramwajowych nieruszających z przystanku bezpośrednio przed linią zatrzymania i wyposażonych w sygnalizator „czekaj”, należy wydłużyć obliczony ze wzoru matematycznego czas międzyzielony o jedną sekundę (dotyczy czasów, w których grupa tramwajowa rozpoczyna nadawanie sygnału zezwalającego).
- Dla tramwajów miarodajnym pojazdem przyjętym do obliczeń czasów międzyzielonych jest tramwaj o długości trzech składów tramwajowych (3 x 13,5 metra, co w zaokrągleniu daje wartość 41 m).
- Śluza rowerowa jest miejscem przeznaczonym dla zapewnienia bezpiecznego startu dla rowerzystów i tak ma być uwzględniona w obliczeniach czasów międzyzielonych, prędkość dojazdu należy przyjąć jako 25 km/h.
- Dla strumieni ruchu sterowanych grupą ogólną oraz sygnałem „zielonej strzałki” obliczenia wykonuje się oddzielnie przypisując strumień do każdej z grup. W przypadku zielonych strzałek odrębnie uwzględnia się zatem interwał sygnału żółtego zgodnie ze stanem faktycznym i przyjmuje realne prędkości ewakuacji i dojazdu indywidualnie dla tej relacji na tym sygnale.

3.4 Algorytm sterowania

3.4.1 Zasady tworzenia przebiegu cyklu

Algorytm sterowania należy kształtować w taki sposób, aby każda grupa sygnalizacyjna, która jest zgłoszona w sterowniku miała przydzielony sygnał zielony minimum raz w ciągu cyklu. Istnieje możliwość zmiany kolejności faz, stosowania wielokrotnego otwierania wybranych grup w cyklu, jednakże nie dopuszcza się pomijania sygnału zielonego dla grupy, która ma zgłoszone żądanie.

3.4.2 Tryb pracy

Sposób pracy przy braku wzbudzeń należy dostosować do formy skrzyżowania, struktury kierunkowej i zastosowanej detekcji. Standardowo podstawowym trybem pracy sygnalizacji przy braku wzbudzeń jest sterowanie z fazą preferowaną dla kierunku głównego. Wyjątkiem są skrzyżowania z wyspą centralną, gdzie stosuje się pracę cykliczną. Należy unikać sterowania typu *all-red*, jest ono jednak dopuszczalne w szczególnych przypadkach (np. miejsca, w których główne natężenia ruchu rozkładają się na kilka relacji na skrzyżowaniu).

3.4.3 Ruch pieszy

Sygnalizacja ma zapewniać jak najlepsze warunki dla ruchu pieszego i rowerowego. Dla przejść dla pieszych, gdzie sygnał zezwalający może być przydzielony bez konsekwencji, czyli nie uszczywnia algorytmu sterowania i nie zwiększa bezwładności sygnalizacji świetlnej, należy załączać sygnał zielony bez potrzeby wzbudzania go za pomocą przycisku. Dotyczy to w szczególności przejść wzdłuż głównego kierunku w przypadku koordynacji lub preferencji na głównym kierunku oraz wlotów skrzyżowań z wyspą centralną (dopuszcza się stosowanie przycisków na wylotach).

Należy dążyć do zapewnienia przejścia „na raz”. Ponadto należy przyjmować zgłoszenie pieszych jak najdłużej, jak jest to tylko możliwe. W przypadku przewidzenia faz z pieszymi i alternatywnej bez pieszych, wymaganym efektem jest osiągnięcie funkcjonalności, w której naciśnięcie przycisku do ostatniego momentu, w którym przejście mogłoby otrzymać sygnał zielony, powoduje przejście do fazy z pieszymi. Odstępstwo od powyższego zapisu dopuszczalne jest w przypadku stwierdzenia, że jest to sprzeczne z zapewnieniem priorytetu dla komunikacji zbiorowej lub wprowadza znaczne utrudnienia w ruchu dla pozostałych uczestników ruchu drogowego – wyłącznie po uzgodnieniu z organem zarządzającym ruchem.

Należy wspólnie sterować grupy rowerowe i grupy piesze dla przejść sąsiadujących z przejazdem dla rowerzystów.

3.4.4 Komunikacja publiczna

Algorytm sterowania ma zapewnić odpowiednią przepustowość dla pojazdów komunikacji zbiorowej z uwzględnieniem sytuacji awaryjnych w postaci spiętrzeń pojazdów wywoływanych zatrzymaniami.

Na skrzyżowaniach z sygnalizacją świetlną, gdzie znajduje się torowisko tramwajowe, należy zapewnić bezwzględny priorytet dla tramwajów. Ewentualne złagodzenia bezwzględnego priorytetu należy uzgodnić z organem zarządzającym ruchem.

Wprowadzenie priorytetu dla tramwajów na skrzyżowaniach wyposażonych w sygnalizację świetlną ma dać wymierne efekty w postaci minimalizacji strat czasu na sygnalizacjach przez tramwaje.

Dla wydzielonych relacji autobusowych należy również zapewniać znaczny stopień priorytetu, a dla pojazdów w ruchu ogólnym priorytet względny (np. możliwość wcześniejszego rozpoczęcia fazy, lub jej wydłużenia w oparciu o zgłoszenia z punktów meldunkowych, w szczególności w lokalizacjach mniej obciążonych ruchem drogowym z relacji kolizyjnych do linii autobusowych).

4 Wymagania względem lokalizacji sygnalizatorów

4.1 Sygnalizatory dla pojazdów

Należy dążyć do instalacji sygnalizatorów podstawowych z boku jezdni zawsze, gdy jest to tylko możliwe i nie prowadzi do mylnej interpretacji sygnałów przez kierujących pojazdami.

Sygnalizatory podstawowe dla grup S-3 w lewo należy umieszczać przy lewej krawędzi jezdni. Jeśli po lewej stronie brak jest miejsca, można zrezygnować z instalowania sygnalizatora podstawowego.

Nad jezdnią należy stosować sygnalizatory powtarzające. Dla wlotów o więcej niż dwóch pasach ruchu konstrukcją wsporczą powinna być bramownica z zamontowanym sygnalizatorem powtarzającym nad każdym z pasów oraz oznakowaniem typu F-11.

Jeśli na wlocie o dwóch pasach ruchu każdy pas ma osobną grupę sygnalizacyjną, należy stosować sygnalizator powtarzający nad każdym z pasów. W innych przypadkach sygnalizator powtarzający umieszcza się w osi jezdni.

Sygnalizatory powtarzające nad jezdnią powinny być umieszczone w odległości od linii zatrzymania zgodnie z wymogami formalnymi. Należy stosować odległości zalecane, a nie minimalne, chyba że nie ma innej możliwości ze względu na układ geometryczny skrzyżowania bądź sprzeczność z innymi zasadami projektowymi. Minimalne odległości należy zachowywać mimo zastosowania sygnalizatorów podstawowych. Odległość sygnalizatorów podstawowych umieszczonych przy linii zatrzymania wyznaczającej krawędź śluzy rowerowej można zmniejszyć do 0,5 m.

Sygnalizatory S-2 należy umieszczać również na wysięgu nad pasem ruchu, z którego dozwolona jest relacja w prawo, oprócz sygnalizatora na maszcie po prawej stronie.

4.2 Sygnalizatory dla pieszych i rowerzystów

Na przyległych przejściach dla pieszych i przejazdach dla rowerzystów stosować wspólne grupy pieszo-rowerowe, sterowane jedną grupą sygnalizacyjną. Przy rozmieszczeniu sygnalizatorów należy stosować poniższe zasady:

- Dla przejść i przejazdów rozdzielonych od siebie należy stosować osobne sygnalizatory S-5 i S-6, przy czym zaleca się umieszczanie ich na wspólnej konstrukcji wsporczej aby niepotrzebnie nie zwiększać ich liczby, jednakże zawsze trzeba montować sygnalizator S-5 po prawej stronie przejścia,
- Dla przejść łączonych z przejazdem o szerokości wspólnie nie przekraczającej 6,5 metra należy stosować wspólne sygnalizatory pieszo-rowerowe (S-5/S-6) na krawędziach wspólnego przejścia i przejazdu,
- Dla przejść łączonych z przejazdem o szerokości większej niż 6,5 metra należy instalować sygnalizatory jak dla przejść i przejazdów rozdzielonych.

4.3 Sygnalizatory ostrzegawcze

Na przejściach dla pieszych, dla których przydzielany jest sygnał zielony kolizyjny z pojazdami i występuje częste ryzyko potrącenia pieszego przez nadjeżdżające pojazdy, należy stosować sygnał ostrzegawczy w postaci żółtej sylwetki pieszego. Należy go stosować zawsze na relacjach skrajnych w lewo sterowanych sygnałem ogólnym oraz gdy pieszy może zostać przez kierującego pojazdem niezauważony (szczególnie w miejscach o ograniczonej widoczności, itp.). Zasada ta szczególnie dotyczy prostopadłych kolizji w przypadku stosowania strzałki warunkowej, gdy kierujący nie wykazują tendencji do zatrzymywania się przed przejściem (sygnalizator ostrzegawczy montowany jest w takim przypadku po prawej stronie sygnalizatora strzałki warunkowej).

Sygnalizator ostrzegawczy należy również stosować zawsze w sytuacjach, gdy z uwagi na drogę dojazdu występuje istotna różnica czasu w załączaniu sygnału zielonego na sygnalizatorze ogólnym i pieszym (sygnalizator S-5 równolegle do głównej relacji z uwagi na drogę dojazdu pojazdu do przejścia łączy się później powyżej 2 sekund).

4.4 Sygnalizatory dla komunikacji publicznej

Dla sygnalizatorów tramwajowych wymagane jest zainstalowanie dodatkowej komory z czerwonym napisem „czekaj” na czarnym tle umieszczonej nad sygnalizatorem ST lub STK. Napis „czekaj” ma zapalać się w momencie przyjęcia zgłoszenia od tramwaju, zacząć pulsować z częstotliwością 2 Hz i następnie gasnąć po przyznaniu sygnału zezwalającego.

Rozpoczęcie pulsowania ma odbywać się przed przydzieleniem sygnału zezwalającego w postaci kreski pionowej w poniżej podanym czasie:

- na 5 sekund wcześniej – w przypadku postoju przy przystanku,
- na 3 sekundy wcześniej – w przypadku wjazdu lotnego tramwaju.

Dla pasów autobusowo-tramwajowych należy stosować wyłącznie sygnalizatory tramwajowe z tabliczką, że wskazania na ww. sygnalizatorach dotyczą także autobusów.

4.5 Nazewnictwo grup sygnalizacyjnych

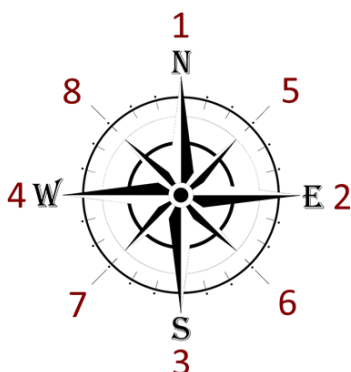
Dla grup sygnalizacyjnych stosuje się nazewnictwo o następującym schemacie:

<typ grupy><numer wlotu zgodny z różą wiatrów><kierunkowość lub położenie grupy>

Typ grupy przyjmuje następujące oznaczenia:

- K – dla pojazdów S-1, S-2, S-3, przejazdowa 2-komorowa
- T – tramwajowa ST, STK, także z dopuszczeniem autobusów,
- B – autobusowa SB, SBK,
- P – piesza S-5,
- R – rowerowa S-6,
- PR – łączona S-5/S-6,
- PT, RT, PRT – jw. dla przejść i przejazdów przez torowisko, jeśli jest jedyne na danym wlocie,
- KR – dla rowerów S-1a, S-3a
- S – sygnał zezwalający na skręt w kierunku wskazanym strzałką,
- O – ostrzegawcza,
- W – sygnał czekaj jeśli sterowany osobną grupą.

Numer wlotu przedstawiony jest na poniższym rysunku:

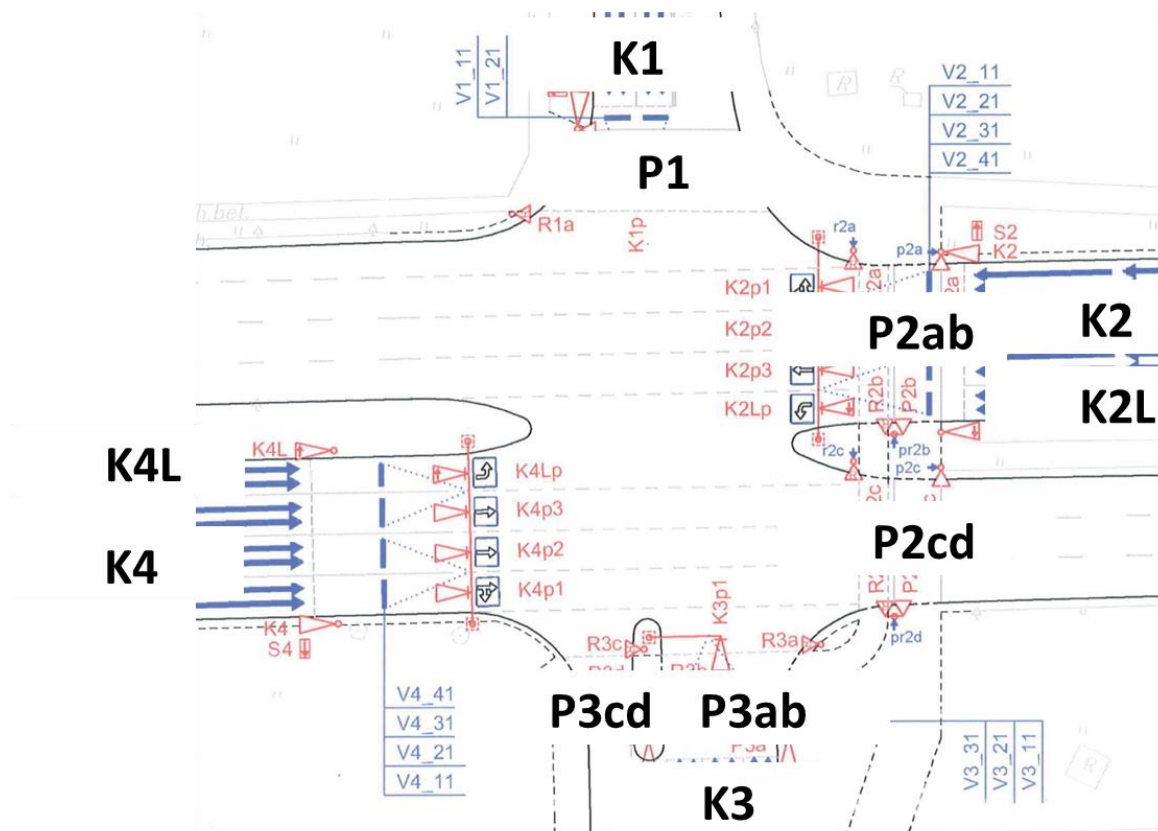


Kierunkowość grupy przyjmuje następujące oznaczenia:

- L – grupa kierunkowa w lewo
- P – grupa kierunkowa w prawo
- W – grupa kierunkowa na wprost
- Z – grupa kierunkowa zawracanie
- LZ – grupa kierunkowa w lewo i zawracanie

Dodatkowo, w przypadku występowania na wlocie większej niż jedna liczby grup pieszych oraz rowerowych na wydzielonych przejazdach stosuje się literowe oznaczenie w postaci informacji, które sygnalizatory są przypisane do danej grupy. Mogą być podane oba sygnalizatory lub jeden (np. P2ab lub P2a). Zasada ta nie dotyczy przejść i przejazdów przez torowisko, jeśli stosowany do nich jest typ grupy PT, RT lub PRT.

Przykładowe oznaczenie grup w stosunku do położenia grupy i przypisanych sygnalizatorów przedstawione jest na poniższym rysunku.



5 Wymagania względem rozmieszczenia systemów detekcji

5.1 Detekcja dla pojazdów mechanicznych

Rozmieszczenie detekcji powinno umożliwiać pomiary natężeń oraz możliwie do uzyskania struktury kierunkowej ruchu.

Dla pojazdów indywidualnych należy stosować pętle indukcyjne o wymiarach 2x2 [m] zlokalizowane $30 \div 50$ [m] przed linią zatrzymania zależnie od prędkości najazdu. Na pasach o małej prędkości dojazdu i niedużym natężeniu ruchu można stosować pętle w odległości $10 \div 20$ [m]. Na pasach o prędkości dopuszczalnej od 70 km/h oraz skrzyżowaniach ze sterowaniem typu *all-red* należy dodatkowo stosować linię detektorów na $70 \div 80$ [m].

Jeśli wlot skrzyżowania jest wlotem dołotowym do całego obszaru sterowania i występują na nim duże wahania natężenia ruchu, należy zastosować detekcję przeznaczoną do sterowania strategicznego (pętle zlokalizowane na $80 \div 100$ metrów). Zastosowanie innej formy detekcji niż pętle indukcyjne dla grup kołowych jest możliwe jedynie w przypadkach, gdy wykonanie pętli indukcyjnych jest niewykonalne i musi wcześniej zostać uzgodnione z organem zarządzającym ruchem oraz uzyskać akceptację zarządcy drogi.

W przypadku otrzymywania przez grupę sygnalizacyjną sygnału zielonego dopiero po zgłoszeniu, należy stosować skośne pętle indukcyjne 2 m od linii zatrzymania (grupy kołowe), przyciski dla pieszych lub detekcję dla rowerzystów. Jeżeli żądanie występuje od pojazdu zatrzymanego na pętli przez zdefiniowany okres czasu (tzw. pętla kolejkowa) należy stosować detektor skośny uzupełniony o detektor prostokątny o długości co najmniej 4 metrów, począwszy od samej linii zatrzymania (tzw. „sierżant”).

5.2 Detekcja dla pojazdów komunikacji publicznej

Dla tramwajów i autobusów należy stosować punkty meldunkowe w standardzie VDV R09.16. Należy przewidzieć montaż radia dla każdej lokalizacji przez którą kursują pojazdy Komunikacji Miejskiej w Krakowie.

Zawsze trzeba zastosować minimum jeden dodatkowy system detekcji w sytuacjach awaryjnych. Należy zastosować następujące systemy detekcji w poszczególnych przypadkach:

- Dla sytuacji z jedną relacją tramwajową w przypadku przystanku znajdującego się tuż przed linią zatrzymania (dla torowiska wydzielonego) należy wykorzystać dwie pętle indukcyjne na przystanku (w odległości 7 i 10m – mogą być wpięte do jednego wejścia w sterowniku) oraz przycisk detekcji awaryjnej dla motorniczych.
- Dla sytuacji z jedną relacją tramwajową w przypadku przystanku znajdującego się tuż przed linią zatrzymania (dla torowiska wbudowanego w jezdnię) można zastosować dwie pętle

indukcyjne lub alternatywnie izolowany odcinek torowy (zwarcie toków szynowych) o długości ok. 20 m oraz przycisk detekcji awaryjnej dla motorniczych.

- Dla skrzyżowań o większej liczbie relacji tramwajowych na wlocie należy zastosować sygnał ze zwrotnic (z blokady zwrotnicy) oraz przyciski detekcji awaryjnej znajdujące się na maszcie sygnalizatora tramwajowego.
- W przypadku jednej relacji bez przystanku na wlocie należy zastosować dwie pętle indukcyjne (przy linii zatrzymania i oddalona w odległości 150 ÷ 250 metrów od skrzyżowania). Ww. pętle odległe mogą być podłączone do sąsiedniego sterownika pod warunkiem zapewnienia przesyłu danych pomiędzy sterownikami, nawet w przypadku utraty komunikacji z centralą czy resztą obszaru.
- Wszystkie pozostałe przypadki, w tym obejmujące pasy autobusowo-tramwajowe będą rozpatrywane indywidualnie.

5.3 Detekcja dla pieszych i rowerów

Przyciski należy montować po obu stronach przejścia (linii zatrzymania). W przypadku linii zatrzymania zlokalizowanych w pasach rozdziału lub azylach można odejść od tej zasady, jeśli taka lokalizacja jest technicznie niemożliwa, będzie utrudniać pieszym przejście lub będzie prowadziła do pomyłek. Wszystkie przyciski dla jednego przejścia należy połączyć na jednym wejściu w sterowniku. Przyciski będą rozdzielane w przypadku wydzielonych przejść dla pieszych nie położonych w rejonach przystanków komunikacji publicznej, w celu umożliwienia przydzielania różnej długości sygnału zielonego w zależności od tego, czy pieszy nadchodzi od strony zewnętrznej czy wewnętrznej (niezależnie od tego czy zakładany program będzie taką funkcjonalność realizował czy nie). Należy też zawsze rozdzielać przyciski w przypadku potencjalnej potrzeby koordynowania działania kilku przejść (np. drogi dwujezdniowe z szerszym niż minimalny azylem, czy z torowiskiem w pasie dzielącym).

Przyciski mają potwierdzać przyjęcie żądania w postaci sygnału migającego o częstotliwości 1 Hz.

Na przejazdach dla rowerzystów położonych w obrębie sygnalizacji świetlnej należy stosować detekcję zgodną z obowiązującymi *Standardami technicznymi i wykonawczymi dla infrastruktury rowerowej Miasta Krakowa* (dla przejazdów wyposażonych w detekcję automatyczną należy stosować przyciski z potwierdzeniem w celu zapewnienia detekcji awaryjnej i sygnalizowania potwierdzenia przyjęcia zgłoszenia w sposób analogiczny jak dla pieszych – należy zainstalować informację na maszcie z przyciskiem np. w formie nalepki o funkcjonowaniu detekcji automatycznej dla rowerzystów).

5.4 Niezawodność

Detektory zainstalowane na pasach przeznaczonych dla ruchu ogólnego mają wykrywać poprawnie wszystkie pojazdy, w tym rowery.

Stosowana detekcja ma być pewna i nie może generować fałszywych wzbudzeń, w tym nie może być wzbudzana przez pojazdy poruszające się po sąsiednich pasach ruchu.

5.5 Nazewnictwo detektorów

Nazewnictwo detektorów posiada następujący schemat:

<typ detektora><typ grupy><numer wlotu><kierunkowość><kropka lub podkreślnik><xy>

Typ detektora przyjmuje następujące oznaczenia (jeśli do wejścia są podłączone różne typy należy łączyć oznaczenia):

- D – pętla indukcyjna,
- V – wideodetekcja,
- R – radarowy,
- Z – zwrotnica,
- P – przycisk,
- O – odcinek izolowany.

Typ grupy przyjmuje następujące oznaczenia:

- Brak oznaczenia – grupa kołowa K, przycisk dla grupy pieszej P lub rowerowej R,
- T – tramwajowa,
- B – autobusowa,
- R – rowerowa jeśli detektor inny niż przycisk,
- P – piesza jeśli detektor inny niż przycisk.

Numer wlotu zgodny z oznaczeniem kierunkowości grupy przypisanej (por. roz. 4.5).

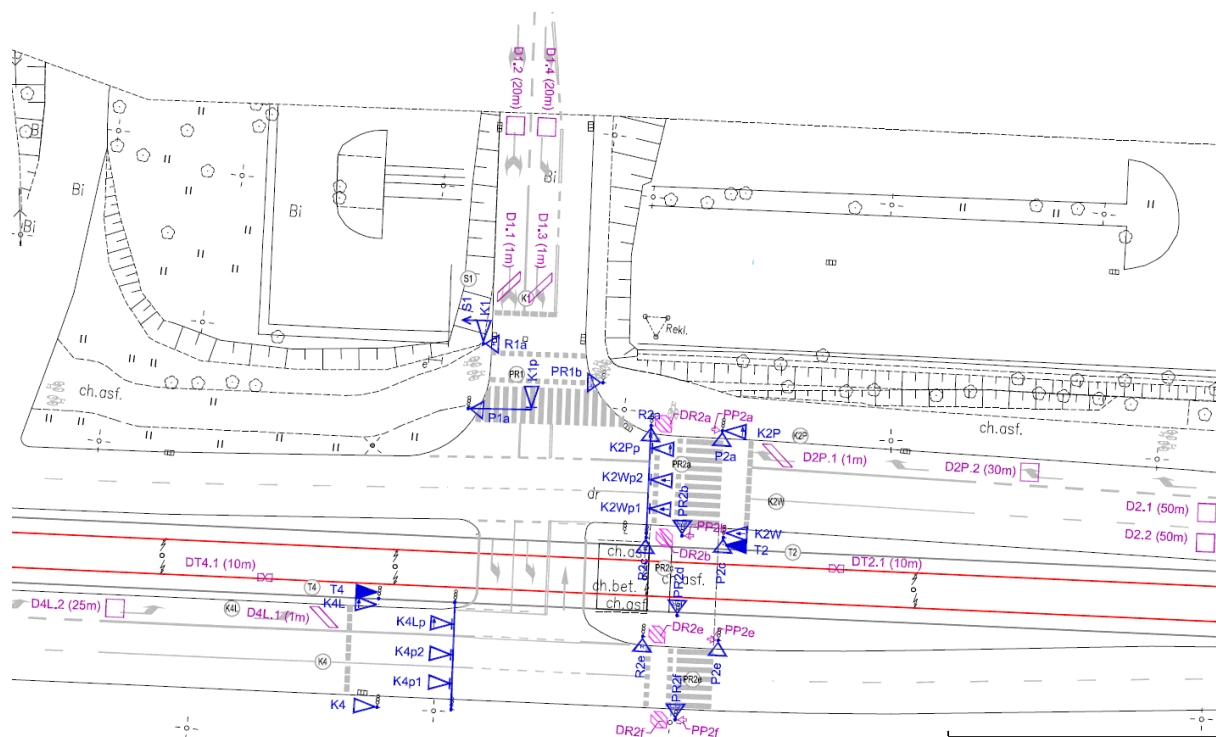
Kropkę lub podkreślnik stosuje się tylko dla grup kołowych.

Oznaczenie xy przyjmuje następujące znaczenie:

- Dla grup kołowych: x – numer pasa; y – numer kolejny detektora na pasie licząc od strony linii zatrzymania, brak w przypadku jednego detektora

- Dla grup pieszych i rowerowych: x – oznaczenie sygnalizatora przy którym znajduje się detektor, y – nie występuje

Przykładowe oznaczenie detektorów w stosunku do przypisanych grup sygnalizacyjnych przedstawione jest na poniższym rysunku.



6 Wymagania w stosunku do planowania koordynacji

Przed projektowaniem programów sygnalizacji świetlnej Wykonawca przeanalizuje każdą z lokalizacji pod kątem łączenia ciągów w koordynacji lub pozostawienia skrzyżowania w pracy izolowanej. Wyniki analizy – wraz z uzasadnieniem przyjętych rozwiązań – mają zostać przedstawione organowi zarządzającemu ruchem do akceptacji. Dopuszcza się wprowadzanie koordynacji w wybranych porach dniach, gdy takie rozwiązanie jest uzasadnione, i wprowadzenia programów izolowanych w pozostałych. Ostateczna decyzja należy do organu zarządzającego ruchem.

7 Warunki szczególne dla sygnalizacji wahadłowych

- Sygnalizacje wahadłowe muszą być wyposażone w urządzenia detekcji (np. radarowe lub wideo).
- Sygnalizacje wahadłowe mogą realizować sygnały jedynie za pomocą sygnalizatorów trójkomorowych (S-1 lub S-2).

- Sygnalizacje muszą wzbudzać sygnał zielony dla każdej z głównych relacji cyklicznie z zapewnieniem bezpiecznego sygnału zielonego (wartość minimalna sygnału zielonego do uzgodnienia, zazwyczaj 10 sekund), pozostała wartość sygnału zielonego wydłużana z urządzeń detekcji.
- Dla każdej sygnalizacji należy przewidzieć przynajmniej 3 programy (poranny, popołudniowy oraz nocny dobrany do warunków ruchu panujących na drodze – w tym celu należy dokonać pomiaru natężenia ruchu i dobrać odpowiednie wartości sygnałów zielonych).
- Zastosowane urządzenie musi realizować programy zależne od godziny i dnia tygodnia. Wykonawca jest zobligowany zapewnienia prawidłowego działania urządzenia w tym zapewnienia aktualności daty i czasu w urządzeniu sterującym.
- W przypadku gdy linia zatrzymania sąsiaduje bezpośrednio z miejscem zmiany pasa ruchu dla ruchu wahadłowego, należy przyjąć drogę dojazdu do punktu kolizji jako 0 sekund.
- Przyjęta prędkość ewakuacji pojazdu z ruchu wahadłowego musi być dobrana z uwzględnieniem uwarunkowań miejscowych (m.in. pochylenie, szerokość pasa ruchu, udział pojazdów ciężkich itp.) jednakże nie może być większa niż 8,3 m/s.
- Długość cyklu nie powinna przekraczać 120 sekund; dopuszcza się wydłużenie cyklu w szczególnych przypadkach, jednakże jedynie po wcześniejszym uzgodnieniu z organem zarządzającym ruchem.
- Dopuszcza się osygnalizowanie wlotów podporządkowanych na odcinku wahadłowym (przy założeniu wyjazdu jedynie w lewo i w prawo) z wykorzystaniem strzałek warunkowych (ciągły sygnał czerwony, z warunkowym zezwoleniem na zielonych strzałkach) pod warunkiem, że każda ze strzałek sterowana jest osobną grupą sygnalizacyjną, a strzałki sterują ruchem bezkolizyjnie z ruchem pojazdów na końcach odcinka wahadłowego.

8 Współpraca z organem zarządzającym ruchem

Nazewnictwo oraz kolejność grup sygnalizacyjnych, detekcji i rozmieszczenie tych elementów należy uzgodnić na wstępnym etapie projektu z organem zarządzającym ruchem. Nie należy stosować „na siłę” obecnej kolejności i nazewnictwa grup. Należy także przedstawić przyjęte prędkości dojazdu, ewakuacji, zasady wyznaczania maksymalnego czasu międzyzielonego (jeśli czas przyjęty będzie inny niż obliczony) dla poszczególnych grup oraz koncepcję algorytmu i sposobu sterowania na każdą lokalizację przed przystąpieniem do szczegółowego projektowania rozwiązań.

Numery sterowników, punktów meldunkowych i obszarów sterowania mają zostać uzgodnione z organem zarządzającym ruchem.

Dla każdego projektu organ zarządzający ruchem określi indywidualnie zakres dostosowania do niniejszych wytycznych, np. ze względu na brak przebudowy sygnalizacji.

Organ zarządzający ruchem zastrzega sobie prawo do modyfikacji na etapie uzgadniania projektu zaleceń określonych w powyższych wytycznych z zakresu projektowania programów sygnalizacji świetlnej.

9 Wymagania dla wykonawców wdrożeń

9.1 Wymagania ogólne

Po zakończeniu prac Wykonawca uruchomi i skalibruje dla sygnalizacji świetlnej system optymalizacji sieciowej (jeśli wymagany) przy udziale pracowników organu zarządzającego ruchem. O końcu kalibracji decyduje opinia organu zarządzającego ruchem, czy program sygnalizacji świetlnej działa optymalnie.

Dla każdego projektu sygnalizacji świetlnej, dla którego w zatwierdzeniu wpisany jest wymóg przedstawienia symulacji przed wprowadzeniem programu na skrzyżowanie, Wykonawca skonsultuje się z organem zarządzającym ruchem, czy symulacja ma obejmować pojedyncze skrzyżowanie czy cały ciąg koordynowany lub obszar sterowania.

9.2 Punkty meldunkowe dla pojazdów komunikacji zbiorowej

Punkty meldunkowe mają zostać wprowadzone do bazy danych systemu TTSS w momencie oddania sterowników do ruchu. Z tego powodu Wykonawca już po uzgodnieniu projektów ruchowych powinien przekazać niezwłocznie wszystkie materiały niezbędne do prawidłowego zdefiniowania punktów meldunkowych w bazie systemu TTSS. Wykonawca zobligowany jest do nadzorowania prac i udzielania wszelkiej pomocy administratorowi bazy danych systemu TTSS w celu wprowadzenia punktów meldunkowych.

9.3 Zastosowany system optymalizacji sieciowej

Do wykorzystania jest system optymalizacji sieciowej BALANCE firmy Gevas Software GmbH lub MOTION firmy Siemens AG będące w posiadaniu zarządcy drogi.

Jeśli Wykonawca nie chce wykorzystywać systemu optymalizacji sieciowej zaimplementowanej na danym obszarze, do którego podłącza sterownik, może wykorzystać inny dostępny pod warunkiem zmiany tego systemu także na pozostałych skrzyżowaniach w obszarze, tak aby obszar zawsze był sterowany przez jeden system optymalizacji sieciowej. Cały koszt takiej wymiany ponosi Wykonawca. Należy zwrócić uwagę, że zmiana systemu optymalizacji sieciowej musi pozwolić na uzyskanie efektów wymaganych dla każdego z projektów, w ramach których system optymalizacji sieciowej był uruchamiany, na co Wykonawca udzieli gwarancji.

Wykonawca poniesie wszelkie koszty zakupu licencji, dostawy oprogramowania i wymaganych narzędzi potrzebnych do uruchomienia systemu optymalizacji sieciowej na dostarczonych przez siebie sterownikach sygnalizacji świetlnej oraz ich współpracy z istniejącymi

obszarami sterowanymi za pomocą ww. systemu i pozostałymi elementami Systemu będącego w posiadaniu zarządcy drogi, w tym przede wszystkim z aplikacjami dyspozytorskimi.

9.4 Warunki optymalizacji

9.4.1 Transport publiczny

Program sygnalizacji działa optymalnie, jeżeli jest zapewniony maksymalny możliwy priorytet dla komunikacji miejskiej przy minimalizacji strat czasu wszystkich użytkowników i jednoczesnym zapewnieniu przepustowości wszystkich relacji.

Priorytet dla tramwajów ma być zapewniony w taki sposób, aby pojazd nie zatrzymywał się dłużej niż 5 sekund na sygnalizacji w przypadku przejazdu wzdłuż kierunku głównego, a 90% przejazdów odbywało się bez zatrzymania i spowolnienia przejazdu. Na przejazdach tramwajowych ma być to 100%.

Na skrzyżowaniach z wyspą centralną oraz tam, gdzie kierunek główny lub koordynowany jest przecinany przez tramwaje, dopuszcza się postój do 30 sekund, jednakże za każdym razem sygnał zielony ma być przydzielany najwcześniej jak jest to możliwe.

Dopuszcza się odstępstwo od tych reguł w przypadku awarii radia w tramwaju, ale tylko w przypadku, gdy rozmieszczenie detekcji awaryjnej na skrzyżowaniu uniemożliwia uzyskanie takich parametrów, przy założeniu wykorzystania wszystkich dostępnych środków za pomocą algorytmu sterowania.

9.4.2 Ruch indywidualny

Sygnalizacje świetlne działające w systemie obszarowego sterowania ruchem mają się dostosowywać dynamicznie do warunków ruchu, a najszybszy możliwy czas reakcji na zmianę warunków ruchu powinien wynosić maksymalnie 5 minut. Programy mogą się przełączać w dłuższych interwałach, jeżeli analiza sytuacji ruchowej wykaże, że nie ma potrzeby zmiany programu, ponieważ nie osiągnie się poprawy warunków ruchu.

Sygnalizacja świetlna ma nie dopuszczać do sytuacji blokowania ruchu poprzez przekroczenie zapętnienia powierzchni akumulacji, w tym w szczególności do blokowania torowiska tramwajowego, w miejscach gdzie nie jest wydzielone od ruchu ogólnego.

Sygnalizacja świetlna ma zapewniać wymaganą przepustowość wszystkich relacji. Jeżeli jest to niemożliwe ze względu na zbyt duże natężenia ruchu, należy wyrównać straty czasu na relacjach podporządkowanych oraz zapewnić skoordynowany przejazd pojazdom w ciągu koordynowanym. Programy generowane mają być w taki sposób, żeby nie dochodziło do sytuacji, w których użytkownicy oczekują na przejazd, a czasy bezpieczeństwa pozwalają na przydzielenie sygnału zielonego. Wyjątkiem jest zachowanie wiązki koordynacyjnej, ale koordynacja ma być tak

dostosowywana, aby unikać sytuacji, w których sygnał zielony jest nadawany na kierunku głównym, a żaden pojazd nie przejeżdża przez skrzyżowanie, podczas gdy uczestnicy ruchu na relacjach podporządkowanych oczekują na sygnał zielony.

9.4.3 Koordynacja

Programy koordynowane, generowane przez algorytm optymalizacji sieciowej mają generować cykl maksymalny 120 sekund, natomiast minimalny uzależniony jest od krytycznego skrzyżowania w obszarze. Dopuszcza się również przecięcie wiązki koordynacyjnej w miejscu, gdzie tramwaj przecina kierunek koordynowany, ale należy wykonać to w jak najmniejszym stopniu negatywnie wpływającym na przepustowość straty czasu kierunku koordynowanego.

System ma reagować także na sytuacje awaryjne oraz automatycznie je wykrywać i dostosowywać programy sygnalizacji świetlnej do ruchu (np. nie przydzielać sygnału zezwalającego dla relacji które są wyłączone, zamkniętych ulic lub pasów ruchu, automatycznie wykrywać zmiany struktury ruchu w obszarze i przydzielać sygnał zielony dla relacji o zwiększonym zapotrzebowaniu na przejazd itp.).

9.4.4 Wymagania końcowe

Jeżeli po skonfigurowaniu algorytmu sterowania na wszystkich sygnalizacjach uzyska się powyższy efekt, organ zarządzający ruchem uzna, że okres kalibracji systemu sterowania został zakończony. Weryfikacja tego faktu odbywa się poprzez obserwację skrzyżowania przy udziale inspektorów organu zarządzającego ruchem i osób odpowiedzialnych z ramienia Wykonawcy zaznajomionych z tematyką inżynierii ruchu. Weryfikacja systemu obejmuje szczyt poranny, popołudniowy oraz godziny pozaszczytowe w co najmniej 2 wybrane dni tygodnia roboczego na każdym ze skrzyżowań. Organ zarządzający ruchem zastrzega sobie prawo do rezygnacji z pewnych wymagań na wybranych skrzyżowaniach.

9.5 Wymagania odnośnie dopuszczenia do ruchu sygnalizacji świetlnej

Przed oddaniem sygnalizacji do odbioru wymagane jest:

- sprawdzenie w terenie lokalizacji sygnalizatorów, lokalizacji i działania detektorów, działania oprogramowania;
- przekazanie do organu zarządzającego ruchem programu sterownika (wraz z otwartymi kodami źródłowymi, skompilowanymi i konfiguracją sterownika);
- uzgodnienie z inspektorem organu zarządzającego ruchem odpowiedzialnym za działanie programów sygnalizacji świetlnej terminu dopuszczenia do ruchu sygnalizacji świetlnej z wyprzedzeniem co najmniej dwóch dni roboczych.

- przedstawienie symulacji działania wszystkich programów stałoczasowych i akomodowanych sygnalizacji świetlnej w programie symulującym typu VISSIM lub o identycznej funkcjonalności wraz z uwzględnieniem wszystkich grup uczestników ruchu (tj. pojazdów zarówno komunikacji indywidualnej jak i zbiorowej, pieszych, rowerzystów) odpowiadającej jak najwierniej rzeczywistemu ruchowi wraz z symulacją działania programu sygnalizacji identycznego jak w rzeczywistości. W przypadku użycia programu VISSIM (wersja 5.4) wystarczy dostarczenie do organu zarządzającego ruchem niezbędnych do uruchomienia symulacji plików. Wykonawca dokona modyfikacji programów stałoczasowych i akomodacyjnych w tym wydłużeń grup sygnalizacyjnych, offsetów programów koordynowanych, przejść międzyfazowych oraz algorytmu programu akomodacyjnego na życzenie organu zarządzającego ruchem. Dopiero po akceptacji organu zarządzającego ruchem możliwe jest wgranie programu do sterownika i uruchomienie go na skrzyżowaniu;
- prawidłowe wprowadzenie punktów meldunkowych do bazy danych systemu TTSS i załadowanie jej do pojazdów komunikacji miejskiej.

Równocześnie z dopuszczeniem sygnalizacji do ruchu wymagane jest:

- ewentualne dostrojenie działania detekcji oraz sygnalizacji do warunków ruchu wraz z przekazaniem wprowadzonych zmian;
- wprowadzenie nowej organizacji ruchu z zakresu oznakowania pionowego i poziomego;
- ustawienie pomiarów natężenia ruchu na krótkich pętlach, tak aby uzyskać wartości i strukturę kierunkową dla godzin szczytu oraz wahań ruchu w ciągu doby. Wymagane jest archiwizowanie pomiarów ze wszystkich punktów pomiarowych z minimum ostatniego tygodnia przy założeniu interwałów 15 minutowych;
- podłączenie i prawidłowe skonfigurowanie sterownika sygnalizacji świetlnej do Systemu Sterowania Ruchem UTCS (dotyczy sterowników podłączanych do Systemu);
- zapewnienie działania sygnalizacji w koordynacji (dla sygnalizacji koordynowanych).

9.6 Symulacja projektowanego lub wdrażanego programu sygnalizacji

Organ zarządzający ruchem na każdym etapie projektu zastrzega sobie prawo do zażądania przedstawienia symulacji programu sygnalizacji w programie VISSIM lub innym zapewniającym nie mniejszą funkcjonalność, w tym przed wprowadzeniem nowego programu na skrzyżowanie (z uwzględnieniem koordynacji z sąsiednimi skrzyżowaniami). Nie przedstawienie powyższej symulacji może być podstawą do wstrzymania zatwierdzenia nowego programu sygnalizacji świetlnej lub niezgodnienia projektu ruchowego sygnalizacji świetlnej. Organ zarządzający ruchem zastrzega sobie prawo do wprowadzania zmian w działaniu programu na tym etapie, jak i do czasu zakończenia wszystkich prac.

9.7 Wymagania związane z projektami programów sygnalizacji

Organ zarządzający ruchem może wymagać wdrożenia do dwóch kompleksowych projektów sygnalizacji świetlnej, które zostaną przez niego dostarczone dla każdej sygnalizacji świetlnej objętej projektami podstawowymi. Organ zarządzający ruchem może dostarczyć projekty w wersji edytowalnej.

Inne zmiany we wdrożonych programach mogą dotyczyć pomniejszych zmian wydłużeń, ustawień detekcji każdego rodzaju, korekt w algorytmie sterowania lub optymalizacji itp. Polecenia zmian zostaną podane na piśmie lub pocztą elektroniczną. Liczba tych mniejszych zmian jest uzależniona od sytuacji ruchowej, ale nie należy spodziewać się ich więcej niż 20 na każde skrzyżowanie.

Po każdorazowej zmianie programu wykonawca przekaże do organu zarządzającego ruchem kompletny program sterownika wraz z kodem źródłowym i konfiguracją sterownika i urządzeń detekcji. Wykonawca podsumuje wszystkie wprowadzone zmiany i przygotuje projekt powykonawczy dokumentacji ruchowej.

Organ zarządzający ruchem zastrzega sobie prawo na etapie wdrażania programów i dostrajania do warunków ruchu do wprowadzania własnoręcznych zmian (np. ustawień harmonogramu przełączania programów sygnalizacji świetlnej, wydłużeń faz, parametrów detekcji czy koordynacji takich jak cykl i offset). Przekazanie sygnalizacji do zarządcy drogi oznacza jednoczesną zgodę na dokonywanie wszelkich zmian w programie przez inspektorów organu zarządzającego ruchem za działanie sygnalizacji świetlnej na terenie miasta Krakowa.

9.8 Wymagania dodatkowe

Wykonawca przeprowadzi szkolenia z zakresu obsługi, serwisu i administrowania dostarczonego sprzętu i oprogramowania.

Wykonawca zaktualizuje bazę danych GIS użytego systemu centralnego do stanu faktycznego układu drogowego (dotyczy budowy nowych układów komunikacyjnych lub zmian przebiegu istniejących).