



# Krajowy System Zarządzania Ruchem

## Załącznik nr 4

Wytyczne do opracowania  
alternatywnych programów sygnalizacji świetlnych

Wersja 1.0

Warszawa, kwiecień 2023 r.

## Metryka Dokumentu

<b>Wersja</b>	1.0
<b>Data powstania dokumentu</b>	30.04.2023
<b>Liczba stron</b>	11
<b>Autor</b>	Zespół powołany do przygotowania Wytycznych do opracowania Projektów Zmiennej Organizacji Ruchu

## Historia Zmian

Wersja	Data	Wprowadzający zmiany	Opis zmiany
1.0	30.04.2023	Praca zbiorowa: Zespół powołany do przygotowania Wytycznych do opracowania Projektów Zmiennej Organizacji Ruchu	Utworzenie dokumentu

## Spis treści

1.	<a href="#">Wprowadzenie</a>	4
2.	<a href="#">Moduł klasy 110.A</a>	5
3.	<a href="#">Moduł klasy 111.A</a>	8
4.	<a href="#">Moduł klasy 111.B</a>	8
5.	<a href="#">Zasady dokonywania zmian w organizacji ruchu oraz sposób ich rejestracji</a>	9
6.	<a href="#">Wymagania optymalizacyjne</a>	10
7.	<a href="#">Model i prognozowanie ruchu</a>	10
8.	<a href="#">Zawartość projektu</a>	11

## 1. Wprowadzenie

Celem niniejszego dokumentu jest wprowadzenie wytycznych dotyczących projektów zmiennej organizacji ruchu drogowego w Krajowym Systemie Zarządzania Ruchem. Dokument opiera się na założeniach wprowadzonych innym dokumentem pt. „Wzorcowe komunikaty na znaki o zmiennej treści”<sup>1</sup> oraz doświadczeniach płynących z projektowania zmiennych organizacji na funkcjonujących już systemach zarządzania ruchem na drogach w jurysdykcji GDDKiA. Wytyczne te powinny przyczynić się do ujednolicenia projektów zmiennej organizacji ruchu w ramach KSZR.

Dokument ten jest adresowany do projektantów zmiennej organizacji ruchu, osób odpowiedzialnych za opiniowanie i uzgadnianie projektów zmiennej organizacji ruchu oraz do operatorów, którzy będą obsługiwać KSZR.

Projekty sygnalizacji świetlnej w ramach zmiennej organizacji ruchu realizowanej na potrzeby KSZR są przewidywane do:

- dozowania ruchu na łącznicach wprowadzających ruch na jezdnię główną (realizacja modułów klasy 110.A)
- do obsługi ruchu objazdowego na trasach objazdowych, w tym również dla skrzyżowań zlokalizowanych w obrębie łącznic węzłów drogi głównej, gdzie przewidziana jest budowa sygnalizacji świetlnej i jeżeli zajdzie taka potrzeba wynikająca z opracowania właściwego scenariusza zarządzania ruchem (realizacja modułów klasy 111.A i 111.B).

W przypadku, gdy wdrażane funkcjonalności SZR wpływały będą na sterowanie ruchem przez sygnalizację/sygnalizacje świetlne (moduły klasy 110.A, 111.A i 111.B), projekt zmiennej organizacji ruchu winien zawierać alternatywne programy sygnalizacji świetlnej/świetlnych. W przypadku wprowadzania do rozwiązania tras alternatywnych, projekt zmiennej organizacji ruchu winien zawierać plan orientacyjny przedstawiający przebieg tras alternatywnych oraz przedstawiony na planie sytuacyjnym sposób ich oznakowania.

Niniejszy dokument jest załącznikiem nr 4 do opracowania: „Wytyczne do opracowania Projektów Zmiennej Organizacji Ruchu”.

Załącznik nr 4 jest opracowaniem w zakresie organizacji ruchu związanej między innymi z realizacją Procedury przekierowania ruchu na objazd. Opracowanie przedstawia zmiany w organizacji ruchu w zakresie programów sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniach, które należy uwzględnić w projekcie zmiennej organizacji ruchu.

---

<sup>1</sup> Wzorcowe komunikaty na znaki o zmiennej treści - wersja druga z dn. 27.03.2017 r.

## 2. Moduł klasy 110.A

Moduł 110 w klasie A ma za zadanie ograniczenie dopływu pojazdów z łącznicy na ciąg głównym dróg klasy A i S, aby zbyt duże natężenie lub „paczki pojazdów” (grupy o małych odstępach między kolejnymi samochodami) nie spowodowały zatrzymywania ruchu na kierunku głównym ani nie powodowały zagrożenia BRD na tym samym węźle. Dozowanie ruchu na wjazdach na jezdnię główną jest to sposób sterowania ruchem umożliwiający za pomocą odpowiednich programów sygnalizacji zapobiegać zatorom oraz minimalizować ich skutki na jezdni głównej.

Moduł realizuje scenariusze zgodnie z dedykowanymi algorytmami decyzyjnymi.

Zadaniem algorytmów jest przetwarzanie danych o ruchu oraz sterowaniem ruchem na łącznicy na podstawie tych danych. Algorytm sterowania powinien przede wszystkim:

- realizować dozowanie ruchu na podstawie oceny warunków ruchu przed nosem oraz poza obszarem przeplatania związanego z włączaniem się do ruchu pojazdów z łącznicy wjazdowej,
- zapobiegać występowaniu kolejek na łącznicy osiągających wyznaczony próg długości poprzez badanie ich długości oraz łagodzenie ograniczenia przepustowości związanego z dozowaniem ruchu w przypadku osiągnięcia tego progu.

Moduł klasy 110.A docelowo może służyć również do powiązania z programami dynamicznego zarządzania prędkością (moduł klasy 102.D) w jeden harmonogram pracy synergicznie oddziaływujący na poprawę warunków ruchu na drodze głównej i zapobiegający przeciążeniom na łącznicach wjazdowych na drogę główną.

### 2.1. Sygnalizatory oraz sygnały

Dozowanie ruchu na drogę główną odbywa się za pomocą sygnalizatorów S-1 o średnicy 300 mm w sekwencjach sygnałów określonych w aktualnych przepisach prawa. Sygnalizatory powinny być wyposażone w ekrany kontrastowe barwy żółtej.

### 2.2. Lokalizacja sygnalizatorów

Lokalizacja sygnalizatorów sterujących ruchem wjazdowym powinna uwzględniać zasady określone w przepisach prawa oraz dodatkowo uwzględniać następujące wymagania:

- sygnalizatory powinny w miarę możliwości być widoczne z odległości co najmniej 60 m w osi drogi dla relacji na wprost.
- zaleca się aby sygnały nadawane przez sygnalizatory nie były widoczne dla uczestników ruchu poruszających się po drodze głównej
- lokalizacja sygnalizatorów i położenie linii P-14 powinny umożliwiać rozpędzenie się pojazdów w celu zmiany pasa ruchu
- zaleca się, uwzględnienie możliwości rozpędzenia samochodów ciężarowych do 70 km/h na pasie włączenia (odległość ok. 200 m od końca pasa włączenia w przypadku braku znaczących pochyleń)
- należy przeanalizować zasadność odseparowania barierami jezdni głównej od łącznicy, na której odbywa się dozowanie ruchu.

- dopuszcza się stosowanie dwóch grup sygnalizacyjnych na wlocie przy dozowaniu ruchu w przekroju dwupasowym, stosując sygnalizatory nad pasami ruchu jako podstawowe z zaleceniem stosowania dodatkowych sygnalizatorów przy krawędzi jezdni.

### 2.3. Programy sygnalizacji

Sygnalizacja świetlna jest załączana w zależności od bieżących lub prognozowanych potrzeb ruchowych.

Programy sygnalizacji świetlnej powinny być tak tworzone, aby zapobiegać wjazdowi na jezdnię główną kolumn pojazdów, gdy warunki ruchu na jezdni głównej ulegają pogorszeniu oraz aby przeciwdziałać powstawaniu kolejek na łącznicy sięgających drogowej sieci, z której następuje dozowanie ruchu. W tym celu zaleca się dozować ruch poprzez dopuszczanie do jezdni głównej pojedynczych pojazdów. Niemniej w celu przeciwdziałania powstawania kolejek ponad możliwości akumulacyjne łącznicy dopuszcza się dozowanie ruchu umożliwiające wjazd większej liczby pojazdów w cyklu.

W przypadku stosowania programów dopuszczających na jezdnię określonej liczby pojazdów zaleca się stosowanie tabliczek informujących o liczbie pojazdów dopuszczanych w jednym cyklu sygnalizacyjnym.

W przypadku zastosowania sterowania zapewniającego dostęp do drogi głównej jednemu pojazdowi w cyklu sygnalizacji zaleca się zastosowanie tabliczki informującej o tym kierowców zlokalizowanej na maszcie z sygnalizatorem dozującym ruch.

W przypadku dopuszczenia różnej liczby pojazdów w trakcie sygnału zielonego zaleca się zastosowanie znaku o zmiennej treści (o rysunku ciągłym) z informacją o stanie dopuszczenia jednego, dwóch pojazdów w czasie sygnału zielonego oraz większej niż dwóch pojazdów w czasie sygnału zielonego lub w czasie wyłączenia sygnalizacji ograniczającej dostęp .

Należy stosować następujące czasy trwania sygnałów:

- sygnał czerwony z żółtym – 1 s,
- sygnał zielony – co najmniej 1 s
- sygnał żółty – 1 s,
- sygnał czerwony – co najmniej 2 s.

W sygnalizacji sterującej ruchem na wjazdach z łącznic na jezdnie główne, nadzorem należy objąć wszystkie sygnały. Brak jakiegokolwiek sygnału powinien powodować przełączenie sygnalizacji świetlnej w tryb wyłączenia. Przy uruchomieniu sygnalizacji świetlnej, w programie startowym, należy zapewnić wyświetlenie sygnałów:

- żółtego migającego o długości co najmniej 30 s,
- żółtego ciągłego o długości 5 s,
- czerwonego o czasie nie krótszym niż 5 s.

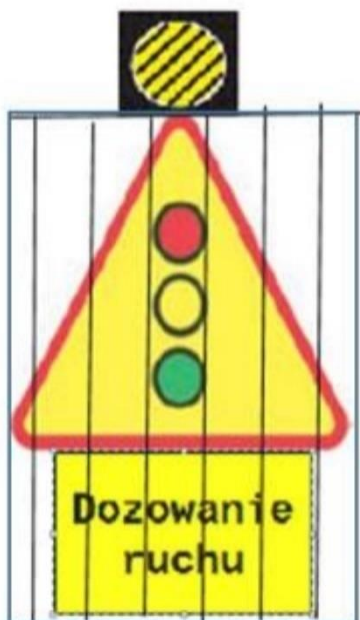
Wyłączenie sygnalizacji świetlnej nie może nastąpić w momencie nadawania sygnału zielonego lub czerwonego z żółtym. Zaleca się, aby wyłączenie sygnalizacji dozującej ruch następowało po upływie 2 s sygnału czerwonego, po którym to okresie można rozpocząć nadawanie sygnału żółtego ostrzegawczego przez maksymalnie 30 s, a następnie wyłączyć pracę sygnalizacji.

## 2.4. Oznakowanie ostrzegawcze

Na początku łącznicy zaleca się zastosować dodatkowy zestaw ostrzegawczy składający się z:

- znaku A-29 oraz tabliczki informującej o dozowaniu ruchu na łącznicy
- sygnalizatora ostrzegawczego pojedynczego S-8 nadającego sygnał ostrzegawczy.

Sygnalizator ten ma za zadanie nadawanie sygnału żółtego migającego, wzbudzanego w sytuacji uruchomienia dozowania ruchu na końcu tej łącznicy. Zaleca się aby był włączany przed uruchomieniem sygnalizacji dozującej wcześniej o czas potrzebny na przejechanie od przedmiotowego zestawu ostrzegawczego do linii stopowej na końcu łącznicy z prędkością dopuszczalną. W pozostałych przypadkach powinien być wyłączony. Wyłączenie sygnału ostrzegawczego powinno następować wraz z zakończeniem dozowania ruchu na łącznicy przez sygnalizację świetlną. Zaleca się, aby zestaw realizować jako znak o zmiennej treści w rysunku ciągłym.



Rysunek 1 Znak A-29 wraz z sygnałem ostrzegawczym i tabliczką informującą o dozowaniu ruchu

## 2.5. Wymagania optymalizacyjne

Dla odcinków dróg, dla których zasadne jest zastosowanie sygnalizacji świetlnej dozującej ruch na łącznicach na kilku węzłach, zaleca się stosowanie ich w sposób zsynchronizowany, polegający na zarządzaniu zasięgiem kolejek na węzłach drogowych na odcinku objętym dozowaniem ruchu w celu minimalizacji utrudnień w korytarzu jezdni głównej.



### 3. Moduł klasy 111.A

Moduł 111 w klasie A ma za zadanie sterowanie ruchem na pojedynczym skrzyżowaniu w ciągu drogi alternatywnej, po której będzie planowane poprowadzenie objazdu podczas nieprzejezdności dróg klasy A i S. Moduł funkcjonuje na swoim dedykowanym algorytmie pracy.

Sposób jego pracy powinien być oparty na projekcie sygnalizacji świetlnej wykonanym ze wszystkimi wymaganiami przepisów.

W ramach projektu powinien być przygotowany dodatkowy program lub programy sygnalizacji maksymalizujące przepustowość kierunku objazdowego. Z uwagi na brak możliwości precyzyjnej estymacji natężenia ruchu objazdowego zaleca się przygotowanie projektu wyjściowego zakładającego zwiększenie ruchu o dodatkowe natężenie ruchu równe połowie natężenia ruchu na drodze głównej. Docelowo projekt powinien być zweryfikowany po wystąpieniu prowadzenia ruchu objazdowego przez drogę wyposażoną w moduły klasy 111.A i w przypadku stwierdzenia konieczności zaktualizowany.

Przy projektowaniu należy mieć na uwadze również straty czasu ponoszone przez uczestników ruchu obsługiwanych w fazach kolizyjnych z fazą obsługującą ruch objazdowy (dalej faza objazdowa) oraz przepustowość wlotów, na których są obsługiwani.

Zaleca się rozpoznanie „wąskich gardeł” na trasie objazdu (np. skrzyżowanie niesterowane w rejonie skrzyżowania obsługiwanego przez moduł klasy 111.A lub zawężenie na drodze prowadzącej objazd za tym skrzyżowaniem), aby wydłużona faza objazdowa nie była przyczyną formowania się kolejki za skrzyżowaniem, prowadząc do nadawania sygnału zezwalającego nieefektywnie, blokowania skrzyżowania oraz pogorszenia warunków bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Zaleca się realizację modułów klasy 111.A jako sygnalizację świetlną funkcjonującą w trybie akomodacyjnym.

### 4. Moduł klasy 111.B

Moduł 111 w klasie B ma za zadanie sterowanie ruchem na skoordynowanych sygnalizacjach świetlnych w ciągu drogi alternatywnej, po której planowane jest poprowadzenie objazdu podczas nieprzejezdności dróg klasy A i S.

Sposób jego pracy powinien być oparty na projekcie sygnalizacji świetlnej wykonanym ze wszystkimi wymaganiami przepisów.

W ramach projektu powinien być przygotowany dodatkowy program lub programy sygnalizacji maksymalizujące przepustowość kierunku objazdowego skoordynowane po tym kierunku. Z uwagi na brak możliwości precyzyjnej estymacji natężenia ruchu objazdowego zaleca się przygotowanie projektu wyjściowego zakładającego zwiększenie ruchu o dodatkowe natężenie ruchu równe połowie natężenia ruchu na drodze głównej. Docelowo projekt powinien być zweryfikowany po wystąpieniu prowadzenia ruchu objazdowego przez drogę wyposażoną w moduły klasy 111.B i w przypadku stwierdzenia konieczności zaktualizowany.



Przy projektowaniu należy mieć na uwadze również straty czasu ponoszone przez uczestników ruchu obsługiwanych w fazach kolizyjnych z fazą obsługującą ruch objazdowy (dalej faza objazdowa) oraz przepustowość wlotów, na których są obsługiwani.

Należy rozpoznać skrzyżowanie w ciągu koordynowanym wchodzące w zbiór sygnalizacji realizujących zadania modułu klasy 111.B i w oparciu o jego ograniczenia dobierać parametry sterowania oraz koordynacji dla całego ciągu, aby zapobiegać nieefektywnemu nadawaniu sygnałów zezwalających.

Zaleca się rozpoznanie „wąskich gardeł” na trasie objazdu (np. skrzyżowanie niesterowane w rejonie skrzyżowania obsługiwanego przez moduł klasy 111.B lub zawężenie na drodze prowadzącej objazd za tym skrzyżowaniem), aby wydłużona faza objazdowa nie była przyczyną formowania się kolejki za skrzyżowaniem, prowadząc do nadawania sygnału zezwalającego nieefektywnie, blokowania skrzyżowania oraz pogorszenia warunków bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Zaleca się realizację modułów klasy 111.B jako sygnalizację świetlną funkcjonującą w trybie akomodacyjnym.

## 5. Zasady dokonywania zmian w organizacji ruchu oraz sposób ich rejestracji

Wprowadzane zmiany w organizacji ruchu podlegać będą rejestracji w bazie danych Zintegrowanego Systemu Zarządzania Ruchem, co najmniej w zakresie:

- daty i godziny wprowadzenia zmiennej organizacji ruchu,
- danych inżyniera ruchu/operatora systemu wprowadzającego zmienną organizację ruchu,
- nazwy podmiotu na polecenie którego wprowadzono zmienną organizację ruchu,
- treści prezentowanych na każdym ze znaków o zmiennej treści (o rysunku ciągłym i świetlne),
- treści komunikatu nadawanego przez nadajniki CB,
- numeru uruchomionego programu sygnalizacji świetlnej,
- daty i godziny przywrócenia organizacji ruchu funkcjonującej przed wdrożeniem zmiennej organizacji ruchu.

Ponadto, aplikacja centralna Zintegrowanego Systemu Zarządzania Ruchem będzie rejestrować wszelkie zmiany dokonywane przez uprawnionych użytkowników systemu w zakresie:

- modyfikacji scenariuszy zarządzania ruchem,
- modyfikacji kryteriów alarmowych wykorzystywanych w algorytmach decyzyjnych,
- tworzenia nowych scenariuszy zarządzania ruchem,
- zmian priorytetów procedur oraz scenariuszy zarządzania ruchem,
- zmian trybów uruchamiania procedur zarządzania ruchem,
- zmian wprowadzanych do harmonogramu automatycznego uruchamiania procedur zarządzania ruchem,
- modyfikacji programów sygnalizacji świetlnej,
- modyfikacji treści komunikatów CB.

## 6. Wymagania optymalizacyjne

Sterowanie ruchem na skrzyżowaniu wymaga elastycznego dostosowania programów sygnalizacyjnych do zmiennych warunków ruchu, tak aby uzyskać możliwie największą efektywność pracy sygnalizacji mierzoną np. stratami czasu, długością kolejek lub liczbą zatrzymań. W tym celu dla dróg alternatywnych należy stosować sygnalizacje akomodacyjne, o ile wcześniej takie nie były, aby zapewnić optymalne sterowanie we wszystkich charakterystycznych przedziałach w ciągu doby. Wymaga to dokładnego rozpoznania zmienności obciążeń ruchem poszczególnych relacji w ciągu doby i tygodnia oraz regularnych obserwacji warunków ruchu po wprowadzeniu sygnalizacji i odpowiedniego reagowania w przypadku istotnych zmian wielkości natężenia ruchu.

Parametry sterowania określone przez strukturę programu, układ faz, powinny zapewniać odpowiednią do wielkości obciążeń przepustowość relacji kierunkowych na poszczególnych wlotach i na całym skrzyżowaniu.

W celu poprawy płynności ruchu na ciągach komunikacyjnych zaleca się skoordynowanie funkcjonowania programów sygnalizacji na skrzyżowaniach sąsiadujących ze sobą. Koordynacja powinna być zawsze stosowana wówczas, gdy odległość między skrzyżowaniami jest nie większa niż 200 metrów. Wyjątkiem są skrzyżowania należące do różnych ciągów skoordynowanych albo sterowane w sposób zmiennoczasowy. Każdorazowe odstępstwo od zasady koordynacji sąsiednich skrzyżowań należy szczegółowo przeanalizować i przedstawić uzasadnienie. Przy większych odległościach między skrzyżowaniami (do 1000 m), koordynacja jest wskazana, o ile tylko nie spowoduje to pogorszenia ogólnej efektywności sterowania ruchem. Dotyczy to szczególnie dołączania do ciągu skoordynowanego sygnalizacji na skrzyżowaniach przyległych.

Harmonogramy pracy poszczególnych sygnalizacji skoordynowanych muszą być częściami składowymi planu sygnalizacji obejmującego wszystkie skrzyżowania skoordynowane w danym obszarze.

## 7. Model i prognozowanie ruchu

W ramach projektu powinien być ujęty model ruchu przygotowany do tworzenia prognoz - w oparciu zbierane dane - będących podstawą do tworzenia symulacji ruchu wspomagających operatora m.in.:

- w podejmowaniu decyzji o prowadzeniu objazdów,
- w nadzorowaniu programów sygnalizacji funkcjonujących na tych objazdach (jeśli w ciągu drogi objazdowej funkcjonują moduły klasy 111.A lub 111.B).

## 8. Zawartość projektu

Projekty sygnalizacji świetlnej z przewidzianymi programami dla ruchu objazdowego na trasach objazdowych, w tym również dla skrzyżowań zlokalizowanych w obrębie łącznic węzłów drogi głównej, gdzie przewidziana jest budowa sygnalizacji świetlnej i jeżeli zajdzie taka potrzeba wynikająca z opracowania właściwego scenariusza zarządzania ruchem powinny zawierać:

- Przedmiot i zakres opracowania.
- Podstawę prawną opracowania.
- Opis projektu.
  - Rysunek z lokalizacją skrzyżowania lub ciągu skrzyżowań (skala 1:10 000).
- Założenia projektowe – informacja o ewentualnych zmianach lub ich braku w stosunku do stałej organizacji ruchu.
- Parametry bezpieczeństwa.
  - Lista grup sygnalizacyjnych.
  - Macierz minimalnych czasów międzyzielonych (nie dotyczy modułu klasy 110.A)
  - Określenie grupy nadzorowanej.
  - Określenie grup kolizyjnych (nie dotyczy modułu klasy 110.A)
  - Określenie grup kolizyjnych współbieżnych. (nie dotyczy modułu klasy 110.A)
- Rozwiązania sprzętowe.
  - Sygnalizatory.
  - Detekcja.
  - Sterownik.
- Opis programów sygnalizacyjnych.
  - Warunki logiczne
  - Warunki czasowe
  - Algorytm sterowania.
  - Program startowy i program końcowy.
  - Określenie szczytów komunikacyjnych
  - Poszczególne programy wraz z harmonogramem w zależności od określonych szczytów komunikacyjnych (w ciągu doby/tygodnia/roku).
    - Schemat faz ruchu.
    - Sprawdzenie warunków ruchu i przepustowości.
  - Plan sygnalizacji - harmonogram pracy programów sygnalizacji, a w przypadku ciągów skoordynowanych również w zestawie skrzyżowań skoordynowanych wraz z przesunięciami fazowymi (offset).
  - Program awaryjny.
  - Sprawdzenie aktualnych warunków ruchu dla wprowadzonej organizacji ruchu według projektu sygnalizacji świetlnej
- Część rysunkowa.
  - Rozmieszczenie sygnalizatorów i detektorów 1:500.
- .Pomiary natężenia ruchu (kartogramy)