



PROJEKT KONCEPCYJNY

Temat zadania: Zintegrowany System Miejskiego Transportu
Publicznego – Zaprojektowanie i Budowa Systemu
Zarządzania Ruchem w Lublinie w ramach zadania
pt. "Zintegrowany System Miejskiego Transportu
Publicznego w Lublinie" współfinansowany
w ramach Programu Operacyjnego
Rozwój Polski Wschodniej 2007 – 2013

Temat projektu: Podsystem Sterowania Sygnalizacją Świetlną.

ZAMAWIAJĄCY:



Gmina Lublin
Zarząd Dróg i Mostów w Lublinie
ul. Krochmalna 13j
20-401 Lublin

GENERALNY WYKONAWCA:



**Aeronaval de Construcciones
e Instalaciones S.A.**
Ul. Dekerta 24
30-703 Kraków

Funkcja	Imię i nazwisko autora	Data	Podpis
Autor	D. Gustavo A. Molina Méndez <i>Dyrektor Techniczny ACISA S.A.</i>	21/02/2013	
Dyrektor Projektu	Carlos Blázquez Alonso <i>Dyrektor Projektu ACISA S.A.</i>	21/02/2013	

SPIS TREŚCI

1.- OPIS FUNKCJONALNY	4
1.1.- WSTĘP	4
1.2.- DEFINICJE	5
1.3.- POZYSKANIE DANYCH O RUCHU DROGOWYM	7
1.3.1 DETEKTORY STRATEGICZNE	7
1.3.2 PRZETWORZENIE DANYCH Z DETEKTORÓW	8
1.3.2.1 Wykrywanie niepewnych danych	8
1.3.2.2 Obliczanie wartości zastępczych	9
1.3.2.3 Zamiana na wartości referencyjne	10
1.3.2.4 Obliczanie jednostek pochodnych	10
1.3.2.5 Predykcja danych	10
1.3.2.6 Rejestr danych	10
1.4.- WPROWADZENIE STRATEGII GLOBALNEJ	11
1.5.- UZYSKANIE PLANÓW RUCHU W KAŻDYM PODOBSZARZE	11
1.5.1 STRATEGIE STEROWANIA OFEROWANE PRZEZ PODSYSTEM STEROWANIA	11
1.5.2 OBLICZENIA AUTOMATYCZNE (OPTIMALIZACJA)	14
1.5.2.1 Automatyczne obliczanie cyklu i splitu	15
1.5.2.2 Automatyczne obliczanie offsetu	16
1.5.3 ROZWIĄZANIE PROBLEMU ZATŁOCZENIA	16
1.5.4 WYKRYWANIE SYTUACJI	17
1.6.- POLECENIA OPERATORA. STEROWANIE SYGNALIZACJĄ ŚWIE TLNĄ (ZMIANA PARAMETRÓW STEROWANIA)	17
1.7.- AKOMODACJA I DETEKTORY TAKTYCZNE	18
1.7.1 DETEKTORY TAKTYCZNE	19
AKOMODACJA	19
1.8.- ARCHITEKTURA POZIOMÓW	20
1.8.1 POZIOMY	20
1.8.2 FUNKCJE POSZCZEGÓLNYCH POZIOMÓW	21
1.8.2.1 Sterowania centralne	21
1.8.2.2 Sterownik obszarowy/Podobszar	21
1.8.2.3 Sterowniki lokalne	22
1.8.3 BEZPIECZEŃSTWO WYNIKAJĄCE Z HIERARCHII POZIOMÓW	23
1.8.3.1 Awaria na poziomie centralnym	23
1.8.3.2 Awaria na poziomie sterowania obszarowego	23
1.8.3.3 Awaria, która ma wpływ tylko na jeden sterownik	24
1.9.- BEZPIECZEŃSTWO I WYSOKA DOSTĘPNOŚĆ	24
1.10.- PROPOZYCJA ORGANIZACJI PODOBSZARÓW I TRAS. PRZYKŁADY ORGANIZACJI TOPOLOGII.	25
2.- APLIKACJE	28
2.1.- WARSTWA PREZENTACJI	28
2.2.- INTERFEJS GŁÓWNY	28
2.3.- SZCZEGÓŁOWY PODGLĄD	29
2.3.1 SKRZYŻOWANIE	29
2.3.2 DETEKTORY	30
2.4.- EDYCJA PLANÓW RUCHU	30

2.5.- POLECENIA DLA STEROWNIKÓW RUCHU	30
2.6.- FORMULARZE KONFIGURACJI	31
2.7.- DOSTĘP DO DANYCH HISTORYCZNYCH	31
 3.- URZĄDZENIA I INSTALACJE	 31
3.1.- WIDEODETEKTOR	31
3.1.1 WSTĘP	31
3.1.2 OPIS PRODUKTU	32
3.1.2.1 Gama „All in One”	32
3.1.2.2 Gama „Stand Alone”	32
3.1.2.3 Gama „Rack”	33
3.1.3 DETEKTOR OBECNOŚCI	34
3.1.4 WARUNKI LOGICZNE NA DETEKTORACH	34
3.1.5 PRZEDŁUŻANIE I FILTROWANIE WYJŚĆ CYFROWYCH	35
3.1.6 PRZESYŁANIE STRUMIENIA WIDEO POPRZECZ WIDEO SERWER	35
3.1.7 PROSTA KONFIGURACJA	35
3.1.8 ELIMINACJA CIENI	36
3.1.9 SZEROKI ZAKRES POŁA WIDZENIA	36
3.1.10 ROZPOZNANIE SŁABEJ WIDOCZNOŚCI/BRAKU SYGNAŁU	39
3.1.11 UWAGI NA TEMAT INSTALACJI WIDEO DETEKTORÓW	39
3.2.- STEROWNIK SYGNALIZACJI ŚWIETLNEJ	39
3.2.1 WSTĘP	39
3.2.2 DZIAŁANIE STEROWNIKA	45
3.2.2.1 Tryby pracy sterownika	45
3.2.2.2 Program trójkolorowy	46
3.2.2.3 Lokalna adaptacja planu ruchu (akomodacja)	56
3.2.2.4 Koordynacja	64
3.2.2.5 Niezależny tryb pracy	65
3.2.2.6 Alarmy i zdarzenia	66
3.2.2.7 Detektory strategiczne	67
3.2.3 NORMA	68
3.2.4 PROTOKÓŁ KOMUNIKACJI	68
3.2.4.1 Wstęp	68
3.3.- SYGNALIZATORY	72
3.3.1 CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNA SYGNALIZATORA LED 200	73
3.3.1.2 Wymiary mechaniczne	74
3.3.1.3 Charakterystyka techniczna sygnalizatora LED 300	74
3.4.- OBUDOWY	76
3.4.1 CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNA	76
3.4.2 SPECYFIKACJA TECHNICZNA	77
3.4.3 HOMOLOGACJA	78
3.5.- PRZYCISK DLA PIESZYCH	78
3.5.1.1 Charakterystyka	78
3.5.1.2 Specyfikacja techniczna	79
3.5.1.3 Certyfikaty	79
3.6.- SYGNALIZATOR AKUSTYCZNY	80

1.- Opis funkcjonalny wdrażanego systemu

1.1.- Wstęp

Proponowane oprogramowanie do zarządzania i sterowania podsystemem sygnalizacji umożliwia wdrożenie wielu różnych rozwiązań. Odbywa się to dzięki odpowiedniemu zestawieniu parametrów konfiguracji, jak i również różnych środków służących do uzyskania planów ruchu, dokonania optymalizacji, umożliwienia lokalnej akomodacji oraz rozpoznania sytuacji w ruchu.

Celem tego etapu nie jest szczegółowe opisanie konfiguracji systemu dla Lublina, ale pokazanie możliwości, które ten system zakłada. Jeśli przedstawiane są pewne rozwiązania, mają one charakter przykładowy. Konkretny sposób działania systemu musi opierać się na badaniach ruchu. ACISA skonfiguruje system, który będzie przeznaczony do przekazania oraz przeprowadzi odpowiednie szkolenia, by można było go stosować w odpowiedni sposób i w odniesieniu do przyszłych sytuacji.

Jego podstawowe cechy to:

- Architektura oparta na poziomach.
- Realizacja różnych strategii.
- Wykorzystywanie bieżących oraz prognozowanych danych o ruchu.
- Automatyczna optymalizacja, chociaż z możliwością wykorzystania planów z biblioteki.
- Szeroki zakres możliwości działań operatorów.
- Automatyczne rozpoznanie sytuacji.
- Rozwiązywanie problemu detektorów z niewiarygodnymi danymi.
- Itd.
-

W trybie podstawowym adaptacyjne sterowanie zdecentralizowane

Zmienne sterujące: cykl, offsety, sekwencja sygnałów i splity wyznaczane automatycznie. Na poziomie lokalnym będą wyznaczane przynajmniej splity oraz musi być możliwa zmiana sekwencji sygnałów (działania priorytetowe).

Stan systemu (kolejki pojazdów, gęstość ruchu, natężenia, żądania priorytetowe itp.) estymowany w oparciu o informacje pochodzące z różnych źródeł (detektory ruchu, pojazdy z komputerami pokładowymi, stacje monitorowania pogody i środowiska, bazy wiedzy i bazy danych).

Ocena sytuacji ruchowych w obszarze/ podobszarze realizowana w oparciu o bazę wiedzy (wzorce ruchu).

Metody krótkoterminowej predykcji warunków ruchu wykorzystywane do dynamicznego zarządzania, dynamicznego sterowania, określania czasów podróży.

System musi realizować sterowanie zarówno na podstawie bieżących danych o ruchu, jak też przewidywanego rozkładu ruchu w sieci. Ponadto informacje te mają być uwzględniane w

podsystemie informacji o ruchu oraz, w przyszłości, w podsystemie prowadzenia pojazdów w sieci.

Sterowanie w warunkach zatłoczenia:

System realizujący nadzór i sterowanie inteligentne (kombinacja priorytetów/ bramkowania, wyposażony w narzędzia diagnostyczne). Automatyczna detekcja i rozpoznanie zatłoczenia. Procedury przeciwdziałające powstawaniu zatłoczenia, minimalizujące skutki powstawania zatłoczenia i prowadzące do jak najszybszego ich zniwelowania.

Komputerowy support decyzyjny dla wykrywania incydentów w sieci i reagowania na nie. Dobrze rozwinięty interface z operatorami w centrum - wykrywanie incydentów, błędnego działania, przyczyn zatłoczenia, reagowanie na ręczne interwencje.

System musi dostarczać narzędzi do automatycznego wykonywania przedstawionych powyżej zadań, a ponadto dostarczać narzędzi do przeprowadzania przez operatorów analiz oraz podejmowania przez nich decyzji - wymuszeń ręcznych.

Możliwość wyboru odpowiedniej strategii (maksymalizacja przepustowości, minimalizacji strat czasu, czasów przejazdu, długości kolejek itp.) w zależności od wykrytych i przewidywanych warunków ruchu. Musi istnieć możliwość wyboru automatycznego lub ręcznego przez operatora.

1.2.- Definicje

Podobszar lub strefa: zbiór skrzyżowań w sieci. Skrzyżowania te będą miały taki sam czas cyklu. Nie ma ograniczeń w odniesieniu do liczby podobszarów. Skrzyżowania w podobszarze zorganizowane są w grupy koordynacji. Grupy koordynacji mogą nie być ze sobą powiązane lub mogą tworzyć drzewa koordynacji.

Kryteria określenia podobszarów są bardzo obszerne i mogą być powiązane pewnym rodzajem homogeniczności zachowań w ruchu (homogeniczność ta może się zmieniać w ciągu dnia lub w zależności od pory roku) lub też powiązane poprzez prostą hierarchię kontroli i bezpieczeństwa.

Grupy koordynacji lub trasy: zestaw skrzyżowań podobszaru lub odcinki je łączące. Ich nazwa pochodzi stąd, że skrzyżowania te mają taki offset, że są koordynowane między sobą.

Drzewa: zbiór grup koordynacji z tego samego podobszaru połączonych dwa na dwa za pośrednictwem jednego wspólnego skrzyżowania, tworząc w ten sposób strukturę sieci otwartej lub drzewa (stąd nazwa).

Strategia globalna lub strategia sieci: zbiór podobszarów, z których składa się cała strefa regulowana w danej chwili. System pozwala na nieograniczoną ilość strategii globalnych, które następują w czasie. Jedynymi warunkami strukturalnymi, które powinna uwzględniać strategia globalna są:

- By w ramach objętych podobszarów, zebrane były wszystkie skrzyżowania sieci.

- By podobszary nie miały wspólnych skrzyżowań.
- By w strategii wykorzystywane były co najwyżej 4 podobszary.

Z uwagi na fakt, że liczba strategii globalnych nie jest ograniczona, można ponadto układać się w różny sposób w podobszary, a te z kolei mogą być różnorodnie układane, system pozwala na olbrzymią liczbę możliwości topologicznej organizacji kontrolowanej sieci.

Na końcu tego rozdziału funkcjonalnego załączone są przykłady topograficznej organizacji miasta, które należy rozumieć jedynie jako przykłady zastosowań tych rozwiązań. W przykładach określone są niektóre podstawowe kryteria, które należy mieć na uwadze.

Zasada: są skonstruowane w sposób następujący:

IF (warunek) THEN (działania).

Zasady są często wykorzystywanym środkiem w systemach eksperckich. Warunek obejmuje:

- Zmienne systemu (np. przepływ w detektorze D, czas przejazdu po trasie T itp.),
- Operacje logiczne (AND, OR, NOT, >)

„Działania” są zestawem poleceń dla systemu podobnych do tych, które może wydawać operator.

Celem, który należy osiągnąć jest, by „Warunki” rozpoznawały sytuacje w sposób automatyczny, a „Działania” wydawały systemowi odpowiednie polecenia do rozwiązania sytuacji.

Środek ten wykorzystywany jest w różny sposób, jak to zostanie poniżej opisane.

Sieć detektorów: zbiór zainstalowanych detektorów w strefie nadzoru.

Punkt pomiaru: grupa detektorów. W przypadku detektorów zainstalowanych w linii zatrzymania grupuje detektory na pasach ruchu zawierających takie same przepływy (np. przemieszczanie się do przodu). W przypadku detektorów na odcinku (nazywanych także detektorami sieciowymi) grupuje detektory na drodze i w jednym kierunku w ilości wystarczającej na pokrycie wszystkich pasów ruchu.

Wartość przepływu pojazdów w tym elemencie jest sumą pochodzącą z detektorów składających się na niego oraz wartością średniej zajętości.

Punkt natężenia: w jednostce opierającej się na wyrażeniu arytmetycznym. Składnikami tego wyrażenia są punkty pomiaru pomnożone przez współczynniki i stosowane jest ono w celu poznania przepływu ruchu w punkcie sieci, w którym bezpośrednio nie znajduje się punkt pomiaru.

Przykład: $PI15 = 0,23 * PM12 + 0,74 * PM04$

(Przepływ w punkcie natężenia 15 wynosi 23% przepływu w punkcie pomiaru 12 plus 74% przepływu w punkcie pomiaru 4).

Te wartości procentowe konfiguruje model, który będzie wynikał z badań ruchu.

Okres integracji: system w sposób stały przeprowadza poniższe procesy:

- Otrzymuje dane o ruchu pochodzące z sieci detektorów strategicznych i przetwarza je, obliczając dane dla innych zmiennych z nich wynikających.
- Ustanawia strategię globalną, która powinna działać.
- Otrzymuje plan ruchu dla każdego podobszaru, czyli plan ruchu dla każdego skrzyżowania w podobszarze.
- Wysyła plan ruchu do sterowników razem z innymi danymi, takimi jak sposób działania planu i parametry realizowania priorytetu warunkowego dla transportu publicznego.

Proces ten jest powtarzany bez przerwy i nosi on nazwę procesu integracji. Okres integracji zaczyna się w dokładnie określonych granicach czasowych i ma możliwość konfiguracji co pięć lub piętnaście minut (na podstawie naszych doświadczeń zalecamy 15 minut).

Jeśli okres integracji wynosi 5 minut, ww. okresy będą wyglądały następująco: 00:00, 00:05, 00:10, 00:15 ...

Jeśli okres integracji wynosi 15 minut, ww. okresy będą wyglądały tak: 00:00, 00:15, 00:30, 00:45 ...

Na poziomie lokalnym regulator wykonuje operacje akomodacji i przetwarzania priorytetu dla pojazdów transportu publicznego i pojazdów uprzywilejowanych.

1.3.- POZYSKANIE DANYCH O RUCHU DROGOWYM

Na początku każdego okresu integracji system zbiera, przetwarza i przechowuje dużą ilość danych związanych ze strategicznymi detektorami.

Stan sieci (lub jej segmentu) jest określony wartością tych danych.

System może z wyprzedzeniem podać dane, dzięki czemu można szacunkowo ocenić stan sieci dla tych wstępnie podanych wartości.

1.3.1 Detektory strategiczne

System posługuje się dwoma rodzajami detektorów strategicznych:

1. Detektory dualne znajdujące się w linii zatrzymania dla każdego pasa dojazdowego do skrzyżowania.
 - Dostarczają danych na temat liczby pojazdów i czasu zajętości.

- Instalowane są ze zwojami indukcyjnymi.
- Są również taktyczne.

2. Detektory sieciowe.

- Umieszczane są w strategicznych punktach sieci, które zostaną określone w projektach budowlanych i w oparciu o badania ruchu.
- Oprócz tego kryterium uwzględniana będzie możliwość wykorzystania istniejących instalacji lub utworzenie nowych w celach komunikacji.
- Dostarczają danych dotyczących liczby pojazdów i zajętości (zmienne proporcjonalnie do gęstości).
- Szacuje się, że potrzebne będą detektory na 25 punktach pomiarowych celem zaspokojenia potrzeb miasta.

Zatem liczba detektorów strategicznych jest bardzo wysoka, przez co tworzona sieć jest znacznie gęstsza od sieci wykorzystywanych zwykle w innych miastach.

Detektory strategiczne wykorzystywane są do:

- Określenia stanu sieci i rodzaju sterowania wg strefy.
- Optymalizacji.
- Funkcji statystycznych.

1.3.2 **Przetworzenie danych z detektorów**

Uzyskane dane są przetwarzane przez system, który wykorzystuje następujące procesy:

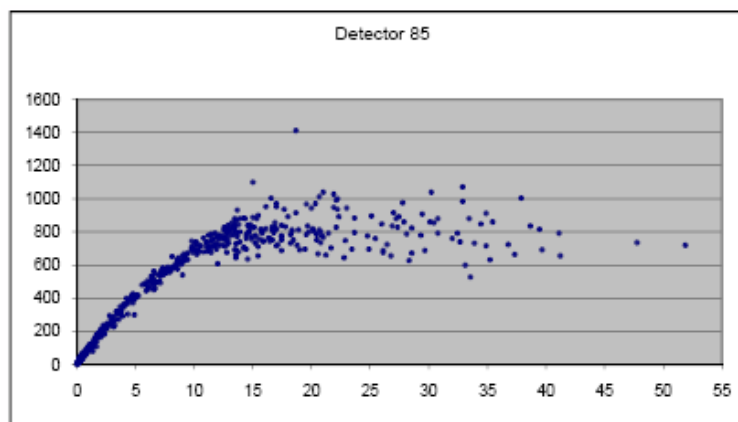
- Weryfikacja pewności danych.
- Zastąpienie wartości niepewnych wartościami obliczonymi automatycznie przez system.
- Obliczanie wartości do zastąpienia z wykorzystaniem danych uważanych za pewne.
- Obliczanie zmiennych w jednostkach pochodzących z detektorów (punkty pomiaru).
- Predykcja stanu sieci.

1.3.2.1 Wykrywanie niepewnych danych

System wykrywa dane niepewne z detektorów, jeśli zebrane dane o ruchu odbiegają znacznie od charakterystycznego zachowania.

Stopień niezgodności danej z charakterystycznym zachowaniem może być skonfigurowany przez użytkownika.

Na poniższym rysunku pokazano charakterystyczne zachowanie detektora. Pokazane dane obejmują Natężenie do Zajętości, a punkty przedstawiają wszystkie zebrane pary (Natężenie, Zajętość).



Nawet jeśli forma ogólna jest zawsze tego samego rodzaju bez względu na detektor, każdy z nich przedstawia swoją własną geometrię.

Nowa dana nie jest pewna, jeśli odbiega od charakterystycznego zachowania.

System dostarcza informacje dotyczące tego charakterystycznego zachowania na podstawie zebranych danych, umożliwiając konfigurację parametrów celem wykrywania danych niepewnych.

1.3.2.2 Obliczanie wartości zastępczych

Jeśli dane z detektora są pewne, według kryteriów wyjaśnionych w poprzednim paragrafie, stają się częścią zbioru wartości referencyjnych, które są przedstawiane okresowo (co 15 minut) w ciągu dnia. Pod koniec dnia dokonuje się wyrównania wartości, w wyniku czego powstaje krzywa.

Dla każdego detektora system aktualizuje jedną krzywą, dla każdego rodzaju dnia, które można zdefiniować w systemie.



Na tych krzywych wyraźnie widać różne godziny szczytu w ciągu dnia oraz natężenie ruchu w określonych przedziałach czasowych.

Oczywiste jest, że zachowanie to jest bardzo powtarzalne co dzień, jeśli dni posiadają taką samą charakterystykę w odniesieniu do mobilności.

Na przykład dni robocze w tej samej porze roku, w których występuje bardzo zbliżona mobilność do pracy i szkoły będą przedstawiały podobne zachowania (te same godziny szczytu i takie samo natężenie).

Ale dni takie będą się różniły od dni wolnych od pracy oraz dni wakacji.

Pojęcie rodzaju dnia umożliwia klasyfikację wszystkich dni na różne rodzaje z zastosowaniem kryterium homogeniczności mobilności w celu wykorzystania takich samych wartości referencyjnych.

1.3.2.3 Zamiana na wartości referencyjne

W przypadku wykrycia danej niepewnej, system dokona zastąpienia jej przez daną odpowiadającą zgodnie z wartością referencyjną.

1.3.2.4 Obliczanie jednostek pochodnych

Jednostki te to punkty pomiarowe i punkty natężenia, które zostały opisane w poprzednich punktach dotyczących definicji.

1.3.2.5 Predykcja danych

System posiada następujące możliwości:

- Prognozuje dane o ruchu drogowym co 15 minut. Do tego celu wykorzystuje z jednej strony działanie detektorów w aktualnej chwili, z drugiej natomiast poznane działanie tych detektorów dla różnych typów dni (wartości referencyjne).
- System oblicza nowe parametry planów sterowania dla predykowanych danych z częstotliwością nie mniejszą niż raz na 15 minut.
- System przedstawia przewidywane dane jako warstwe kompatybilną z warstwą na której przedstawia się stan aktualny sieci.
- System posiada model ruchu opierający się na połączeniach i rozkładzie ruchu, które pochodzą z danych zebranych do realizacji projektów inżynierii ruchu drogowego.

1.3.2.6 Rejestr danych

System rejestruje:

- Dane z detektorów: zarówno te zebrane, jak i te zastąpione, jeśli było to konieczne.
- Dane zmiennych pochodnych.
- Dane predykowane.

1.4.- Wprowadzenie strategii globalnej

Jak już zostało wspomniane, w każdym okresie integracji system decyduje, czy zmienić, czy nie zmieniać strategii globalnej.

Strategia globalna może się zmieniać:

- W sposób automatyczny w wyniku rozpoznania sytuacji powiązanej z zasadą (wyjaśnienie pojęcia zasada znajduje się w punkcie dotyczącym definicji). Jednak system proponuje operatorowi zmianę, by ten ją zatwierdził lub odrzucił. Jeśli nie wykonuje żadnej z tych czynności (na przykład z powodu nieobecności), system wykonuje zmianę w sposób automatyczny.
- Według wstępnie ustalonych zmian czasowych.
- Na polecenie operatora.

1.5.- Uzyskanie planów ruchu w każdym podobszarze

1.5.1 Strategie sterowania oferowane przez podsystem sterowania

Na podstawie oceny bieżącego i przewidywanego rozkładu ruchu w sieci, przyjętych wytycznych strategicznych wynikających z polityki transportowej a docelowo również warunków środowiskowych (meteorologicznych i zanieczyszczeń komunikacyjnych) system musi rekomendować dla podobszaru najbardziej odpowiednie strategie sieciowe oraz wybierać kryteria sterowania.

Optymalizacja sieciowa

Sterowanie on-line, uwzględniające optymalizację przynajmniej następujących kryteriów (wybranych dla danego podobszaru): straty czasu, liczba zatrzymań i przepustowość. System powinien zapewniać w przyszłości uwzględnianie w optymalizacji również czynników pozyskiwanych z innych podsystemów (warunki pogodowe, planowane prace remontowe itp.).

Wyklucza się systemy:

realizujące strategie, polegające wyłącznie na selekcji programów, wyznaczonych off-line systemów scentralizowanych, w których wszystkie zmienne sterujące są wyznaczane na poziomie centralnym (bez możliwości adaptacji na poziomie lokalnym), systemów, w których działania w zakresie obsługi żądań priorytetowych są podejmowane wyłącznie na poziomie centralnym.

Wymagane strategie:

Podstawowa strategia: adaptacyjna strategia sterowania, bazująca na architekturze całkowicie zdecentralizowanej lub mieszanej:
na poziomie lokalnym generowanie on-line wszystkich zmiennych sterujących

na podstawie informacji lokalnych oraz adaptacji strategii przesyłanych z poziomu nadrzędnego

lub

adaptacja na poziomie lokalnym zmiennych sterujących, przekazanych przez poziom nadrzędny, w zależności od aktualnych warunków na poziomie lokalnym. Zmienne sterujące wyznaczone na poziomie nadrzędnym (nie tylko selekcja off-line). Działania priorytetowe podejmowane na tym poziomie.

Uzupełniające:

selekcja / zdalny przesył programów,
wybór programów według kalendarza,
sterowanie lokalne w trybie awaryjnym.

Wszystkie metody w obydwóch trybach pracy muszą realizować sterowanie zależne od ruchu.

Po ustaleniu strategii globalnej kolejnym krokiem w okresie integracji jest uzyskanie planu ruchu dla każdego podobszaru. Plan ruchu dla każdego podobszaru jest planem ruchu dla każdego skrzyżowania znajdującego się w podobszarze.

Ogólne doświadczenie w systemach ITS wskazuje, że w pewnych sytuacjach wygodniejsze jest wykorzystywanie wstępnie obliczonych planów dla strefy, podczas gdy w innych jest lepiej obliczać parametry ze wszystkich skrzyżowań (czas cyklu, split i offset) całkowicie na podstawie danych uzyskanych z detektorów (aktualnych lub predykowanych).

Z tego powodu plan ruchu dla podobszaru może być otrzymany w jeden z następujących sposobów.

- Automatyczne obliczanie wszystkich parametrów z wszystkich skrzyżowań.
- Parametry ze skrzyżowań ujętych w planie wstępnie obliczonym.
- Parametry ze skrzyżowań ujętych w tabeli czasowej zawierającej plany wstępnie obliczone.

Nie należy zapominać, że parametry, które nie dotrą do sterowników, lokalnie będą podlegały procesom akomodacji i priorytetu, dlatego też byłoby dobrze ustalić w strefie tryb pracy sterowników (patrz punkt dotyczący sterowników), dlatego że będzie on wpływał na akomodację, a także na parametry, które musi wykorzystać sterownik w odniesieniu do priorytetu warunkowego.

Zbiór, o którym mowa powyżej, jest strategią kontroli, na podstawie której pracuje podobszar i obejmuje on następujące informacje:

- Jak jest uzyskiwany plan ruchu dla podobszaru.
- Tryb działania sterowników lokalnych.

- Parametry priorytetu warunkowego, które są wysyłane do sterowników lokalnych: graniczny poziom zajętości, graniczny poziom opóźnienia, linia, przejazd lub nie dla najwyższego priorytetu, granice algorytmów rozszerzenia, skracanie faz itp.

W związku z tym idea wynikająca ze strategii sterowania polega na tym, by podobszar w każdym momencie działał w najbardziej właściwy sposób. Dlatego też konieczne jest określenie kilku strategii sterowania dla każdego podobszaru.

Pojawia się zatem pytanie: jaka strategia sterowania działa w danym momencie?

System umożliwia, by strategię sterowania zmieniały się w czasie według tabeli czasowej lub w zależności od rozpoznania sytuacji, czyli po wykryciu spełniania jakiegoś konkretnego warunku formułowanego na podstawie zmiennych systemowych.

Przedstawimy kilka przykładów.

Przykład 1: Możliwe jest, by podobszar pracował nieprzerwanie, obliczając kompletne plany (czas cyklu, split, offset) dla wszystkich skrzyżowań i aby wykonywały one akomodacje do wszystkich potrzeb?

W tym celu określana jest strategia sterowania dla podobszaru, a ten definiuje uzyskiwanie planu w ramach automatycznego obliczenia, a tryb pracy sterowników jest wg zmiennego czasu z akomodacją.

Przykład 2: Możliwe jest, by podobszar pracował, zmieniając wstępnie obliczone plany, a przy okazji była anulowana akomodacja?

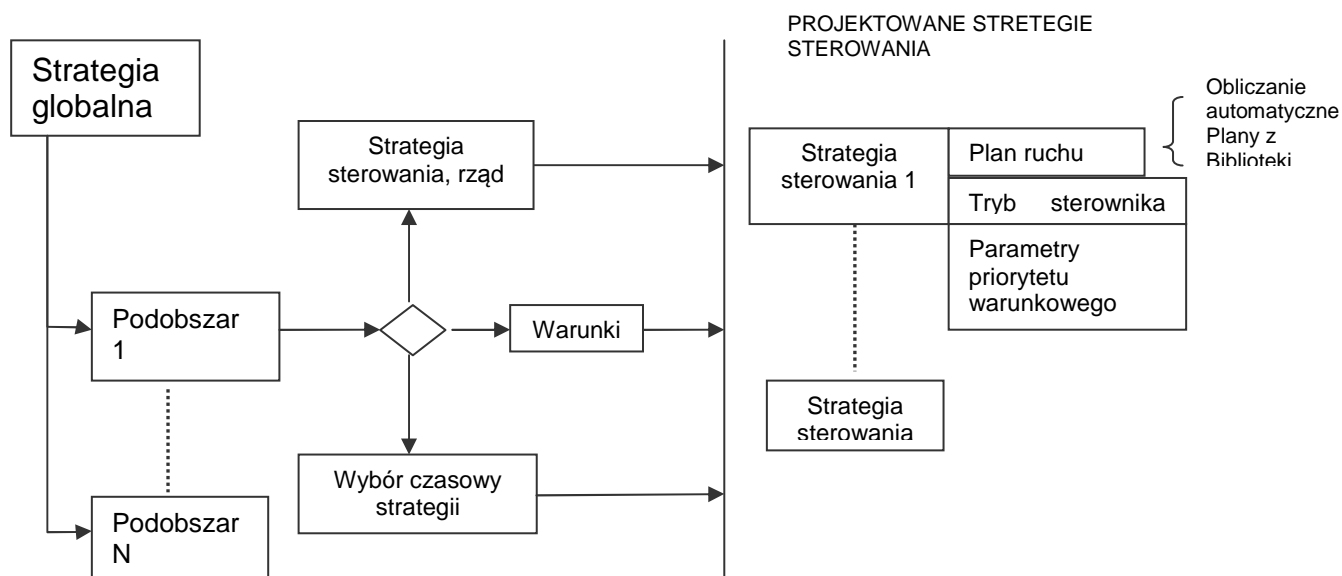
W tym celu określana jest strategia sterowania dla podobszaru, a ten definiuje uzyskiwanie planu w ramach wyboru czasowego, a tryb pracy sterowników jest wg czasu stałego.

Pomiędzy opisanymi sytuacjami mogą występować inne, a prócz tego (jak już zostało powiedziane) mogą być one różne w czasie lub w zależności od sytuacji w ruchu, jak ma to miejsce w poniższym przykładzie, w którym wyjaśniamy działanie podobszaru z trzema strategiami sterowania.

- Pierwsza strategia minimalizuje przepływ i będzie działała w sytuacjach płynnego ruchu za pośrednictwem rozpoznania takiej sytuacji wg danego warunku. Sterownik działa wg czasów stałych lub w zależności od wymagań pieszych, a plan jest wstępnie obliczony.
- Druga strategia sterowania maksymalizuje przepustowość i minimalizuje czas stracony na dojazdach, dostosowując podziały do lokalnej sytuacji. Będzie działała w sytuacjach gęstego ruchu, ale nie zatłoczenia (co jest rozpoznawane wg oceny warunku). Sterownik realizuje te plany wg zmiennych czasów w zależności od wymagań i przeprowadzając akomodację w celu wyeliminowania strat czasowych. Parametry planu dla każdego sterownika obliczane są na podstawie danych z detektorów.

- Trzecia strategia dotyczy sytuacji bliskich i sytuacji zatłoczenia oraz ustanawia ograniczenia w ruchu na drogach dojazdowych do zatłoczonych stref lub skrzyżowań, a także sprzyja ich przemieszczaniu. Opiera się na wstępnie obliczonym planie i uniemożliwia akomodację.

Relacje między strategiami globalnymi, podobszarami i strategiami sterowania pokazane są na poniższym wykresie.



1.5.2 Obliczenia automatyczne (optymalizacja)

W poprzednim punkcie wyjaśniliśmy, że jednym z trybów uzyskania planu dla podobszaru jest automatyczne obliczanie zmiennych (czas cyklu split i offset) na wszystkich skrzyżowaniach. W dalszych punktach wyjaśniamy, jak realizowane są te obliczenia. W sposób skrótowy wykorzystywane są następujące kroki:

- Oblicza się cykl na każdym skrzyżowaniu w zależności od przyjętych akceptacji. Ten cykl będzie odpowiedni dla skrzyżowania działającego oddzielnie i bazuje na zgłoszeniu do każdego wlotu i czasów traconych poprzez zmianę faz.
- Jednakże, ponieważ skrzyżowania powinny być skoordynowane, również wyjaśniamy jak wybiera się wspólny cykl dla wszystkich skrzyżowań.
- Po otrzymaniu w cyklu (który będzie identyczny dla wszystkich skrzyżowań obszaru) oblicza się split przy pomocy wykonania możliwie najlepszego podziału czasu efektywnego światła zielonego dla różnych ruchów.

-Odnosnie koordynacji na obszarze, ustanawia się wzdłuż skrzyżowań zespół koordynacyjny. Te algorytmy uwzględniają prędkość koordynacji, jak również faworyzują jeden z kierunków lub oba.

Optymalizacja sterowania – obliczenie nowych parametrów referencyjnych planów sterowania dla poszczególnych sygnalizacji obszaru na bazie predykowanego przez model ruchu stanu ruchu – powinno być realizowane z częstotliwością nie mniejszą niż raz na 15 minut.

1.5.2.1 Automatyczne obliczanie cyklu i splitu

Odbywa się na każdym skrzyżowaniu poprzez dostosowanie rozkładu faz do zapotrzebowania na każdej drodze dojazdowej i znalezienie cyklu będącego odpowiedzią na zapotrzebowanie całkowite.

Algorytm do obliczenia czasu cyklu, wymaganego lub optymalnego dla danego skrzyżowania, oparty jest na następującym wzorze:

$$C = \frac{1.5L + 5}{1 - \sum_i Y_i}$$

gdzie:

- C= Czas cyklu.
- L= Całkowita strata czasu w cyklu.
- $Y_i = I_i / S_i$ = Stosunek pomiędzy natężeniem(I_i) i natężeniem nasycenia(S_i) dla krytycznej grupy pasów ruchu fazy i.

Dla wszystkich skrzyżowań, w obrębie każdej odizolowanej trasy lub w strukturach pętli podobszaru, wybiera się taką wartość czasu cyklu, która stanowi pewien percentyl, który może być określony przez użytkownika. Na przykład, jeśli konfigurowany jest percentyl 80, wybrany cykl będzie większy lub równy 80% cykli z każdego skrzyżowania. Jeśli wybrane zostanie 100, będzie to ten największy z nich.

Po ustaleniu cyklu skrzyżowań oblicza się split. Wychodzi się z założenia, że czas zielony każdego Sygnału (G_i) powinien być proporcjonalny do maksymalnego stosunku I_i/S_i grup pasów ruchu, przypisanych do sygnału, który określimy X_i . Jednocześnie, czas cyklu (C) minus suma jego straconych czasów (L), powinno być proporcjonalne do sumy tych stosunków.

$$\frac{G_1}{X_1} = \frac{G_2}{X_2} = \dots = \frac{G_k}{X_k} = \frac{G_1 + \dots + G_k}{X_1 + \dots + X_k} = \frac{C - L}{X}$$

1.5.2.2 Automatyczne obliczanie offsetu

Koordynacja ustalana jest pomiędzy skrzyżowaniami każdej trasy, z możliwością wyboru:

- Rodzaju koordynacji: Symultaniczne uruchomienie sygnałów zielonych na każdym z kierunków jazdy. Koordynacja w jednym kierunku, koordynacja w dwóch kierunkach.

Algorytmy, które mogą wykonywać różne rodzaje koordynacji, mają geometryczny charakter i opierają się na oszacowanej prędkości na każdym odcinku. Prędkość ta jest maksymalną prędkością na drodze, zmodyfikowaną przez czynnik uzależniony od sytuacji na odcinku.

Prędkość na każdym odcinku może również zostać ustalona przez polecenie operatora.

- Rozkład pasma: W dwukierunkowej koordynacji powstają pasma przejściowe w każdym kierunku. Okazuje się, że zmieniając offsety można zwiększyć pasmo w jednym kierunku, ze szkodą dla drugiego. Te rozkłady pasma mogą być wymuszone lub wybrane przez system, w zależności od sytuacji w ruchu, w obrębie grupy koordynacji.

1.5.3 Rozwiązanie problemu zatłoczenia

Oprócz wszystkich przedstawionych w poprzednich punktach środków, system posiada również specjalne środki do rozwiązywania problemu zatłoczenia.

Rozwiązywanie problemu zatłoczenia opiera się na rozpoznaniu sytuacji i wydaniu szeregu poleceń, czyli opera się na zbiorze zasad (zasada w sensie wskazanym w punkcie opisowym).

Każda zasada wywołuje szereg działań, wśród których można wymienić:

- Polecenia zmiany splitu: W celu sterowania wjazdem do obszarów zatłoczonych.
- Zmiany w koordynacji (patrz poniżej), w celu ograniczenia przyływów lub wspomaganie ich rozładowanie.
- Zmiany czasów cyklu

A konkretnie technika „bramkowania” może opierać się na tym środku systemu:

- Jak wiemy, celem techniki zwanej “bramkowaniem” jest kontrolowanie przepływu wchodzącego na wrażliwy obszar, w przypadkach, kiedy bardzo ważne jest zapobieganie na nim zastojom.

- W związku z tym, pierwszą czynnością jest wykrycie sytuacji na wrażliwym obszarze. W naszym systemie dokonuje się tego poprzez zastosowanie reguły.
- Poprzez to, stosuje się środki umożliwiające znalezienie pozytywnego balansu pomiędzy wyjazdami i wjazdami. Można to osiągnąć kojarząc regułę planów na skrzyżowaniach, jak również koordynację, która umożliwia postęp do zewnątrz obszaru.

1.5.4 Wykrywanie sytuacji

Jak już wskazano, na podstawie danych opisowych o stanie sieci (baza informacji) i stosując techniki systemów eksperckich (zasady), system jest w stanie ocenić i wykryć sytuacje w ruchu.

Sytuacja, którą chcemy rozpoznać jest ustalana warunkiem logicznym obejmującym:

- Zmienne w ruchu z dowolnej jednostki systemu.
- Datę, godzinę i porę roku.

Technika ta służy do wydania wszelkiego rodzaju poleceń sterowania, z włączeniem poleceń makro w sposób podobny, jak robiłby to operator.

Zastosowanie zasad może być wykorzystywane na wiele sposobów i służy automatyzacji operacji, które operator powinien podjąć w pewnych sytuacjach.

Wskazane już zostały pewne zastosowania, ale jest to ogólny mechanizm stosowany w wielu innych przypadkach.

1.6.- Polecenia operatora. Sterowanie sygnalizacją świetlną (zmiana parametrów sterowania)

Oprócz działań automatycznych w ramach zarządzania urządzeniami musi istnieć możliwość wprowadzania poleceń przez operatora. Przynajmniej następujące polecenia muszą być oferowane Operatorowi:

- możliwość przełączania pomiędzy trybem autonomicznym a trybem zarządzanym,
- możliwości automatycznego wprowadzania zmian w sygnalizacji w zależności od wybranej strategii sterowania lub (scenariusza sterowania),
- możliwości przełączenia się na ręczny wybór strategii sterowania w zależności od aktualnego stanu ruchu lub zaistniałych zdarzeń (np. sytuacje kryzysowe),
- możliwości uruchomienia automatycznej, adaptacyjnej optymalizacji ruchu w wybranych obszarach
- możliwości optymalizacji ruchu w wybranych obszarach po ręcznym wprowadzeniu zmian (strategii) np. w wyniku zaistniałego zdarzenia,
- możliwości zmiany parametrów sterowania (np., zmiana długości cyklu lub poszczególnych faz) dla poszczególnych sterowników sygnalizacji w formie predefiniowanej jak i bieżącej,

- wyłączenie sygnalizacji,
- włączenie w tryb żółtego migowego,
- możliwość odczytu i modyfikacji parametrów w sterowniku (reset błędów, wyłączenie detektora, zmiana parametru programu itp.).

Interfejs użytkownika może znajdować się na kilku stanowiskach operacyjnych i być wspólnie zarządzany. Dostępne funkcje, na każdym stanowisku są ograniczone do profilu operatora, który uruchomił interfejs użytkownika.

Z interfejsu realizowane są następujące operacje, w szczególności związane ze sterowaniem ruchem:

- Monitorowanie podłączonych urządzeń: sterowników obszarowych, sterowników detektorów lokalnych.
- Wymuszenie strategii sieci.
- Wymuszenie strategii sterowania w każdym podobzdarze.
- Wymuszenie parametrów sterowników lokalnych.
- Zaprojektowanie planów ruchu
- Zaprojektowanie makroinstrukcji: Zespół poleceń, które są używane jak jedno polecenie
- Zaprojektowanie warunków rozpoznania sytuacji.
- Sterowanie parametrami konfiguracji urządzeń z niższych poziomów.
- Zmiana trybu działania (sekwencja kolorów, żółte migające, wyłączony) sterownika lokalnego.
- Nadzór stanu ruchu.
- Konfiguracja parametrów systemu.
- Itd.

1.7.- Akomodacja i detektory taktyczne

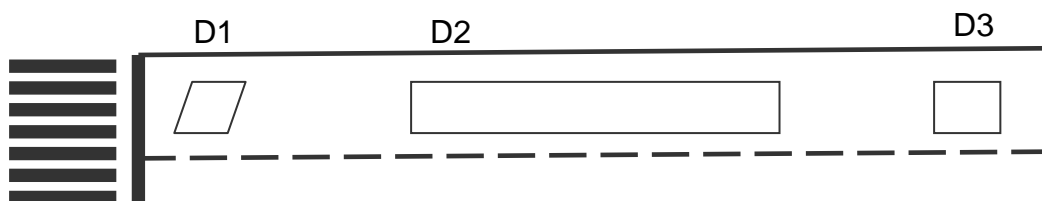
Chociaż plany dla każdego sterownika określone są w systemie, sterownik lokalny realizuje określony proces akomodacji na podstawie informacji uzyskiwanych z detektorów taktycznych.

1.7.1 Detektory taktyczne

Możemy podzielić detektory taktyczne na dwie grupy:

1. Umieszczone w linii zatrzymania na każdym pasie ruchu dojazdowym do skrzyżowania.
 - Detektory te są instalowane za pomocą zwojów indukcyjnych, wykorzystując te istniejące, jeśli działają prawidłowo.
 - Mogą być uważane jednocześnie jako detektory strategiczne.
2. Umieszczone wzdłuż pasów dojazdowych do skrzyżowania.
 - Instalowane są za pomocą wideodetektorów w ilości dwóch na pas dojazdowy, co oznacza, że po uwzględnieniu detektora na linii zatrzymania, o którym mowa powyżej, może występować do trzech detektorów na pas dojazdowy.
 - Fakt występowania jednego lub dwóch detektorów dodatkowych do tego na linii zatrzymania powinien być wskazany w projektach wykonawczych jako wynik algorytmów i zgodnie z zastosowaniami w mieście.
 - Trzeci może być przeznaczony na cały dojazd zgodnie z zastosowaniami w mieście i wykorzystywanym algorytmem.

Zatem schemat rozmieszczenia detektorów taktycznych wygląda następująco:



Akomodacja

Akomodacja oferuje możliwość zmiany numeru i czasu trwania faz, w zależności od zapotrzebowania ruchu zarejestrowanego przez detektory. Akomodacja realizowana jest na poziomie sterownika lokalnego i wymaga, by jego tryb pracy był wg czasów zmiennych.

Pojęcie to obejmuje również pulsatory pieszych, a nawet pierwszeństwo dla pojazdów uprzywilejowanych i pojazdów transportu publicznego (ten ostatni aspekt wyjaśniany jest w Podsystemie Priorytetu dla Pojazdów Transportu Publicznego i Lokalizacji Pojazdów Uprzywilejowanych).

Pomimo, iż taki rodzaj akomodacji jest szczególnie zalecany na skrzyżowaniach odizolowanych, gdzie nie wymaga się koordynacji z innymi skrzyżowaniami, jej realizacja jest możliwa, jeśli skrzyżowania zachowują czas cyklu, chociaż działają wg czasów zmiennych.

Jej zalety polegają na zwiększeniu skuteczności sygnalizacji w wyniku dostosowania do lokalnych zmian natężenia ruchu, co przekłada się na zmniejszenie liczby zatrzymań i strat czasu pojazdów oraz w konsekwencji mniejsze zużycie paliwa.

Działanie standardowe tych detektorów jest następujące:

- Detektor 1: Na pętli znajdują się pojazdy, które czekają na wlocie. Kiedy pojazd znajduje się w strefie detekcji, nadawane jest zgłoszenie sygnału zielonego do sterownika ruchu.
- Detektor 2: Wykrywa obecność pojazdów i służy do sterowania długością zielonej fazy.
- Detektor 3: Wykrywa czy przepływ jest swobodny czy nie, w odległości od linii detekcji, która uzależniona jest od spodziewanej prędkości pojazdów. Służy do sterowania długością fazy.

W celu uzyskania szczegółów prosimy o zapoznanie się z punktem dotyczącym sterownika lokalnego.

1.8.- Architektura poziomów

1.8.1 Poziomy

Architektura systemu składa się z trzech poziomów: centralnego, obszarowego i lokalnego.

Sterowniki sygnalizatorów stanowią poziom lokalny.

Każdy ze sterowników podłączony jest do sterownika obszarowego, który swoim zasięgiem obejmuje podobzdar.

Wszystkie sterowniki obszarowe podłączone są do centrum sterowania.

Łączność sterowników obszarowych ze sterownikami ruchu realizowany jest przez TCP/IP. Poprzedni poziom (Centrum Sterowania) nawiązuje łączność z urządzeniami używając poziomu 2 jako pomostu.

Przy wdrożeniu SZR, przyjętego w niniejszym projekcie, sterowniki lokalne podłączone są do sieci światłowodowej. W przyszłości, za pomocą adresów IP, możliwe byłoby podłączenie innych sterowników lokalnych, zarówno do sieci, rozbudowując ją, jak i też przez połączenia ADSL lub GPRS.

Sterownik obszarowy jest aplikacją oprogramowania (software), który pracuje w wirtualnej maszynie. W systemie tym przewidziano 4 maszyny wirtualne do tego celu, dlatego też w danym momencie może działać do 4 podobzdarów.

Ilość sterowników obszarowych (od 1 do 4) i sterowników kontrolowanych przez każdego z nich konfigurowana jest automatycznie w zależności od działającej strategii globalnej.

Sterowniki obszarowe mają dostęp do głównej bazy danych, a połączenie ma gwarantowany minimalny poziom zdarzenia z uwagi na wysoką dostępność konfiguracji.

1.8.2 Funkcje poszczególnych poziomów

1.8.2.1 Sterowania centralne

Odpowiedzialne jest za sterowanie na całym obszarze objętym systemem sterowania ruchem i pomiędzy interfejsami z operatorami.

Określanie parametrów ruchu przypisanych jednostkom powiązanim z detektorami.

Określanie bieżącego i przewidywanego stanu sieci.

Określanie globalnej strategii

1.8.2.2 Sterownik obszarowy/Podobszar

System sterowania obszarowego dostarczony w ramach budowy Systemu Zarządzania Ruchem umożliwi podział całego obiektu sterowania systemu na dowolne obszary składowe.

Sterowanie w całym obszarze objętym Systemem Zarządzania Ruchem powinno być jak to zdefiniowano w PFU wielopoziomowe. System na bazie danych z pomiarów ruchu oraz predykowanego stanu ruchu w przyszłości (model ruchu) powinien określić na poziomie centralnym najlepszą strategię sterowania dla całego obiektu oraz sterowania oraz poszczególnych obszarów na system się składających. Poziom centralny powinien realizować sterowania z optymalizacją w odniesieniu do całego obszaru systemu

Sterowniki obszarowe, które należy rozumieć jako procesy i niezbędnego do ich funkcjonowania urządzenia, powinny na bazie parametrów strategii określonych na poziomie centralnym realizować sterowania z optymalizacją dla poszczególnych obszarów składających się na system jako całość. Parametry referencyjne planów sygnalizacji wynikające z aplikowanych algorytmów optymalizacji (uwzględniające również parametry odnoszące się do realizacji priorytetów dla pojazdów komunikacji zbiorowej i pojazdów uprzywilejowanych) powinny być przekazywane sterownikom sygnalizacji na poszczególnych skrzyżowaniach, które powinny działać w ramach tych parametrów referencyjnych realizując sterowanie lokalne zależne od ruchu. W odniesieniu do zakresu wyznaczania zmiennych sterujących przez sterowniki sygnalizacji obowiązują zapisy podane w rozdziale 1.8.2.3.

Zrealizowany system sterowania powinien działać automatycznie i umożliwiać realizowanie strategii sterowania optymalizujących różne wskaźniki efektywności (np. minimalizacja strat czasu, maksymalizacja przepustowości, minimalizacja długości kolejek), w odniesieniu do zaistniałych warunków ruchu.

System powinien zostać tak zaprojektowany, żeby awaria dowolnego poziomu sterowania w minimalny sposób oddziaływała na inne poziomy sterowania. Np. awaria poziomu centralnego (odpowiedzialnego za cały obiekt sterowania) nie powinna powodować, że nie będzie możliwa realizacja sterowania obszarowego w poszczególnych obszarach na system się składających. Awaria sterownika obszarowego dla jednego obszaru nie powinna powodować upośledzenia funkcjonowania innych sterowników obszarowych (urządzeń i procesów sterowania innymi obszarami) z jednej strony a z drugiej strony powinny być zapewnione mechanizmy że w obszarze, w którym sterownik obszarowy jest uszkodzony, realizowane będzie mogło być sterowanie skoordynowane zależne od ruchu z priorytetami. Realizowane wówczas plany sterowania powinny odpowiadać panującym warunkom ruchu.

W ramach działania systemu nie dopuści się aby:

- awaria poziomu centralnego spowodowała przejście wszystkich sygnalizacji systemu do realizacji sterowania stałoczasowego,
- awaria poziomu centrum spowodowała przejście wszystkich sygnalizacji systemu do realizacji sterowania izolowanego,
- awaria sterownika obszarowego spowodowała przejście wszystkich sygnalizacji tego obszaru do realizacji sterowania stałoczasowego,
- awaria poziomu centrum spowodowała przejście wszystkich sygnalizacji systemu do realizacji sterowania izolowanego.

Innymi funkcjami tego elementu są:

- Aktualizuje stany i alarmy połączonych sterowników i rejestruje je w bazie danych.
- Sprawdza plan realizowany w sterownikach. Referencyjne plany ruchu przesłane do sterowników mogą ulec zmianie w wyniku ich lokalnego dostosowania (akomodacji).
- Aktualizuje datę i godzinę każdego ze sterowników podobszaru.
- Zbieranie i przetwarzanie dane z detektorów
- Przesyłanie do sterownika kryteriów wiarygodności danych z detektorów i wartości zastępczych dla bieżącego dnia (do niezależnego działania tego elementu- więcej szczegółów w punkcie dotyczącym sterownika).

1.8.2.3 Sterowniki lokalne

Wyznaczanie zmiennych sterujących

Odbiór przesyłanych z poziomu nadrzędnego strategicznych wytycznych do sterowania w postaci np. planów referencyjnych, programów do adaptacji lokalnej.

Zmienne sterujące: cykl, offsety, sekwencja sygnałów i splits będą wyznaczone automatycznie. Sterowniki lokalne muszą wyznaczać przynajmniej splits oraz być zdolne do dokonywania zmian sekwencji sygnałów (działania priorytetowe). Muszą one być zdolne do otrzymywania z poziomu centralnego strategicznych wskazówek w postaci np. planów referencyjnych, programów do adaptacji lokalnej i reagowania na nie.

Zdolność do realizacji priorytetów komunikacji publicznej musi być zapewniona na tym poziomie.

Sterowniki lokalne pracują realizując plany referencyjne ustalone w sterownikach obszarowych

Wykonują procesy priorytetów, w oparciu o ogólne parametry otrzymane ze sterowników obszarowych.

Dokonyją, w czasie rzeczywistym, modyfikacji parametrów planu, które otrzymują ze sterowników obszarowych, w zależności od bieżących warunków ruchu na poziomie lokalnym (akomodacja).

Jeśli działają w trybie odizolowanym w skutek problemu z łącznością ze sterownikiem obszarowym, sterownik lokalny wykonuje obliczenie splitu (optymalizacja), a pozostałe parametry planu przypisywane są godzinowo.

1.8.3 Bezpieczeństwo wynikające z hierarchii poziomów

Architektura oparta na poziomach, poza wcześniej już wspomnianym podziałem funkcji, umożliwia zminimalizowanie skutków ewentualnej awarii jednego z elementów systemu.

Poniżej opisane zostaną skutki ewentualnej awarii każdego z elementów systemu.

1.8.3.1 Awaria na poziomie centralnym

Nadal możliwe jest sterowanie realizowane przez sterowniki obszarowe, aczkolwiek z następującymi ograniczeniami:

- System kontynuuje tą samą ogólną strategią, którą realizował w momencie wystąpienia awarii.
- Stanowiska operacyjne przestają działać, ponieważ są obsługiwane na tym poziomie.

Niemniej jednak, istnieje niewielkie prawdopodobieństwo, że awaria miałaby jakikolwiek wpływ w działanie systemu, dzięki konfiguracji w Centrum Sterowania, która omówiona zostanie w kolejnym rozdziale.

1.8.3.2 Awaria na poziomie sterowania obszarowego

Nie ma wpływu na inne podobszary, poza tym, którym steruje. Awaria ta podlega również awariom w sieci łączności, które odcinają łączność w sterownikach lokalnych.

Niemniej jednak, istnieje niewielkie prawdopodobieństwo, że awaria w sterowniku obszarowym miałaby jakikolwiek wpływ na działanie systemu, dzięki konfiguracji w Centrum Sterowania, która omówiona zostanie w kolejnym rozdziale.

W sytuacji awarii sterownika obszarowego, sterownik lokalny przechodzi w tryb automatyczny.

Ponadto, sterowniki lokalne pozostają skoordynowane przez swój wewnętrzny zegar. Wszystkie sterowniki lokalne zmieniają plany na godzinowe. Plany te zostały wstępnie wgrane do sterowników.

1.8.3.3 Awaria, która ma wpływ tylko na jeden sterownik

W punkcie tym wyjaśniane jest, co się stanie, gdy jeden lub więcej sterowników zostanie odłączonych, w przypadku awarii w komunikacji, która wpływa na ich działanie. Pozostałe sterowniki obszaru pozostają podłączone.

Sterownik, którego ten problem dotyczy przejdzie w tryb autonomiczny w sposób opisany w poprzednim punkcie.

Problem polega na tym, że będzie on wykonywał cykle wg czasu wynikającego z tabeli czasowej, a także przerwy. Pozostałe sterowniki będą działały wg planów generowanych przez system na różne sposoby oraz ogólnie nie będą miały tego samego cyklu, jak odłączony sterownik ani właściwych przerw do koordynowania.

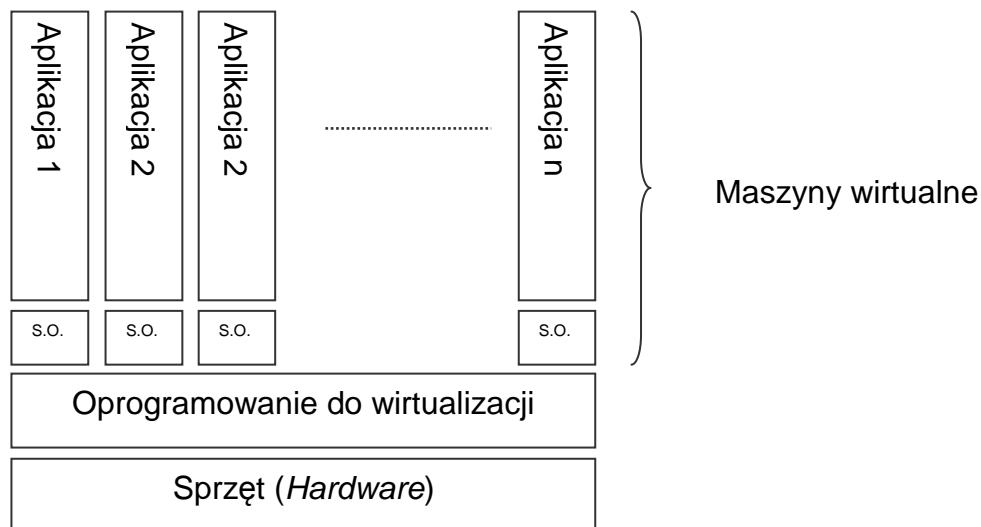
W takiej sytuacji można zastosować różne rozwiązania:

- Wymusić przejście wszystkich regulatorów na tryb autonomiczny. Wszystkie regulatory kontynuują plany lokalne, które powinny zostać zaprojektowane w celu właściwego koordynowania sytuacji.
- Posiadać plan w miejscu sterowania analogiczny do planów skonfigurowanych dla trybu autonomicznego i uruchomić strefę na zasadzie wyboru planów. W ten sposób plany wysyłane do podłączonych sterowników będą pasowały do planu wybieranego przez odłączony sterownik.

1.9.- Bezpieczeństwo i wysoka dostępność

System jest wysoce odporny na ewentualne awarie na dwóch pierwszych poziomach systemu.

Proponowanym rozwiązaniem jest klaster z trzema serwerami z zastosowaniem technik wirtualizacji. Różne aplikacje na maszynach wirtualnych działają z dynamicznym i transparentnym przydziałem wykorzystanych zasobów. Sterowniki obszarowe, Centrum Sterowania i System zarządzania bazą danych są aplikacjami, które działają na wirtualnych maszynach.



W porównaniu z tradycyjnymi rozwiązaniami (stałe przypisanie aplikacji do urządzenia), głównymi zaletami są:

- Odporność na awarie elementów konfiguracji, ponieważ istnieje automatyczne ponowne przypisanie maszyn wirtualnych do innych elementów sprzętowych.
- Optymalizacja zasobów.
- Ułatwienie skomplikowanego zarządzania
- Zwiększenie elastyczności
- Dostępność i przywrócenie do działania po sytuacjach awaryjnych.
- Naprawa "na gorąco"

W zaproponowanej konfiguracji wszystkie programy i usługi pracują ponadto na niezależnych systemach operacyjnych, co sprawia, że ogólna konfiguracja jest modułarna, niezależna i bezpieczna.

Należy podkreślić, że centrum sterowania wyposażone jest tak, aby zapewnić ciągłość zasilania elektrycznego, dlatego też fizyczna lokalizacja w nim poziomów 1 i 2 stanowi dodatkowe zabezpieczenie.

1.10.- Propozycja organizacji podobszarów i tras. Przykłady organizacji topologii.

W ramach prac objętych niniejszą umową pozostawionych zostanie kilka konfiguracji globalnych strategii, ale organizacja obszarów miasta wymaga stałej konserwacji z uwzględnieniem:

- Zmian zachowania ruchu
- Dodawania nowych skrzyżowań z sygnalizacją

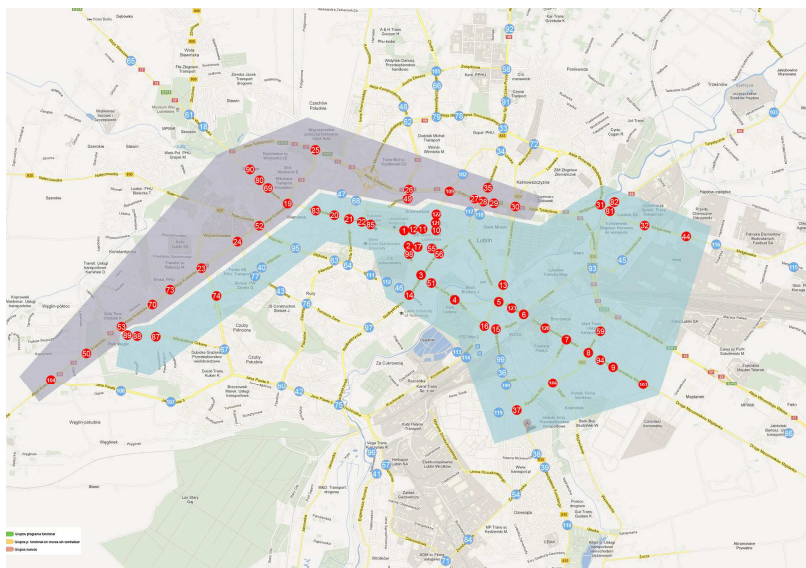
Dlatego SUR przygotowany jest do rejestracji nowych strategii globalnych, obszarów i grup koordynacyjnych, jak też jest w stanie modyfikować już istniejące.

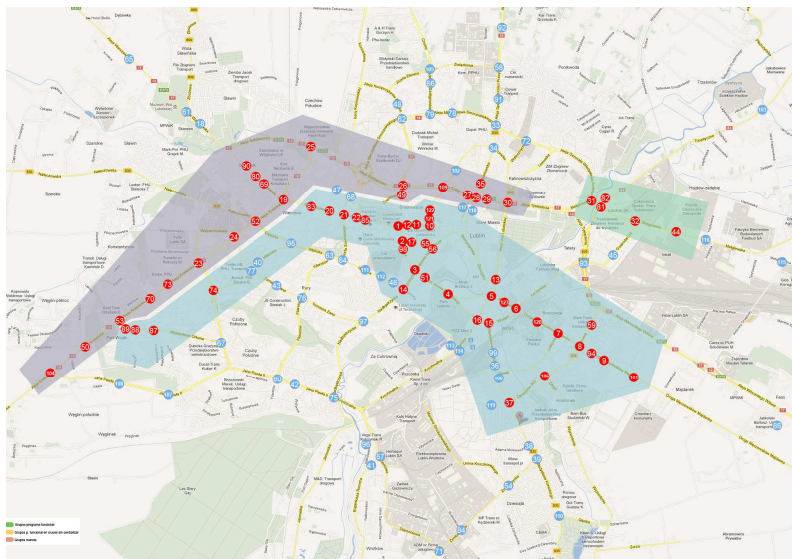
W tym podrozdziale zajmiemy się ogólną organizacją podobszarów i tras w oparciu o wyniki przeprowadzonej Makrosymulacji. W każdym przypadku muszą być one potraktowane jako przykładowe prace, które powinny zostać włączone do projektów wykonawczych i do fazy realizacji projektu.

Wzięto pod uwagę następujące kryteria:

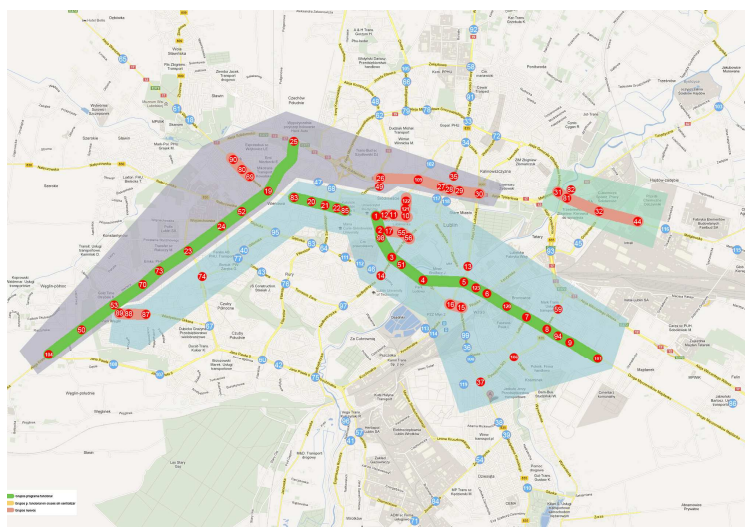
- Uwzględniono trasy lub skoordynowane sekwencje, o których informuje już PFU
- Rozważono różne typy dróg przy określaniu podziału podobszarów:
- Obszar z głównymi drogami o wysokiej przepustowości i dużej prędkości poruszających się pojazdów.
- Obszar z głównymi drogami o średniej przepustowości.

W oparciu o wymienione kryteria, wyznaczono dwa modele podziału podobszarów. Pierwszy model składa się z dwóch podobszarów, natomiast drugi z trzech:





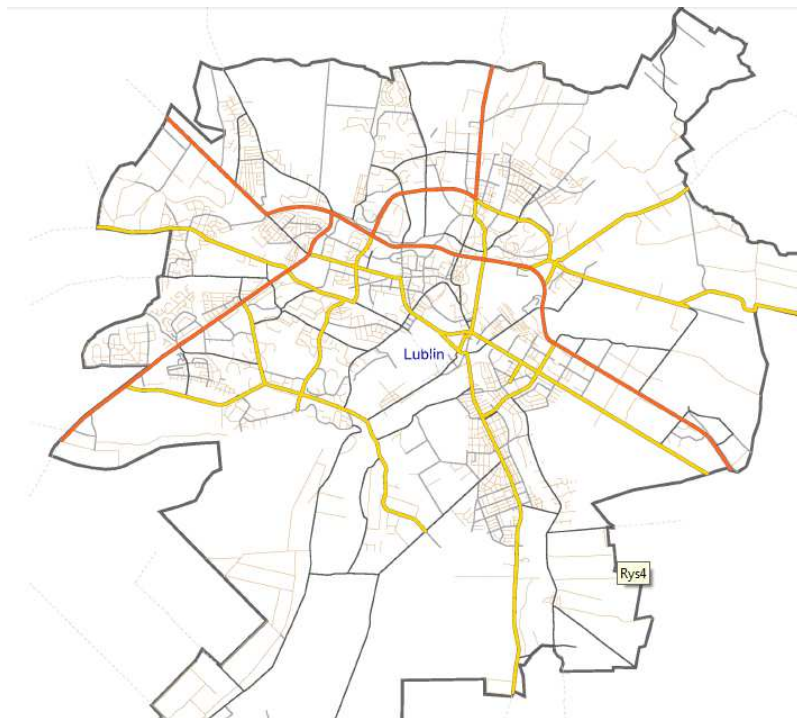
W obydwu modelach trasy zostały pogrupowane w ten sam sposób:



Przy wyborze tras wzięto pod uwagę następujące kryteria:

- Jak można zauważyć na figurze, na zielono zaznaczono skoordynowane sekwencje wskazane w PFU. Na czerwono zaznaczono nowe propozycje.
- Jak widać nie wszystkie skrzyżowania są połączone. Dzieje się tak ze względu na odległość między nimi. Nie jest możliwa skuteczna koordynacja jeśli skrzyżowania są bardzo oddalone od siebie.

Uwzględniono rozróżnienie rodzajów dróg, przedstawione w raporcie z makrosymulacji:



2.- Aplikacje

2.1.- Warstwa prezentacji

Główny interfejs podsystemu sterowania sygnalizacją znajduje się na poziomie 1.

Dostęp do interfejsu wymaga identyfikacji przez wpisanie nazwy operatora oraz klucza dostępu. Każdy operator posiada określony przez administratora profil działań, który to umożliwia lub ogranicza dostęp do funkcji systemu.

Interfejs główny dopasowuje się do profilu użytkownika. Funkcje ograniczone pozostaną wygaszone.

2.2.- Interfejs główny

Operator po pomyślnej identyfikacji może wyświetlić główny interfejs systemu. Składa się on z ogólnej mapy instalacji na której znajdują się sterowane elementy ruchu.

- Sterowniki ruchu

- Detektory
- Sterowniki obszarowe
- Punkty pomiaru
- Punkty natężenia
- Punkty zliczania
- Grupy koordynacji
- Podobszary

Interfejs umożliwia szybki dostęp do poleceń i właściwości każdego z elementów za pośrednictwem kontekstowego menu ukazującego się w formie etykiety *tooltip*, po najechaniu kursorem na dany element.

Z interfejsu możemy przeprowadzać typowe czynności przemieszczania i powiększania celem wyświetlenia pożądanej strefy w bardziej szczegółowy sposób.

Kolor wyświetlanych elementów wskazuje na takie właściwości jak, stan fizyczny, stan logiczny lub wartości numeryczne jak poziom natężenia lub saturacji.

Możemy zmieniać zakres numeryczny przypisany do każdego koloru w celu dostosowania go do naszych preferencji.

Kolor elementu graficznego może również wskazywać na stan lub alarm w urządzeniu. Dostępne są okna przypisania koloru do każdego stanu lub alarmów które mogą aktywować się w elemencie.

W celu ułatwienia podglądu poszczególnych elementów, możliwy jest filtr elementów wyświetlanych według rodzaju elementu.

Aplikacja umożliwia opcję wyświetlania na ekranie listy oraz sporządzania raportów papierowych dotyczących wszystkich elementów fizycznych lub logicznych, co ułatwia ich kontrolę.

2.3.- Szczegółowy podgląd

Z głównego widoku systemu możliwy jest natychmiastowy podgląd ogólnego stanu instalacji.

W tym rozdziale omówione zostaną poszczególne interfejsy różnych rodzajów elementów.

2.3.1 Skrzyżowanie

Interfejs wyświetla w czasie rzeczywistym status każdej grupy sygnalizacyjnej sterownika ruchu drogowego.

- Pozycja autobusu żądającego pierwszeństwa wjazdu na skrzyżowanie.
- Status aktywacji pierwszeństwa na sterowniku.
- Sygnalizacja dotycząca autobusu.
- Detektory przejazdu autobusowego.
- Wyjazd (kolor) grup sygnalizacyjnych ze skrzyżowania

Oprócz danych w czasie rzeczywistym uzyskanych ze sterownika ruchu, szczegółowy widok zawiera informację na temat konfiguracji skrzyżowania:

2.3.2 Detektory

Dostępne są narzędzia do nadzoru działania każdego z detektorów w ciągu dnia i w zależności od rodzaju dnia. Graficzny schemat przedstawia działanie tego samego detektora w ciągu 24 godzin dla różnych dni. Operator dzięki temu może porównywać jak zachowuje się detektor w trakcie różnych typów dni.

2.4.- Edycja planów ruchu

W opisie funkcjonalnym wyszczególniono każdy sposób obliczenia planu ruchu na danym podobszarze. Jeden z nich dotyczył wyboru planu biblioteki planów.

W tym celu podsystem dysponuje wydajnym edytorem planów ruchu. Edycja planu realizowana jest w środowisku graficznym, w którym wskazuje się w sposób automatyczny efekt jaki został osiągnięty w ruchu po zastosowaniu planu wraz z planami pobliskich sterowników.

Na jednym diagramie przedstawia się poziom koordynacji pomiędzy różnymi skrzyżowaniami kiedy zmienia się plan ruchu jednego z nich.

Ta metoda edycji planów zezwala na natychmiastowe wykrycie wpływu jaki miało zastosowanie planu na najbliższe skrzyżowania na drodze.

2.5.- Polecenia dla sterowników ruchu

Niezależnie od tego, jaką strategię kontroli wdrożono na danym obszarze, operator może wysyłać polecenia, które wprowadzą zmiany w tych planach lub w działaniu sterownika ruchu.

Oprócz poleceń zmieniających plan ruchu drogowego, następujące dyspozycje odnoszą się do sterowników ruchu:

- Migające zjazdy barwy żółtej
- Zjazdy wyłączone
- Odzyskiwanie normalnej sekwencji barw.

2.6.- Formularze konfiguracji

Dane konfiguracji podsystemu mogą być zmieniane za pomocą odpowiednich formularzy. Zostały one zaprojektowane w celu umożliwienia szybkiej adaptacji systemu do zmian, które mogą być wprowadzone w instalacji.

2.7.- Dostęp do danych historycznych

Podsystem rejestruje dane historyczne licznych jednostek. Dane te mogą być odzyskane, sprawdzane i grupowane za pomocą własnych odpowiednich formularzy.

3.- Urządzenia i instalacje

3.1.- Wideodetektor

3.1.1 Wstęp

W miejscach, w których nie jest wymagana detekcja pojazdów, wybrany został produkt firmy ACISA VisioWay Rack.

Visioway jest zarejestrowaną marką firmy ACISA. Pod tą marką sprzedawana jest gama produktów sztucznego widzenia.

Chociaż produkt występuje w różnych konfiguracjach (patrz kolejny rozdział), najlepszym wyborem dla Lublina będzie, według nas, model do zabudowy rack, tym bardziej, że miasto korzysta już z takiego modelu. Pozwala on dzielić przestrzeń z detektorami indukcyjnymi i detektorami zdarzeń i jest najodpowiedniejszy do instalacji w miejscach o dużym skupieniu tych elementów.

Produkt ten oparty jest na karcie detekcyjnej w rozmiarze 3U i zawiera kamerę zewnętrzną, którą się do niej podłącza.

Cechy produktu to:

- Przeznaczony do sterowania skrzyżowaniami.
- Detektory obecności
- Mimo iż wysyłanie obrazu wideo dokonuje się za pośrednictwem serwerów wideo, to umożliwiają one wyświetlanie obrazu otrzymanego z kamery w centrum dowodzenia
- Wytwarzanie kontaktów dla sterownika sygnałów.
- Jeden kanał wideo posiadający nawet do 25 stref detekcji.
- Operacje logiczne na detektorach (AND, OR, Detekcja na minimalnej ilości detektorów jednocześnie).
- Stabilizator obrazu
- Algorytmy do wykrywania obecności, wykrywanie przeciwnego kierunku i korków.
- Rozszerzony zakres działania temperatury

- Konfigurowalny zakres pracy. Może przetwarzać czujniki w odległości 0-70 m od linii zatrzymania, jak tego wymaga PFU.
- Wykrywanie utraty sygnału video i słabej jakości obrazu.
- System operacyjny LINUX

Inne cechy urządzenia, które nie zostaną wykorzystane w tym systemie są następujące:

- Detektor tworzenia się kolejek.
- Detektor jazdy w przeciwnym kierunku ruchu.
- Obliczanie i rejestr natężenia ruchu i zajętości za pomocą detektora, w konfigurowanych okresach i detekcja uwarunkowana od kierunku ruchu. Magazynowanie danych w pamięci trwałej.

3.1.2 Opis produktu

ACISA obecnie dysponuje trzema modelami urządzeń do wideodetekcji, które używane są w zależności od instalacji.

- Gama "All in One".
- Gama "Stand Alone".
- Gama "Rack".

Poniżej, przedstawia się krótki opis każdej gamy urządzeń .

3.1.2.1 Gama „All in One”

Gama ta oferuje kompaktowe rozwiązanie, czyli zarówno jednostka detekcji jak i kamera i karta wyjść cyfrowych znajdują się razem w jednej obudowie. Posiada 16 wyjść cyfrowych. Nie posiada wejść. Zapewnia łączność Ethernet i przesyłanie strumieniowe wideo w formacie MPEG-4.



3.1.2.2 Gama „Stand Alone”

Urządzenie przyjmuje zewnętrzny sygnał wideo i w jednym module zawiera, zarówno wideodetektor jak i cyfrowe wejścia i wyjścia (8 wyjść i 4 wejścia). Dostosowany do jednego

zewnętrznego źródła zasilania typu jack 12-24v CC. Zapewnia łączność Ethernet i przesyłanie strumieni wideo w formacie MPEG-4.



3.1.2.3 Gama „Rack”

Urządzenie to składa się z karty procesorowej wideo, gotowana do montażu w standardowej szafie 3U i jednej kamery zewnętrznej. Posiada 8 wyjść cyfrowych i 4 wejścia cyfrowe.

Format ten może być używany wraz z innymi rodzajami detektorów i dlatego też proponuje się właśnie jego zastosowanie.

Zapewnia łączność Ethernet i przesyłanie strumieni wideo w formacie MPEG-4.



Produkt składa się z dwóch elementów: Kamery i karty procesorowej.

Charakterystyka kamery:

- Kolor z trybem Dzień/Noc, PAL625, Wysoka Rozdzielczość CCD (650 Linii).
- Daszek

- Wysoka czułość (0,08 Lux w kolorze i 0,008 Lux w Bieli i Czerni).
- Automatyczne dostrajanie czułości.
- Obiektyw Auto Iris.
- Wyzwalacz elektroniczny od 1/120 do 1/10000 sekund.
- Filtr 3D szumu.
- Automatyczny stabilizator obrazu.
- Kompatybilna z różnymi obiektywami wieloogniskowymi Auto Iris dostosowanymi do różnych odległości: 2.7mm-12mm i 5.0mm-55mm. Oferuje zakres widzenia z kamery powyżej 120m.
- IP-66
- Zakres temperatur od -30°C do +60°C

Poza tym kartę procesorową (VisioWay) znajdującą się w szafie.

Ten zestaw (kamera + karta wideodetektora) zapewnia szeroki zakres widzenia kamery z ponad 120m i zakres wykrywania 0-70m od linii zatrzymania.

Następnie przedstawiamy charakterystykę rozwiązania VisioWay z funkcjonalnego punktu widzenia.

3.1.3 Detektor obecności

Celem tego detektora jest monitorowanie obecności pojazdu w obszarze określonym w polu widzenia kamery. Konfiguracja tego detektora jest automatyczna (jest to tryb domyślny) dla wszystkich parametrów definiujących z zastosowaniem algorytmów usuwania cieni uruchamianych w trybie domyślnym. Ponadto możliwy jest też niestandardowy tryb, który pozwala regulować czułość detektora lub wyłączyć algorytm usuwania cieni w sposób samodzielny w każdym zdefiniowanym detektorze.

Detektor ten, jest w stanie wykryć jazdę w przeciwnym kierunku ruchu po wcześniejszym zdefiniowaniu kierunku ruchu, generując alarm. Wykrywa również jazdę z bardzo małą prędkością, co również generuje alarm. Wspomniane alarmy są zgłaszane poprzez wyjścia cyfrowe.

Możliwa jest konfiguracja nawet do 30 stref detekcji równocześnie, które mogą zostać przypisane różnym wyjściom cyfrowym. Można tego dokonać w bezpośredni sposób lub łącząc kilka detektorów w jednym wyjściu za pomocą warunków logicznych na detektorach.

3.1.4 Warunki logiczne na detektorach

Za ich pośrednictwem określone są warunki aktywacji sygnału cyfrowego, warunki te mogą być ustalane na jednym tylko sygnale dostarczonym przez detektor lub na kilku sygnałach dostarczonych przez jeden lub kilka detektorów (takie jak warunki przejazdu pojazdów, jazdy w przeciwnym kierunku lub alarmy ogólne bez obrazu wideo lub z obrazem wideo niskiej jakości). Na przykład, jeśli zdefiniujemy trzy detektory na jednym pasie ruchu, możemy wygenerować jeden sygnał cyfrowy jeśli aktywują się przynajmniej dwa z tych detektorów,

filtrując w dużym stopniu fałszywe sygnały, zwłaszcza przy zasłanianiu pojazdów z powodu ich wysokości i kąta kamery stosując funkcję MzN. Wykonywane operacje logiczne to: NOT, OR, AND, NAND, NOR, XOR, XNOR, MzN. Ponadto istnieje możliwość stosowania złożonych operacji logicznych, takich jak: NOT ((R1 OR R2) AND (R3 OR R4)), gdzie R1, R2, R3 i R4 oznaczają nazwy detektora (Region).

3.1.5 Przedłużanie i filtrowanie wyjść cyfrowych

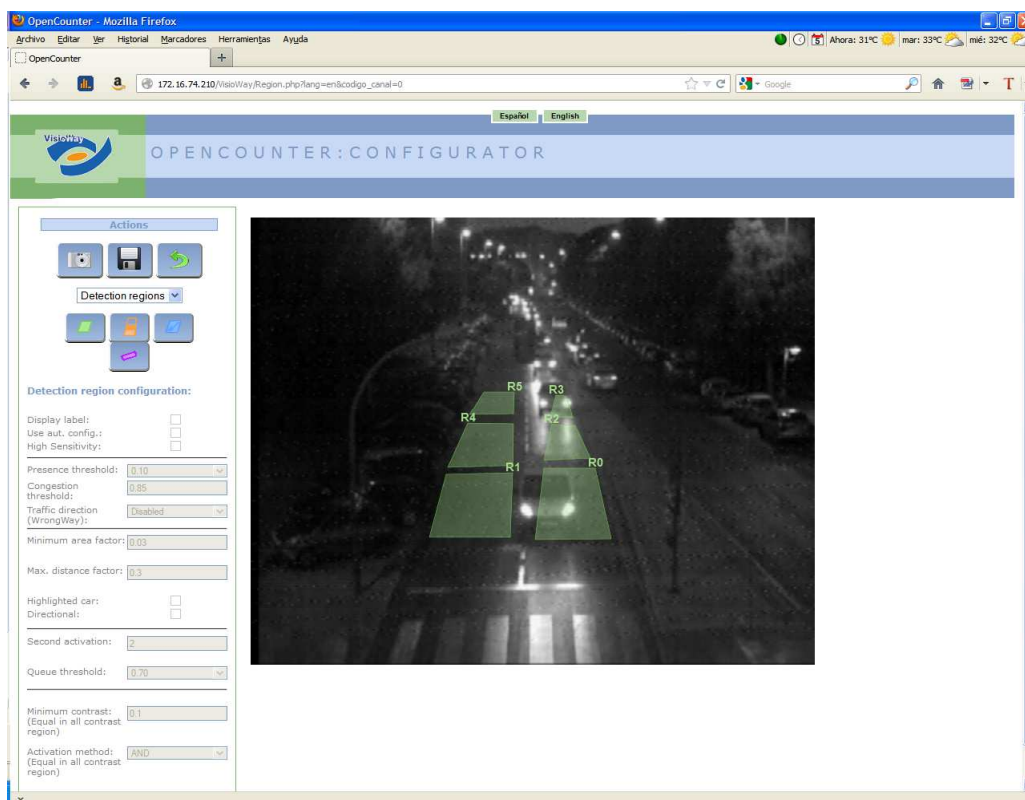
Dzięki tej właściwości określamy warunki czasowe niezbędne do aktywacji wyjść cyfrowych, np. umożliwiające działanie detektora przez minimalny czas przed uruchomieniem produkcji lub brak działania detektora w minimalnym czasie potrzebnym do wyłączenia wyjścia cyfrowego.

3.1.6 Przesyłanie strumienia Wideo poprzez Wideo Serwer

W celu przesłania obrazu z wideodetektorów do Centrum Sterowania stosuje się wideo serwery, które wysyłają sygnał wideo PAL do centrum sterowania za pośrednictwem połączenia sieciowego, umożliwiając tym samym wyświetlanie obrazu odbieranego przez detektor do wyświetlacza, tak jak to jest obecnie praktykowane przez istniejący sprzęt w mieście.

3.1.7 Prosta konfiguracja

Instalacja serwera www na własnym sprzęcie ułatwia w ogromnej mierze konfigurację urządzeń, gdyż za pośrednictwem połączenia sieciowego umiejscowionego w sterowniku ruchu ma się dostęp do konfiguratora sprzętu za pomocą przeglądarki internetowej, bez konieczności stosowania dodatkowego oprogramowania, uwzględniając przy tym szczególnie przydatne zastosowanie monitoringu wideo z własnej przeglądarki w diagnostyce problemów związanych z obrazem wideo otrzymywanego w przenośnego komputera.



3.1.8 Eliminacja cieni

Domyślnie detektory używają algorytmu do eliminacji cieni, zarówno cieni ruchomych jak i z pojazdów. Algorytm ten można dezaktywować dla każdego jednego detektora z osobna.

3.1.9 Szeroki zakres pola widzenia

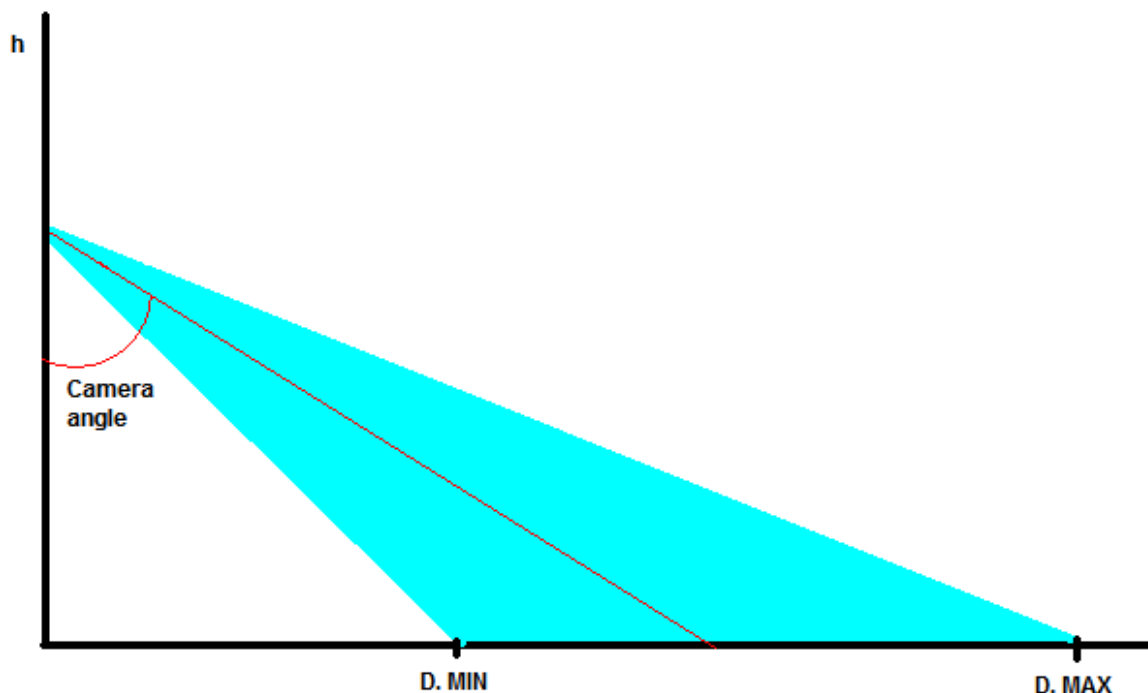
Zasięg pola rozpoznania jaki można uzyskać z jedną kamerą wynosi od 0 do 70 metrów. Kamera może również pracować w polach widzenia o innym zasięgu z większą elastycznością i lepszą jakością obrazu.

Dzięki elastyczności optycznej urządzenia możemy zapewnić taki zakres pola widzenia, który będzie dostosowany do naszych potrzeb. W zasadzie można zastosować dwa obiektywy wieloogniskowe: 2.7mm-12mm i 5.0mm-55mm. Połączenie obydwu obiektywów umożliwia detekcję pojazdów w zasięgu od 0 do 160 metrów, w wyniku połączenia wysokości kamery, odległości do strefy detekcji i zoomu.

Zakres strefy detekcji wynikać będzie z tych właśnie parametrów.

Tak więc, wysokość wysięgnika i odległość do najbliższego punktu jaki chcemy ustawić w naszym zasięgu pola widzenia określą kąt kamery względem podłoża. Natomiast poziom zoomu będzie miał wpływ na zasięg pola widzenia. Zatem, przy większej odległości

minimalnej zasięg jest większy, natomiast większy zoom oznacza mniejszy zasięg jeśli chodzi o szerokości obrazu, ale i większe zbliżenie.



Przy mniejszej odległości kąt kamery (Camera angle) będzie musiał być mniejszy (ostrzejszy) i odwrotnie, zwiększając kąt, zwiększa się odległość minimalna i maksymalna. W zależności od zwiększenia obydwu odległości zwiększa się odległość do pojazdów, i wówczas należy zastosować większy zoom.

Poniżej przedstawimy badanie wykonane na typowym skrzyżowaniu w Lublinie, dokładnie na skrzyżowaniu 69: przejście przez al. Warszawską.



Na typowym skrzyżowaniu, możemy wyróżnić przejście dla pieszych, linie zatrzymania oraz trzy grupy detektorów, w odległości 70m do linii zatrzymania.

Zazwyczaj wysięgniki sygnalizatorów znajdują się przed przejściem dla pieszych.

Tak więc, typową konfiguracją skrzyżowania jest: 6-9 metrów przejścia dla pieszych, kolejne 2-3 metry do linii zatrzymania, w przybliżeniu 1 metr od przejścia dla pieszych do sygnalizatora, jeśli wysięgnik odchylony jest pod kątem do tyłu (dość często spotykane w Lublinie) możemy przyjąć 2 dodatkowe metry (akurat nie w tym przypadku).

Ponadto, jeśli chcemy sterować przez wideodetekcję jedynie dwie ostatnie grupy detektorów, ponieważ zastosowanymi detektorami na linii zatrzymania będą detektory pętli indukcyjnych, dysponujemy dodatkowym dystansem od 15-20 metrów względem linii zatrzymania.

Tak więc, na skrzyżowaniu 69 mamy następującą odległość od kamery do linii zatrzymania: 1.5m (pozycja sygnalizatora względem przejścia dla pieszych) + 6.5m (przejście dla pieszych) + 3.5m (odległość od przejścia dla pieszych do linii zatrzymania), plus odległość do drugiego detektora 16m, co daje nam w sumie 27.5 metra.

Zakładając wysokość kamery 8m, potrzebujemy obiektywu, który zazwyczaj jest od 6.0mm do 10.5mm w większości przypadków, jeśli poruszamy się w odległościach pomiędzy 10 metrów i 18 metrów (choć mamy możliwość użycia nawet 50.0mm, jeśli chcielibyśmy sterować skrzyżowaniami w odległości 70 metrów z głębokością pola widzenia 95 metrów licząc od tych 70 metrów, a więc, z zasięgiem 165 m).

W naszym przykładowym skrzyżowaniu 69, mamy kamerę na wysokości 8 metrów, i odległość 27.5 metrów. A zatem, aby sterować drugim i trzecim detektorem użylibyśmy obiektywu 18.0mm z zasięgiem 95m, a więc, widzielibyśmy od 27.5m do 95m z większym poziomem zbliżenia, co niesie ze sobą większy rozmiar pojazdów ułatwiający widoczność obrazu. Natomiast jeśli chcielibyśmy aby detekcja odbywała się od linii zatrzymania do 70 metrów poza linią zatrzymania, musielibyśmy użyć obiektywu 7mm (gdyż znajdowalibyśmy się w odległości 11.5m od kamery do linii zatrzymania), uzyskując zasięg 83.8m co daje nam od linii zatrzymania od 0 do 72m. W przeciwieństwie do tego sposobu dostosowania kamery, musimy objąć tyle metrów z niskim poziomem zoomu, w ostatniej jednej trzeciej części ekranu pojazdy będą zmniejszać rozmiar bardzo szybko, i będą bardzo małe, co w znacznym stopniu utrudni podgląd wideo w czasie rzeczywistym.

Tak więc, aby objąć obszar od 0-70 metrów od linii zatrzymania możemy użyć zoomu 7.0mm, natomiast w przypadku sterowania jedynie drugim i trzecim detektorem moglibyśmy użyć obiektywu między 7.0mm i 20.0mm, uzyskując w ten sposób szeroki margines w sterowaniu i ustawieniach.

W ten sposób regulując optykę zmiennoogniskową oraz algorytmy detekcji wprowadzone do urządzenia możemy zagwarantować zakres widoczności z górnej kamery do 120m oraz zakres detekcji 0-70m od linii zatrzymania, zgodnie z wymogami projektu.

3.1.10 Rozpoznanie słabej widoczności/braku sygnału

System kontroluje wejście kanału wideo informując sterującego ruchem o nieprawidłowościach w widoczności lub braku sygnału wideo, co utrudnia poprawną detekcję pojazdów. W tym celu, do ich zgłaszania stosuje się wyjście cyfrowe.

3.1.11 Uwagi na temat instalacji wideo detektorów

- W miarę możliwości położenie wideodetektorów powinno umożliwiać widok kontrolowanych wjazdów z przodu, co ogólnie rzecz biorąc oznacza, że skrzyżowanie czterech zbiegających się dróg wymaga czterech urządzeń wideodetekcji.
- Wideodetektory powinny być umieszczane jak najbliżej środka, w odniesieniu do monitorowanej jezdni tak, aby w miarę możliwości i o ile pozwala na to ciężar przedmiotu oraz wytrzymałość podpory, uniknąć ewentualnego bocznego zakrycia.
- W przypadku zastosowania podpory umieszczonej z boku jezdni należy zawiesić wyżej wideodetektor, w celu uniknięcia problemów z zakryciem.
- O ile to możliwe, należy zastosować podpory sygnalizacji świetlnej do umieszczenia wideodetektorów, wykorzystując w ten sposób podporę oraz przewody prowadzące do sterownika sygnałów, chyba że nie jest to możliwe dla obecnych obliczeń konstrukcyjnych.
- Nie należy stosować tego samego wideodetektora do monitoringu dwóch przyległych wlotów ulic.
- Nie należy stosować tego samego wideodetektora do monitoringu więcej niż trzech pasów jezdni.

3.2.- Sterownik Sygnalizacji Świetlnej

3.2.1 Wstęp

Sterownik zapewni pełną realizację zadań przewidzianych w programie działania sygnalizacji przy zachowaniu warunków bezpieczeństwa ruchu drogowego. Urządzenia te będą niezawodne i łatwe w eksploatacji, posiadają solidną obudowę i zamki zabezpieczające przed włamaniem. Sterownik sygnalizacji spełni wymagania normy PN-EN 50293: 2002

Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) - Systemy sygnalizacji ruchu drogowego -- Norma wyrobu oraz załącznika nr 3 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach. - „Szczegółowe warunki techniczne dla sygnałów drogowych i warunki ich umieszczania na drogach”.

Oprócz w/w wymagań, sterowniki ponadto będą posiadać:

- „panel policjanta”, pozwalający na jego włączenie/wyłączenie, przejście do pracy żółtej migowej,
- możliwość zmiany parametrów programu i zdalnego wgrywanie programów bez konieczności przerywania jego pracy,

- zabezpieczenia przed zdalnym wgraniem tablicy kolizji,
- oddzielne porty do komunikacji w ramach pracy systemowej i do komunikacji lokalnej (diagnostyka),
- możliwość gromadzenia danych o ruchu przez okres min 24 godzin w interwałach 15-minutowych, niezależnie od pomiarów systemowych,
- możliwość rejestracji zdarzeń w pamięci nielotnej, niezależnie od rejestru zdarzeń systemu,
- możliwość synchronizacji zegara przez DCF lub GPS,
- możliwość wykrycia przepalenia źródeł światła dla każdego toru i ustawienia dla każdego z nich progu ostrzeżenia lub wyłączenia,
- oprogramowanie do kompilacji i symulacji programu na PC, bez konieczności podłączania fizycznego sterownika,
- wbudowany ściemniacz dla obniżenia jasności świecenia sygnalizatorów w godzinach nocnych,
- wbudowany układ do blokowania sygnalizatorów akustycznych na podstawie własnego swobodnie programowalnego zegara,
- obsługa grup sygnałowych wymaganych dla skrzyżowania plus dwie grupy rezerwowe, niewykorzystywanych z chwilą przekazania systemu
- nadzór sygnałów czerwonych, żółtych, zielonych.

Sterownik będzie wyposażony w co najmniej dwa niezależne układy nadzorujące poprawność jego działania w torze sterowania i nadzoru.

Sterownik będzie dostosowany do sterowania latarniami sygnalizacyjnymi ze źródłami światła typu lumiled.

Sterownik będzie umożliwiać odczyt dzienników zdarzeń – logów poprzez port PC do notebooka. Oprogramowanie umożliwiające odczyt logów winno być dostarczone razem ze sterownikiem.

Sterownik umożliwi realizację koordynacji ze sterownikami istniejącymi zlokalizowanym na sąsiednich skrzyżowaniach. Realizacja pomiarów ruchu w kwantach 1, 5, 15, 30 minutowych oraz 1, 2, 6 i 24 h w okresie min. 90 dni dla 64 punktów pomiarowych. Do sterownika należy dołączyć oprogramowanie do programowania pomiarów w sterowniku oraz odczytu danych.

Sterowniki rtAC są to modułowe urządzenia, które mogą być przedstawione w różnych konfiguracjach, w zależności od złożoności kontrolowanego przecięcia dróg. Karty, które składają się na sprzęt, są to:

- Karta zasilająca (zwana CAM-FA), na której znajduje się elektroniczny zasilacz impulsowy i gdzie wytwarzane są niezbędne napięcia dodatkowe.

- Karta CPU (CAM-CPU), na której znajduje się główny CPU, system dodatkowego nadzoru oraz seria wejść (brama otwarta, sterowanie lokalne, ...) i wyjść (synchronizm, ogrzewanie,...), które urządzenie stosuje do różnych celów. Oprócz tego, karta posiada mikrosterownik, który poza bezpośrednim kierowaniem wjazdów i wyjazdów, stale monitoruje różne napięcia sprzętu oraz jego temperaturę. Wreszcie, także w CAM-CPU se znajduje się system nadzorujący napięcie (Power On Reset) i działanie (watchdog) głównego CPU.
- Jedna lub więcej kart wyjściowych (CAM-SAL). Karty te wyposażone są w mikroprocesor i odpowiadają za kontrolę grup ruchu. Każda z nich może pomieścić 2 grupy K i 1 grupę P lub S. Zgodnie z warunkami PFU, urządzenie wyposażone zostanie w taką liczbę kart wyjściowych, jaka będzie potrzebna do sterowania wszystkimi grupami skrzyżowania, plus dwiema grupami zapasowymi.
- Karty detektorów różnych technologii (pętla indukcyjna, wideodetekcja i wykrywanie incydentów) sterowane za pomocą dodatkowego mikroprocesora odpowiedzialnego za przetwarzanie i gromadzenie danych z detektorów.

W konfiguracji dla Lublina, sterownik wyposażony jest w cztery interfejsy:

- Interfejs Ethernet (bez transceivera) do podłączenia do sieci wykorzystany na obszarze objętym projektem. Interfejs ten może być stosowany z ADSL GPRS, chociaż nie jest wymagany przez sterowniki w obszarze pracy, gdy dociera do nich światłowód. Za pomocą tego systemu komunikacji w najlepszych urządzeniach mogą rozwijać się wszystkie funkcje zawarte w protokole komunikacyjnym (Zobacz specjalny dokument).
- Lokalny interfejs (RS-232): W tym interfejsie można podłączyć zewnętrzne urządzenie, które, przy użyciu bardzo intuicyjnej aplikacji (obsługiwanej razem ze sterownikiem), pozwala:
 - o Skonfigurować sprzęt.
 - o Monitorować jego funkcjonowanie i diagnozować możliwe błędy funkcjonowania.
 - o Usunąć pamięć błędów i ją wyczyścić.
 - o Usunąć dane z detektorów.
- Interfejs USB z urządzeniem GPS, w tym sterownik.
- Interfejs szeregowy z radio-modemowym odbiornikiem żądań pierwszeństwa pojazdów transportu publicznego i uprzywilejowanych, łącznie ze sterownikiem.

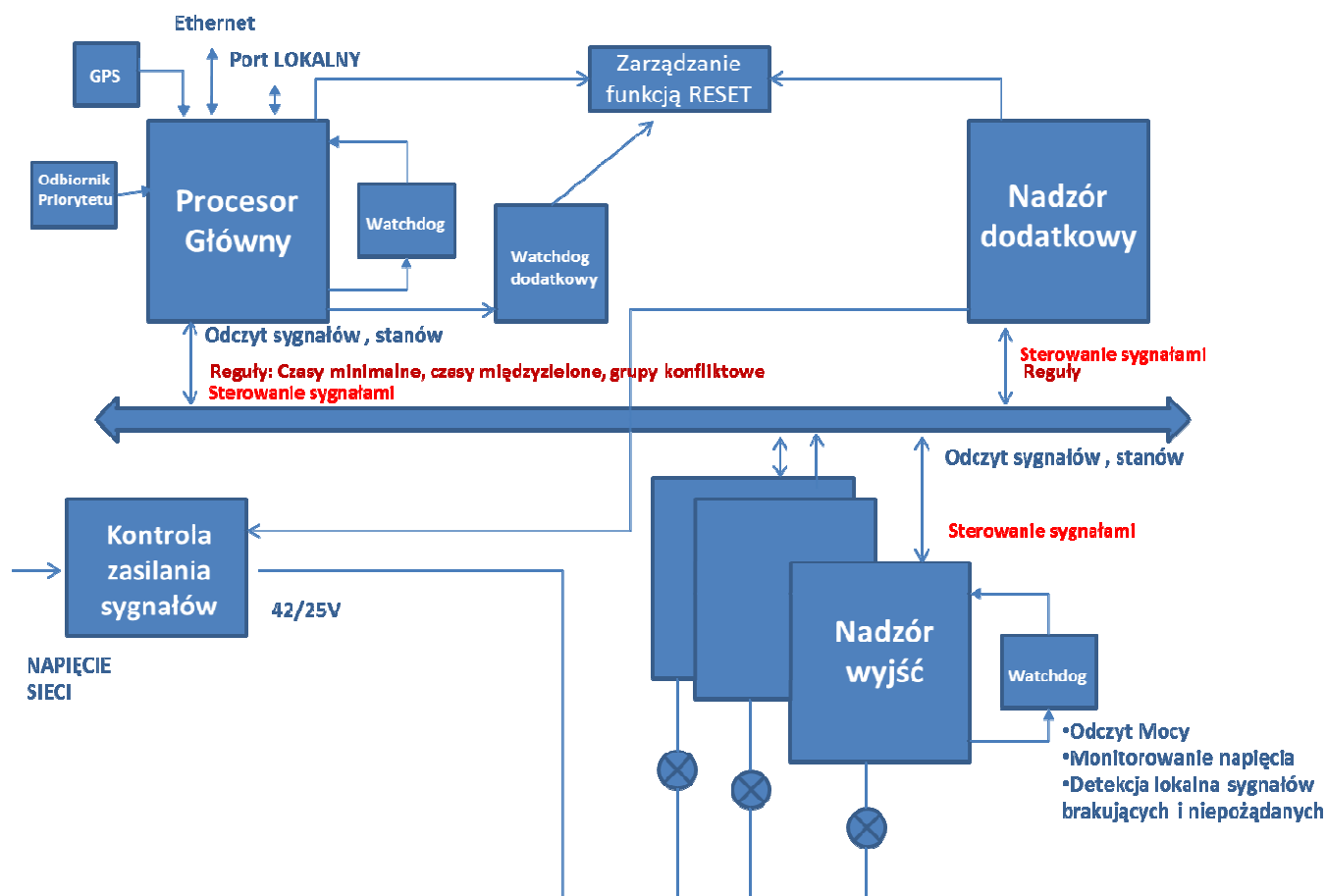
Oprócz powyższego urządzenie będzie wyposażone w wideoserwer niezbędny do transmisji obrazu z kamer wideodetekcji. Zespół jest w pełni konfigurowalny zarówno miejscowo, jak i zdalnie. System operacyjny sterownika jest rozwijany w oparciu o jądro Linuxa (2,6) o otwartym kodzie źródłowym, przy czym zarówno protokół sterownika, jak i środowisko programowania są jawne i otwarte. CPU wyposażony jest w zegar czasu rzeczywistego zasilanego na baterie.

Urządzenie firmy ACISA dysponuje czterema niezależnymi od siebie układami nadzoru w celu: sterowania, poprawy oraz nadzoru działania urządzenia.

- Pierwszy układ nadzoru jest umieszczony na każdej karcie wyjściowej CAM-SAL. Wszystkie karty wyjściowe są mikroprocesorowe. Wspomniany system zajmuje się nadzorem, w czasie rzeczywistym, prawidłowego działania sygnalizacji podłączonej do sterownika, monitorując, w tym celu, napięcie na wyjściach. W przypadku złego działania, system ten zajmuje się (w przypadku, gdy grupa jest zaprogramowana jako system nadrzędny) wprowadzeniem zespołu w bezpieczny stan. Ten system lokalny posiada program nadrzędny watchdog na każdej karcie wyjściowej aby zapewnić prawidłowe działanie systemu nadzoru w każdym momencie. System nadzoru może być widoczny poprzez przednie diody led. Karty wyjściowe odczytują również napięcie na każdym z wyjść, dane te są do dyspozycji w doskonałych systemach monitorowania.
- Drugi układ nadzoru jest główny procesor urządzenia, który oprócz zarządzania działaniem sterownika, opracowując wszystkie algorytmy ruchu drogowego, również zajmuje się zbieraniem danych monitorowanych przez karty CAM-SAL, odnośnie średniego napięcie na każdym wyjściu i nadzoruje, by te pomiary znajdowały się w zaprogramowanych limitach.
- Trzeci układ nadzoru zajmuje się nadzorem, czy procesor główny działa poprawnie. W przypadku wykrycia awarii, system ten resetuje sterownik w sposób natychmiastowy w celu uniknięcia sytuacji niebezpiecznych na skrzyżowaniu.
- Czwarty układ nadzoru opiera się na niezależnym mikroprocesorze. Ten mikroprocesor odczytuje wiadomości z torów sygnałów w celu nadzoru:
 - Minimalnych czasów zielonych
 - Sygnał zielony konfliktowy i czasy międzyzielone
 - Sygnały nieobecne (nie pojawiają się, a powinny)
 - Sygnały niepożądane (pojawiają się, a nie powinny)

Ten system nadzorowania zresetuje sprzęt w przypadku wykrycia błędu, który mógłby wywołać zagrożenie dla użytkowników.

Powyższy opis przedstawia się na następującym schemacie:



Sterownik firmy ACISA dysponuje odczytem natężenia w torach wszystkich wyjść (czerwony, żółty i zielony), odczytem napięcia sieci oraz sprawdzeniem obecności napięcia w torach wszystkich wyjść.

Dla dowolnego koloru nadzór obejmuje:

- Sygnały nieobecne (nie włączają się): Nadzór ten jest realizowany zawsze na wszystkich wyjściach. Można skonfigurować:
 - W przypadku rozpoznania mniejszej awarii, następuje tylko jej rejestracja.
 - W przypadku rozpoznania większej awarii, następuje jej rejestracja i przejście w tryb awaryjny.
- Sygnały niepożądane (nie wyłączają się): Nadzór ten jest realizowany zawsze na wszystkich wyjściach. Można skonfigurować:
 - W przypadku rozpoznania mniejszej awarii, następuje tylko jej rejestracja.
 - W przypadku rozpoznania większej awarii, następuje jej rejestracja i przejście w tryb awaryjny.
- Spalona lampa: W celu wykrycia spalonych lamp należy skonfigurować moc zainstalowaną na każdym wyjściu, jak i również wartość procentową spadku mocy, która oznacza pojawienie się tego alarmu. Nadzór realizowany jest zawsze na wszystkich wyjściach, ale możliwe jest skonfigurowanie dwóch następujących zachowań:

- W przypadku rozpoznania mniejszej awarii, następuje tylko jej rejestracja
- W przypadku rozpoznania większej awarii, następuje jej rejestracja i przejście w tryb awaryjny.

Sterownik posiada pożyteczną właściwość, która pozwala mu odczytać zainstalowaną na jego wyjściach moc w czasie cyklu. Pomiar ten sterownik zastosuje jako moc zainstalowaną, a więc nie ma potrzeby jej manualnego programowania.

- Kontrola nadmiernego zużycia: Konfiguruje się maksymalną wartość procentową względem zainstalowanej mocy. Sprawdzanie realizowane jest zawsze na wszystkich jego wyjściach. Wykrycie nadmiernego zużycia oznacza większą awarię, co skutkuje jej rejestracją i wprowadzeniem sterownika w stan wyłączony.

Sterownik posiada jednostkę nieulotną do gromadzenia:

- Alarmów i zdarzeń.
- Danych z detektorów.

Choć sterownik może korzystać z różnych typów wyjść, w Lublinie zainstalowane są sterowniki dla komór sygnalizacyjnych pracujących z diodami LED (typ Lumiled), działające na dwóch poziomach napięć:

- 230 V AC dla normalnego oświetlenia.
- 180 V AC przy ograniczonym oświetleniu.

Sterownik ACISA odczytuje prąd na wszystkich wyjściach (czerwonym, żółtym i zielonym). Na każdym wyjściu można skonfigurować moc znamionową, warunki redukcji w celu określenia braku działania kamer sygnalizacyjnych (poziomy ostrzegawcze i alarmowe), jak również warunki do ustalenia nadmiernego zużycia. Dokładność odczytu wynosi 2W.

Włączanie/wyłączanie redukcji strumienia światła odbywa się:

- W wyznaczonych godzinach.
- Na podstawie współrzędnych geograficznych i obliczenia wschodów i zachodów słońca, wraz z offsetem programowalnym przez użytkownika.

Sygnalizatory akustyczne zainstalowane na skrzyżowaniach posiadają programowalny system blokujący, który jest uruchamiany przez sterownik zgodnie z tabelą godzinową.

Sterownik posiada kilka mechanizmów do koordynacji z kolejnymi sterownikami sygnalizacji za pomocą emisji impulsów synchronizacyjnych.

Szafka, która zabezpiecza sterownik wykonana jest z ocynkowanej stali o podwójnej ścianie, zabezpieczonej przed korozją farbą epoksydową, suszoną w piecu.

Drzwi są również wykonane z podwójnej blachy i szczelnie dopasowane, dzięki ościeży i uszczelce z neoprenu.

Otwieranie i zamykanie drzwi wykonuje się za pomocą kombinacji klucza głównego i klucza

typu "Allen" z trzema punktami kotwicznymi (dolnym, górnym i bocznym), aby zapewnić ochronę przed wandalizmem lub niepożądanym manipulowaniem.

Obudowa ma z boku drzwiczki, niezależnie od drzwi umożliwiających dostęp do urządzeń elektronicznych i połączeń, które mogą być otwierane za pomocą klucza. Wewnątrz znajdują się przyciski, które osoba upoważniona (policjant), może przełączyć w tryb ostrzeżenia i wyłączanie sterownika. Sterownik rtAC rozwija funkcję **grupy nadzorowanej**.

Sterownik rtAC zapobiega równoczesnemu pojawieniu się świateł zielonych w **grupach niekompatybilnych**.

3.2.2 Działanie sterownika

3.2.2.1 Tryby pracy sterownika

Różne tryby pracy sterownika można klasyfikować według następujących kryteriów.

Jeśli chodzi o sterowanie sekwencją faz:

- **Tryb cykliczny stałoczasowy.**

Struktura powtarza się w każdym cyklu.

Wszystkie przepływy pojazdów i pieszych są obsługiwane w cyklu.

Czas cyklu jest stały i równy sumie maksymalnych czasów każdej fazy, które są niezmiennie.

- **Tryb zmiennoczasowy (akomodacja).**

Pomimo, że struktura jest zachowana określone fazy mogą się nie pojawić bądź też zostać skrócone.

Czas cyklu jest stały i do fazy głównej dodawany jest czas niewykorzystany z innych faz.

W tym trybie w sterowniku rtAC mogą aktywować się bądź dezaktywować następujące procesy, które skutkują zmianami w czasie lub w sekwencji:

- Przyciski dla pieszych.
- Akomodacja przepływów pojazdów.
- Żądania pojazdów Transportu Publicznego i pojazdów Ratunkowych.

- **Tryb acykliczny:** Nie będzie stosowany w tym systemie.

Jeśli chodzi o sygnalizację

- **Wyłączony.**
- **Ostrzegawczy:** Żółty migający na sygnalizatorach dla pojazdów (trzy komory), jak i również w sygnalizatorach z jedną komorą.
- **Program trójkolorowy.**

Jeśli chodzi o jego sposób sterowania

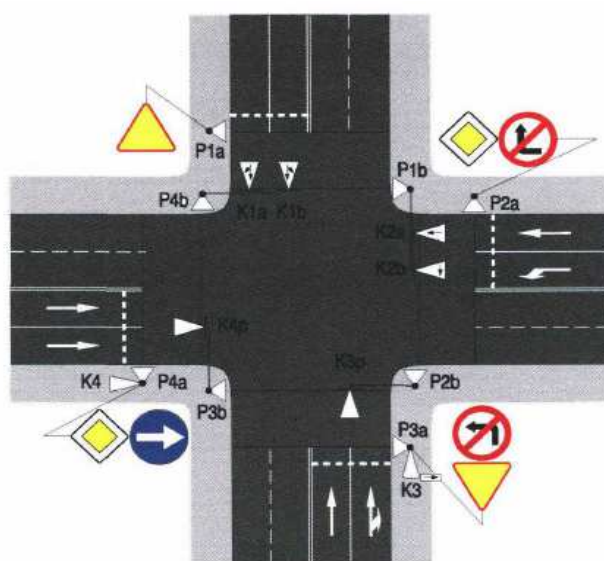
- **Podłączony do systemu sterowania:** Jest naturalnym sposobem sterowania, które utrzymuje się wtedy gdy jest podłączony do wyższych poziomów.
- **Sterowanie panelem policjanta:** Sterownik, niezależnie od tego czy jest podłączony do systemu sterowania czy też nie, podlega interwencji policji, która przełącza go w tryb alarmowy lub wyłącza całkowicie.
- **Niezależny:** Sterownik monitoruje połączenie z wyższymi poziomami i przechodzi w ten tryb sterowania jeśli nie ma połączenia z systemem.

3.2.2.2 Program trójkolorowy

3.2.2.2.1 Grupy sygnalizacyjne

Przez pojęcie **grupy sygnalizacyjnej** określa się sygnały, które w każdym momencie programu sygnalizacji znajdują się w takim samym stanie

Na tym przykładzie z Załącznika 3 do Rozporządzenia ministra Infrastruktury można zauważyć wszystkie sygnały odpowiednio ponumerowane.



Dla tego przykładu grupami sygnałów byłyby:

Grupy sygnalizacyjne	Sygnalizacje
1K	K1, K1p
2K	K2a
3K	K2b
4K	K3, K3p
5K	K4, K4p
6P	P1a, P1b
7P	P2a, P2b
8P	P3a, P3b
9P	P4a, P4b
10S	SK3

W sterowniku rtAC możliwe stany grup sygnalizacji są programowalne. W tym projekcie będą skonfigurowane zgodnie z możliwymi grupami jak i również możliwymi stanami zgodnie z sekwencjami stosowanymi w kraju.

Zgodnie z powyższym, grupy mogą odnosić się do:

- Sygnalizator **trójkomorowy** dla pojazdów (typ S-1 lub S-3). Ten rodzaj sygnalizatora może znajdować się w następujących stanach:
 - Wyłączony
 - Realizować sekwencję: Czerwony, Czerwony/Żółty, Zielony, Żółty, Czerwony.
 - W sekwencji tej: stan Żółty trwa 3 sekundy a Czerwony/Żółty 1 sekundę.
 - W trybie cyklicznym stałoczasowym: stan Zielony powinien trwać przez co najmniej 8 sekund.
 - W trybie akomodacji: stan Zielony powinien trwać przez przynajmniej 5 sekund.
 - Ostrzegawczy: Żółty migający.
 - Nadawanie sygnału migającego jest programowalne w sterowniku, a więc, może działać zgodnie z normami krajowymi: Częstotliwość $2 \pm 0,5$ Hz. Stosunek czasu nadawania sygnału do czasu braku sygnału 0,4 do 0,6
- Sygnalizatory **dwukomorowe** dla pieszych i/lub rowerzystów (rodzaj S-5 i S-6). Ten rodzaj sygnalizatora może występować w następujących stanach:
 - Wyłączony
 - Realizując sekwencję: Czerwony, Zielony, Zielony migający, Czerwony

- Nadawanie sygnału migającego jest programowalne w sterowniku, a więc, może działać zgodnie z normami krajowymi: Częstotliwość $2 \pm 0,5$ Hz. Stosunek czasu nadawania sygnału do czasu braku sygnału 0,4 do 0,6
- W sekwencji tej stan Zielony migający trwa 4s
- Czas sygnału zielonego powinien zostać dostosowany do czasu przejścia/przejazdu, ale nie może być krótszy niż 4s.dla sygnału zielonego i 4s. dla sygnału zielonego migającego.
- Sygnalizator **jednokomorowy** dla pojazdów dopuszczający skręcanie w kierunku wskazanym zieloną strzałką (typ S-2). Ten rodzaj sygnalizatora może występować w następujących stanach:
 - Wyłączony.
 - Zielony.

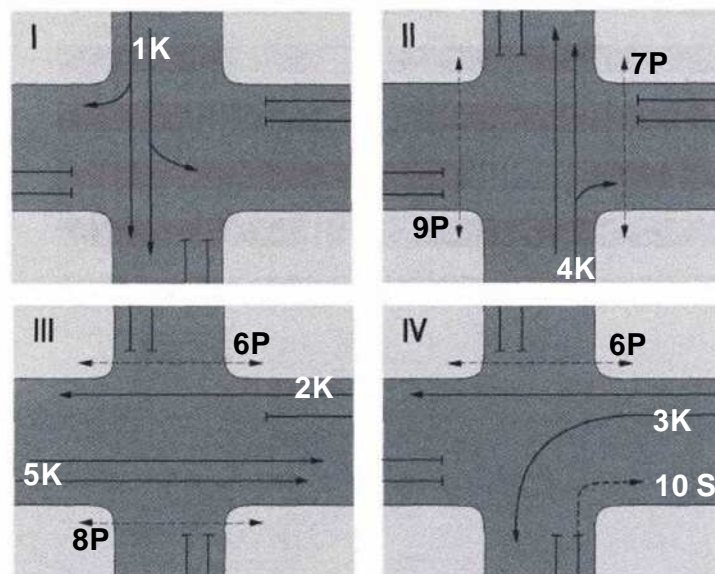
Sterownik może działać również z innymi sygnałami i sekwencjami dla innych użytkowników ruchu drogowego, takich jak autobusy i tramwaje jak wskazano w rozdziale 4 załącznika 4 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury, chociaż nie ma to zastosowania w niniejszym projekcie.

3.2.2.2.2 Struktura, fazy, przedziały oraz przejścia.

Sterownik zorientowany jest na **działanie fazowe**.

Podstawową fazą ruchu określa się stan ruchu, w którym każdy strumień znajduje się w oczekiwaniu na przejazd lub przekracza skrzyżowanie, nie są to jednak strumienie ewakuujące się.

Podstawowa faza pozwala na ciąg bezkolizyjnych serii przejazdów przez skrzyżowanie, jak na przykładzie przedstawionym w Załączniku nr 3 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury.



Fazy następują jedna po drugiej w określony sposób, co określane jest jako **struktura programu sygnalizacji**.

Sterownik rtAC pozwala na skonfigurowanie różnych struktur, aczkolwiek może działać poprawnie tylko z jedną, tak jak w przypadku zastosowania w SZR w Lublinie.

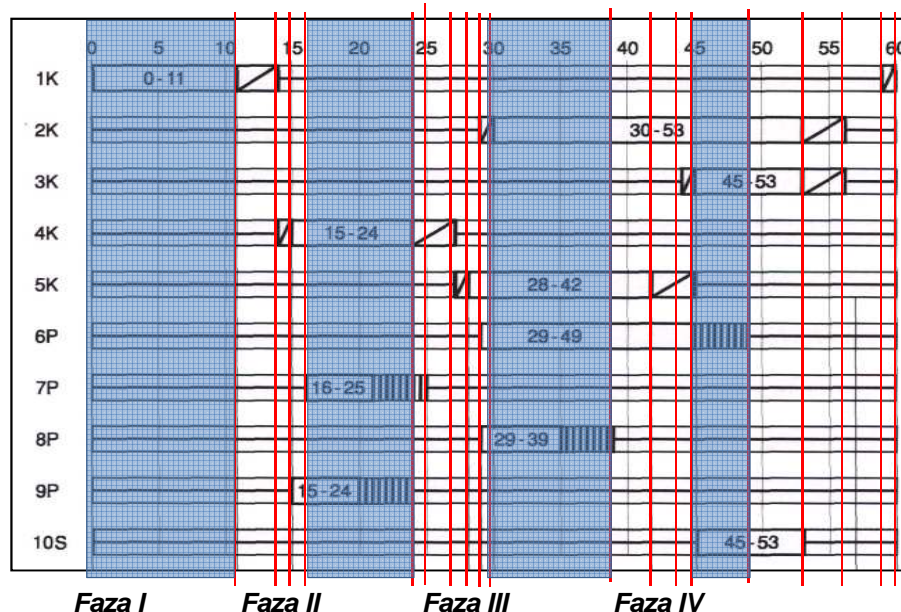
Przejście z jednej fazy w kolejną odbywa się poprzez kilka **przedziałów sygnalizacyjnych** lub **przedziałów**. Każdy przedział jest stałym stanem pomiędzy dwoma **punktami przełączeń**. **Przejściem** nazwiemy szereg przedziałów, które muszą wystąpić pomiędzy każdą parą kolejnych faz (wychodzącą i wchodzącą).

Sterownik rtAC umożliwia kilka zestawów czasów przedziałów dla zmian pomiędzy fazami, aczkolwiek może działać poprawnie tylko z jednym, tak jak w przypadku zastosowania w SZR w Lublinie.

Punktem przełączeń określa się chwilę w programie sygnalizacji, w której następuje zmiana co najmniej jednego sygnału.

Poniższy **diagram faz** przedstawia różne podstawowe fazy i przedziały każdej zmiany. Odpowiada przykładowi faz przedstawionemu wcześniej w tym punkcie.

Diagram faz sporządzony został na **diagramie czasów zielonych i międzzielonych**.



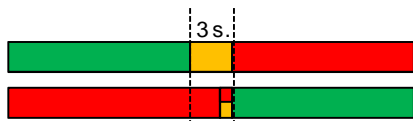
3.2.2.2.3 Minimalny czas międzyszielony

Określa się **minimalny czas międzyszielony** jako czas pomiędzy momentem zakończenia i rozpoczęcia sygnałów zielonych. Czas ten powinien gwarantować, że nie będzie kolizji dla każdej pary strumieni przeciwnego ruchu, sterowanych przez te sygnały (jedne z nich ewakuują się, a inne wjeżdżają).

Prezentuje to tabela, w której przedstawia się czas pomiędzy każdą parą dotyczących grup. Tabela ta (**tabela czasów minimalnych**) jest także **tabelą grup przeciwnych** (patrz wyżej).

Czas międzyszielony pomiędzy dwoma grupami dla pojazdów może wynosić 3 s. lub więcej. W przypadku sygnału, który ma odebrać zielony od pieszych, czas ten wynosi 4 s.

W przypadku 3 s. mielibyśmy:

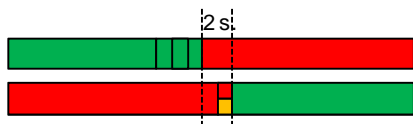


Dla 5 s. mielibyśmy



W przypadku grupy dla pieszych, koniec sygnału zielonego w trakcie ewakuacji (kiedy przechodzi na czerwone) liczy się od końca zielonego migającego.

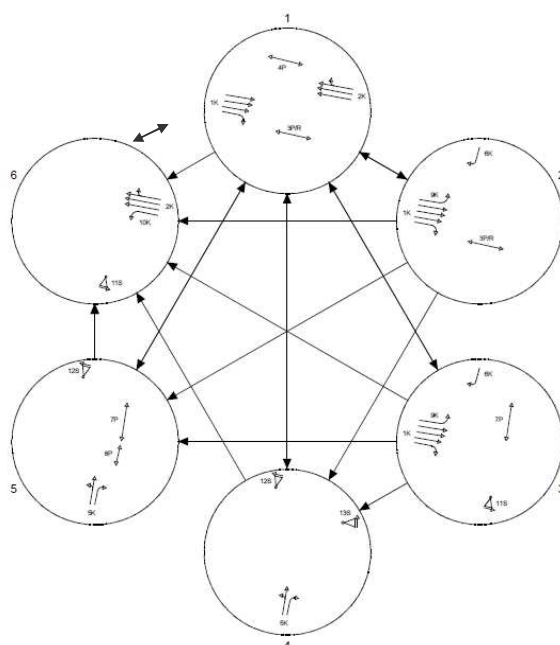
Na przykładzie mamy czas międzyszielony 2 s.



Przejścia są planowane w celu zapewnienia tych minimalnych czasów międzyzielonych, w wyniku czego oczywistym jest, że działanie sterownika fazami sprawia, że naruszenie minimalnego czasu międzyzielonego jest niemożliwe ponieważ projektowane interwały gwarantują, realizację tego czasu.

3.2.2.2.4 Pojawienie się fazy podstawowej

Kolejny przykład (inny niż poprzedni) pozwala zilustrować jako pojawiają się fazy w sekwencji.



Na tym diagramie określa się w pierwszej kolejności kolejność która byłaby następująca F1, F2 lub F3, F4 lub F5 i F6. Strzałki reprezentują możliwe przejście między fazami.

F1 jest **fazą główną** i w sterowniku rtAC pojawia się zawsze zarówno w trybie pracy cyklicznej stałoczasowej jak i zmiennoczasowej.

F2 i F3 są fazami wzajemnie **się wykluczającymi**, a więc, jeśli pojawia się Faza 2 nie pojawia się Faza 3 i odwrotnie. To samo dzieje się z fazami 4 i 5.

W fazach wzajemnie się wykluczających jeśli są wymagane, to priorytet nadaje się pierwszej z nich.

Działanie zależy od trybu pracy.

- W trybie pracy cyklicznej stałoczasowej kolejność faz będzie F1, F2, F4 y F6.
- W trybie pracy zmiennoczasowej, w zależności od zgłoszeń:
 - Pojawia się F1.
 - Pojawia się lub nie F2. Jeśli się pojawia nie pojawia się F3.
 - Pojawia się lub nie F3 zawsze gdy nie pojawiła się F2.
 - Pojawia się lub nie F4. Jeśli się pojawia nie pojawia się F5.
 - Pojawia się lub nie F5, zawsze gdy nie pojawiła się F4.
 - Pojawia się lub nie F6.

Przejścia powinny być zaprogramowane dla wszystkich kombinacji faz wejściowych i wyjściowych, tzn.:

OD	DO
F1	F2, F3, F4, F5, F6
F2	F4, F5, F6, F1
F3	F4, F5, F6, F1
F4	F6, F1
F5	F6, F1
F6	F1

3.2.2.2.5 Długość fazy podstawowej

Istnieją trzy parametry względem długości fazy.

Minimalny czas fazy

Parametr ten, wskazuje minimalny czas, jaki zachowuje ustalona faza kiedy się pojawia (tryb pracy zmiennoczasowy).

Parametr ten jako minimalny powinien być wystarczający, aby spełnić warunki zielonych czasów minimalnych w grupach faz zielonych.

W trybie pracy stałoczasowym, jest niższy limit godziny planowania programów sygnalizacji.

Maksymalny czas fazy

Tryb pracy stałoczasowy dokładnie wskazuje czas trwania fazy.

Tryb pracy zmiennoczasowy wskazuje wstępnie przewidziany czas trwania dla fazy. Faza niemniej jednak może być skrócona, maksymalnie do minimalnego czasu trwania, jeśli nie utrzymuje się zgłoszenie.

Czas wydłużenia

W trybie pracy zmiennoczasowej, jeśli długość zgłoszenia utrzymuje się, faza się przedłuża w regularnych przedziałach od czasu minimalnego w regularnych interwałach, zmieniając czasy

wydłużenia. Jak zostało to wyjaśnione wcześniej, długość fazy ograniczona jest do czasu maksymalnego.

Sterownik rtAC pozwala konfigurować różne kombinacje czasów minimalnych i czasów wydłużenia dla faz, aczkolwiek może działać prawidłowo tylko w jednej kombinacji, tak jak jest to w przypadku SZR w Lublinie.

3.2.2.2.6 Programy sygnalizacji

Pojęcie **programu sygnalizacji** zawiera:

- Strukturę działania (Jeśli istnieje więcej niż jedna struktura zaprogramowana)
- Przypisane czasy przejść (Jeśli istnieje więcej niż jedna kombinacja czasów zaprogramowanych)
- Minimalne czasy i czasy wydłużenia faz (Jeśli istnieje więcej niż jedna kombinacja czasów zaprogramowanych)
- Maksymalny czas trwania faz, tzn. rozkład (Split)
- **Offset**
- Tryb pracy: stałoczasowy / zmiennoczasowy
- Oczywiście **czas cyklu** będącego sumą czasów trwania faz i przejść

Program w którym w danym momencie sterownik pracuje zależy od trybu pracy

- Tryb pracy połączony do systemu sterowania. Program jest nadany z urządzenia z poziomu wyższego w systemie.
- Tryb pracy niezależny. W tym wypadku istnieje wiele możliwości konfiguracji działania:
 - Sterownik wybiera program w oparciu o wewnętrzną tabelę godzinową.
 - Sterownik wybiera czas cyklu i offset z wewnętrznej tabeli godzinowej i oblicza split z danych z detektorów strategicznych (optymalizacja).
 - Może pracować w trybie stałoczasowym lub w trybie zmiennoczasowym.

3.2.2.2.7 Optymalizacja niezależnego trybu pracy

Jeżeli sterownik działa w trybie niezależnym, realizuje obliczenia rozkładu (optymalizacja), dzieląc założenie, że czas zielony każdej grupy sygnalizacyjnej (G_i) powinien być proporcjonalny do maksymalnego stosunku I_i/S_i przypisanych grup pasów do sygnałów, które nazywamy X_i . Jednocześnie, czas cyklu (C) minus suma jego straconych czasów (L), powinno być proporcjonalne do sumy tych stosunków.

$$\frac{G_1}{X_1} = \frac{G_2}{X_2} = \dots = \frac{G_k}{X_k} = \frac{G_1 + \dots + G_k}{X_1 + \dots + X_k} = \frac{C - L}{X}$$

Wszystkie te obliczenia realizowane są z danych detektorów strategicznych i przypisanych do nich grup pasów i grup sygnalizacji. Wszystkie te relacje są konfigurowane w sterowniku.

3.2.2.2.8 Program początkowy i program końcowy

Program początkowy realizowany jest w celu przejścia z trybu alarmowego do trybu programy trójkolorowego. Tryb alarmowy powinien trwać przynajmniej 180 s.

Program końcowy realizowany jest w celu przejścia z trybu programu trójkolorowego do trybu alarmowego (za wyjątkiem sytuacji awaryjnych, kiedy to przechodzi w tryb alarmowy w sposób natychmiastowy)

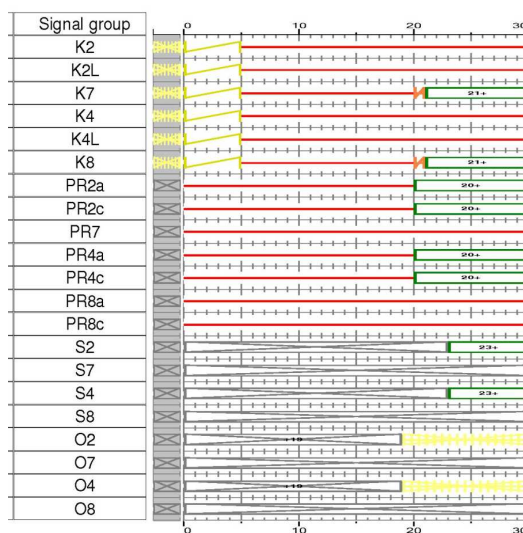
Programy te są dowolnie konfigurowane w sterowniku rtAC poprzez interwały, jednakże zgodnie z dyrektywami krajowymi, którymi są:

Program początkowy.

Po upływie 180 s. W trybie alarmowy sekwencja interwałów jest następująca:

- Żółte trwa 5 s. Dla pojazdów i Czerwone dla pozostałych uczestników ruchu
- Czerwone dla wszystkich uczestników ruchu z czasem trwania dostosowanym zgodnie ze wskazaniem Załącznika 3 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury
- Program tymczasowy trójkolorowy, który nadaje zielony strumieniom ruchu dróg podporządkowanych (Jeśli strumień na drogach podporządkowanych otrzymują w programie trójkolorowym Zielone na początku cyklu, program tymczasowy może zostać pominięty)

Następnie przechodzi się do programu trójkolorowego, czego przykładem może być:



Program końcowy

Rozpoczyna się po ukończeniu aktualnego cyklu i realizowane są następujące kroki:

Krok 1

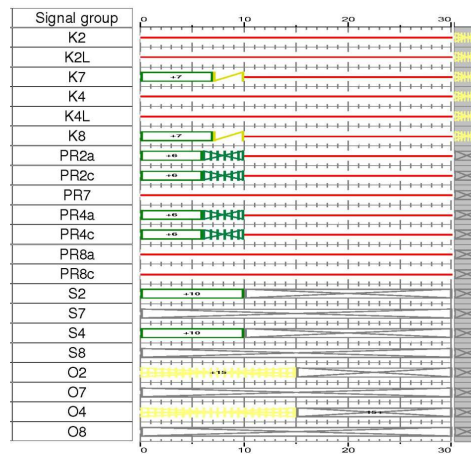
- Nadaje się zielone grupom, które kończą cykl z czerwonym lub żółtym
- Nadaje się żółte migające grupom, które kończą w zielonym ciągłym

- Nadaje się czerwone dla pozostałych grup

Krok 2

- Żółte migające dla grup, które miały zielone
- Czerwone dla pozostałych grup z czasem nie mniejszym niż 5 sekund.

Następnie przechodzi się do trybu alarmowego, czego przykładem może być:



3.2.2.2.9 Sterowania czasami i sekwencjami stanów

Sterowania obejmują:

- Sekwencje stanów w zależności od rodzaju grupy
- Czasy stanów żółte i żółte/czerwone
- Minimalne czasy stanów zielone migające
- Minimalne czasy międzzielone: Na podstawie czasów określonych w przejściach

Realizowane są:

- W programach o konfiguracji zarówno lokalnej jak i zdalnej
- Przy wprowadzaniu tych parametrów do sterownika

Sterowanie minimalnymi czasami zielonymi w grupach w każdym programie w zależności od trybu pracy, realizowane jest na podstawie czasów określonych w przejściach i minimalnych czasów faz w następujących momentach:

- W programach o konfiguracji zarówno lokalnej jak i zdalnej
- Przy generowaniu parametrów na wyższych poziomach
- Przy rozpoczęciu danego programu sygnalizacji w sterowniku

Czas cyklu jak wskazano, jest sumą czasów przejść i maksymalnych czasów trwania faz. W przypadku działania zmiennoczasowego, faza główna zbiera czas z pozostałych z innych faz w taki sposób, że cykl zostaje zachowany.

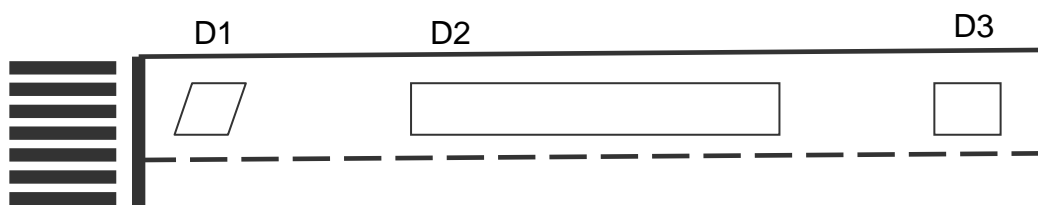
3.2.2.3 Lokalna adaptacja planu ruchu (akomodacja)

3.2.2.3.1 Detektory i warunki logiczne

System wykrywania opiera się na trzech pojęciach: detektory fizyczne, detektory logiczne oraz zgłoszenia, bądź warunki logiczne.

Detektory fizyczne stanowią kluczowy element działania sterownika. Mogą mieć charakter strategiczny, jeżeli otrzymywane są z nich dane o ruchu, bądź taktyczny, w przypadku, gdy służą do adaptacji planu. Detektory strategiczne będą wyjaśnione w innym punkcie.

Konfiguracja detektorów dla pojazdów przy wlocie na skrzyżowanie i pasów ruchu uzależniona jest od algorytmów akomodacji. Możliwe jest zastosowanie do trzech detektorów:



Detektor D1 będzie detektorem taktycznym i strategicznym z pętli indukcyjnej. Detektory D2 i D3 są wyłącznie taktycznymi z wideo-detekcji.

Detektor logiczny opiera się na jednym bądź dwóch detektorach fizycznych i na spełnieniu określonych warunków, którymi mogą być:

Pojazd	Obecność	Wykrywa obecność/brak w oparciu o detektor fizyczny. Wykrycie może mieć charakter bezpośredni (stan detektora "1" musi pojawić się w momencie badania zgłoszenia), bądź zapamiętany (stan detektora to "1", jeżeli był on taki sam przed sprawdzeniem zgłoszenia, nawet jeżeli w tym konkretnym momencie stan jest inny).
	Wykrywający korki	Wykrywa formujące się korki. Na jego definicję składa się detektor fizyczny (D) oraz dwa parametry: czas obserwacji (T) i procent zajęcia przestrzeni (O). Działanie przedstawia się następująco: Sterownik cały czas monitoruje okno czasu T i sprawdza czy w tym samym czasie detektor fizyczny przewyższał o "1" procent O w oknie czasu.
	Prędkości	Wykrywa prędkości przejazdu. Wymaga dwóch detektorów fizycznych.
	Free flow.	Wskazuje kiedy odstępy między pojazdami mierzone w sekundach przewyższają pewną określoną wartość. Tym samym wykrywa on spełnienie warunku swobodnego przepływu pojazdów.
Piesi	Wykrywa wciśnięcie przycisku dla pieszych	

W przypadku SZR w Lublinie:

- Detektory D1 i D2 przypisane zostaną detektorom logicznym typu Pojazdu/Obecności

- Detektor D1 zostanie zapamiętany.
- Detektor D3 przypisany zostanie detektorowi logicznemu typu Pojazdu/ Free flow.
- Do tego należy dodać detektor pieszych, który używany będzie w sposób zapamiętany.

Detektory fizyczne są monitorowane:

Sterownik nadzoruje sygnał z uszkodzonej pętli wysłany przez karty detektorów do wszystkich przypisanych do niej detektorów

W przypadku wideodetektorów sterownik przetwarza sygnał „ słabej jakości obrazu”, które tworzą urządzenia i uznaje wszystkie detektory w nim skonfigurowane za uszkodzone.

W przypadku awarii detektora, zostaje on wprowadzany przez sterownik w stan uszkodzenia, który jest konfigurowalny.

Zgłoszeniem określa się **warunek logiczny** na detektorach logicznych. Spełnienie niniejszego warunku może generować różne działania w sterowniku, zapewniając dostosowanie planu do wykrytej sytuacji (patrz algorytm akomodacji).

Przykład zgłoszeń:

- Został wciśnięty któryś z przycisków dla pieszych P1, P2 lub P3.
- Sytuacja free flow w sposób jednoczesny w detektorach logicznych przypisanych do fizycznych D10, D11, D12.
- Obecność na detektorach logicznych przypisanych do następujących detektorów fizycznych D1, D2, D2 , D3.

3.2.2.3.2 Algorytm akomodacji

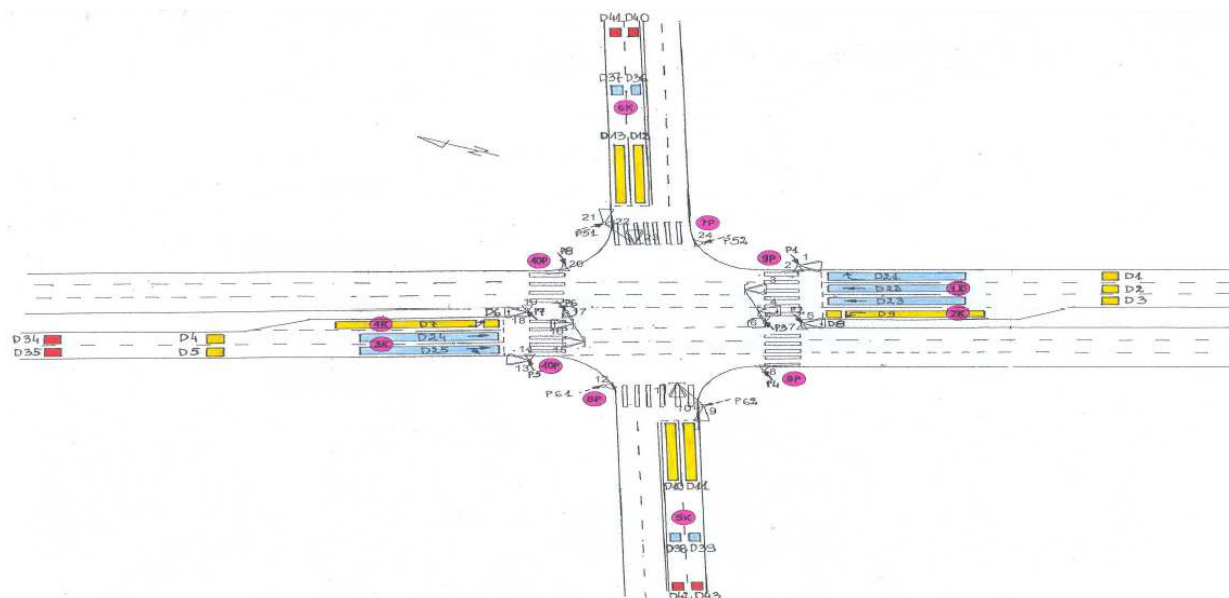
Wyjaśnia warunki pojawienia się faz dla pojazdów oraz pieszych, jak i również długości ich samych i dokładnie wyrażony jest w formie diagramu przepływu, w którym pojawiają się warunki logiczne i warunki tymczasowe.

Dzięki mechanizmom sterowania, które zostały już wyżej omówione:

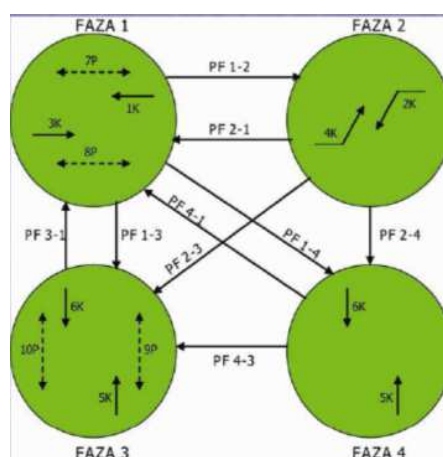
- Struktura, kolejność faz w strukturze i priorytet między fazami wzajemnie się wykluczającymi
- Czasy minimalne, maksymalne i czasy wydłużenia
- Detektory logiczne (obecności, free flow i przyciski dla pieszych) ze swoimi warunkami do bycia zapamiętanymi lub nie)
- Sterowanie czasem cyklu

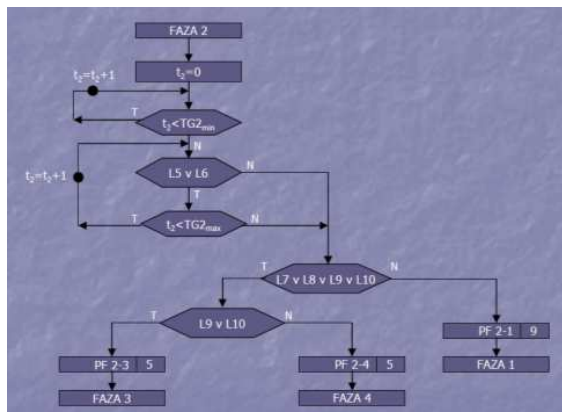
Algorytmy akomodacji są uproszczone ponieważ należy jedynie wskazać zgłoszenie, które powoduje pojawienie się fazy jak i również zgłoszenie, które sprawia, że faza utrzymuje się przez maksymalny czas jej trwania.

Poniższy przykład pokazany został w sposób częściowy.



Fazami podstawowymi są

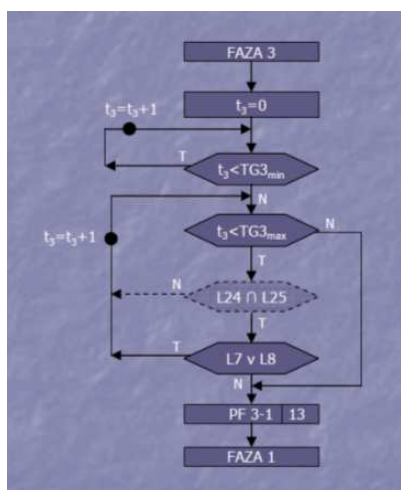




F2 trwa przynajmniej TG2min sekund i może dotrwać do TG2max jeśli występują zgłoszenia wydłużenia (L5 i L6).

Po zakończeniu fazy, jeśli nie występują zgłoszenia dla F3 lub F4 wraca do F1.

W zależności od aktywnych zgłoszeń można przejść do fazy F3 lub F4 poprzez odpowiednie przejścia (PF)



Czas trwania F3 zawierać się będzie pomiędzy TG3min i TG3max.

Faza utrzymuje się do TG3max jeśli nie wykryty zostanie free flow (L24, L25) lub jeśli są zgłoszenia (L7, L8)

Następnie przechodzi do F1 poprzez odpowiednie przejście 13 sekundowe (PF 3-1)

Warunki logiczne użyte w przykładzie:

L5	D9	ZAJĘTOŚĆ	WYDŁUŻENIE FAZY 2
L6	D7	ZAJĘTOŚĆ	WYDŁUŻENIE FAZY 2
L7	D10, D11	ZAJĘTOŚĆ PRZYNAJMNIEJ JEDNEN Z NICH	ZGŁOSZENIE FAZY 4 WYDŁUŻENIE FAZY 3 I 4
L8	D12, D13	ZAJĘTOŚĆ PRZYNAJMNIEJ JEDNEN Z NICH	ZGŁOSZENIE FAZY 4 WYDŁUŻENIE FAZY 3 I 4
L9	P1, P2, P3, P4	WYKRYCIE PRZYNAJMNIEJ JEDNEN Z NICH	ZGŁOSZENIE FAZY 3
L10	P1, P2, P3, P4	WYKRYCIE PRZYNAJMNIEJ JEDNEN Z NICH	ZGŁOSZENIE FAZY 3
L24	D36, D37	WYKRYCIE "FREE FLOW" NA WSZYSTKICH	NIE JEST KONIECZNE WYDŁUŻANIE FAZY 3 LUB 4
L25	D38, D39	WYKRYCIE "FREE FLOW" NA WSZYSTKICH	NIE JEST KONIECZNE WYDŁUŻANIE FAZY 3 LUB 4

Warunki czasu użyte na przykładzie

TG2MIN	MINIMALNY CZAS ZIELONY FAZY 2	5
TG2MAX	MAKSYMALNY CZAS ZIELONY FAZY 2	26
TG3MIN	MINIMALNY CZAS ZIELONY FAZY 3	18
TG3MAX	MAKSYMALNY CZAS ZIELONY FAZY 3	48

3.2.2.3.3 Priorytet dla transportu publicznego i pojazdów uprzywilejowanych

3.2.2.3.3.1 Opis ogólny

System ten opiera się na zgłoszeniach przejazdu wysyłanych z systemu pokładowego znajdującego się w pojazdach. **Zgłoszenia lub żądania** realizowane są w momencie przekraczania określonych punktów. System pokładowy zna swoje położenie dzięki temu, że posiada odbiornik GPS.

Zgłoszenia przejazdu odbierane są w sterowniku za pośrednictwem modemu radiowego. W zgłoszeniach identyfikowane są:

- Sterownik, który wysyła zgłoszenie przejazdu.
- Wjazd dla którego wysyła się zgłoszenie przejazdu.
- Rodzaj pojazdu.
- Linia (pojazd transportu publicznego) lub identyfikacja służby ratunkowej (pojazdy ratunkowe).
- Numer pojazdu (w linii lub w służbie ratunkowej)

System jest **lokalny**, co oznacza, że to sterownik odbiera zgłoszenie priorytetu i ocenia czy go zrealizuje czy też nie.

Priorytet dla pojazdów ratunkowych (PR) jest zawsze przyznawany.

Natomiast dla pojazdów transportu publicznego (PTP) jest **warunkowy**, co oznacza, że przyznanie priorytetu danemu pojazdowi zależy od określonych warunków, które są wysyłane z CSR do sterownika dla każdego pojazdu.

Sterownik realizuje dwa rodzaje priorytetów:

- **Priorytet normalny:** Ten rodzaj priorytetu zapewnia przejazd pojazdu bez zmiany struktury. Metoda ta nie gwarantuje przejazdu pojazdu.

Jest to metoda, którą w pierwszej kolejności sterownik próbuje zastosować zarówno dla PTP jak i PU.

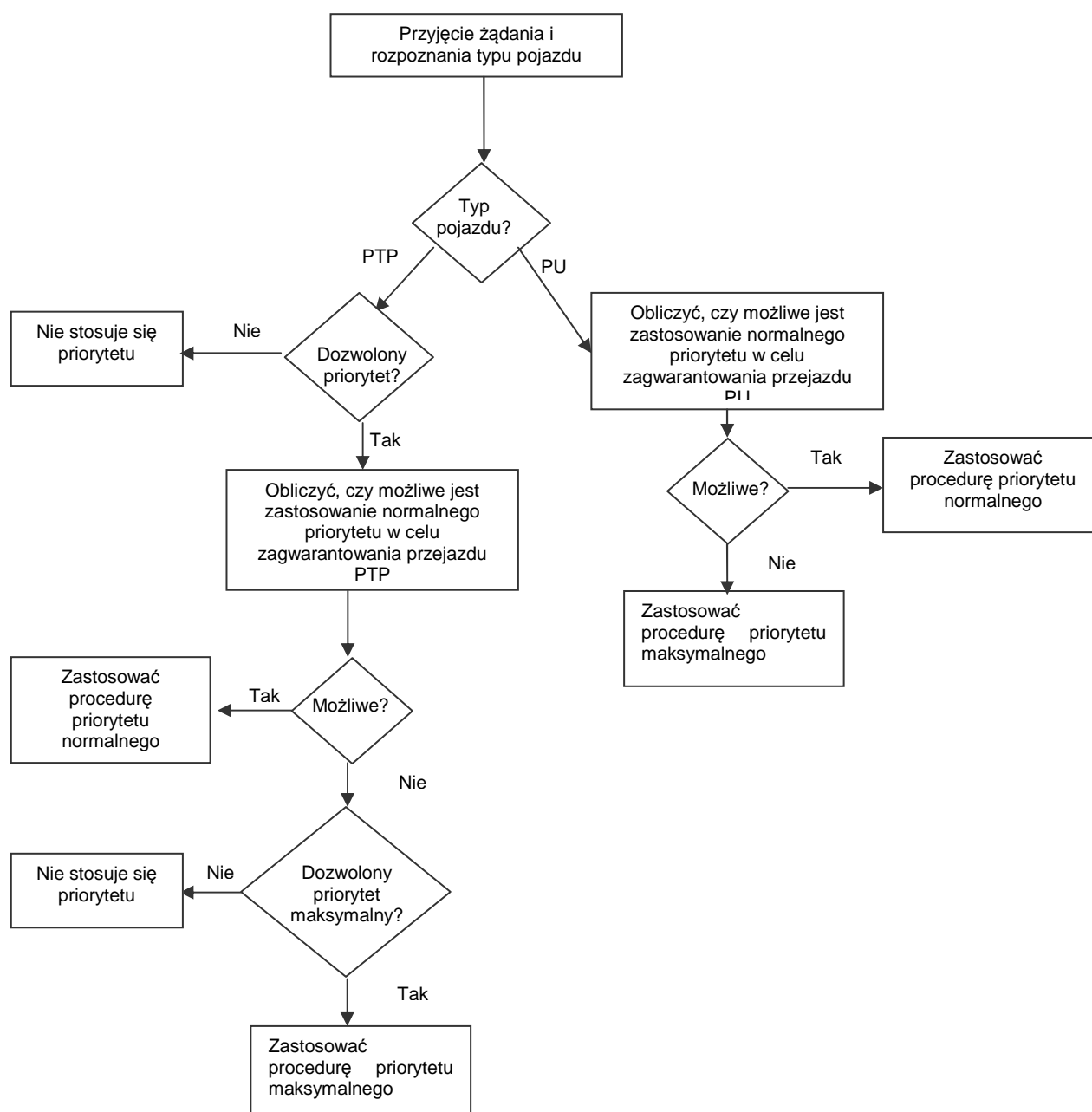
- **Priorytet maksymalny:** Gwarantuje przejazd pojazdu. Aby tak się stało, sterownik zmienia normalną sekwencję faz (określoną jako specjalny system w Programie Funkcjonowania i Użyteczności).

Metodę tą stosuje się dla PU (jeśli niemożliwy jest priorytet normalny). Dla PTP ta metoda działania powinna być szczególnie uruchamiana według reguł lub warunków.

Aby sterownik mógł odpowiedzieć na żądanie PTP musi zostać spełniony warunek polegający na tym, że wcześniej SZR wskaże wystąpienie danego żądania PTP, które powinno być wykonane.

Aby sterownik mógł zastosować procedurę najwyższego priorytetu, musi zostać spełniony warunek polegający na tym, że wcześniej SZR wskaże wystąpienie danego żądania PTP, które powinno być wykonane za pomocą tej procedury.

Wszystkie te powyższe zostały uwzględnione na poniższym schemacie



Ponadto za pomocą SZR można powstrzymać priorytet na każdym skrzyżowaniu / wjeździe

Innymi ogólnymi cechami systemu są:

- Sterownik obsługuje jedno zgłoszenie na cykl
- Parametrami konfigurowanymi w sterowniku są
 - Wloty na których można wysłać zgłoszenie priorytetu
 - **Faza priorytetowa:** Patrz mechanizm priorytetu normalnego
 - **Faza specjalna:** Patrz mechanizm priorytetu maksymalnego.
 - **Szacowany czas przyjazdu:** z punktu zbliżania do skrzyżowania (patrz następny punkt)
 - **Maksymalny czas odwołania:** Czas potrzebny do przejazdu przez skrzyżowania, określany przez dane związane z punktami obecności i odwołania

3.2.2.3.3.2 Strefy wykrywania

Istnieją trzy punkty lub strefy, gdzie pojazd sygnalizuje swoją obecność sterownikowi.

- **Zbliżania:** Usytuowany w wystarczającej odległości od miejsca wjazdu na skrzyżowanie tak, by sterownik zdążył przyznać prawo do przejazdu kilka sekund przed dotarciem pojazdu na skrzyżowanie.
- **Obecności:** Usytuowany w taki sposób, aby pojazd dojeżdżający do skrzyżowania mógł go aktywować. Jego zadanie polega na potwierdzeniu przybycia pojazdu, bądź też na ponownej realizacji zgłoszenia, jeżeli przetworzenie lub wygenerowanie sygnału nie było możliwe w strefie (punkcie) zbliżania.
- **Anulowania:** Usytuowany za skrzyżowaniem. Kończy proces przyznania pierwszeństwa.

3.2.2.3.3.3 Mechanizm Priorytetu Normalnego

Jak zostało wspomniane mechanizm ten nie zawsze jest możliwy. Możliwość jego realizacji jest oceniana przez sterownik w momencie odebrania sygnału z pojazdu w punkcie zbliżania.

Faza priorytetowa jest tą fazą cyklu która zapewnia przejazd strumieniom ruchu w którym porusza się pojazd wysyłający zgłoszenie priorytetu. Faza ta jest fazą w strukturze i pojawi się w niej w odpowiedniej dla niej pozycji.

Opiera się na następujących parametrach:

- Szacowany czas przybycia pojazdu na skrzyżowanie. Jest to czas konfigurowany w sterowniku dla każdej drogi dojazdowej.
- Okno czasu od momentu otrzymania zgłoszenia, które może dostosować sterownik zapewniając przejazd pojazdu bez zatrzymania, które opiera się na dwóch wartościach:

- Czas minimalny w którym może pojawić się faza priorytetowa, wynikać będzie z pojawienia się wszystkich poprzedzających ją faz w cyklu w czasie minimalnym
- Czas maksymalny w którym może zakończyć fazę priorytetową będzie wynikał z pojawienia się wszystkich poprzedzających ją faz w cyklu wraz z tą fazą priorytetową w czasie maksymalnym
- W przypadku działania zmiennoczasowego z fazami, które mogą pojawić się lub też nie, uwzględnia się jedynie fazy ze zgłoszeniami ich pojawienia w momencie oceny.

Jeśli szacowany czas przybycia znajduje się pomiędzy dwoma określonymi limitami, wówczas możliwa jest realizacja mechanizmu priorytetu normalnego.

Sterownik wybiera wówczas, w zależności od szacowanego czasu przybycia, jedną z poniższych opcji:

- Przyspieszenie fazy priorytetowej przez realizowanie poprzedzających ją faz w czasie minimalnym
- Nie realizowanie żadnej zmiany ponieważ przybycie oczekiwane jest w fazie priorytetowej
- Opóźnienia zamknięcia fazy priorytetowej przez realizowanie faz w czasie maksymalnym

3.2.2.3.3.4 Mechanizm Priorytetu Maksymalnego

Jak już wcześniej wspomniano niniejszy mechanizm stosowany jest dla pojazdów ratunkowych, jeśli ich obsługa okazała się niemożliwa z priorytetem normalnym.

Dla pojazdów transportu publicznego, oprócz poprzedniego warunku, należy spełnić warunek specjalny aby ten system został uruchomiony.

Opiera się na **fazie specjalnej**, która może być ze struktury lub nie. W każdym razie występuje po aktualnej fazie (która jest realizowana w czasie minimalnym) i utrzymuje się do momentu przejazdu pojazdu, co jest wykrywane przez punkt odwołania lub po upływie *timeout*, jeśli warunek ten nie jest wykrywany.

Następnie przechodzi się do fazy ze struktury, która pojawiłaby się gdyby cykl odbył się w sposób normalny.

Konieczne jest skonfigurowanie przejść z każdej fazy cyklu do fazy specjalnej oraz z tej fazy do każdej fazy cyklu.

3.2.2.3.3.5 Rola punktu obecności

Z poprzednich punktów rozumie się działanie punktów zbliżania i odwołania. Ponadto system wsparty jest punktem obecności, który spełnia następujące funkcje:

- Jeśli sygnał przejazdu przez ten punkt jest odebrany przez sterownik, a nie został odebrany przez odpowiadający mu punkt zbliżania wówczas nastąpił błąd w systemie

nadanie-odbiór. Sterownik realizuje procedurę priorytetu maksymalnego dla pojazdów ratunkowych i dla pojazdów transportu publicznego jeśli został włączony

- Jeśli pojazd przybywa do tego punktu w trakcie trwania sygnału zielonego wskazuje, że jego przejazd był możliwy bez zatrzymania.
- Oblicza rzeczywisty czas przybycia z punktu zbliżania.

3.2.2.3.3.6 Informacje rejestrowane przez sterownik

Sterownik przechowuje dane z każdego zdarzenia przyznania priorytetu przejazdu zawierające sposób reakcji na to zdarzenie. Rejestrowane są następujące dane:

- Rodzaj aktywacji: w punkcie zbliżenia lub w punkcie obecności
- Dzień i godzina aktywacji
- Rodzaj pojazdu
- Linia (pojazd transportu publicznego) lub identyfikacja zbiorcza (pojazdy ratunkowe).
- Numer pojazdu (dla linii lub zbiorcze)
- Poziom opóźnienia (Pojazdy Transportu Publicznego)
- Poziom zajętości (Pojazdy Transportu Publicznego)
- Rodzaj użytego priorytetu
- Sukces/Niepowodzenie
- Czas Zbliżania: Między punktem zbliżenia i punktem obecności.
- Czas Przejazdu: Między punktem obecności i punktem odwołania.

Ponadto sterownik pozwala, żeby stan zarządzanie systemem priorytetów był monitorowany w czasie rzeczywistym przez centrum sterowania.

3.2.2.4 Koordynacja

W tym rozdziale zostały zebrane mechanizmy stosowane przez sterownik ruchu firmy ACISA rtAC, aby koordynować się z innymi skrzyżowaniami sąsiednimi. Proces ten nazywa się **koordynacja** lub **synchronizacja**.

W celu analizy działania, należy przede wszystkim wziąć pod uwagę **początek cyklu**, który ma sterownik ruchu firmy ACISA, ponieważ właśnie na podstawie tego punktu dokona on pomiaru różnicy pomiędzy poszczególnymi fazami-offset. W sterownikach rtAC punkt ten definiowany jest jako moment rozpoczęcia fazy pierwszej podstawowej.

Sterownik firmy ACISA dysponuje różnymi trybami synchronizacyjnymi:

- **Telesynchronizacja**→ W tym przypadku punkt odniesienia dla koordynacji dociera do sterownika przez port wejściowy. Sygnał będzie miał formę impulsu (logika może być pozytywna bądź negatywna) wysyłanego przez nadrzędny sterownik, w momencie rozpoczęcia nowego cyklu. W oparciu o ten punkt odniesienia oraz o zaprogramowaną w sterowniku różnicę czasową pomiędzy poszczególnymi fazami, dostosuje on swój program tak, by skoordynować się.
- **Autosynchronizacja**: w tej metodzie punkt odniesienia potrzebny do obliczenia synchronizacji pozyskiwany jest z wewnętrznego zegara sterownika. Należy przyjąć dowolny punkt w czasie (np. godzina 1:00:00 w poniedziałek, czy godzina 00:00:00

każdego dnia, zegar ten można zaprogramować) i na podstawie godziny, którą pokazuje, sterownik oblicza w którym momencie cyklu powinien się aktualnie znajdować.

- **Synchronizacja przez wyższy poziom** ta metoda podobna jest do Autosynchronizacji, w tym przypadku sterownik również oblicza synchronizację w oparciu o zegar wewnętrzny, jednak w odróżnieniu od poprzedniej metody punkt odniesienia określany jest przez centrum sterowania, które odpowiada za jego wyznaczenie.

W każdej z trzech opisanych metod sterownik ACISA może poprawić aktualny program w celu skoordynowania sterownika, stosując jedną z następujących metod:

- **Synchronizacja przez oczekiwanie** → w celu uzyskania wymaganego offsetu modyfikuje się fazę główną
- **Synchronizacja przez rozkład** → w celu uzyskania wymaganego offsetu, czasy poszczególnych faz zostają zmodyfikowane (wydłużone bądź skrócone) z zachowaniem minimalnego czasu ich trwania

3.2.2.5 Niezależny tryb pracy

Chociaż normalny tryb pracy sterownika podłączony jest do centrum sterowania, to urządzenie posiada samodzielny tryb w szczególnych przypadkach, takich jak utrata łączności z centrum sterowania.

W tym trybie sterownik działa w trybie godzinowym, pozwalając na zaprogramowanie różnych działań do realizacji w określonym czasie.

W trybie autonomicznym można skonfigurować w sterowniku kilka podtrybów:

- Poprzez wybór czasu wybiera się zarówno cykl, jak też podział i opóźnienia.
- Wybierając czas dokonuje się wyboru cyklu, opóźnienia, a sterownik dokonuje obliczania podziału faz.
- W każdym z poprzednich dwóch przypadków można dokonać lub nie akomodacji.

Lokalne sterowniki nadal obsługują pojazdy uprzywilejowane stosując parametry domyślne, gdyż realizacja priorytetu jest gwarantowana na tym poziomie.

Dane ze sterowników lokalnych dotyczące:

- Planów
 - Działań priorytetowych,
 - Zmian statusu i alarmów
 - Danych detektorów,
- nie zostaną utracone, gdyż są w nich przechowywane do momentu przywrócenia sterownika obszarowego.

Obliczanie dystrybucji (optymalizacja) odbywa się na podstawie danych strategicznych z detektora oraz ich kombinacji z grupami pasów ruchu, a tych z grupami sygnalizacji. Wszystkie te relacje są konfigurowane w sterowniku.

3.2.2.6 Alarmy i zdarzenia

3.2.2.6.1 Wstęp

W zależności od wagi alarmu oraz sposobu zaprogramowania sterownika przez użytkownika, sterownik będzie reagować na wypadek awarii lub zdarzenia w następujący sposób:

- Nie należy sprawdzać alarmu.
- Przechowywać alarm bez jakichkolwiek dalszych działań.
- Zmodyfikować zachowanie urządzenia oprócz przechowywania alarmu.
- Oprócz przechowywania alarmu, przełączyć sterownik do trybu awaryjnego. Tryb ten można konfigurować w sterowniku jako wyłączenie lub ostrzeżenie (obsługa grup specjalnych ma charakter specjalny, jak to omówiono w odpowiednim dziale).

W niektórych przypadkach tryb awaryjny działa, a czasem jest wyłączony i zostanie osiągnięty w przedziale krótszym niż 300 ms.

Zgodnie z dyrektywą europejską błędy powinny być zaklasyfikowane jako bardziej poważne (prowadzą do trybu awaryjnego) i mniej poważne.

Informacja na temat alarmów istniejących w danym czasie jest dostępna dla lokalnego operatora i może być skonsultowana za pomocą lepszych urządzeń. Protokół dopuszcza również spontaniczny przekaz ze sterownika do lepszych urządzeń, gdy wykryte zostaną zmiany w informacji.

Alarmy aktywowane są, gdy znajdzie ku temu przyczyna. Dezaktywacja alarmu zależy od alarmu i występuje przy jednej z następujących okoliczności:

- Znika, gdy ustąpi przyczyna jego aktywacji.
- Kolejność usuwania (jeśli alarm jest przechowywany).
- Gdy raport zostanie przesłany wyżej.

Poza tym jako alarmy rejestrowane są inne sytuacje informacyjne zwane incydentami.

3.2.2.6.2 Odnośnie alarmów i zdarzeń

Alarmy i zdarzenia monitorowane i rejestrowane przez sterownik to:

- Napięcie złącza (230 V AC).
- Napięcie zasilania elektroniki (5 V DC).
- Temperatura.
- Sygnały nieobecne.
- Sygnały niepożądane.

- Spalona lampa (zgłoszenie i alarm)
- Kontrola nadmiernego zużycia
- Grupy niekompatybilne.
- Błąd w synchronizacji.
- Otwarte drzwi.
- Sterowanie policyjne.
- Uszkodzony detektor taktyczny.
- Wykrycie zdarzenia (wideodetektor)
- Autodiagnoza.
- Sprawdzanie danych
- Nagrywanie danych
- Niepożądana próba dostępu do obszaru danych o ograniczonym dostępie.
- Błąd w łączności.
- Nadzór cyklu.
- Nadzór minimalnych czasów zielonych
- Nadzór czasów międzymiastowych.
- Nadzór procesów działania oprogramowania.

3.2.2.7 Detektory strategiczne

Są dwa rodzaje detektorów strategicznych:

- Detektory strategiczne które zliczają zawsze
- Detektory strategiczne przypisane do grup sygnalizacyjnych i które zliczają tylko, kiedy jest sygnał zielony. Są to takie, które użyte są w Lublinie na linii zatrzymań.

Dane, które obliczane są na każdym z detektorów to: liczba pojazdów oraz czas zajęcia przestrzeni, które definiuje się jako liczbę całkowitą wskaźników wzrostu w okresie pomiaru oraz czas (w sekundach), w trakcie którego detektor był aktywny odpowiednio w obrębie tego samego okresu.

Dane te archiwizowane są co:

- 1, 2, 5, 15, 30 minut
- 1, 2, 6, 12 i 24 godziny

i przechowywane do wglądu w trwałych wpisach, która wydobyć lokalnie lub zdalnie

Sterownik dysponuje wewnętrzną pamięcią Flash o pojemności 16Gb, z czego rezerwuje 8 Gb do przechowywania informacji z detektorów. Przy takiej pojemności sterownik rtAC jest w stanie zachować dane pochodzące z 80 detektorów (jego maksymalna pojemność) przez okres maksymalnie 180 dni.

Sterownik, w niezależnym działaniu, wykrywa niewiarygodne dane z detektorów, jeżeli pozyskane z nich dane o ruchu są odmienne od charakterystycznych zachowań. Statystyczne zachowanie konfiguruje się w sposób lokalny lub zdalny, w sterowniku dla każdego detektora w funkcji parametrów, charakteryzujących relację I/O. Stopień

rozbieżności danych z statystycznym zachowaniem, może być konfigurowany przez użytkownika.

W przypadku wykrycia danej mało wiarygodnej, sterownik zastępuje daną, przez taką, która odpowiada krzywej referencji. Krzywa ta jest dla każdego detektora i jest aktualizowana każdego dnia przez system sterowania

Rejestruje się dane uzyskane z detektora, jako wartości zastępcze jeśli takie powinny być użyte.

3.2.3 Norma

Sterowniki firmy ACISA spełniają normy:

- Załącznik nr. 3 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach. - „Szczegółowe warunki techniczne dla sygnałów drogowych i warunki ich umieszczania na drogach”.
- PN-EN 50293: Kompatybilność elektromagnetyczna (CEM). Systemy sygnalizacji ruchu drogowego. Norma wyrobu
- PN-EN 50556: Systemy sygnalizacji ruchu drogowego
- PN-EN 12675: Kontrolery sygnalizatorów - Funkcjonalne wymagania bezpieczeństwa

Przetoczone powyżej normy odpowiadają dokładnie normą europejskim (EN 50293, EN 50556 i EN 12675).

ACISA informuje, że jedyną zharmonizowaną normą znajdującą się w Monitorze Polskim jest PN EN 50293.

3.2.4 Protokół komunikacji

3.2.4.1 Wstęp

Branża transportowa zwykle używa prawnie zastrzeżonych protokołów komunikacyjnych. Urządzenia z różnych firm przewozowych nie są kompatybilne między sobą. W rezultacie, rozbudowa i utrzymanie systemu po instalacji początkowej może być wykonywana tylko przez właściciela zainstalowanych urządzeń.

Tak więc, inne firmy nie mają możliwości, aby przejąć kontrakt, unikając przy tym konkurencji.

Otwarty Protokół (oITSP) to protokół TCP / IP zaprojektowany i zaproponowany dla ACISA. oITSP pozwala wdrożyć skalowalny i standardowy system do korzystania z prawdziwego przetargu, jak również umożliwia inne typy urządzeń z tego zakresu.

Interoperacyjność i wymiennność to dwa kluczowe cele podjętego przez oITSP wysiłku. Terminy te odzwierciedlają zdolność wykorzystania wielu marek urządzenia tego samego kanału łączności oraz zdolność do ich wymiany:

- Interoperacyjność umożliwia składnikom systemu pochodzącym od różnych producentów komunikowanie się ze sobą, aby zapewnić funkcje systemowe i pracować razem jako cały system.

-Zamienność odzwierciedla zdolność do wymiany urządzeń tego samego typu, na tym samym kanale łączności, przy czym urządzenia te mają współpracować z innymi urządzeniami tego samego typu za pomocą standardowych funkcji. Dzięki zamienności, elementy systemu mogą być wymieniane na podobne komponenty pochodzące od różnych producentów, ponieważ posiadają one wspólne cechy funkcjonalne i fizyczne.

3.2.4.2 Szczegóły protokołu

3.2.4.2.1 Dane techniczne

Kontrolerzy ruchu powinni posiadać złącze RJ-45 umożliwiające połączenie z siecią Ethernet.

Interfejsy

Protokół oITS jest zbudowany przez protokół TCP / IP.

3.2.4.2.2 Budowa ramowa

W tym rozdziale zajmiemy się określeniem struktury komunikacji między urządzeniami całego systemu. W następujących pozycjach przyjrzymy się ramom niezbędnym do ich realizacji.

Budowa ramowa obejmuje:

1 Bajt	STX	00000010
2 Bajt	Equipment	10000001
3 Bajt	Message Code	1XXXXXXX
.....		
.....	Data	1XXXXXXX
.....		
n-1 Bajt	Check	1XXXXXXX
n Bajt	ETX	00000011

Bajt CHECK jest WYŁĄCZNY lub funkcja dla wszystkich bajtów ramowych, które nie mają specjalnego charakteru, przypisana jest pierwszym 7 bajtom.

3.2.4.2.3 Wiadomości

SPECJALNE WIADOMOŚCI 1-BITOWE	ZNACZENIE
STX	Ramy początkowe
ETX	Ramy końcowe
ACK	Otrzymana wiadomość ok
NACK	Otrzymana wiadomość źle
DET	Zapytaj o detektory danych
TRCAM	Detektory Online
HTR	Synchronizacja Czasu/Daty
WIADOMOŚCI KONTROLNE	ZNACZENIE
Ustaw nowy podział	Skonfiguruj nowy podział dla rzeczywistego planu
Ustaw nowe przesunięcie (offset)	Skonfiguruj nowy offset dla rzeczywistego planu
Ustaw nowy czas cyklu	Skonfiguruj nowy czas cyklu, podział i przesunięcie (offset)
Ustawić nowy tryb pracy	Zamów nowy tryb: migający, centralne sterowanie, ustalony czas, zmienny czas, ...
Ustawianie czasu i daty	Wysyłanie danych dla określenia nowego czasu i / lub daty
Detektory online (odpowiedź dla TRCAM)	Rzeczywista wartość dla grupy czterech detektorów w czasie rzeczywistym.
Zmień na kolejne fazy	Zamówienie na przejście do kolejnego etapu (przestrzegając minimalnego czasu)
Początek programowania danych	Początek programowania sterownika ruchu. Hasło jest wymagane
Koniec programowania danych	Koniec programowania sterownika ruchu.
Stan skrzyżowania w czasie rzeczywistym	Sterownik wysyła kolor każdej grupy ruchu w czasie rzeczywistym.
Koniec Czasu Rzeczywistego	Koniec czasu rzeczywistego dla grupy ruchu
Usuń alarmy	Zresetować wszystkie alarmy
Status siły Detektorów	Wymuszenie na detektorze warunku "1" lub "0"
Włączyć / wyłączyć tryb priorytetu	Włącz / Wyłącz ustawienie procedury priorytetu
Włączanie / wyłączanie priorytetu dla pojazdu	Spis pojazdów zostanie zmieniony.
Włączyć / wyłączyć tryb ściemniania	Włączyć / wyłączyć tryb ściemniania
WIADOMOŚCI O DANYCH	ZNACZENIE

PROGRAMOWYCH	
Grupy K, P i S	Definiowanie parametrów dla każdego typu grupy (cechy, graniczne alarmów, minimalny czas, ...)
Tabela detektorów taktycznych	Definiowanie parametrów taktycznych detektora..
Tabela funkcji Detektorów	Zdefiniuj Detektory strategiczne, funkcje (detektory prędkości, detektory kolejki, ...)
Tabela definicji żądań	Logiczne połączenie z jednym lub kilkoma taktycznymi detektorami.
Tabela czasu zielonych grup konfliktowych	Minimalny czas pomiędzy zielonymi grup konfliktowymi
Specjalny kalendarz dni	Plany harmonogramu dla dni specjalnych, takich jak Boże Narodzenie, niedziele, ...
Miganie	Skonfiguruj czas migania
Tryb pracy	Ustawić domyślny tryb pracy (stały czas lub pół-sterowany)
Alarmy	Działania, które sterownik będzie robić, gdy wykryje, każdy alarm.
Tabela faz	Skonfiguruj fazy (kolory)
Tabela przejść	Skonfiguruj przejścia między fazami (kolory)
Tabela struktur	Skonfigurować cały plan (fazy + między fazami razy).
Działania dla tabeli żądań	Konfigurowanie działań, które sterownik będzie realizować na żądanie
Tabela czasu przejścia	Konfigurowanie synchronizacji dla każdego przejścia
Tabela bezpieczeństwa i czasów poszerzonych	Minimalne i rozszerzone czasy dla każdej fazy
Tabela planów	Skonfigurować strukturę, offset i dzielenie dla każdego planu.
Tabela danych priorytetu	Skonfigurować wszystkie dane dla procedury priorytetu
Tabela sekwencji początkowej	Skonfiguruj czas i przejście do sekwencji startowej
Tabela sekwencji końcowej	Skonfiguruj czas i przejście do sekwencji końcowej
Tabele harmonogramów dla planów	Godzinny / Dzienny harmonogram dla planów
Tabela synchronizacji danych	Dane dla procesu synchronizacji
Ściemnianie tabeli sterującej	Czas rozpoczęcia i zakończenia dla trybu ściemniania
Tabela kontroli akustycznej	Początek i koniec blokowania sygnałów

	akustycznych.
Tabela danych akomodacji	Dane za proces akomodacji
Tabela wschodu / zachodu słońca	Przyśpieszenia / opóźnienia wschodu i zachodu słońca
WIADOMOŚCI INFORMACYJNE	ZNACZENIE
Detektory (taktyczne)	Wartość wszystkich statusów ("1" lub "0") dla wszystkich detektorów taktycznych
Detektory (strategiczne)	Aktualna wartość licznika dla wszystkich strategicznych detektorów
Alarmy	Aktywne alarmy
Alarmy Skondensowane Lampy	Szczegółowe dane dla połączonych lamp alarmów
Alarmy grupowe	Szczegółowe dane dla grupy alarmów
Alarmy Zielone Konflikty	Szczegółowe dane teleadresowe dla zielonych alarmów konfliktowych
Status (kolor) dla grupy N	Status (kolor) dla grupy N
Wszystkie statusy grupy	Status (kolor) dla każdego
Pobierz logger	Pobierz alarmy i rejestrator zdarzeń
Pobierz detektor danych historycznych	Uruchom rejestrator detektora danych.
Pobierz priorytetowe działania rejestratora	Uruchom rejestratora działań priorytetowych

3.3.- Sygnalizatory

Latarnie sygnalizacyjne (sygnalizatory) dla sygnalizacji świetlnych będą spełniać wymagania zawarte w „Instrukcji o drogowej sygnalizacji świetlnej”.

Średnica soczewek sygnalizatorów dla pojazdów powinna wynosić 300 mm, dla pieszych, rowerzystów i sygnalizatorów zezwalających na skręt w kierunku wskazanym strzałką 200 mm, sygnalizatorów pomocniczych – 100 mm.

Konstrukcja pojedynczej komory sygnalizacyjnej i całego sygnalizatora powinna zapewniać odpowiednią szczelność. Komory sygnałowe powinny posiadać stopień ochrony minimum IP-54. Sygnalizatory powinny umożliwiać ich ustawienie pod odpowiednim kątem w płaszczyźnie pionowej i poziomej. Soczewki powinny mieć bezbarwne klosze oraz daszki ochronne osłaniające je przed kurzem, opadami atmosferycznymi i podglądem ze strony innych uczestników ruchu dla których sygnał nie jest przeznaczony.

Powierzchnia czołowa komory sygnałowej powinna być barwy czarnej, tylna część obudowy powinna być barwy czarnej, ciemnozielonej lub szarej. Wymagania konserwacyjne powinny być ograniczone do minimum; komora musi być wykonana z materiału trwałego, odpornego

na uderzenia i promieniowanie ultrafioletowe. Materiał zastosowany do budowy komór powinien zapewnić ich poprawne funkcjonowanie w zakresie temperatur -25 do $+40$ $^{\circ}\text{C}$. Komory muszą spełniać wymagania ochrony przeciwporażeniowej określone normą PN-IEC 60364-4- 41:2000. Trwałość komory powinna wynosić minimum 5 lat. W komorach ze źródłem światła rozproszonym, elementy świetlne (diody elektroluminescencyjne) muszą być umieszczone w taki sposób, aby zapewnić równomierne oświetlenie całej powierzchni soczewki. Komora sygnalizacyjna, w której źródłem światła są diody elektroluminescencyjne musi być traktowana jako uszkodzona w przypadku przepalenia się 25% diod. Układy elektroniczne tworzące rozproszone źródło światła powinny pracować bezawaryjnie w zakresie temperatur -25 do $+40$ $^{\circ}\text{C}$.

Skuteczność świetlna komór sygnałowych powinna spełniać wymagania odnośnie strumienia świetlnego i barwy sygnału określone w tabelach 3.1. i 3.2. załącznika nr 3 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach. - „Szczegółowe warunki techniczne dla sygnałów drogowych i warunki ich umieszczania na drogach”.

W sygnalizatorach jako źródła światła należy stosować specjalne wkłady diodowe typu LUMILED. Wkłady LED powinny być przystosowane do realizacji ściemniania – zmniejszenie jasności świecenia o 20% po obniżeniu napięcia zasilania.

3.3.1 Charakterystyka techniczna sygnalizatora LED 200

Kolory czerwony, żółty i zielony, technologia LUMILED.

3.3.1.1.1 Charakterystyka techniczna

Parametry techniczne są następujące:

- Wymiary w mm: 200
- Światłość nominalna: 500 – 1000Cs Cd i 80% w ściemnianiu.
- Napięcie zasilania: 200 ~ 265 VAC – 50Hz + ściemnianie
- Zakres napięcia w ściemnianiu: 150V – 180V
- Napięcie w zawieszeniu: 130V
- Typowa moc nominalna: Czerwony i żółty: 8W (4W w ściemnianiu), i zielone: 10W (5W w ściemnianiu),:
- Rodzaje wkładów led: Nichia High Flux.
- Współczynnik mocy: $>0,9$
- Czas reakcji: $<50\text{ms}$
- Zakres temperatury pracy: -40°C ~ 74°C
- Klasa wskaźnika odporności na efekt fantomowy: 4
- Równomierność luminacji: 1:10
- Klasa światłości: A3/1, B 3/2
- Klasa środowiskowa: A/B
- Rozsył światłości: W
- Odporność na uderzenia: IR3
- Stopień ochrony środowiska: IP66
- Klasa chromatyczności w kolorze sygnału: Zgodna z EN12368:2008

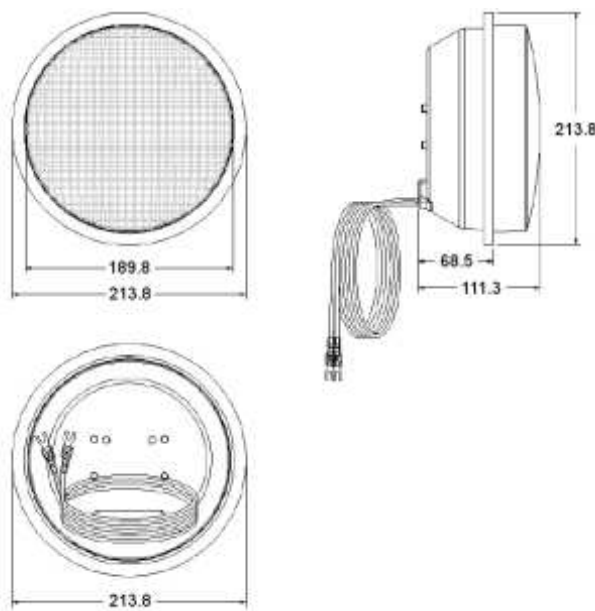
- Współczynnik zawartości harmoniczných: <15%
- Sterowanie punktami światła: Sterowanie przez prąd stały.

Dla tych trzech kolorów wartość intensywności światła, wg normy EN12368 ma poziom rozdzielczości 3/1.

3.3.1.1.2 Certyfikaty

- Kompletna certyfikacja EN12368
- Zgodny z CLC/TS 50509 EX
- Oznaczenie CE

3.3.1.2 Wymiary mechaniczne



3.3.1.3 Charakterystyka techniczna sygnalizatora LED 300

Kolory czerwony, żółty i zielony, technologia LUMILED.

3.3.1.3.1 Charakterystyka techniczna

Parametry techniczne są następujące:

- Wymiary nominalne w mm: 300
- Światłość nominalna: 600 – 1000Cs Cd i 80% w ściemnianiu
- Napięcie zasilania: 200 ~ 265 VAC – 50Hz + ściemnianie
- Zakres napięcia w ściemnianiu: 150V – 180V
- Napięcie w zawieszeniu: 130V
- Typowa moc nominalna: Czerwony i żółty: 8W (4W w ściemnianiu), i zielone: 10W (5W w ściemnianiu),

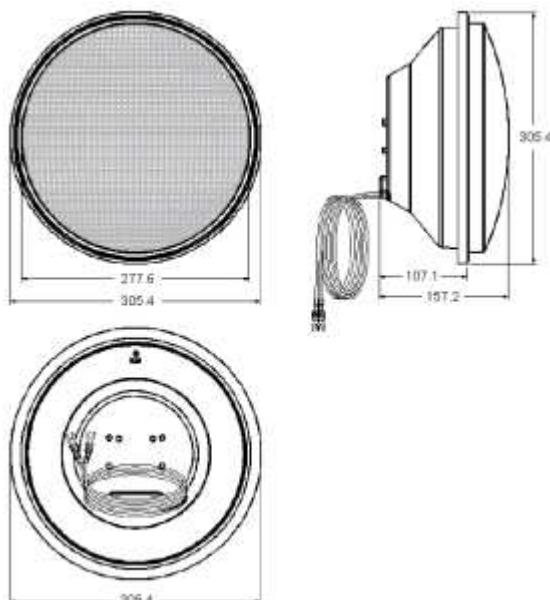
- Rodzaje led: Nichia High Flux
- Współczynnik mocy: >0,9
- Czas reakcji: <50ms
- Zakres temperatury pracy: -40°C ~ 74°C
- Klasa wskaźnika odporności na efekt fantomowy: 4
- Równomierność luminacji: 1:10
- Klasa światłości: A3/1, B 3/2
- Klasa środowiskowa: A/B
- Rozproszenie źródła światła: W
- Odporność na uderzenia: IR3
- Stopień ochrony środowiska: IP66
- Klasa chromatyczności w kolorze sygnału: Zgodny z EN12368:2008
- Współczynnik zawartości harmoniczných: <15%
- Sterowanie punktami światła: Sterowanie przez prąd stały.

Dla tych trzech kolorów wartość intensywności światła, wg normy EN12368 ma poziom rozdzielczości 3/1.

3.3.1.3.2 Certyfikaty

- Kompletna certyfikacja EN12368
- Zgodny z CLC/TS 50509 EX
- Oznaczenie CE

3.3.1.3.3 Wymiary mechaniczne



3.4.- Obudowy

Przy wyborze obudowy sygnalizatorów uwzględniona została nowoczesna forma i wysoka jakość. Ponadto, zostały wybrane proste i solidne metody montażu. Wybrane obudowy sygnalizatorów są następujące:



3.4.1 Charakterystyka techniczna

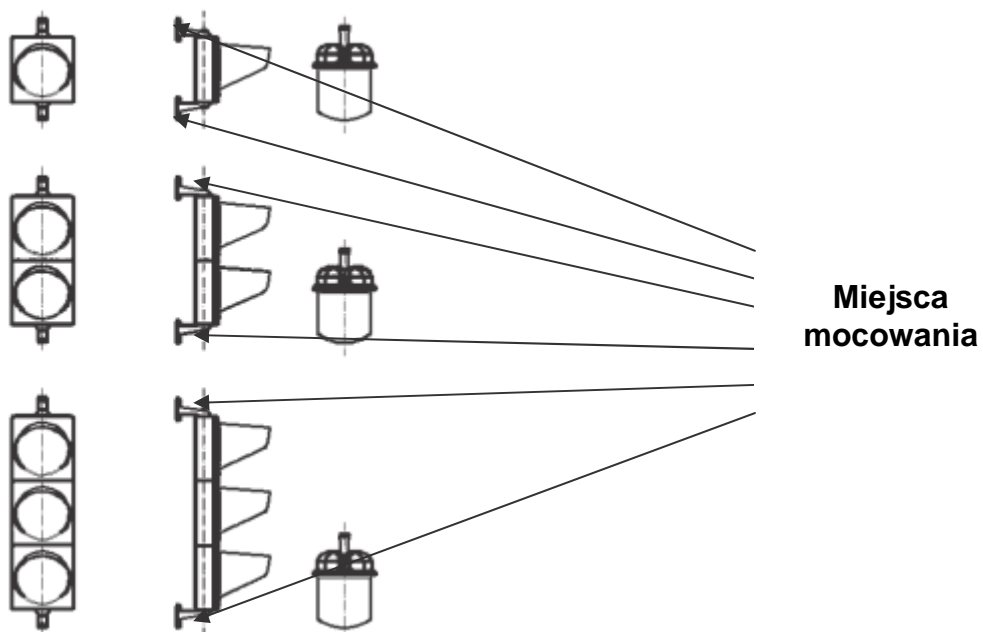
Charakterystyka obudowy sygnalizatorów:

- Odpowiednia dla wkładów LED.
- Dostępne różne rozmiary obudowy dla optycznych wkładów sygnalizatorów o średnicy 100mm, 200mm i 300mm.
- Możliwość łatwego łączenia komór dla wkładów LED o wymiarach 200mm i 300mm, przy zachowaniu tej samej głębokości.
- Dostępne różne kolory i wysięgniki wsporcze w różnych rozmiarach do montażu w pionie oraz w poziomie.
- Kontrastowy wyświetlacz.
- Możliwość montażu z daszkiem lub bez.
- Komora z poliwęglanu o wysokiej jakości stabilizowana na promienie ultrafioletowe.
- Produkt przetwarzany i przyjazny dla środowiska.
- Szybki system montażu wkładów LED bez konieczności stosowania zewnętrznej gumowej uszczelki i żadnego dodatkowego narzędzia, co znacznie ułatwia ich montaż oraz utrzymanie.
- Struktura umożliwiająca szybką wymianę poszczególnych elementów jak i ich montaż i demontaż.
- Pojedyncze lub podwójne podpory aluminiowe o długości 200mm.

- Kompatybilne z podporami i kotwicami dostępnymi na rynku.
- Montaż w poziomie lub w pionie.
- Kontrastowy wyświetlacz
- Wysoka odporność na uderzenia, wibracje oraz na niekorzystne warunki atmosferyczne zgodnie z normą.
- Zaprojektowane, Wyprodukowane i Certyfikowane zgodnie z normą EN 12368:2008 oraz oznaczeniem CE.

3.4.2 Specyfikacja techniczna

Średnica	Ilość wkładów	Szerokość	Wysokość	Głębokość
200mm	1	269mm	264mm	135 (345 z daszkiem)
	2	269mm	527mm	135 (345 z daszkiem)
	3	269mm	791mm	135 (345 z daszkiem)
300mm	1	358mm	371mm	135 (445 z daszkiem)
	2	358mm	743mm	135 (445 z daszkiem)
	3	358mm	1113mm	135 (445 z daszkiem)



Na szkicu można zauważyć, że na obudowie istnieją 2 miejsca mocowania.

Modele dostępne są w następujących kolorach:

- RAL 1003-Żółty
- RAL 2000-Pomarańczowy
- RAL 6005-Zielony
- RAL 7032-Szary
- RAL 9005-Czarny
- RAL 6009-Zielony
- RAL 7001-Szary

3.4.3 Homologacja

Produkt zgodny jest z następującymi normami:

- Odporność: EN-60598-1; Klasa IR3 zgodnie z normą EN-12368:2008
- Drgania: EN-60068-2-64
- Zakres temperatur: Klasy A, B i C (-40°C do +65°C) zgodnie z normą EN-12368:2008
- Zakres temperatur: EN-60068-2-14
- Wilgotne gorąco: EN-60068-2-30
- Stopień ochrony środowiska: IP55 - EN-60529; równy Klasie IV zgodnie z normą EN-12368:2008
- Certyfikat CE

3.5.- Przycisk dla pieszych

Wybrany przyciskiem dla pieszych jest następujący:



Jak można zauważyć, posiada ergonomiczną i dyskretną formę odpowiednią dla pieszych.

3.5.1.1 Charakterystyka

Urządzenie odpowiednie do każdej instalacji i do stosowania z różnymi sterownikami sygnalizacji.

Posiada system oświetlenia LED sygnalizujący stan sygnału.

Obudowa wykonana z materiału poliwęglanu stabilizowanego UV, o wysokiej odporności na czynniki środowiskowe.

System oświetlenia LED nie wymaga żadnego rodzaju prac konserwacji i gwarantuje bardzo niskie zużycie energii.

Przycisk został zaprojektowany do użycia na zewnątrz, bez zadaszenia, z obudową odporną na niekorzystne warunki atmosferyczne.

Montaż i rodzaj zainstalowanego przycisku musi być zgodny z normą, prawem i regulacjami obowiązującymi w danym państwie.

3.5.1.2 Specyfikacja techniczna

- Przycisk sensoryczny z potwierdzeniem optycznym lub za pomocą wibracji
- Wymiary: 180mm x 67mm x 56mm
- Obudowa i przycisk w kolorze Żółty (RAL 1007)
- Poziomy napięcia działania od 24V do 230V DC/AC i 10VDC. Wszystko to dostępne w standardzie.
- Kabel: 8x0,5mm; długość 2,8m
- Rodzaj ochrony elektrycznej: Klasa II
- Stopień ochrony środowiska: IP55
- Temperatura działania: -25 C do +70 C
- Temperatura przechowania: -30 C do +85 C
- Standardowy montaż na maszcie od Ø109 do Ø159mm
- Dostępne adaptory do montażu na maszcie o wymiarach od Ø90 do Ø250mm
- Dostępny adapter do montażu na płaskiej powierzchni.

3.5.1.3 Certyfikaty

Produkt zgodny jest z następującymi normami:

- Poziom ochrony zgodny ze standardem PN-EN 60529
- Zgodny z normą PN-EN 50293
- Zgodny z normą EMC 89/336/EEC
- Zgodny z normą EMC 73/23/EEC
- Certyfikaty DIN 32981, DIN VDE 0832; część 100 i 200

3.6.- Sygnalizator akustyczny

Wybrany sygnalizator akustyczny to produkt o następujących cechach:



Posiada ergonomiczny i dyskretny design wysokiej jakości dla pieszych. Zgodny z obowiązującymi w różnych krajach normami jako wsparcie i pomoc w poruszaniu się niewidomych pieszych na skrzyżowaniach.

Dostosowany do każdego systemu sygnalizacji i różnych sterowników sygnalizacji, pasujący do dowolnej obudowy sygnalizacji dostępnej na rynku.

Posiada sygnał akustyczny dla zielonej fazy i pomocniczy sygnał akustyczny dla fazy czerwonej z możliwością dodania nagranych wiadomości głosowych. Ponadto, oferuje pełną synchronizację nagranych wiadomości z przyciskami dla pieszych.