



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 Priorytetów dla Transportu Publicznego i Lokalizacja Pojazdów Uprzywilejowanych.

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 WDRAŻANEGO SYSTEMU	4
1.1.-	WSTĘP	4
1.2.-	SYSTEM LOKALIZACJI	6
1.2.1	ELEMENTY	6
1.2.2	AKTYWNOŚĆ	6
1.3.-	SYSTEM PRIORYTETÓW	7
1.3.1	ELEMENTY	7
1.3.2	AKTYWNOŚĆ	7
1.3.3	DANE REJESTROWANE PRZEZ STEROWNIK	11
1.3.4	PODSUMOWANIE DZIAŁANIA STEROWNIKA	12
2.-	ARCHITEKTURA PODSYSTEMU	12
2.1.-	ARCHITEKTURA	12
2.2.-	POWIĄZANIA Z ZEWNĘTRZNYMI SYSTEMAMI	13
3.-	APLIKACJE	14
3.1.-	SYSTEM LOKALIZACJI	14
3.1.1	MONITOROWANIE	14
3.1.2	REJESTR I TRASY	14
3.2.-	SYSTEM PRIORYTETÓW	14
3.2.1	EDYCJA TABEL PRIORYTETU WARUNKOWEGO	14
3.2.2	STEROWANIE SYSTEMEM PRIORYTETU	15
3.2.3	REJESTR DANYCH	15
3.2.4	STATYSTYKA I ANALIZA SYSTEMU	15
3.2.4.1	Średni poziom opóźnień	16
3.2.4.2	Stopień skuteczności zastosowania priorytetu normalnego	16
3.2.5	MONITOROWANIE SYSTEMU PRIORYTETÓW	16
4.-	URZĄDZENIA I INSTALACJA	17
4.1.-	TECHNOLOGIA	17
4.1.1	STEROWNIK OBSZAROWY	17
4.1.2	SYSTEM POKŁADOWY	17
4.1.2.1	Charakterystyka	18
4.1.2.2	Protokół komunikacyjny	22
4.1.3	MODEM RADIOWY	26
4.1.3.1	Opis ogólny	26
4.1.3.2	Wykrywanie błędów	27
4.1.3.3	Normy	27
4.2.-	LOKALIZACJA WIRTUALNYCH PĘTLI DLA PRIORYTETU	27

4.2.1.1	Uwagi dla lokalizacji pętli D1	27
4.2.1.2	Uwagi dla lokalizacji pętli D2	28
4.2.1.3	Uwagi dla lokalizacji pętli D3	29

1.- Opis funkcjonalny wdrażanego systemu

1.1.- Wstęp

Wprowadzenie uprzywilejowania dla pojazdów komunikacji zbiorowej zależne jest od wielu czynników występujących na poszczególnych skrzyżowaniach z zainstalowaną sygnalizacją świetlną, które objęte zostaną SZR. Nadawanie priorytetów musi być także ściśle uzależnione od odchyłek przejazdu pojazdu względem obowiązującego rozkładu jazdy. W przypadku dużego opóźnienia pojazdu względem rozkładu pojazd powinien uzyskiwać możliwość wcześniejszego przejazdu przez skrzyżowanie. Pojazdy kursujące zgodnie z rozkładem jazdy nie będą musiały otrzymywać szczególnie wysokiego priorytetu przejazdu przez skrzyżowanie. „Ważenie” stopnia odchyłki będzie się odbywało poprzez transmisję tej odchyłki z pojazdu do sterownika, który będzie oceniał zakres tej odchyłki i wpływ jej wartości na realizację priorytetu. Informacja o stopniu nadania priorytetu przekazywana powinna być na wyższe poziomy sterowania w SZR tzn. do sterownika obszarowego i sterownika nadrzędnego (poziom centrum). Priorytet powinien być realizowany lokalnie a nadrzędna jednostka sterująca (sterownik nadrzędny) powinna mieć możliwość czasowego lub parametrycznego (np. obniżenie stopnia priorytetu) ograniczania/podniesienia priorytetu. Decyzję powinien jednak w każdym przypadku winien podejmować sterownik lokalnie. Przekazywanie informacji z pojazdów komunikacji zbiorowej do urządzeń sterowniczych winno odbywać się automatycznie, bez udziału osoby prowadzącej pojazd. Formy detekcji rozpatrywane muszą być indywidualnie dla konkretnych skrzyżowań. Wynika to faktu istniejącej infrastruktury w mieście, która może wywoływać różne zakłócenia dla różnych form detekcji.

Strategia sterowania ruchem z priorytetem dla pojazdów transportu publicznego dotyczy tymczasowej zmiany cyklu sygnalizacji wywołanej obecnością pojazdu zidentyfikowanego przez detektory łączności radiowej krótkiego zasięgu (rkz).

Cykl sygnalizacyjny może być zmodyfikowany przez zmianę jednego sygnału albo grupy sygnałów. W szczególności strategia opcji aktywnej zawiera:

- Wydłużenie światła zielonego – światło zielone jest wydłużane poza normalny czas trwania dając możliwość przejazdu przez skrzyżowanie pojazdom transportu publicznego (TP) bez konieczności oczekiwania na następny cykl sygnalizacyjny.
- Wcześniejsza aktywacja cyklu – faza sygnalizacyjna dla ruchu poprzecznego jest skrócona do minimum, zakładając szybki powrót zielonego światła dla pojazdów TP na kierunku uprzywilejowanym.
- Zmiana faz sygnalizacji – kolejność faz sygnalizacji jest zmienna tak, aby nadać priorytet pojazdom TP.
- Strategia „Odwołania” – aktualizacja faz i praca detektorów dla wszystkich wlotów jest zatrzymana. Wyświetlane jest minimum światła zielonego tak, aby jak najszybciej powrócić do fazy priorytetu dla pojazdów TP.
- Wydzielona faza sygnalizacyjna – sygnalizacja wyświetla osobną fazę, gdy detektory zidentyfikują zbliżający się pojazd TP.

Opisane strategie stosowane dla jednego albo grupy skrzyżowań są specyficzne dla danego ciągu komunikacyjnego i zależą od szybkości reagowania na zmiany, które z kolei są funkcją parametrów cyklu (długość cyklu i faz, liczba faz). Ponadto, wybór strategii uzależniony jest od proporcji pomiędzy liczbą przejeżdżających pojazdów transportu publicznego i pozostałych uczestników ruchu.

Stałe zastosowanie opcji aktywnej może mieć ujemny wpływ na ruch pozostałych użytkowników drogi. W tym celu priorytety dla transportu publicznego powinny zakładać "warunkowe" uprzywilejowanie sygnału, czyli tylko wówczas, gdy pojazd komunikacji zbiorowej spełnia określone warunki (linia autobusowa, kierunek jazdy, rozkład jazdy, miejsce wśród innych pojazdów danej linii, ilość pasażerów w pojeździe, itp.).

Istnieją dwa podstawowe podejścia do implementacji priorytetów:

- centralne – gdzie priorytet jest inicjowany przez system nadrzędny (System sterowania sygnalizacją świetlną z priorytetem dla pojazdów TP i uprzywilejowanych) a sygnał przekazywany jest do sterownika lokalnego,
- lokalne – gdzie priorytet jest inicjowany przez pojazd transportu publicznego i bezpośrednio przekazywany do sterownika lokalnego (jako rozwiązanie zalecane dla niniejszego zadania) .

Zagadnienie nadawania stosownych priorytetów jest ściśle powiązane z funkcjonowaniem podsystemu sterowania ruchem przy wykorzystaniu sygnalizacji świetlnej. Głównym wymaganiem stawianym przed w/w podsystemem będzie zapewnienie uprzywilejowania pojazdów komunikacji zbiorowej we współpracy z odpowiednimi zewnętrznymi systemami zarządzania transportem publicznym. W ramach SZR, będą zastosowane takie rozwiązania, które zapewnią pełną komunikatywność z pojazdami transportu publicznego.

Przewiduje się obsługę co najmniej 320 pojazdów komunikacji zbiorowej.

Każdy sterownik na skrzyżowaniach objętych SZR będzie wyposażony w stosowne oprzyrządowanie do komunikowania się z pojazdami komunikacji miejskiej.

Zarządzanie przejazdami pojazdów uprzywilejowanych będzie polegało na osiągnięciu pożądaných celów w przypadku prowadzonych akcji ratunkowych następującym grupom pojazdów:

- karetki pogotowia ratunkowego;
- pojazdy operacyjne policji;
- wozy bojowe straży pożarnej;
- pojazdy innych służb miejskich;

Do komunikacji z SZR i realizacji priorytetów zostaną wyposażone w osprzęt pojazdy uprzywilejowane. Osprzęt i technologia, która jest elementem projektu w zakresie wyposażenia pojazdów indywidualnych (karetki, policja itd. - 50 szt.) spełni wymogi i będzie w pełni przystosowana do wykorzystania w pojazdach komunikacji miejskiej.

Celem podsystemu będzie również tworzenie i realizacja specjalnych scenariuszy związanych z przejazdami VIP-ów, manifestacjami ulicznymi, dużymi imprezami sportowymi, świętami państwowymi, akcjami ratowniczymi itp.

Podsystem zarządzania przejazdami pojazdów uprzywilejowanych przekazywał będzie informacje umożliwiające realizację zakładanych celów do podsystemu sterowania sygnalizacją i podsystemu informacji o sytuacji ruchowej wykorzystujących tablice zmiennej treści i środki masowego przekazu.

W przypadku pojazdów uprzywilejowanych, system będzie umożliwiał określenie lokalizacji pojazdu oraz nadanie mu priorytetu na skrzyżowaniu z sygnalizacją świetlną. Priorytet realizowany będzie za pomocą łączności krótkiego zasięgu (rkz). Jej sposób działania polega na detekcji przez sterownik sygnalizacji świetlnej fali radiowej wysłanej z pojazdu, któremu należy udzielić priorytetu. Gdy na wlocie, na którym udzielany jest priorytet jest czerwone światło, sterownik przechodzi w tzw. tryb specjalny i wymusza ustawienie światła żółtego a następnie czerwonego dla wszystkich wlotów oprócz wlotu z priorytetem, na którym realizowany jest cykl włączający światło zielone. W przypadku, gdy na wlocie z priorytetem jest światło zielone, jest ono przedłużane. Cykl udzielania priorytetu kończy się, gdy pojazd oddali się na zadeklarowaną odległość od skrzyżowania.

Przewiduje się obsługę co najmniej 50 pojazdów uprzywilejowanych, którym w ramach SZR zamontowane zostaną komputery pokładowe - we wskazanych pojazdach.

1.2.- System lokalizacji

1.2.1 Elementy

System lokalizacji angażuje dwa elementy posiadające następujące zadania:

- **Centrum Sterowania:**
 - Otrzymuje pozycje wysyłane przez pojazdy.
 - Przedstawia pozycję pojazdów na planie miasta.
 - Magazynuje trasy pokonane przez pojazdy.
- **Systemy pokładowe w pojazdach:**
 - Okresowo wysyła swoją pozycję, poprzez interfejs 3G/GPRS. Okres wysyłania możliwy jest konfigurowalny. Domyślna konfiguracja to 1 minuta, choć okres może być krótszy.

1.2.2 Aktywność

System lokalizacji pozwala w każdej chwili wiedzieć jaka jest pozycja pojazdów uprzywilejowanych (PU) w mieście. W tym celu pojazdy zostaną wyposażone w system pokładowy (SP) zdolny do przekazania pozycji do Centrum Sterowania, poprzez łączność 3G. To samo urządzenie stosowane jest do próśb o priorytet.

Transmisja pozycji z pojazdów następuje automatycznie, bez uczestnictwa kierowcy.

1.3.- System priorytetów

1.3.1 Elementy

System priorytetów angażuje trzy elementy, posiadające następujące zadania:

- **Centrum Sterowania:**
 - Konfiguruje warunki przyznawania priorytetów na każdym skrzyżowaniu.
 - Wykonuje konkretne polecenia dotyczące systemu priorytetów.
 - Monitoruje w czasie rzeczywistym działania priorytetowe.
 - Wskazuje sterownikom pojazdy transportu publicznego (PTP), które należy obsłużyć.
 - Magazynuje wspomniane działania i przeprowadza ich analizę.
- **Sterowniki sygnalizacji:**
 - Przyjmowanie zgłoszeń o przejazd z pojazdów.
 - Sprawdzanie czy mają zezwolić na przejazd pojazdu wysyłającego zgłoszenie.
 - Dostosowanie długości faz / pojawiania się specjalnych faz w celu umożliwienia przejazdu pojazdom, według poszczególnych procedur.
- **Systemy pokładowe w pojazdach:**
 - Monitoring pozycji pojazdu (GPS).
 - Wykrywanie bliskości do skrzyżowania.
 - Wysyłanie zapytań o priorytet do sterownika, jak również informowanie go o przejeździe przez skrzyżowanie.

1.3.2 Aktywność

Zasadniczo system priorytetów działa w trzech krokach:

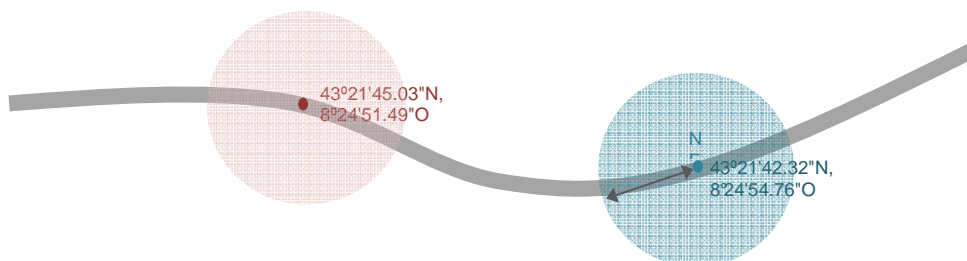
1^o.- Pojazd prosi o przejazd sterownik ruchu drogowego

Do tego potrzebne jest wyposażenie pojazdu w urządzenie lub system pokładowy (SP), zdolny do rozpoznania w każdej chwili pozycji pojazdu oraz do przekazania do sterownika prośby o przejazd (drogą radiową). Te dane generowane są i wysyłane z pojazdu bez uczestnictwa kierowcy pojazdu.

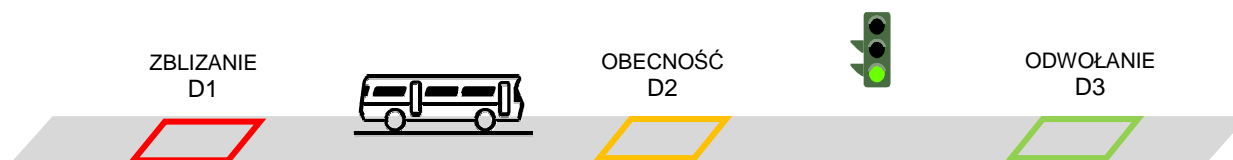
System pokładowy (SP) poprzez swój GPS i pliki konfiguracyjne zna zarówno swoją pozycję, jak i pozycję swojego przejazdu, które odpowiadają zbliżaniu się do skrzyżowania. Gdy wykrywa bliskość skrzyżowania, wysyła zapytanie o priorytet przejazdu do odpowiedniego sterownika skrzyżowania.

Te pozycje trasy wskazujące bliskość skrzyżowania określane są w systemie jako strefa geograficzna zwana *pętlą wirtualną*. Aby skonfigurować tę strefę należy podać w metrach

promień tego okręgu, pozycję środka i, opcjonalnie, kierunek, w którym ma zostać przekroczona.



Dla każdego skrzyżowania i kierunku zdefiniowane są trzy wirtualne pętle: Pierwsza, zbliżania się (D1), która wywołuje pierwsze zapytanie o priorytet. Druga, to pętla obecności (D2), która ostrzega, że pojazd dotarł już na skrzyżowanie. Trzecia, to pętla odwołania (D3), która wskazuje, że pojazd już przejechał.



Mechanizm jest taki sam dla wszystkich pojazdów, czy to transportu publicznego, czy uprzywilejowanych. Jednakże, po zidentyfikowaniu się przez pojazd (w zapytaniu o priorytet), potraktowanie go przez sterownik zależy od rodzaju pojazdu (wyjaśnione jest to poniżej).

W przypadku pojazdów uprzywilejowanych (PU) zapytanie zgłoszenia nie zawsze następuje: ma miejsce tylko wtedy, gdy pojazd uprzywilejowany jest w trakcie sytuacji alarmowej. Jeśli pojazd posiada sygnał alarmowy lub podobny, zostanie on połączony z pojazdem uprzywilejowanym, celem wykrycia stanu alarmowego.

2^o. - Sterownik ruchu ocenia zapytanie.

System priorytetowy jest systemem lokalnym. To sterownik decyduje czy przyznać pojazdowi priorytet czy nie.

Sterownik zawsze przyznaje priorytet pojazdom uprzywilejowanym (PU) oraz przyznaje priorytet pojazdom transportu publicznego (PTP), które wskaże System Zarządzania Ruchem (SZR)

Ponadto za prawidłowym zarządzaniem priorytetami stoi sterownik sygnalizacji, przeprowadzając szereg zadań statystycznych, przeznaczonych do oceny i zmierzenia poprawy osiągniętej dzięki systemowi przejazdu pojazdów transportu publicznego. Dane te odzwierciedlane są w loggerze i później można je sprawdzić. Poniżej bardziej szczegółowo podane są dane w nim magazynowane.

3^o.- Sterownik ruchu działa na sygnalizację.

Jeśli sterownik ruchu po ocenie zapytania uzna, że musi je obsłużyć, rozpocznie szereg działań, w zależności od rodzaju priorytetu: Normalny lub Maksymalny. Pierwszy ma zastosowanie do pojazdów transportu publicznego (PTP) i nie gwarantuje przejazdu tym pojazdom bez zatrzymania. Drugi ma zastosowanie do pojazdów uprzywilejowanych (PU) i gwarantuje przejazd tym pojazdom. Maksymalny priorytet można również zastosować do pojazdów transportu publicznego (PTP) w warunkach, które zostały by określone w parametrach.

a) Priorytet normalny

Ten rodzaj priorytetu stara się wspomagać przejazd pojazdu zmieniając fazę, która to ułatwi, choć bez zmieniania synchronizacji planu. Przy tej metodzie przejazd pojazdu może nie być możliwy. Więcej szczegółów znajdują Państwo w rozdziale o sterowniku Podsystemu Sterowania Sygnalizacją.

b) Priorytet maksymalny

Przejazd pojazdu jest zagwarantowany. W tym celu sterownik wprowadza specjalną fazę, zwaną fazą alarmową, która pozostaje aktywna aż do przejazdu pojazdu priorytetowego (lub osiągnię się maksymalny czas).

Ten mechanizm pociąga za sobą zmianę cyklu, sekwencję faz i, zazwyczaj, synchronizację skrzyżowania.

Na koniec należy dodać, że w przypadku błędu w wysyłce zapytania o zbliżenie, wykrycie pojazdu dokonywanie jest gdy dotrze on do pętli D2; wtedy rozpoczyna się proces jak najszybszego przypisania sygnału przejazdu.

c) Priorytety warunkowe

Warunkowe priorytety dla komunikacji zbiorowej ACISA będzie wdrażać zarówno na poziomie pojedynczych skrzyżowań, jak również ciągów i sieci ulic. Przy różnicowaniu poziomów priorytetu będą np. uwzględniane takie parametry jak odchylenie od rozkładu jazdy, numer i rodzaj linii, wypełnienie pojazdów, ich aktualna lokalizacja.

Najogólniejszym celem sterowania komunikacją zbiorową jest poprawa efektywności jej funkcjonowania. Należy dążyć do spójności celów sterowania eksploatacją transportu zbiorowego z celami zarządzania całością ruchu miejskiego.

Do głównych celów zarządzania ruchem w komunikacji zbiorowej należą:

- poprawa punktualności i regularności kursowania pojazdów;
- zmniejszenie czasów podróży, a zwłaszcza jej najbardziej uciążliwych składników jak oczekiwanie i przesiadka;
- poprawa warunków podróżowania, przede wszystkim:
 - ograniczenie zatłoczenia pojazdów;

- zapewnienie pasażerom pełnej informacji zarówno o charakterze okresowym (np. rozkładzie jazdy), jak i bieżącej (np. czas przybycia i nazwa najbliższego przystanku, połączenia przesiadkowe, zakłócenia i przerwy w ruchu);
- zwiększenie zaufania pasażerów do komunikacji zbiorowej;
- ułatwienie pracy służbom eksploatacyjnym;
- lepsze wykorzystanie taboru będącego w dyspozycji przedsiębiorstw;
- zwiększenie zdolności przewozowej linii i sieci komunikacji zbiorowej;
- podniesienie bezpieczeństwa pasażerów;
- skrócenie czasu usuwania skutków awarii, wypadków itp.

Priorytet dla pojazdu transportu publicznego (PTP), choć wnioskowany z pojazdu, przyznawany jest wyłącznie według reguł ustalonych w Systemie Zarządzania Ruchem (SZR)

Jak już wspomniano, przyznawanie priorytetów pojazdom transportu publicznego, które o nie proszą, zależy od wartości szeregu parametrów:

- Poziom zajętości pojazdu transportu publicznego (PTP) musi być wyższy niż wartość skonfigurowana w Systemie Zarządzania Ruchem: W zależności od opóźnienia jakie ma PTP na trasie, System Zarządzania Ruchem może zdecydować o nieprzyznaniu priorytetu.
- Poziom opóźnienia pojazdu transportu publicznego (PTP) może być wyższy niż wartość określona w Systemie Zarządzania Ruchem: Wydaje się logicznym, że pragnie się przypisać wyższy priorytet pojazdom transportu publicznego, które przewożą większą ilość pasażerów; w takiej sytuacji możemy skonfigurować taki parametr.

Przy takiej konfiguracji te warunki mogą być różne dla każdego skrzyżowania i wjazdu.

Aby sterownik obsłużył pojazd transportu publicznego (PTP) z zastosowaniem maksymalnego priorytetu, muszą zostać spełnione jeszcze ściślejsze warunki, ustalane także na podstawie poziomu zajętości pojazdu i opóźnienia.

W Systemie Zarządzania Ruchem te warunki mogą zmieniać się automatycznie w zależności od:

- Dnia tygodnia: Dla każdego dnia tygodnia możemy zaprogramować inne zachowanie zarządzania priorytetami. Z doświadczenia wiemy, że ruch uliczny zmienia się w zależności od rodzaju dni (głównie z rozróżnieniem na robocze i wolne), przez co konieczne jest, by system priorytetów można było do tego dostosować.
- Dzień roku: Każdego roku są dni świąteczne, podczas których ruch uliczny jest inny niż w dni robocze, choć wypadają one w ciągu tygodnia. Dzięki temu parametrowi możemy

skonfigurować te dni, tak by system priorytetów zachowywał się inaczej niż w dni robocze.

- Okienka godzinowe: W ciągu dnia są godziny, gdy ruch uliczny jest natężony (przyjazd do pracy, odbieranie dzieci ze szkół itd.) oraz godziny, gdy ruch jest mniejszy. Z tego powodu ciekawe by było uwarunkować działanie systemu priorytetów w zależności od poszczególnych okienek godzinowych dnia.

Ponadto, parametry mogą być zmieniane przez operatora bezpośrednio dla skrzyżowania / wjazdu lub dla ich całości.

Dodatkowo w Systemie Zarządzania Ruchem można całkowicie wyłączyć priorytet na skrzyżowaniu / wjeździe.

System Zarządzania Ruchem (SZR) okresowo sprawdza w Systemie Zarządzania Transportu Publicznego (SZTP) dane pojazdów transportu publicznego, łącznie z:

- Numerem pojazdu.
- Linia, do której przynależy.
- Poziomem opóźnienia.
- Poziomem zajętości.

System Zarządzania Ruchem (SZR) posiada tabelę, na której wskazane są sterowniki i wjazd każdej linii. Za pomocą tych tabel dane odpowiadające priorytetowi warunkowemu dla skrzyżowania i wjazdu oraz informacje otrzymane z Systemu Zarządzania Transportem Publicznym mogą zostać wysłane do każdego sterownika, wskazując które pojazdy transportu publicznego powinny zostać obsłużone, jak również czy można zastosować procedurę maksymalnego priorytetu.

1.3.3 Dane rejestrowane przez sterownik

Sterownik przechowuje dane z każdego przejazdu dotyczące sposobu działania systemu priorytetu. Analiza tych danych jest bardzo ważna, ponieważ dostarcza nam informacji o działaniu systemu priorytetu oraz o możliwych modyfikacjach w sposobie zaprogramowania sterownika, które ulepszyłyby to rozwiązanie. Rejestrowane są następujące dane:

- Rodzaj aktywacji: W miejscu zbliżenia czy w miejscu obecności.
- Data i godzina aktywacji.
- Rodzaj pojazdu
- Linia (dla PTP).
- Identyfikacja pojazdu
- Opóźnienie i poziom zapewnienia (dla PTP)
- Rodzaj zastosowanego priorytetu
- Sukces/Niepowodzenie
- Czas zbliżania Między punktem zbliżenia a punktem obecności.
- Czas przejazdu Między punktem obecności a punktem odwołania.

Ponadto, sterownik pozwala by zarządzanie priorytetem był monitorowany w czasie rzeczywistym przez centrum sterowania w trakcie samego wykonywania procesu zarządzania.

1.3.4 Podsumowanie działania sterownika

Podsumowując i chcąc przedstawić bardziej zintegrowaną wizję obsługi priorytetów przez sterownik, opiszemy algorytm przypisywania priorytetów pojazdom.

Zapytania o przejazd są otrzymywane przez sterownik poprzez modem radiowy. System jest **lokalny**, to znaczy, że to sterownik otrzymuje zapytanie o priorytet i ocenia go je zrealizować czy nie. W zapytaniach rozpoznaje się:

- Sterownik, który prosi się o przejazd.
- Włot, dla którego prosi się o przejazd.
- Rodzaj pojazdu (PTP lub PU).
- Linia, do której należy pojazd transportu publicznego (PTP) lub numer identyfikacyjny w przypadku pojazdu uprzywilejowanego (PU) (straż, karetka, policja itd.)
- Numer pojazdu (numer linii lub numer serwisowy).

Pierwsze, co ocenia sterownik, to rodzaj pojazdu.

Jeśli pojazd jest pojazdem uprzywilejowanym (PU), oceni się czas. Sterownik oceni czy pojazd uprzywilejowany (PU) może przejechać z zastosowaniem metody zwanej priorytetem normalnym, jeśli nie, przystępuje do procedury przyznania priorytetu maksymalnego.

W przypadku gdy zapytanie wysłane jest z pojazdu transportu publicznego (PTP), najpierw określa się czy jest on jednym z tych, o których System Zarządzania Ruchem informował, że należy je obsłużyć (patrz punkt o priorytecie warunkowym).

Po tym sterownik rozważa możliwość zastosowania procedury priorytetu normalnego. Jak wskazano, ta procedura nie gwarantuje przejazdu.

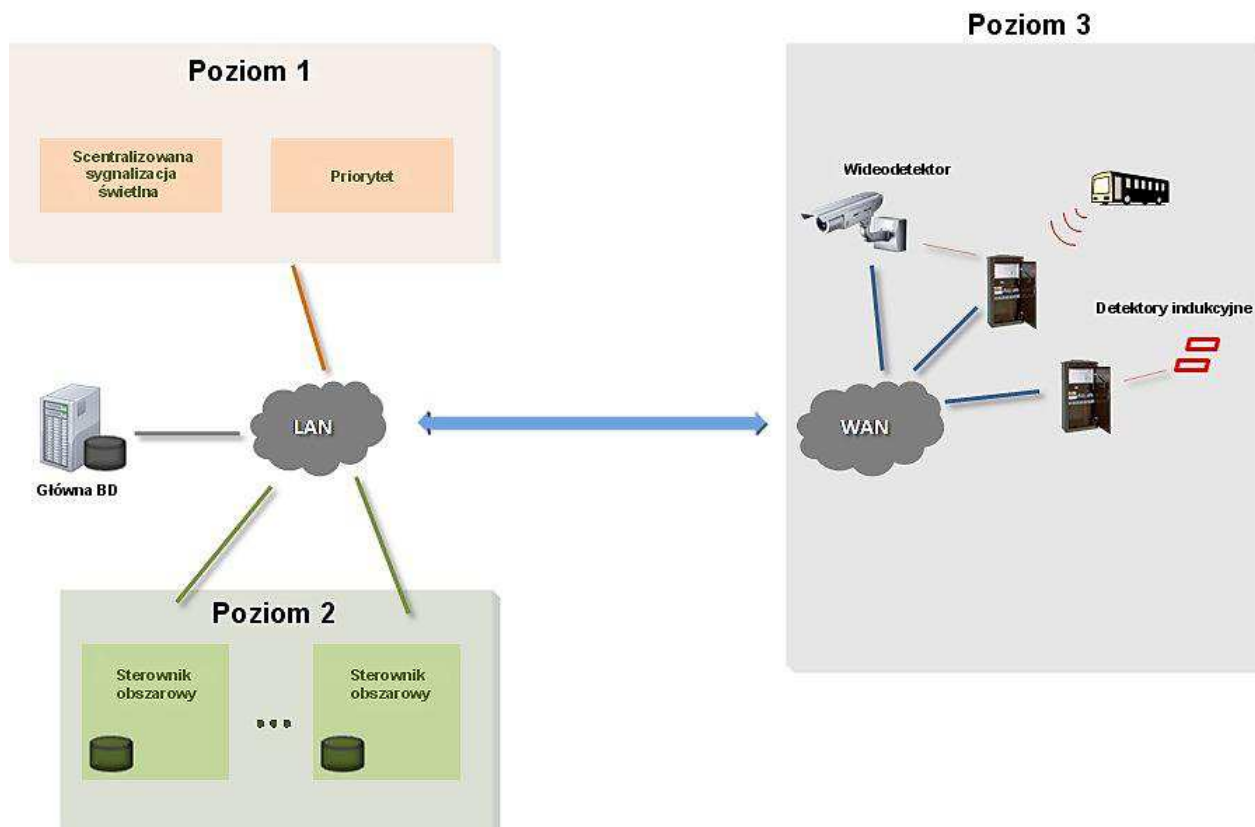
Jeśli nie jest możliwe przeprowadzenie procesu priorytetu normalnego, sterownik może przeprowadzić proces priorytetu maksymalnego. Aby móc przeprowadzić ten proces, System Zarządzania Ruchem musi wyraźnie to wskazać.

2.- Architektura podsystemu

2.1.- Architektura

Obydwa podsystemy, zarówno priorytetów, jak i lokalizacji, dzielą tę samą architekturę, gdyż oba bazują na sterowniku sygnalizacji i urządzeniach pokładowych. Poziomy są następujące:

- **Poziom 1.** Centrum Sterowania. Operator za pośrednictwem interfejsów posiada możliwość ogólnego sterowania wszystkimi systemami.
- **Poziom 2.** Sterownik obszarowy. System pośredni, którego obszarem działania jest podzespół sterowników w mieście.
- **Poziom 3.** Sterownik lokalny, detektory pojazdów (wideodetekcja i pętle) i odbiorniki zgłoszeń autobusów.



Centrum sterowania zintegrowane jest na poziomie 1 architektury. Następnie omówione zostaną poziomy 2 i 3, jak i zastosowane mechanizmy zabezpieczeń.

2.2.- Powiązania z zewnętrznymi systemami

System Zarządzania Ruchem wymienia informacje z Systemem Zarządzania Transportem Publicznym. Konkretnie, System Zarządzania Ruchem wysyła do Systemu Zarządzania Transportem Publicznym następującą informację:

- Przeprowadzone operacje priorytetowe.

System Zarządzania Ruchem (SZR) otrzymuje od Systemu Zarządzania Transportem Publicznym (SZTP) następujące informacje na temat każdego pojazdu transportu publicznego (PTP): Numer pojazdu i linia do której należy, poziom opóźnienia i poziom napełnienia.

3.- Aplikacje

W tym rozdziale opisane są aplikacje Podsystemu w Centrum Sterowania, jak również główne interfejsy operatorskie. Ponownie dokonamy rozróżnienia na zarządzanie priorytetem i lokalizacją pojazdów.

3.1.- System lokalizacji

3.1.1 Monitorowanie

Centrum sterowania pokazuje pozycję pojazdów uprzywilejowanych w oparciu o informację o lokalizacji wysyłaną w jedominutowych odstępach czasu.

Pozycja wyświetlana jest na ogólnej mapie miasta, na której ponadto nadzoruje się wloty każdego skrzyżowania wyposażonego w system priorytetu. Na mapie pokazane są stale pozycja i dane identyfikacyjne każdego pojazdu uprzywilejowanego.

3.1.2 Rejestr i trasy

Każde odebrane położenie pojazdu uprzywilejowanego jest rejestrowane w bazie danych. Informacja ta służy do odtworzenia przejazdu zrealizowanego przez każdy pojazd uprzywilejowany w danym okresie.

W tym celu, podając identyfikator pojazdu i przedział czasu, na ekranie wyświetla się trasa, jaką pokonał pojazd we wskazanym okresie czasu. Trasa przedstawiana jest za pomocą punktów odpowiadających każdemu zapisowi w bazie danych. Najeżdżając kursorem na każdy z punktów otrzymuje się kwadrat z następującymi informacjami:

- Identyfikator pojazdu.
- Data i godzina przejazdu przez ten punkt

Ponadto, przejazdy pojazdu uprzywilejowanego dozwolone przez sterownik z systemem priorytetów są zapisywane w bazie danych.

3.2.- System Priorytetów

3.2.1 Edycja tabel priorytetu warunkowego

Priorytet warunkowy definiuje swoją aktywację na podstawie szeregu warunków. Warunki te nie są stałe, i uzależnione są od takich czynników jak wjazd, linia, dzień tygodnia i przedział czasowy zgłoszenia priorytetu.

Dla każdego wjazdu na skrzyżowanie ustanawia się tabelę zawierającą dla każdego dnia tygodnia przedziały czasowe, w których system priorytetu jest aktywny. W okresach wychodzących poza przedziały czasowe system priorytetu pozostanie nieaktywny dla pojazdów uprzywilejowanych, za wyjątkiem pojazdów ratunkowych, które zawsze będą miały zagwarantowany system priorytetu, z wyjątkiem jego dezaktywacji z poziomu centrum sterowania.

Oprócz tabeli tygodniowej istnieje tabela dni szczególnych, w której podane są przedziały czasowe dla dni tygodnia o innym niż zazwyczaj natężeniu ruchu.

W każdym przedziale czasowym ustanawia się warunki dla aktywacji priorytetu. Warunki te definiują okoliczności aktywacji tylko normalnego priorytetu jak i również takie, kiedy aktywowany zostanie priorytet maksymalny, w przypadku kiedy nie spełni się zgłoszenia z priorytetem normalnym.

3.2.2 Sterowanie systemem priorytetu

Z centrum sterowania konfiguruje się sposób aktywacji priorytetu w sterowniku. Zmiana sposobu odbywa się w formie rozkazów o wyższym priorytecie niż w sposobie określonym w tabelach priorytetu warunkowego.

Dostępnymi rozkazami są:

- Włączenie/Wyłączenie priorytetu na poziomie sterownika i wlotu.
- Zezwolenie lub odrzucenie możliwości aktywacji maksymalnego priorytetu dla pojazdów transportu publicznego.
- Modyfikowanie warunków dla priorytetu warunkowego w sterowniku i wlocie lub na kilku.

3.2.3 Rejestr danych

Wszelkie informacje zapisywane w sterownikach przekazywane są do bazy danych systemu.

3.2.4 Statystyka i analiza systemu

Baza danych posiada historyczny rejestr przejazdów pojazdów obsługiwanych przez sterowniki z systemem priorytetu. Analiza tych danych umożliwia identyfikację elementów w programowaniu, które mogą zostać zmienione w celu poprawy systemu priorytetu. Tak więc, możliwa jest nadzorowanie działania systemu i potwierdzenie poprawy po zastosowaniu priorytetu w postaci:

- Obniżenia poziomu opóźnienia pojazdów.
- Wzrostu procentowego pomyślnych przejazdów przy zastosowaniu normalnego priorytetu.

Analiza statystyczna oferuje generowanie następujących raportów wraz z graficzną prezentacją danych.

3.2.4.1 Średni poziom opóźnień

Podając okres czasu i wlot wyświetla się informację jak kształtują się średnie dzienne opóźnienia na każdej linii pojazdu transportu publicznego.

Pozwala to zidentyfikować wloty i linie mające tendencje do kumulowania większego opóźnienia i przeprowadzić później ich analizę po wprowadzeniu zmian koniecznych do zmniejszenia poziomów opóźnień.

3.2.4.2 Stopień skuteczności zastosowania priorytetu normalnego

Podając okres czasu i wlot uzyskuje się dzienny procent pomyślnych przejazdów przy zastosowaniu priorytetu normalnego.

Dane te pozwalają zidentyfikować wloty z niskim procentem skuteczności przy zastosowaniu normalnego priorytetu, dla których konieczna byłaby aktywacja stosowania maksymalnego priorytetu.

3.2.5 Monitorowanie systemu priorytetów

Interfejs systemu wyświetla skrzyżowania wyposażone w system priorytetu i monitoruje przejazd pojazdu przez każde z nich. Przy każdym przejeździe podaje się:

- Identyfikator pojazdu
- Rodzaj pojazdu
- Linia do której należy
- Poziom opóźnienia na trasie
- Rodzaj zastosowanego priorytetu
- Sukces lub niepowodzenie w aktywacji priorytetu.

Oprócz ogólnego podglądu, monitorowanie przejazdu pojazdu dokonuje się również na rzucie poziomym skrzyżowania, ukazującym jego przejazd bardziej szczegółowo. Na planie przedstawia się lokalizację trzech detektorów wirtualnych. Na zielono natomiast wyświetlany jest obszar, na którym znajduje się pojazd wraz z danymi o identyfikacji, linii i poziomie opóźnień.

4.- Urządzenia i instalacja

4.1.- Technologia

W tym podsystemie uczestniczą:

- System Pokładowy.
- Modem radiowy do łączności między systemem pokładowym (SP) a sterownikiem.
- Sterownik lokalny.
- Sterownik obszarowy.

W tym rozdziale opisuje się:

- Specyficzne właściwości sterownika obszarowego dla tego systemu.
- System pokładowy.
- Modem radiowy.

4.1.1 Sterownik obszarowy

Funkcje Sterownika Obszarowego związane z Podsystemem Priorytetów dla Transportu Publicznego są następujące:

- Zbieranie danych o zrealizowanych priorytetach celem zgłoszenia ich do Centrum Sterowania i zarejestrowania w bazie danych. W architekturze z lokalnymi bazami danych dane te zostają zachowane lokalnie do momentu ich konsolidacji w głównej bazie danych.
- Przekazywanie danych o sterowaniu priorytetami. Z Centrum Sterowania do sterownika przesyłane są parametry konfiguracji systemu priorytetów.
- W przypadku problemów z Centrum Sterowania, Podsystem Priorytetu dla Transportu Publicznego działa w oparciu o ostatnie parametry sterowania; priorytet nadal realizowany jest na poziomie lokalnym.

4.1.2 System pokładowy

Jest to urządzenie zainstalowane na pokładzie pojazdów transportu publicznego (PTP) lub pojazdów uprzywilejowanych (PU). W obu rodzajach pojazdów System Pokładowy działa jako urządzenie proszące o priorytet. W przypadku pojazdów uprzywilejowanych (PU), System Pokładowy działa dodatkowo jako urządzenie lokalizujące. Dlatego w tym ostatnim przypadku ma dodatkowe funkcje oraz łączność 3G.

Każdy system pokładowy zna identyfikację pojazdu. Biorąc pod uwagę tę identyfikację oraz programowanie wszystkich linii i skrzyżowań z priorytetowym wjazdem, sterowniki nieustannie nasłuchują zapytania z pojazdów transportu publicznego. Powiadomienia drogą radiową są poprawiane za pomocą systemu wykrywania kolizji, przez co nie ma kłopotów gdy dwa pojazdy priorytetowe przyjeżdżają do tego samego skrzyżowania. Priorytet przyznawany jest pierwszemu, który o niego poprosi, zawsze gdy spełnione zostaną warunki wymagane do tego przyznania.

4.1.2.1 Charakterystyka

Komputer pokładowy zainstalowany w pojeździe składa się z procesora Intel, z systemem operacyjnym Windows, który umożliwi integrację urządzeń peryferyjnych potrzebnych dla tej aplikacji. Jest to korzystne dla późniejszego rozbudowania interfejsów, gdyż większość urządzeń peryferyjnych dostępnych na rynku posiada sterowniki "plug and play" dla systemu Windows. Procesor jest wystarczająco wydajny do zapewnienia łączności z innymi systemami pojazdu, do monitorowania i zapisywania zdarzeń i alarmów, jak i do nawiązywania łączności ze sterownikiem sygnalizacji.



Ponadto, komputer posiada możliwość magazynowania logów alarmów i zdarzeń przez okres co najmniej 180 dni oraz posiada zarezerwowane miejsce dla konfiguracji parametrów komputera. Miejsca te są niezależne, tak aby uniknąć częstych dostępów do logów mogących wpłynąć na partycje konfiguracji komputera i zmniejszyć możliwości jego zniszczenia.

Komputer pokładowy dysponuje następującymi systemami zabezpieczeń:

- Urządzenie watch-dog, do resetowania komputera w przypadku wystąpienia jakiejś anomalii.
- Źródło zasilania odporne na zmiany i zakłócenia w napięciu baterii.

System pokładowy odpowiadać będzie za wygenerowanie zgłoszenia priorytetu w oparciu o jego pozycję i lokalizację pętli wirtualnych. Będzie również monitorował i magazynował

informacje dotyczącej przejazdu pojazdu przez skrzyżowanie. W przypadku pojazdów uprzywilejowanych ratunkowych, system pokładowy dysponuje wejściem do detekcji "stan wyjątkowy"

Możliwości komunikacyjne oferowane przez komputer pokładowy są następujące:

- Port Ethernet: Tak rozbudowany interfejs umożliwia połączenie z innymi urządzeniami pokładowymi, takimi jak system zarządzania flotą, w celu pozyskania od nich informacji.
- Port USB: Służy do aktualizacji oprogramowania komputera.
- RS/232: Komputer posiada dwa porty RS/232. Jeden z nich służy jako pomocniczy interfejs do operacji utrzymania (w przypadku problemów z siecią WiFi), a drugi do podłączenia modemu radiowego, co stanowić będzie system łączności ze sterownikiem. Jego zasięg wynosi 300 metrów, a moc emisji jest programowalna. Posiada szyfrowany system łączności oraz funkcję detekcji kolizji.
- RS/422: Służy do komunikacji z innymi urządzeniami, ponieważ jest bardzo rozbudowanym interfejsem, a w pojazdach istnieją liczne urządzenia (takie jak drogomierze) które korzystają właśnie z niego .
- Interfejs WiFi: Służy do operacji utrzymania dokonywanych w zajezdni i do zgrywania danych, a jeśli to konieczne, odbywa się to w przeznaczonych do tego celu punktach na trasie pojazdu.
- Odbiornik D-GPS: Za pośrednictwem portu GPS system pokładowy będzie znał swoje położenie w każdym momencie. Specyfikacja D-GPS umożliwia dużą dokładność pomiaru, gwarantując dobre działanie w detekcji z pętli indukcyjnych.
- 3G: Jest interfejsem bezpośredniej łączności pomiędzy pojazdami uprzywilejowanymi i pojazdami VIP oraz centrum sterowania. Oprócz tego, że w pewnym stopniu służyć będzie do lokalizacji, oferować będzie możliwość stałego śledzenia pojazdów z centrum sterowania.

Inne charakterystyki urządzenia:

- Temperatura działania: -20 a 60°C
- Odporność na wibracje: Urządzenie jest zgodne z IEC60068-2-64
- Odporność na uderzenia: Urządzenie jest zgodne IEC60068-2-27
- Bezpieczeństwo elektryczne: Oznakowanie CE/Oznakowanie E

System:

- CPU: Intel Atom D425/D525
- Chipset: Intel ICH8M
- Pamięć: 1G zainstalowana, z możliwością rozszerzenia do 4G

Video:

Sterownik graficzny: zintegrowany w micro Atom D425/D525
Interfejs video: 1 port VGA

Przechowywanie:

SATA. 2 porty SATA II
Compact Flash: 1 gniazdo do podłączenia Compact Flash zewnętrznych typu I/II

Wejścia/Wyjścia:

Sloty: 2 x mini-PCIe

Ethernet: 1 x Gb RJ45, Realtek 8111D

Porty szeregowo: 3x RS-232/422/485, 3 x RS-232

USB: 4 porty USB 2.0

GPIO: 8 bits GPIS (4 wejścia/4 wyjścia)

Audio: 1 x MIC in, 1 x Audio out, 1 x Remote switch

Złącze antenowe: 1 x SMA do GPS, 1 x SMA do 3.5G, 2 x xSMA do Wifi, 1 x SMA bluetooth,

SIM: 1 Slot do SIM, karta SIM wymienialna bez otwierania korpusu, zabezpieczenie SIM przed nieuprawnionym dostępem.

CAN-BUS: złącze 2-wtykowe JST. Protokoły CAN 2.0A/2.0B.

Zasilanie:

Wejście zasilania: źródło zasilania "on-board" (AR-B6002)

-zabezpieczenie przeciwprzepięciowe

-Smart-ATX

Zużycie energii: 47W przy maksymalnym obciążeniu

Inne:

GPS: Moduł GPS

3.5G: Moduł 3.5G

Wifi: Moduł Wifi

Charakterystyka Sprzętu (Hardware):

Watch-dog timer: Programowany przez software między 0 a 255 sekund.

Cechy mechaniczne i warunki otoczenia:

Wymiary (WxDxH): 280x181.5x76.8 (mm), 2.7 Kg

Temperatura działania: -20 do 50 °C

Wibracje: IEC 60068-2-64 5-500Hz
2GRMS do CF

Uderzenia: IEC 60068-2-27 50G-500m/s -11ms

Temperatura przechowywania: -40-80°C

Bezpieczeństwo. CE/FCC klasa B / Oznaczenie E

4.1.2.2 Protokół komunikacyjny

Urządzenie pokładowe dysponuje różnymi interfejsami do komunikacji. Za pośrednictwem każdego interfejsu możliwy będzie dostęp do urządzenia w celu przeprowadzenia różnych funkcji.

- Interfejs WiFi → Interfejs służy do operacji utrzymania (głównie programowania i odczytywania logów), i umożliwia dostęp do urządzenia za pośrednictwem jego wewnętrznej strony www.
- Interfejs 3G → Jest interfejsem bezpośredniego dostępu z sali sterowania, jaki posiadają pojazdy VIP i uprzywilejowane. Za jego pośrednictwem centrum sterowania będzie mogło wykonywać następujące zadania:
 - Monitorowanie i sterowanie, przy zastosowaniu otwartego protokołu komunikacyjnego (zwanego oITS).
 - Programowanie i uzyskiwanie danych o zdarzeniach, przez dostęp za pośrednictwem wewnętrznej strony www urządzenia.
- Interfejs radiowy → Jest interfejsem używanym przez regulator ruchu do komunikacji z systemem pokładowym. Na tym interfejsie stosuje się ten sam otwarty protokół co przy łączności 3G.

Otwarty protokół stosowany zarówno w połączeniach radiowych ze sterownikiem skrzyżowania jak i w połączeniach 3G z centrum sterowania (w przypadku pojazdów uprzywilejowanych) zwany jest Open ITS Protocol (oITS), i został zaprojektowany przez firmę ACISA. Za pośrednictwem tego protokołu, centrum sterowania może dokonywać wymiany informacji z systemem pokładowym, wysyłać mu rozkazy, monitorować jego tryb i dokonywać wszystkich operacji koniecznych do jego prawidłowego działania i utrzymania, natomiast regulator wykorzystuje go do sterowania wjazdem pojazdu na skrzyżowanie.

Należy tu podkreślić otwarty i publiczny charakter protokołu co pozwoli, w przyszłości, na rozszerzenie systemu priorytetu o różne urządzenia pochodzące od różnych producentów, ponieważ protokół publiczny zagwarantuje funkcjonalność i interoperacyjność systemu do którego dołączyć będzie można dowolne urządzenie.

Do operacji programowania i utrzymania urządzenia, system pokładowy oferuje bardzo intuicyjną stronę www, dostępną przez sieć WiFi, przez którą technik utrzymania może zmieniać parametry urządzenia, odczytywać logi, itd. Domyślnym adresem IP jest 192.168.1.1. Domyślnym użytkownikiem jest Acisa, natomiast hasło to 1234. Te ustawienia domyślne można zmieniać z poziomu strony.

W dalszej części dokumentu definiuje się specyfikację protokołu oITSP

4.1.2.2.1 Struktura wiadomości

Protokół oITSP jest seryjnym protokołem, zaprojektowanym zarówno do sieci typu punkt-punkt, jak i do systemów typu punkt-wiele punktów (PMP). Z odpowiednią infrastrukturą sieci, jest również stosowany w sieciach Ethernet, wbudowany w części danych ramek IP.

Zastosowana ramka będzie wyglądała następująco:

- Bajt 1: STX (00001010)
- Bajt 2: Okno Transmisji
- Bajt 3: Okno Odbioru
- Bajt 4: Kierunek Poziom 2 Cel \Rightarrow (Poziom Centrum Sterowania)
- Bajt 5: Kierunek Poziom 1 Cel \Rightarrow (Poziom Sterownika)
- Bajt 6: Kierunek Poziom 0 Cel \Rightarrow (Poziom Komputera Pokładowego)
- Bajt 7: Kierunek Poziom 2 Źródło \Rightarrow (Poziom Centrum Sterowania)
- Bajt 8: Kierunek Poziom 1 Źródło \Rightarrow (Poziom Sterownika)
- Bajt 9: Kierunek Poziom 0 Źródło \Rightarrow (Poziom Urządzenia)
- Bajt 10: Kod systemu priorytetu. (0x0B)
- Bajt 11: Kod wiadomości
- Bajt 12: Bajt sterowania (0x00)
- Bajt 13: Długość Pola danych Dane
- Bajt danych (jeśli występują)
- Bajt przedostatni: CHECKSUM
- Bajt ostatni: ETX (00001101)

Okno transmisyjne jest bajtem wskazującym kolejno numer wysłanej ramki na bazie 5 (kiedy dochodzi do 5 rozpoczyna się od 0)

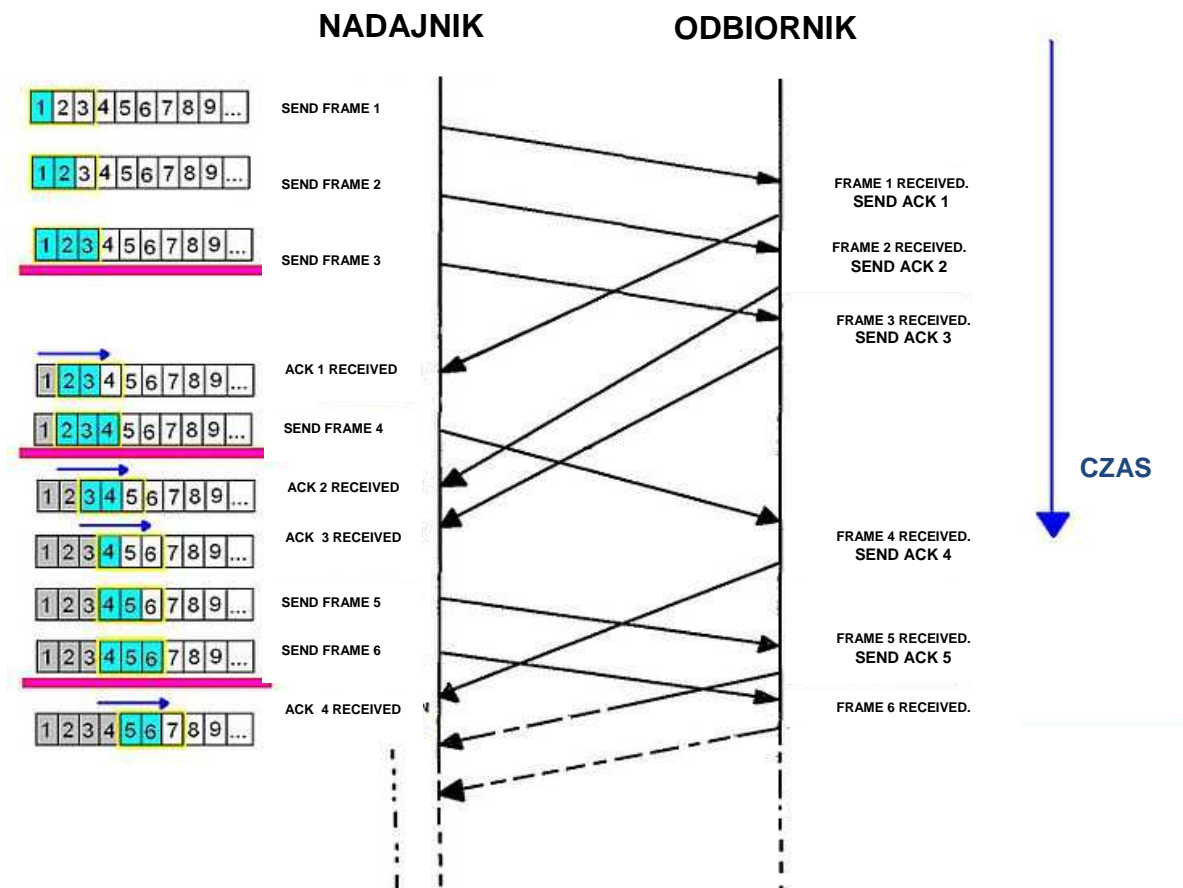
Okno odbioru jest bajtem wskazującym kolejno numer ramki otrzymanej na bazie 5 (kiedy dochodzi do 5 rozpoczyna się od 0) Wartość tego pola musi odpowiadać wartości okna odbioru.

Kierunek celu i źródła posiada trzy poziomy:

- Poziom 2. Poziom Centrum Sterowania.
- Poziom 1. Poziom Sterowników Sygnalizacji
- Poziom 0. Poziom Komputera Pokładowego

Kod komputera jest identyfikatorem charakteryzującym komputer do którego się odnosi. W przypadku systemu priorytetu, bajt ten przyjmuje wartość 0x0B.

CHECKSUM jest funkcją EXCLUSIVE OR wszystkich bajtów danych wiadomości.



Istnieją trzy rodzaje wiadomości w protokole oITSP:

- Wiadomości szczególne
- Polecenia.
- Wiadomości informacyjne.

4.1.2.2.2 Wiadomości szczególne

4.1.2.2.2.1 Wiadomość otrzymana poprawnie (ACK)

Urządzenie pokładowe systemu priorytetu (UPSP) zapisuje wszystkie napływające do niego wiadomości. W tym celu, stosuje ramkę z kodem 20, bez danych.

4.1.2.2.2.2 Suma kontrolna (checksum) konfiguracji

Aby skonsultować sumę kontrolną (*checksum*) ostatniej obowiązującej konfiguracji komputera pokładowego, zastosowana zostanie ramka z kodem 14. Komputer pokładowy (UPSP) odpowie stosując ramkę z kodem 114.

4.1.2.2.2.3 Wiadomość otrzymana z błędami (NACK)

Jeśli komputer pokładowy (UPSP) wykryje błąd w odbiorze wiadomości odpowie na wyższy poziom stosując ramkę z kodem 21, bez danych.

4.1.2.2.2.4 Zdalne ponowne uruchomienie systemu (RESET)

Komputer pokładowy (UPSP) oferuje możliwość zdalnego jego resetowania w przypadku jego złego funkcjonowania. W tym celu, stosuje się ramkę z kodem 22, bez danych.

4.1.2.2.2.5 Zdalne przełączenie na tryb czuwania systemu (STANDBY)

Komputer pokładowy (UPSP) oferuje, w razie konieczności, możliwość przejścia na tryb czuwania. W tym celu, stosuje się ramkę z kodem 23, bez danych.

4.1.2.2.2.6 Zdalne uruchomienie systemu (ON)

Jeśli komputer pokładowy (UPSP) znajduje się w trybie czuwania, jego ponowne uruchomienie możliwe jest przy zastosowaniu ramki z kodem 24, bez danych.

4.1.2.2.3 Polecenia

4.1.2.2.3.1 Żądanie priorytetu

Zastosowanie kodu 107 umożliwia wymuszenie zgłoszenia priorytetu z komputera pokładowego (UPSP). W tym celu, w polu danych wskazane będzie, w pierwszym bajcie czy wymusić czy anulować zgłoszenie priorytetu, a w drugim bajcie, skrzyżowanie do którego kierowane jest to żądanie.

4.1.2.2.3.2 *Data/Godzina time/date*

Do zaprogramowania daty i godziny komputera zastosowana zostanie ramka kodu 105.

4.1.2.2.4 Wiadomości informacyjne

4.1.2.2.4.1 *Informacja z urządzenia pokładowego(UPSP)*

Aby uzyskać więcej informacji o niektórych wewnętrznych parametrach urządzenia pokładowego (UPSP), konieczne jest zastosowanie ramki 79. Komputer pokładowy odpowie ramką 179 podając jego numer seryjny, wersję oprogramowania, datę instalacji,.....).

4.1.2.2.4.2 *Aktualne działanie*

Zapytanie z kodem 80 umożliwia uzyskanie informacji o stanie niektórych parametrów urządzenia pokładowego (UPSP), takich jak aktualne współrzędne, aktualny poziom zapelnienia, aktualny poziom opóźnień....Sterownik odpowie tymi danymi stosując ramkę z kodem 180.

4.1.2.2.4.3 *Informacja o alarmach*

Urządzenia pokładowe (UPSP) posiada zdefiniowane alarmy takie jak błąd połączenia, nadmierne opóźnienie,....o które można zapytać stosując ramkę 81. Urządzenie pokładowe (UPSP) w odpowiedzi zastosuje ramkę z kodem 181.

4.1.2.2.4.4 *Log alarmów i zdarzeń.*

Urządzenia pokładowe (UPSP) przechowuje w swojej pamięci trwałej log ze wszystkimi zarejestrowanymi w ciągu ostatnich 180 dni alarmami i zdarzeniami. Do konsultacji loga stosuje się ramkę 207. Urządzenia pokładowe (UPSP) odpowie ramką 217.

4.1.3 **Modem radiowy**

4.1.3.1 Opis ogólny

Komunikacja pomiędzy systemami pokładowymi i sterownikami nawiązuje się przez radiomodemy. Urządzenie jest takie samo po dwóch stronach.

Zostało zaprojektowane do funkcjonowania w zakresach częstotliwości nie wymagających pozwolenia 868 000-870 000 MHz (poza zakresem częstotliwości 869.2--869.25 MHz) zgodnie z rekomendacją CEPT/ERC/REC 70-03 wydaną przez Europejski Komitet Radiokomunikacji (ERC). Rekomendacja zawiera ograniczenia odnośnie trwania transmisji i mocy wyjściowej nadajnika.



Najważniejsze charakterystyki modemu radiowego to:

- Prędkość danych modemu radiowego wynosi 9,6 kbit/s.
- Interfejs DTE modemów radiowych jest pod względem elektrycznym kompatybilny z seryjnym interfejsem RS-232 . Używane linie to: RD, TD, RTS, CTS, DTR i DSR.
- Szerokość kanału wynosi 25 kHz. Ilość kanałów: 82.
- Komunikacja semiduplexowa.
- Moc nośna: 5, 10, 25, 50, 100 mW
- Napięcie zasilania: pomiędzy +8 y +24 Vdc.
- Zakres temperatur: Pomiędzy -20 i +50 °C.
- Złącze anteny typu SMA z impedancją 50 Ω.

4.1.3.2 Wykrywanie błędów

Ważną cechą urządzenia jest wykrywanie błędów. Dane transmitowane przez radio dzielone są na jednostki transferu danych, czyli jednostki DTE których długość różnić się będzie (od 1 do 127 bajtów). Dla każdej jednostki DTU oblicza się sumę kontrolną zdefiniowaną zawartością danych.

Odbiornik odbiera po kolei jednostki DTU i natychmiast po odbiorze każdej jednostki DTU modem radiowy oblicza sumę kontrolną dla DTU. Suma kontrolna obliczona w odbiorniku porównywana jest z sumą kontrolną otrzymaną z jednostką DTU.

4.1.3.3 Normy

Modem radiowy spełnia podstawowe wymagania i inne warunki dyrektywy 1999/5/CE.

Oprócz dyrektywy CE, modem radiowy spełnia następujące międzynarodowe normy:

- ETS 300 220-1 (wymagania dla radia)
- EN 301 489-1 (wymagania EMC)
- IEC 60950 (bezpieczeństwo elektryczne).

4.2.- Lokalizacja wirtualnych pętli dla priorytetu

Chociaż nie jest to instalacja fizyczna, umiejscowienie pętli wirtualnych wskazujących bliskość skrzyżowania i sprawiających, że System Pokładowy (SP) wysyła zapytanie, ma kluczowe znaczenie. Dobrze zdefiniowanie tych pętli na mapie współrzędnych miasta uczyni system priorytetów skutecznym. Złe zdefiniowanie może spowodować, że system priorytetów nie będzie działał.

Wszystkie systemy pokładowe mają programowanie wszystkich linii i tras miasta, dlatego każdego pojazdu transportu publicznego można użyć na jakiejkolwiek linii.

W systemach pokładowych programowane są wszystkie wjazdy na wszystkie skrzyżowania. To, czy jakieś urządzenie pokładowe posiada tylko dane na temat wjazdów na skrzyżowania z linii, którą obsługuje czy nie, jest tylko szczegółem wdrażania systemu.

W następnych rozdziałach opiszemy niektóre z kluczowych kwestii w definiowaniu pętli wirtualnych.

4.2.1.1 Uwagi dla lokalizacji pętli D1

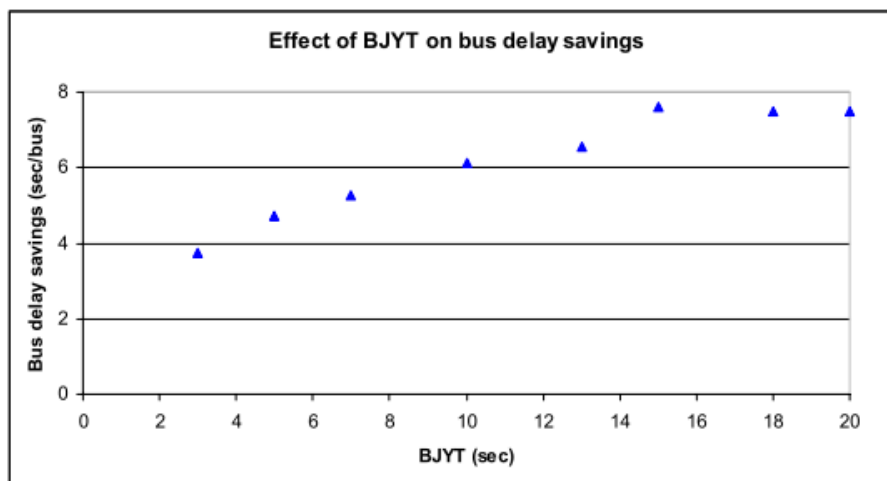
Logicznym jest, że im wcześniej sterownik otrzyma zgłoszenie priorytetu tym adaptacja skrzyżowania, celem umożliwienia przejazdu pojazdowi uprzywilejowanemu będzie sprawniejsza i odbędzie się przy minimalnym wpływie na resztę pojazdów.

Przy założeniu tym, jakkolwiek słusznym, należy uwzględnić następujące kwestie:

- Pomiędzy detektorem D1 i skrzyżowaniem, na przejazd którego zgłaszany jest priorytet, nie może znajdować się żadne inne skrzyżowanie objęte sterowaniem.
- Należy zrezygnować z lokalizacji przystanku autobusowego (w przypadku transportu publicznego) pomiędzy detektorem D1 i skrzyżowaniem.
- Należy unikać rond pomiędzy D1 i skrzyżowaniem.
- Pętla D1 musi być zlokalizowana w sposób umożliwiający łączność radiową pomiędzy systemem pokładowym i sterownikiem sygnalizacji.

Ponadto, należy umiejscowić pętlę D1 możliwie najdalej od skrzyżowania, nie wychodząc poza zasięg łączności radiowej, zawsze gdy możliwe jest oszacowanie czasu przybycia pojazdu do skrzyżowania.

Poniższy schemat przedstawia wynik badania przeprowadzonego w Londynie, którego zadaniem było obliczenie zaoszczędzonego czasu w autobusach miejskich, odnośnie czasu w jakim autobus przyjeżdża do skrzyżowania od momentu jego wykrycia przez pętlę zbliżania:



Jak widać, oszczędność czasu opóźnionych autobusów jest tym większa im większy jest parametr BJYT (Czas przejazdu autobusu w ruchu płynnym).

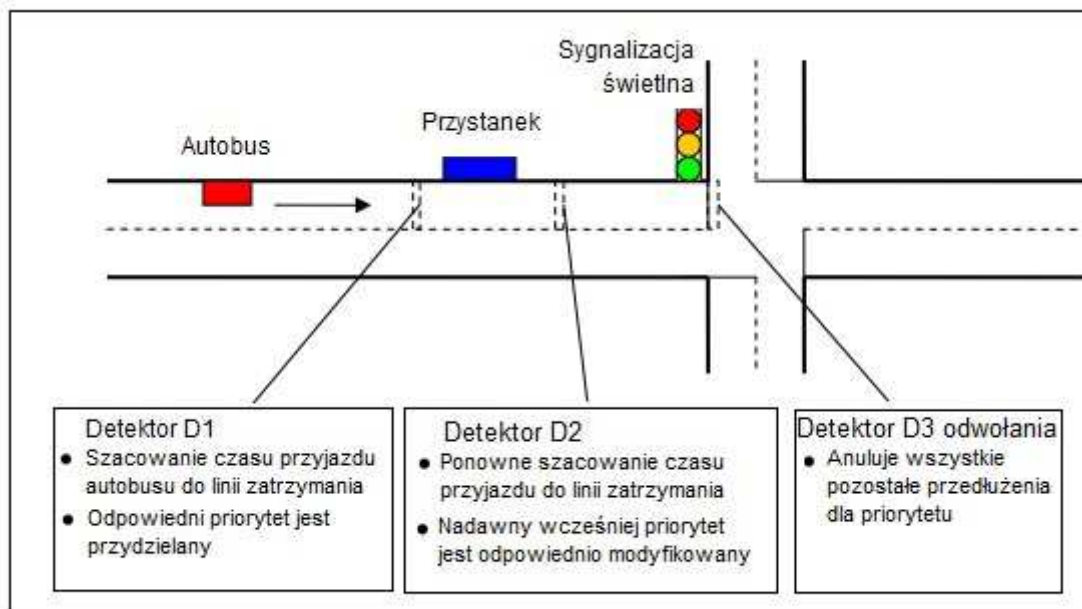
Dzieje się tak, ponieważ większy parametr BJYT, zwiększa możliwości sterownika sygnalizacji do adaptacji przejazdu pojazdu uprzywilejowanego przez skrzyżowanie.

W związku z powyższym, zaleca się lokalizację detektora wirtualnego w odległości 100 metrów od linii zatrzymania.

4.2.1.2 Uwagi dla lokalizacji pętli D2

Kolejną zaletą implementacji detektorów wirtualnych w technologii GPS jest brak dodatkowych kosztów przy instalacji nowych detektorów. Korzystnym jest zatem zastosowanie dodatkowego detektora wirtualnego kilka metrów przed wjazdem na skrzyżowanie, celem potwierdzenia detekcji pierwszego detektora. Ponadto, detektor ten pomaga pojazdom opóźniającym swoje przewidziane przybycie do skrzyżowania w czasie większym od oszacowanego.

Detektor D2, oprócz potwierdzania detekcji detektora D1, umożliwia rozwiązanie takich problemów jak występowanie przystanku przed skrzyżowaniem, ponieważ jeśli autobus będzie musiał zatrzymać się na przystanku przed skrzyżowaniem, z detekcją redundantną detektora D2, sterownik jest jeszcze w stanie obsłużyć przybycie pojazdu do skrzyżowania.



Wobec tego, detektor D2 powinien zostać zlokalizowany w odległości 30-40 metrów od linii zatrzymania, unikając lokalizacji przystanku pomiędzy D2 i skrzyżowaniem.

4.2.1.3 Uwagi dla lokalizacji pętli D3

Udzielenie priorytetu pojazdowi sprawia, że sterownik musi dokonać zmian w swojej normalnej sekwencji działania. Jak już widzieliśmy, nie pozostaje to bez wpływu na resztę użytkowników. Dlatego też, aby zoptymalizować zarządzanie skrzyżowaniem, należy zredukować do minimum czas potrzebny sterownikowi do zrealizowania priorytetu. Aby to osiągnąć, korzystnym jest zainstalowanie na skrzyżowaniu nowego detektora wirtualnego, zwanego detektorem odwołania (D3).

Aby nie marnować czasu zielonego, detektor D3 należy umieścić w takiej pozycji, kiedy pojazd uprzywilejowany rozpoczął wjazd na skrzyżowanie. W tym momencie, pomimo iż faza która zezwoliła na wjazd pojazdu zostaje odwołana, pojazd przejeżdża przez skrzyżowanie nie zatrzymując się.

Ponadto zaleca się umieszczenie detektora wirtualnego D3 natychmiast za linią zatrzymania.