



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 Obliczania Czasów Przejazdu.

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	3
1.1.- ODCZYT I ZAPIS TABLIC REJESTRACYJNYCH	4
1.1.1 KONFIGURACJA URZĄDZEŃ	4
1.1.2 ŁĄCZNOŚĆ Z URZĄDZENIAMI	4
1.1.3 REJESTR DANYCH	5
1.2.- OBLICZANIE, OSZACOWANIE I ANALIZA STATYSTYCZNA	6
1.2.1 OBLICZANIE CZASÓW	6
1.2.2 INTERPOLACJA I KOREKTA STATYSTYK	6
1.2.3 ANALIZA STATYSTYCZNA I RAPORTY	6
1.3.- PRZETWORZENIE I PRZEDSTAWIENIE DANYCH	7
1.3.1 IDENTYFIKACJA TABLIC ZNAJDUJĄCYCH SIĘ NA LISTACH KONTROLNYCH	7
1.3.2 EKSPORT DANYCH DO APLIKACJI ZEWNĘTRZNYCH	7
1.4.- UWAGI DOTYCZĄCE INŻYNIERII RUCHU	7
2.- ARCHITEKTURA PODSYSTEMU	7
3.- APLIKACJE	8
3.1.- WSTĘP	8
3.2.- ARCHITEKTURA OPROGRAMOWANIA (SOFTWARE)	9
3.2.1 SCHEMAT FUNKCJONALNY	9
3.2.2 STRUKTURA DANYCH	10
3.3.- WARSTWA PREZENTACJI	10
3.3.1 KONFIGURACJA KAMER	11
3.3.2 STAN KAMER	11
3.3.3 ALARMY Z CZARNYCH LIST	11
3.3.4 SCHEMAT GRAFICZNY CZASÓW PRZEJAZDU (DLA OPERATORÓW)	13
3.3.5 SCHEMATY GRAFICZNE, LISTY I RAPORTY STATYSTYCZNE	13
3.3.5.1 Odcinki	13
3.3.5.2 Skrzyżowania	14
3.3.5.3 Ogólne	14
4.- URZĄDZENIA I INSTALACJA	14
4.1.- TECHNOLOGIA	14
4.1.1 OGÓLNE ZAGADNIENIA	14
4.1.2 PROTOKOŁY KOMUNIKACYJNE	16
4.2.- LOKALIZACJA ELEMENTÓW	18
4.2.1 MAPA OGÓLNA	18
4.2.2 INSTALACJA	19
4.2.3 INNE UWAGI	23

1.- Opis funkcjonalny wdrażanego systemu

Kamery będą wyposażone w funkcję ARTR (automatycznego rozpoznawania tablic rejestracyjnych). Zadaniem kamer będzie identyfikacja na wybranych trasach pojazdów i podawania czasów przejazdu na stronach www lub znakach VMS. Działaniem tego systemu zostały objęte następujące trasy:

Dwa odcinki pomiarowe (oba kierunki) w ciągu:

- Al. Kraśnicka (skrzyżowania 104 do 23, 23 do 19)
- Al. Solidarności (25 do 109, 109 do 30)

Jeden odcinek pomiarowy dla skrajnych skrzyżowań (oba kierunki) w ciągu:

- Ul. Krańcowa
- Ul. Droga Męczenników Majdanka
- Al. Unii Lubelskiej
- Al. Zygmuntofskie
- Al. Piłsudskiego - Lipowa
- Ul. Raławicka
- Ul. Mełgiewska

Podsystem obliczania czasów przejazdu opiera się na parowaniu tablic rejestracyjnych odczytanych u źródła i celu odcinka, celem realizowania następujących funkcji:

- Wspomaganie informacji wyświetlanych na znakach VMS
- Określanie czasów przejazdu
- Obliczanie średnich prędkości przejazdów
- Wyszukiwanie wybranych tablic rejestracyjnych
- Rejestracja obrazów z kamer ARTR
- Identyfikacja tablic rejestracyjnych znajdujących się w listach kontrolnych
- Rejestracja obrazów z kamer ARTR
- Rejestr danych w głównej bazy danych BD
- Eksport danych o tablicach rejestracyjnych i czasach przejazdu do aplikacji zewnętrznych
- Wyświetlanie i zapisywanie obrazów wideo z kamer systemu ARTR

Realizacja funkcji automatycznego rozpoznawania tablic rejestracyjnych ARTR będzie oparta o kamery stałe. Urządzenia ARTR będą dostarczone w takiej ilości, żeby rozpoznawanie tablic rejestracyjnych dotyczyło wszystkich pojazdów i relacji. Informacje o zarejestrowanych tablicach rejestracyjnych będą na bieżąco przesyłane do bazy danych Systemu Zarządzania Ruchem i w tej bazie archiwizowane.

Dostarczone oprogramowanie umożliwi przeglądanie zapisów o zarejestrowanych tablicach rejestracyjnych oraz eksportowanie zapisów i wyników wyszukiwania do aplikacji zewnętrznych, dokonywać na bieżąco na podstawie rozpoznanych tablic rejestracyjnych pomiarów czasu przejazdu pomiędzy punktami w sieci ulic.

1.1.- Odczyt i zapis tablic rejestracyjnych

W rozdziale tym opiszemy wszystko, co związane jest z odczytem tablic rejestracyjnych pojazdów w terenie, jak i ich przekazywaniem do Centrum Sterowania i zapisaniem w BD do ich późniejszej analizy. System wykonuje w tym zakresie następujące operacje:

1.1.1 Konfiguracja urządzeń

Kalibracja warunków funkcjonowania może wymagać takich czynności konfiguracji, których efekt mógłby być zestawiony z informacją weryfikowaną z Sali Sterowania. Na przykład % skuteczności przy danej konfiguracji wymaga weryfikacji przez operatora. Prace takie jak te powinny być realizowane w sali, gdyż wymagają dłuższego czasu weryfikacji.

W tym celu, wykorzystana się możliwość telekonfiguracji urządzeń ARTR. Operator będzie mógł wyświetlić ostatnie zrealizowane odczyty, wraz z dołączonym zdjęciem. W przypadku gdy urządzenie nie będzie dawać dobrych rezultatów, operator będzie mógł zmodyfikować konfigurację i ponownie wyświetlić rezultaty.

Poza tym, system pozwoli na zarządzanie różnymi konfiguracjami dla tego samego urządzenia. Do tego celu służyć będzie ogólny folder z konfiguracjami, gdzie zapisane zostaną różne pliki w formacie .XML z konfiguracjami przypisanymi do urządzeń ARTR. Część tej konfiguracji gromadzi się również w globalnej Bazie Danych. W ten sposób, w każdym momencie można modyfikować odczytanie tablic rejestracyjnych, w celu dania priorytetu na przykład, dla tablic rejestracyjnych pojazdów specjalnych lub pojazdów z naczepami.

1.1.2 Łączność z urządzeniami

Za każdym razem, gdy zostanie wykryta tablica rejestracyjna, urządzenie systemu ARTR prześle natychmiast do Serwera Czasów Przejazdu zestaw danych TCP-IP, informujących o numerze tablicy rejestracyjnej, dokładnej godzinie wykonania zdjęcia, kraju oraz o pewności wyniku. Zrobiona fotografia zostanie również przesłana w formacie .JPG. Wszystko to odbędzie się w czasie krótszym niż 350 ms.

W przypadku, gdy połączenie zostanie przerwane, dane zostaną zapisane w pamięci urządzenia, aby mogły być później odzyskane przy pomocy Centrum Sterowania.

Serwer Czasów Przejazdu kontrolować będzie poprawną łączność i transmisję przepływu danych swoich urządzeń ARTR. Alarmy, które system monitoruje w sposób automatyczny, są następujące:

- **Brak łączności:** Urządzenie nie łączy się.
- **Stan nieprawidłowy:** Urządzenie nie odpowiada poprawnie lub jego połączenie nie jest stabilne.
- **Korekta godziny:** System automatycznie poprawi godzinę urządzenia.

System pozwala na konfigurację parametrów związanych z fizycznym połączeniem.

- **Adres IP**

- **Maska podsieci**
- **Tryb asynchroniczny:** Zezwala na włączenie/wyłączenie przesyłu spontanicznych danych o detekcji.

1.1.3 Rejestr danych

Urządzenia w terenie (ARTR) mają za zadanie wykonanie zdjęć wszystkim pojazdom przejeżdżającym przez swój pas. Analiza OCR tablicy rejestracyjnej odbywa się w urządzeniu ARTR, a jej rezultat jest przesyłany do Serwera Czasów Przejazdu i umieszczany w bazie danych systemu. W przypadku utraty łączności, urządzenie przechowuje te dane w pamięci lokalnej. Z uwagi na fakt, że urządzenia zostaną zamontowane na wszystkich pasach, oraz że rozpoznają one wszystkie rodzaje tablic rejestracyjnych, system utrwali obrazy wszystkich tablic każdego pojazdu przejeżdżającego na danym odcinku.

Po zapisaniu danych (tekstowych i obrazu), moduł obliczania odzyska je do ich oszacowania i rejestru statystycznego. Należy zaznaczyć, iż ze względu na ujęcie tablicy rejestracyjnej w podczerwieni, pojazd nie będzie rozpoznawany o każdej porze dnia. Uzależnione to będzie od słonecznego promieniowania podczerwonego. Natomiast tablica rejestracyjna będzie rozpoznawalna o każdej porze.

Przechowane dane zawierają następujące informacje:

- **Odcinek**
- **Kierunek jazdy**
- **Średni czas przejazdu**
- **Średnia prędkość**
- **Lista wykrytych pojazdów:** Dla każdego z pojazdów zapisane zostaną następujące dane:
 - Tablica rejestracyjna
 - Data/godzina wjazdu
 - Zdjęcie wjazdu
 - Data/godzina wyjazdu
 - Zdjęcie wyjazdu
 - Outlier: Wskazuje czy pojazd został uznany w próbie statystycznej czy też nie
 - Przynależność do listy kontrolnej: Jeśli pojazd przynależy do jednej z list kontrolnych tablic rejestracyjnych, uwzględni się to w rejestrze. Szerzej o tym w kolejnych rozdziałach.

Oprócz serwera kontroli również kamery systemu ARTR przechowują fotografie pojazdów, dzięki czemu mogą one być odzyskane w razie ewentualnego przerwania połączenia.

1.2.- Obliczanie, oszacowanie i analiza statystyczna

1.2.1 Obliczanie czasów

Kiedy informacja o tablicy rejestracyjnej jest wprowadzona do Bazy Danych, Serwer Czasów Przejazdu dokonuje procesu sparowania na odcinkach, aby obliczyć czas i średnią prędkość przejazdu. Sparowania realizuje się przez okresy integracji, która jest konfigurowalna. Okres, typowo będzie wynosił 10 minut, niemniej jednak można również skonfigurować inną wartość.

Dane uwzględnione w jednym okresie są grupowane i nie są już uwzględniane w następnym.

Obliczone czasy i prędkości wprowadza się do Bazy Danych, aby tworzyć rejestr danych statystycznych, co zostanie opisane w dalszej kolejności.

1.2.2 Interpolacja i korekta statystyk

W czasie przejazdu pojazdu może wystąpić wiele sytuacji, które sprawiają, że jego czas nie jest wiarygodny ze statystycznego punktu widzenia. Te „fałszywe próbki” mogą spowodować „fałszowanie statystyk” wygenerowanych danych, jeśli nie zostaną odpowiednio potraktowane. Na przykład odcinek, na którym samochody zatrzymywałyby się chwilowo z powodu znajdującej się w pobliżu szkoły, miałby wydłużony średni czas przejazdu. Z kolei, odcinek, na którym w godzinach o małym natężeniu ruchu, samochody jeżdżą ze zbyt dużą prędkością, miałby skrócony średni czas przejazdu, a w konsekwencji czas wyświetlony na tablicach, byłby mniejszy od czasu uzyskanego jadąc z przepisowo.

Wszystkie te sytuacje wymagają, aby system nie służył tylko do “zbierania i obliczania” danych. Dlatego też system posiada funkcje korekty statystycznej, z uwzględnieniem outliers i odchyłeń, tak aby dane zawsze były spójne. W przypadku, outliers stosuje się metodę kwartyli standardowych, a czasy zbyt duże bądź zbyt małe w stosunku do przeważających średnich, zostaną odrzucone jako niewiarygodne.

Dysponuje się także funkcjami interpolacji i statystycznego generowania danych. Jest to konieczne w przypadku tymczasowych awarii któregoś z urządzeń ARTR. W takiej sytuacji, system zastosuje analizę statystyczną danych historycznych i/lub przewidywalnego oszacowania, uzyskując w ten sposób czasy przejazdu. Sytuacja ta zostanie oczywiście zgłoszona operatorom sali, którzy będą wiedzieli, czy dane są rzeczywiste czy szacunkowe i będą również mogli wyłączyć funkcję interpolacji.

1.2.3 Analiza statystyczna i raporty

System posiada funkcje informacji graficznej o średnich czasach przejazdu, średnich prędkościach, funkcje graficzne czasów przejazdu dla odcinków, okresów i/lub skrzyżowania, funkcję porównania danych historycznych i generowanie raportów. Dokładniej, dostarcza następujące schematy i raporty:

W rozdziale Aplikacje opisuje się bardziej szczegółowo te informacje.

1.3.- Przetworzenie i przedstawienie danych

1.3.1 Identyfikacja tablic znajdujących się na listach kontrolnych

Jedną z funkcji systemu w czasie rzeczywistym, jest to, że system powiadomi operatora o wykryciu tablicy rejestracyjnej z listy kontrolnej. Listy kontrolne składają się z tablic rejestracyjnych, które z różnych względów, powinny być kontrolowane (skradzione pojazdy, itd.).

Listy te wprowadzane są do systemu i obsługiwane w systemie z modułu konfiguracji. Zostają zapisane i jeśli w danym momencie taka tablica rejestracyjna zostanie zidentyfikowana, system wygeneruje alarm wizualny informujący operatora sali o miejscu wykrycia, który z kolei podejmuje określone działania.

1.3.2 Eksport danych do aplikacji zewnętrznych

System pozwala eksportować dane o tablicach rejestracyjnych i czasach przejazdu w standardowym formacie (XML), co pozwala na importowanie ich do innych aplikacji zewnętrznych w celu ich dalszej analizy lub przetwarzania.

1.4.- Uwagi dotyczące inżynierii ruchu

Podsystem czasów przejazdu pełni podwójną funkcję. Z jednej strony, informuje mieszkańców o warunkach ruchu na różnych interesujących ich trasach, umożliwiając im wybór najoptymalniejszego dla ich potrzeb przejazdu.

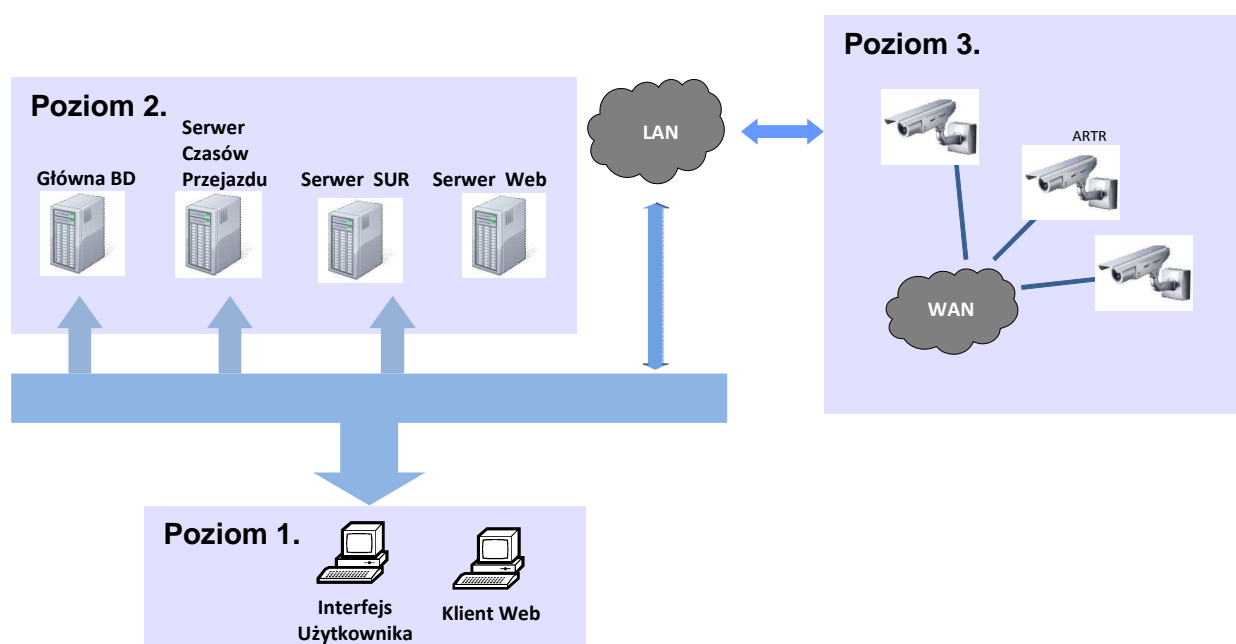
Z drugiej strony, pozyskane dane mają ogromne znaczenie dla poprawy i optymalizacji systemu ruchu w pojęciu globalnym. Informacje o godzinach, w których czasy przejazdu są najdłuższe pomagają w podjęciu decyzji w zarządzaniu ruchem. Podobnie, badanie tych danych w zależności od różnych okresów roku może ułatwić ustawienie planów regulacji.

Dodatkowo funkcja rozpoznawania tablic rejestracyjnych w listach kontrolnych zwiększa bezpieczeństwo (wykrywanie skradzionych pojazdów) lub poprawę w zarządzaniu flotami pojazdów uprzywilejowanych (obliczanie czasów przejazdu dla pojazdów uprzywilejowanych).

2.- Architektura podsystemu

Funkcje czasu przejazdu zintegrowane są wewnątrz struktury fizycznej w sali centrum sterowania, przez rozmieszczenie w sieci i implementowanie wewnątrz serwerów sali. SUR (Miejski System Regulacji) składa się ze zbioru aplikacji rozmieszczonych na kilku komputerach PC i Serwerach wewnątrz sieci Ethernet na których wykonywane są usługi czasów przejazdu.

Usługa Obliczania Czasów Przejazdu składa się z różnych warstw, według poniższego schematu:



UWAGA: Serwery nie odnoszą się do urządzeń fizycznych, ale do aplikacji.

Jak można zauważyć architektura oparta jest na trzech poziomach:

- **Poziom 1. Warstwa prezentacji.** Realizuje wszystkie funkcje interfejsu użytkownika, a interakcja z nim odbywa się za pomocą formularzy i procesów. Warstwa ta zintegrowana jest w interfejsach systemu SUR (Miejski System Regulacji). Te aplikacje mają dodatkowo dostęp do konfiguracji urządzeń przy pomocy przeglądarki.
- **Poziom 2. Serwery logiki biznesowej i zarządzania.** Obejmuje bloki Zarządzania Danymi Czasów na Odcinkach i łączności z urządzeniami w terenie, jak również przechowywania fotografii i wideo. Ponadto, ma dostęp do globalnej Bazy Danych systemu, a zatem może przetwarzać i używać dane historyczne na nim. Z drugiej jednak strony, funkcje przesyłania wiadomości do Tablic wymagają łączności z Serwerem VMS. Łączność ta nawiązuje się za pośrednictwem globalnej BD.
- **Poziom 3. Urządzenia do rozpoznawania tablic rejestracyjnych.** Rozmieszczone są na różnych skrzyżowaniach i pracują w terenie aby przesyłać swoje dane do poziomu 2. Protokoły komunikacyjne będą dołączone do urządzenia o którym mowa, chociaż i tak wsparte będą na TCP/IP.

3.- Aplikacje

3.1.- Wstęp

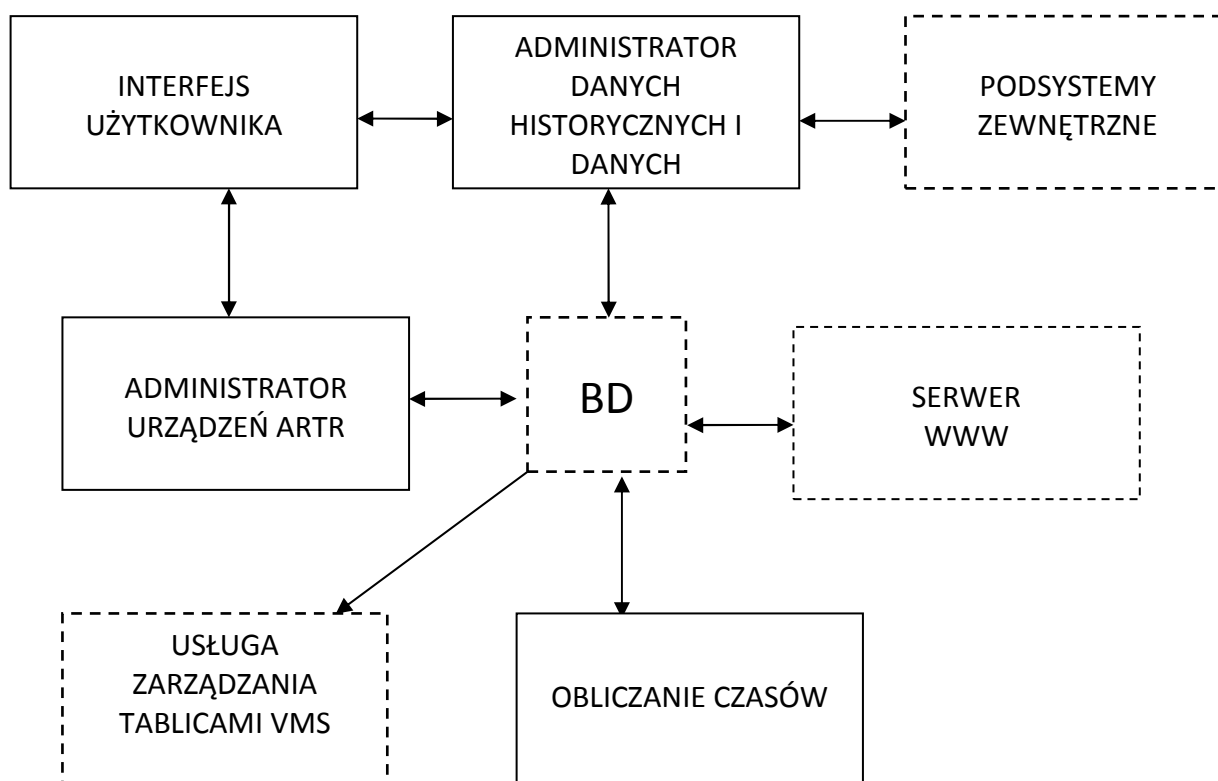
Podsystem pozyskuje informacje o tablicach rejestracyjnych na określonych odcinkach i dokonuje pomiarów ich czasów przejazdu. Pozyskiwanie odbywa się na różnych warstwach

elementów. Na pierwszym poziomie znajdują się urządzenia do rozpoznawania tablic rejestracyjnych, rozmieszczone na różnych skrzyżowaniach. Dostarczają informację w czasie rzeczywistym o przejazdach pojazdów i ich tablicach rejestracyjnych, które następnie są przetwarzane za pośrednictwem usługi obliczania czasów przejazdu. Ponadto, podsystem poza tymi urządzeniami, opiera się również na innych podsystemach, takich jak zarządzanie tablicami VMS lub portalu internetowym, które uzupełniają jego funkcje. Dlatego też, zarządzanie czasami przejazdów jest skoordynowane z globalnym systemem i współdziała z różnymi serwerami i elementami.

3.2.- Architektura oprogramowania (software)

3.2.1 Schemat funkcjonalny

Z funkcjonalnego punktu widzenia, system powinien współdziałać z następującymi elementami.



Jak można zauważyć na schemacie funkcjonalnym, Baza Danych (BD) pełni rolę centralizującą, z jednej strony bowiem cała wygenerowana informacja jest w niej przechowywana, natomiast z drugiej strony, informacja przechodzi przez różne procesy backoffice, które ponownie przetwarzają dane do BD. Ponadto, BD jest środkiem komunikacji z różnymi podsystemami. Na przykład, Serwer VMS pobiera dane z czasów przejazdu z rejestru BD, aby następnie przetworzyć je i przesłać wiadomości do VMS.

Dużymi blokami funkcjonalnymi są:

- **Serwer urządzeń ARTR:** Łączy się z urządzeniami do rozpoznawania tablic rejestracyjnych, przekazuje informacje do Bazy Danych i rozpoznaje tablice rejestracyjne znajdujące się na czarnych listach i w przypadku ich rozpoznania może wysłać alarm do Operatora (Interfejs graficzny).
- **Obliczanie Czasów:** Na podstawie danych dotyczących tablic rejestracyjnych zmagazynowanych w głównej bazie danych, dokonuje obliczeń i oszacowań średnich czasów i średnich prędkości w celu ponownego wprowadzenia wyników do Bazy Danych. Ten „silnik” do obliczeń działa w sposób niezależny i nie wymaga łączenia się z żadną inną usługą.
- **Interfejs Użytkownika:** Zintegrowany wewnątrz systemu zarządzania ruchem, pełni funkcję przedstawiania danych, konfiguracji systemu i w razie konieczności, generowania alarmu (na przykład, po rozpoznaniu poszukiwanych tablic rejestracyjnych).
- **Administrator Danych Historycznych i Danych:** Jest odpowiedzialny za wdrożenie całej warstwy logiki biznesowej i zarządzanie danymi. Wszystkie zapytania o czasy, tablice rejestracyjne i eksport danych będą zarządzane przez niego.
- **Serwer Web:** Pobiera dane z głównej Bazy Danych i publikuje je za pośrednictwem internetu.

3.2.2 Struktura danych

W obliczaniu czasów biorą udział następujące jednostki:

- **ARTR.** Detektor tablic rejestracyjnych, które pojawiają się w pasie ruchu w określonym punkcie.
- **Sekcja.** Zestaw urządzeń ARTR umiejscowionych w tym samym punkcie kilometrowym, które wychwytyują tablice samochodów poruszających się w tym samym kierunku ruchu. Jedna sekcja może składać się z jednego detektora, jeśli mamy do czynienia tylko z jednym pasem ruchu.
- **Segment.** Odcinek zawarty między dwoma sąsiadującymi sekcjami, jedną z urządzeniami detekcyjnymi na początku i drugą z takimi urządzeniami na końcu odcinka. Każdy segment dotyczy tylko jednego kierunku ruchu.
- **Trasa przejazdu.** Sekwencje sąsiadujących segmentów.

System obejmuje też **Listy kontrolne**. Każda lista kontrolna zawiera zestawienie tablic rejestracyjnych poszukiwanych pojazdów. Wykrycie na którejś z kamer systemu ARTR pojazdu, którego tablica znajduje się na liście kontrolnej skutkuje powiadomieniem operatora.

3.3.- Warstwa prezentacji

Warstwa prezentacji składa się z aplikacji wizualnych, zintegrowanych w systemie SUR, oraz z konkretnych stron internetowych konfiguracji urządzeń.

3.3.1 Konfiguracja kamer





Jedną z najistotniejszych kwestii poprawnego działania systemu jest skuteczność w rozpoznawaniu tablic rejestracyjnych. Skuteczność ta wymaga poprawnego dostrojenia urządzeń ARTR, co często wiąże się z licznymi próbami działania przy różnych konfiguracjach zanim osiągnie się optymalne działanie.

Konfiguracji urządzeń ARTR wykonują zarówno instalatorzy jak i sami operatorzy z samego Centrum Sterowania, ponieważ urządzenia posiadają wewnętrzny serwer Web, który dostarcza strony w HTML dostępne z dowolnej przeglądarki połączonej do sieci.

Niemniej jednak, często korzystnie jest dysponować różnymi konfiguracjami dla urządzeń, na przykład, do tworzenia backupu i skonfigurowania nowego urządzenia w zastępstwie. W takich przypadkach zapisuje się konfigurację w formie pliku XML. Tak więc w Centrum Sterowania zostanie stworzona struktura katalogów z podkatalogami dla każdego urządzenia ARTR.

3.3.2 Stan kamer

Urządzenia ARTR mogą przedstawiać różne stany i alarmy. Ich przedstawienie, jak i również sama lokalizacja urządzenia, odbywać się będzie przy użyciu ikon graficznych rozmieszczonych na głównej mapie aplikacji SUR. Ikony te będą mogły zmieniać kształt i kolor w czasie rzeczywistym, według następujących kryteriów.

IKONA	STAN
	Normalny
	Nieprawidłowy
	Brak połączenia
	Aktualna data i godzina

Wewnętrzny numer symbolu odpowiada identyfikatorowi urządzenia. Identyfikator ten będzie unikalny, tak aby we wszystkich funkcjach, interfejsach i raportach podsystemów odnosił się do urządzenia z tym samym ID.

3.3.3 Alarmy z czarnych list

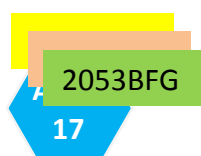
Jedną z funkcji systemu w czasie rzeczywistym będzie, zawiadomienie operatora o wykryciu tablicy rejestracyjnej z listy kontrolnej. Informacja ta przekazana zostanie do operatora w

postaci alarmu i będzie mogła być wizualizowana na mapie wizyjnej interfejsu. Wizualizacja ta składać się będzie, przede wszystkim, z wiadomości typu Tip/Podpowiedź, która pojawi się przy ikonie ARTR:



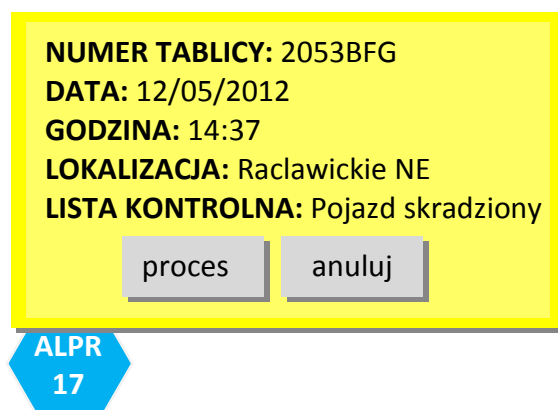
Urządzenie ARTR wyświetlające wykrytą tablicę rejestracyjną z listy kontrolnej

W przypadku gdy będzie następowało po sobie kilka tablic rejestracyjnych z list kontrolnych, komunikaty będą zachodziły na siebie w następujący sposób.



Urządzenie ARTR wyświetlające wykrytą tablicę rejestracyjną z listy kontrolnej

Przedstawianie tych wiadomości nie ma wpływu na kolor ikony, który odpowiadać będzie swojemu stanowi, według wcześniej opisanych kryteriów. Operator będzie mógł wówczas kliknąć na Tip Text/Tekst Podpowiedzi celem uzyskania więcej informacji związanej ze zdarzeniem wykrycia. Wówczas, pojawiający się tekst powiększy się do następującego formatu:



Pojawiające się okno, z przyciskiem do przetwarzania zdarzenia

Wyświetlone wiadomości znikną po okresie integracji lub po kliknięciu na przycisk Anuluj. Zostaną jednak i tak zarejestrowane w Bazie Danych i będzie można je później odnaleźć z modułu danych historycznych.

Jeśli operator kliknie na ikonę proces zdarzenia, system wyśle specjalny formularz do jego rejestracji. W pojawiającym się oknie pokazana zostanie następująca informacja:

- Wykryta tablica rejestracyjna

- Rodzaj listy
- Lokalizacja

Poza tym, pojawiają się przyciski szybkiego dostępu do funkcji takich jak:

- Wizualizacja na mapie globalnej
- Dostęp do kamery
- Dostęp do telefonu

3.3.4 Schemat graficzny czasów przejazdu (dla operatorów)

System posiada panel wizualizacji średnich czasów przejazdu, a więc operator natychmiast będzie mógł zobaczyć ostatni stan obliczania sieci odcinków.

Interfejs ten nastawiony jest na udostępnienie informacji w czasie rzeczywistym, pozwoli jednak również na wyświetlenie wartości z danych historycznych o odcinkach, po kliknięciu na mapie na jednym z jej przejazdów. Wówczas, otworzy się okno z obliczonymi wartościami dla ostatnich okresów integracji.

W przypadku chęci posiadania poprzednich informacji o ostatnim okresie integracji, należy odwołać się do raportów historycznych.

Informacja na temat czasu przedstawiona jest na mapie ściennej, gdzie do każdego odcinka przypisano czas przejazdu. Jednostkę czasu można konfigurować (minuty lub sekundy).

3.3.5 Schematy graficzne, listy i raporty statystyczne

Najważniejsze sprawozdania i wykresy związane z tym podsystemem są następujące:

3.3.5.1 Odcinki

- **Wykres Historii Czasów Przejazdu:** Wykres średniego czasu przejazdu w danym okresie, grupujący dane według okresu integracji, godziny lub dnia, w zależności od przypadku. Na wykresie w szczególności położy się nacisk na czasy dłuższe bądź krótsze od dwóch odcinków, tak, aby zobrazowanie tego zjawiska zwróciło uwagę na odcinki godzinowe, które charakteryzuje najmniejsza wydajność ruchu (najdłuższe czasy przejazdu).
- **Lista czasów przejazdu:** Na żądanie użytkownika system będzie mógł opracować raport z listą średnich czasów przejazdu dla danego odcinka. Raporty te pojawią się na ekranie i będzie można je zapisać jako plik PDF.
- **Wykres i lista średnich prędkości:** Podobny do poprzednich, ale odnoszący się do średnich prędkości na odcinku i trasie przejazdu.
- **Harmonogram największej przepustowości:** Wskazuje pory, w których mamy do czynienia z najkrótszymi czasami przejazdu na odcinku.

- **Harmonogram najmniejszej przepustowości:** Wskazuje pory, w których mamy do czynienia z najdłuższymi czasami przejazdu na odcinku.

3.3.5.2 Skrzyżowania

- **Płynność wjazdów i wyjazdów:** Raport przedstawia porównanie płynności dwóch rodzajów przejazdów, wjazdów oraz wyjazdów, w danym okresie. Płynność ta będzie wskaźnikiem numerycznym, który określi, w przeliczeniu na jeden przejazd, wartość czasu ostatniego przejazdu w porównaniu z minimalnymi i maksymalnymi zarejestrowanymi wartościami.

3.3.5.3 Ogólne

- **Liczba pojazdów:** Raport o całkowitej liczbie pojazdów sparowanych w danym okresie.

4.- Urządzenia i instalacja

4.1.- Technologia

4.1.1 Ogólne zagadnienia

Główne funkcje i właściwości urządzeń do detekcji ARTR są następujące:

- Rozdzielczość: 752x480 lub wyższa
- Oświetlacz: IR z ogniskową o wysokich parametrach
- Prędkość: 60 fps w kamerze lub wyższa
- Maksymalny czas rozpoznania: 300 ms
- Zasięg: 18 m lub wyższy
- Optyka: zmiennoogniskowa
- Języki: europejskie i polski
- Zakres temperatur: IP67, -30°C – 50 °C
- Integracja: protokół TCP/IP, RS232
- Konfiguracja: Web
- Maksymalna prędkość wychwycenia: 180 Km/h
- Wyzwalanie: Zewnętrzne za pomocą oprogramowania, zewnętrzne za pomocą pętli, automatyczne. W systemie w Lublinie wyzwalacz będzie automatyczny, czyli kamera wykona zdjęcia w momencie wykrycia tablicy rejestracyjnej w swoim polu widzenia.
- Wideo: Transmisja obrazu wideo w czasie rzeczywistym, w rozdzielczości 752x480, między 4 i 8 fps

a) Funkcjonalność

Poniżej wymienione zostały najważniejsze właściwości funkcjonalne:

- Tolerancja w stosunku do obszarów “spalonych” (tablice, od których mocno odbija się światło słoneczne)
- Przetwarzanie cieni pojawiających się na tablicach
- Konfiguracja interesujących obszarów (ROI)
- Informacja o pewności i pochodzenie
- Wiele obiektów na jednym obrazie
- Filtrowanie nieistniejących kombinacji
- Wiele krajów
- Rozpoznawanie kwadratowych tablic rejestracyjnych
- Rozpoznawanie tablic żółtych, czarnych i kolorowych
- Rozpoznawanie każdego rodzaju polskich tablic, włącznie z pojazdami specjalnymi i jednośladowymi.
- Rozpoznawanie wszystkich tablic europejskich

b) Konfiguracja

Konfiguracja urządzenia dokonywana jest za pośrednictwem strony www, lub za pośrednictwem specjalnych ramek. Tak więc, wystarczy uruchomić przeglądarkę i podać IP z ARTR aby uzyskać dostęp do konfiguracji, po uprzednim zalogowaniu się jako użytkownik z hasłem.

Oprócz tego, każde ARTR może być konfigurowane przekazując mu plik tekstowy z konfiguracją typu tekstowego lub XML. Możliwe jest przechowanie kilku różnych ustawień dla tego samego urządzenia, jak i robienie ich backupów, tak że w przypadku zastąpienia, wystarczy tylko przekazać urządzeniu zapasowemu konfigurację uszkodzonego urządzenia

c) Dane tablic rejestracyjnych

Za każdym razem gdy dochodzi do detekcji pojazdu, urządzenie rejestruje zdjęcie wraz z plikiem .XML zawierającym informacje o tablicy rejestracyjnej. Obydwa pliki od razu wysyłane są do Centrum Sterowania, lub są zapisywane do ich późniejszego użycia. Oprócz tego, że dalej przekazane są jako komunikat, dane ostatniego ujęcia mogą być wyświetlone z www urządzenia.

W przypadku przejazdu samochodów, których tablica rejestracyjna nie zostanie zidentyfikowana, urządzenie zapisze zdjęcie z informacją przejazdu. Te “fałszywe” detekcje również będą mogły być odzyskane na żądanie.



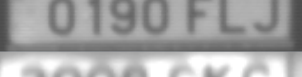


Zdjęcie będzie w formacie JPG. W zależności od warunków oświetlenia (noc lub dzień) będzie można wyróżnić zdjęcie pojazdu.

Dane historyczne również mogą być zgrane albo przez specjalne ramki protokołu, albo z interfejsu www urządzenia.

d) Parametry

Producenci zazwyczaj przedstawiają dane dotyczące osiągnięć bardzo nieczytelnie, nie uwzględniają bowiem w swoich statystykach danych niekorzystnych, bądź takich które wykraczają poza ich możliwości działania.

My natomiast mamy możliwość dostarczenia zestawienia danych dla skrajnych sytuacji możliwych podczas detekcji:

Warunki	% Skuteczności rozpoznania	Przykład
▪ Rano	94,15%	
▪ Rano z cieniem	88,09%	
▪ Południe	95,83%	
▪ Wieczór z rozmyciem	79,52%	
▪ Noc z rozmyciem	56,46%	

Średnio, przy dobrej kalibracji kamery i w warunkach normalnego oświetlenia (bez mgły i tym podobne), skuteczność urządzenia wynosi 94%. Takie dane zazwyczaj zamieszczane są w informacji komercyjnej u innych producentów.

4.1.2 Protokoły komunikacyjne

a) Wyzwalanie automatyczne z artr_trigger

Polecenie rozpoznania tablic rejestracyjnych może zostać wydane w dowolnym momencie, poprzez specjalną komendę o następujących właściwościach:

ŻĄDANIE	ODPOWIEDŹ	OPIS
<code>capture ścieżka_zdjęcie</code>	Wynik następnie przekazywany jest do połączonych klientów jako komunikat typu car.	Wyzwolenie przez oprogramowanie trigger. Należy uważać aby nie postawić spacji pomiędzy car i ścieżka_zdjęcie

UWAGA: Kamera nie może być jednocześnie używana przez dwie aplikacje. Dlatego też, tryb automatycznego wyzwolenia jest niekompatybilny z wyzwoleniami z oprogramowania i z pętli.

b) Połączenie klientów zewnętrznych

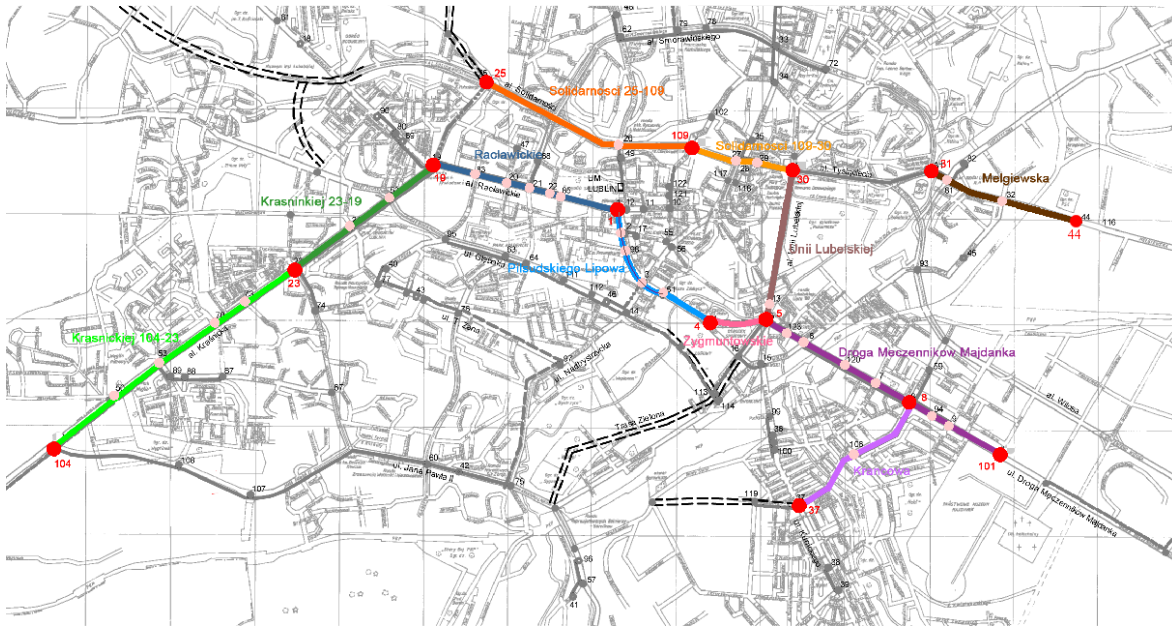
ŻĄDANIE	ODPOWIEDŹ	OPIS
version	artr_server n°version\n\r	Prosi o wersję ARTR_SERVER
capture	ack nack	Manualne wyzwalanie. Pobiera zdjęcie z kamery i je analizuje. Wynik przekazany jest dalej jako komunikat car. Jeśli kamera nie jest podłączona, lub jeśli jest ustawiona w trybie wyzwolenia automatycznego, zwraca NACK.
sendxml [on off]	ack nack on off	Aktywuje, dezaktywuje lub sprawdza przesłanie pliku XML po komunikacie car. Domyślnie jest nieaktywne. Jeśli parametr nie zostaje wysłany, przywracane jest aktualne ustawienie (on/off) Jeśli składnia nie jest poprawna, zwraca NACK.
sendimage [on off]	ack nack on off	Aktywuje, dezaktywuje lub sprawdza przesłanie komunikatu image po komunikacie car. Domyślnie jest nieaktywne. Jeśli parametr nie zostaje wysłany, przywracane jest aktualne ustawienie (on/off) Jeśli składnia nie jest poprawna, odpowiedzią jest NACK.

KOMUNIKAT	PRZYKŁAD	OPIS
connected	-	Jest wysyłany klientowi kiedy wysyłane jest puste polecenie telnet.
car [tablica rejestracyjna kraj pochodzenia zaufanie]*	car 0102FWL ES 0.95 0102FW ES 0.35	Zwraca ostatnio pobraną tablicę rejestracyjną. Ramka jest identyczna jak ta, która zwraca ARTR_CORE. Trzeba ją tylko retransmitować.
xml n°bytes stream	xml 380 <?xml version="1.0" ...	Jest wysyłane jeśli ustawienie sendxml jest włączone (on). Liczba bajtów jest ASCII, po niej następuje spacja, a następnie cały tekst pliku XML.
image n°bytes stream_binario	image 384372 0x09 0xA9 0x20	Jest wysyłane jeśli ustawienie sendimage jest włączone (on) Liczba bajtów jest ASCII, po niej następuje spacja, a następnie binarny.

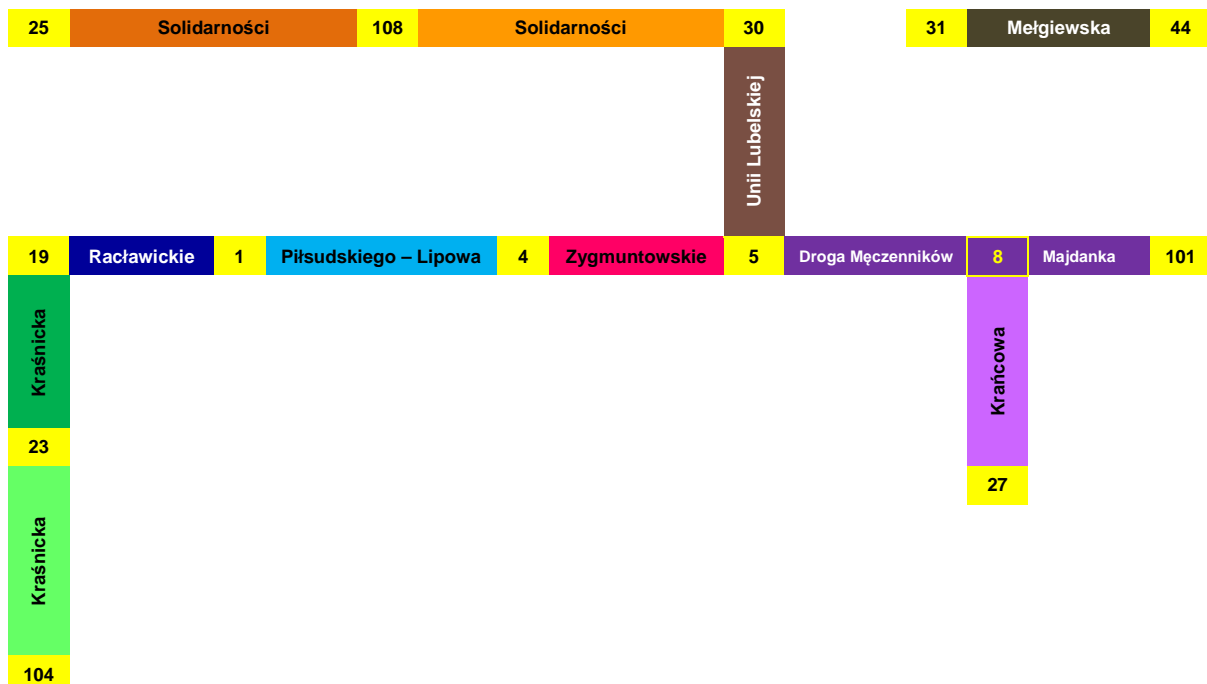
4.2.- Lokalizacja elementów

4.2.1 Mapa ogólna

Mapa ogólna odcinków, których dotyczy projekt:



Odcinki te odpowiadają poniższemu schematowi graficznemu:



Jak można zauważyć, elementy schematu są prawie całkowicie połączone, co oznacza, że oprócz danych o odcinkach pewne znaczenie w analizie statystycznej będą mieć też informacje o ich skrzyżowaniach. W ten sposób można wyciągnąć wnioski dotyczące przepustowości danego skrzyżowania podczas wjazdu i wyjazdu, na podstawie danych o odcinkach, które tworzą skrzyżowanie.

Co więcej, wszystkie skrzyżowania należą do globalnej sieci ruchu drogowego, w związku z czym wygenerowane informacje będą również włączone do globalnej sieci skrzyżowań SUR. Dostęp do formularzy i raportów, jak również do działań wykonywanych na panelach, jest możliwy poprzez interfejs graficzny Systemu Zarządzania Ruchem.

Odcinki, na których należy przeprowadzić pomiary, są następujące:

Dwa odcinki pomiarowe (oba kierunki) w ciągu:

- Al. Kraśnicka (skrzyżowania 104 do 23, 23 do 19)
- Al. Solidarności (25 do 109, 109 do 30)

Jeden odcinek pomiarowy dla skrajnych skrzyżowań (oba kierunki) w ciągu:

- Ul. Krańcowa
- Ul. Droga Męczenników Majdanka
- Al. Unii Lubelskiej
- Al. Zygmuntofskie
- Al. Piłsudskiego - Lipowa
- Ul. Raławicka
- Ul. Mełgiewska

4.2.2 Instalacja

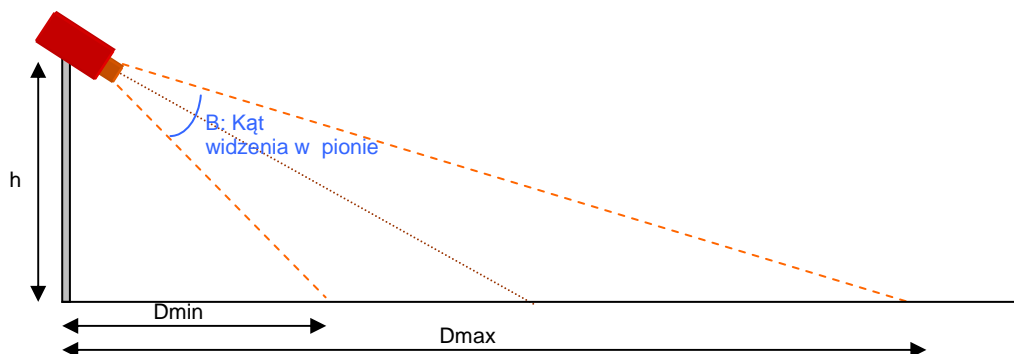
Jednostki ARTR mogą być zainstalowane na dwa różne sposoby:

- a) Montaż przedni: Sprzęt wychwytuje obraz przedniej części pojazdu. Wadą tego typu instalacji jest brak możliwości wychwytywania obrazu tablic rejestracyjnych motocykli.
- b) Montaż tylny: Sprzęt wychwytuje obraz tylnej części pojazdu. Problemem tego typu instalacji jest fakt, że niektóre pojazdy (samochody ciężarowe, z napędem na 4 koła, itp.) mają tablicę rejestracyjną umieszczoną w takim miejscu, że nie można całkowicie jej zobaczyć z wysokiej pozycji (ponieważ jest przysłonięta przez przyczepę w przypadku ciężarówek, przez koło zapasowe w przypadku samochodów 4x4, itp.). W związku z tym, nie można osiągnąć optymalnego wyniku odczytu tylnych tablic.

Różne parametry instalacji w dużym stopniu będą zależeć od wysokości, na której umieści się jednostkę, oraz od maksymalnej szerokości pasa ruchu (w dolnej części rysunku), którego obraz chce się utrwalić. Na poniższych schematach zostaną przedstawione różne parametry systemowe.

Poniżej opiszemy ogólny schemat montażu kamer, wskazując między innymi kąt nachylenia kamery, jej ognisko i wysokość, na której się ją zainstaluje, jak również problemy wynikłe z wzajemnego zasłaniania się samochodów w warunkach zatoru drogowego.

Zaczniemy od rozpatrzenia pola widzenia optycznego kamery. Pole to zostanie zdeterminowane przez wysokość kamery, jej nachylenie, oraz odległość ogniskową obiektywu. W zależności od powyższych parametrów kamera posiadać będzie różne odległości ujęcia:



Poniższa tabela wskazuje maksymalne zasięgi detekcji (D_{min} – D_{max}) możliwe do uzyskania w zależności od ogniskowej:

Odległość ogniskowa (F_d)	Kąt widzenia		Maksymalny zasięg detekcji
	W pionie	W poziomie	
2,7 mm	67°	75°	2 - 25 m
3,5 mm	55°	62°	4 - 32 m
6,0 mm	33°	39°	8 - 55 m
10,5 mm	20°	23°	13 - 96 m
12,0 mm	17°	20°	17 - 110 m

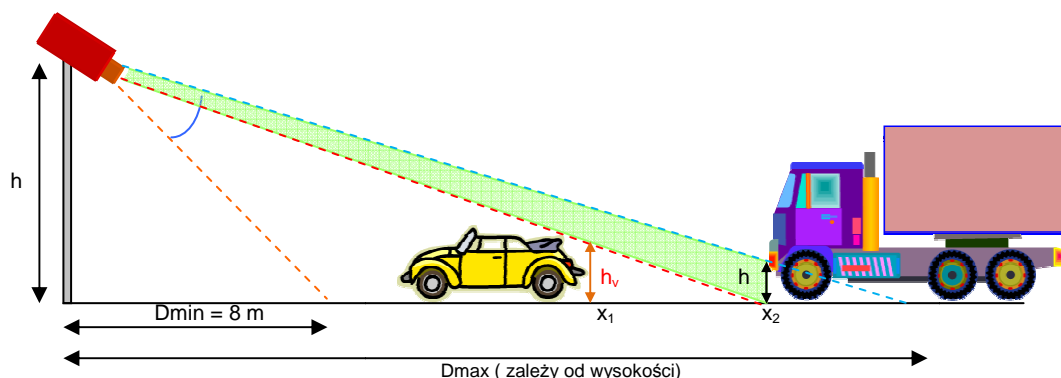
Problem utrudnienia widoczności pojawia się kiedy jeden pojazd zasłania inny. Zjawisko to będzie tym większe, im bardziej oddalone będą obydwa pojazdy i mniejsza będzie wysokość kamery. Wobec powyższego, sposobem na zmniejszenie tego efektu jest podniesienie kamery.

Przykład:

Przyjmijmy następujące warunki początkowe:

- Odległość ogniskowa: 6 mm
- Kąt widzenia: D_{min} = 8 metrów
- Wysokość pojazdów (h_v): 1,5 m pojazdy osobowe, 4 m ciężarowe
- Wysokość tablicy rejestracyjnej względem podłoża (h_m): 0,75 m

Jeśli detekcja odbywa się z przodu, najbardziej niekorzystny przypadek, jeśli chodzi o zasłanianie widoczności, występuje w górnej strefie uzyskanego obrazu, a więc, gdy pojazd wjeżdża w pole widzenia. Na poniższym schemacie przedstawia się równania prostych i granice detekcji:



Linia prosta górnej widoczności: $y_2 = \frac{-h}{D_{max}}x + h$

Linia prosta dolnej widoczności: $y_2 = \frac{-h}{x_2}x + h$

Na podstawie tego wzoru geometrycznego, możemy obliczyć minimalną, najbardziej niekorzystną odległość między pojazdami ($x_2 - x_1$), w zależności od wysokości kamery i wysokości przedniego pojazdu. Okazuje się, że dla pojazdu przedniego o wysokości 1,5m, jeśli umieścimy kamerę na wysokości 6m, odległość między pojazdami powinna by wynosić 22m, natomiast jeśli podniesiemy ją do 9m, odległość zmniejszy się do 5m. Wniosek z tego taki, że **detekcja tablicy rejestracyjnej powinna odbywać się w obszarze najbliższej kamery, gdzie warunki dla utrudnienia widoczności są mniejsze.**

Tak więc, detekcja tablicy rejestracyjnej powinna odbywać się w momencie gdy pojazd znajduje się najbliżej kamery. Dzieje się tak z dwóch podstawowych powodów:

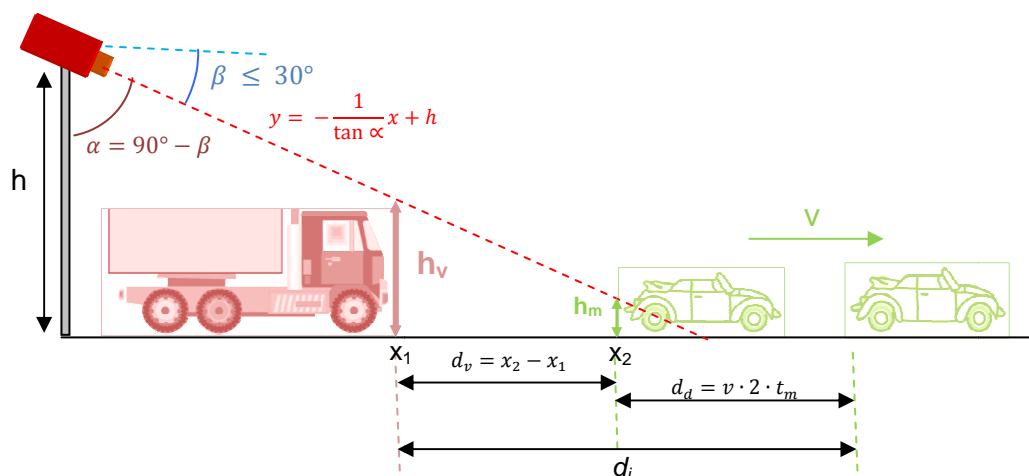
1. Zjawisko zasłaniania widoczności jest mniejsze
2. Rozmiar znaku w pikselach jest większy, ponieważ im bliżej, tym większy widoczny rozmiar pojazdu.

Z drugiej strony, detekcja z tyłu posiada kilka zalet względem detekcji przedniej:

- a) Brak przednich reflektorów, sprawia, że naświetlenie zdjęcia jest lepsze i w rezultacie posiada ono więcej widocznych szczegółów.
- b) Na wysięgnikach sygnalizatorów, odległość między pojazdami jest większa na sygnalizatorze na wylocie niż na wlocie, gdzie dochodzi do zatrzymania pojazdów i powstawania zatorów.
- c) Jeśli kamera nadzoruje wlot odcinka, detekcja tylna umożliwia detekcję pojazdów znajdujących się już w trakcie mierzonego przejazdu. A zatem, ewentualne zatory przed odcinkiem nie mają wpływu na obliczenie czasu przejazdu.

Wychodząc z tego założenia, obliczymy minimalną wymaganą odległość między pojazdami. W tym celu, umieścimy kamerę na wysokości h i maksymalnie ustawimy kąt nachylenia. Kąt

ten powinien być mniejszy bądź równy 30° względem pionu tak, aby zniekształcenie znaków (efekt kursywy) nie pojawił się przy rozpoznawaniu tablic.



h_v : Wysokość tylnego pojazdu

h_m : Wysokość tablicy rejestracyjnej= 0,5m

h : Wysokość kamery

v : Prędkość pojazdu

d_v : Minimalna odległość zapewniająca optyczną widoczność w momencie rozpoczęcia detekcji

d_d : Minimalna odległość zapewniająca wykonanie zdjęcia. Odległość ta odpowiada tej przebytej przez pojazd tak, aby zapewnić przynajmniej 2 zdjęcia (Twierdzenie Shannona), z czasem pomiędzy zdjęciami t_m (50 ms, dla 20 fps).

d_i : Odległość między pojazdami

Stosując równania, otrzymujemy, że dla odległości ogniskowej 6mm, odległość minimalna między pojazdami jest następująca:

a) Pojazd tylny osobowy: $h_v = 1,5$ m

v (km/h)	d_i
10	2,0 m
40	2,8 m
80	4,0 m
100	4,5 m
120	5,1 m

b) Pojazd tylny ciężarowy: $h_v = 4$ m

v (km/h)	d_i
10	6,3 m
40	7,2 m
80	8,3 m

100	8,8 m
120	9,4 m

Wyniki te są niezależne od wysokości kamery pod warunkiem, że odległości znajdują się w obrębie pola widzenia, a rozdzielczość kamery jest wystarczająca do rozpoznania tablicy rejestracyjnej. W naszym przypadku, wyniki odpowiadają wysokościami 6 i 9 m i ogniskowym pomiędzy 2,7 i 6 mm.

Jak można zauważyć, wymagane odległości są dużo mniejsze od tych zazwyczaj rekomendowanych (0,5 metra na każdy km/h), a zatem w normalnych warunkach jazdy, system umożliwia ujęcie tablic rejestracyjnych bez problemów zasłaniania. W warunkach zatoru (10 km/h) z uwagi, że minimalne odległości są tak niskie, również nie przewiduje się problemów w ujęciu tablicy. W przypadku zatrzymania na światłach, system wykryje tablice jak tylko pojazdy rozpoczną jazdę i przejadą przez strefę detekcji. Aby ujęcie było skuteczne wystarczy tylko odległość 2m poniżej wysięgnika. Należy również zaznaczyć, że ten sam wzór matematyczny stosowany jest również do detekcji przedniej, ponieważ geometria jest symetryczna. Wybór przedniej lub tylnej detekcji zależy będzie od wcześniej wymienionych już czynników, niemniej jednak, w pierwszej kolejności skłaniamy się ku detekcji tylnej, w celu umożliwienia wykrycia pojazdów jednośladowych.

4.2.3 Inne uwagi

- Wszystkie zaproponowane lokalizacje zostaną sprawdzone i zoptymalizowane w projektach budowlanych i wykonawczych, a nawet podczas procesu instalacji. Tenże proces obejmuje różne badania i próby, dostosowanie optyki, szczegółową analizę kątów i widoczności, itp.
- Ciągła transmisja obrazu wideo z kamer ARTR jest zapisywana przez Podsystem Czasów Przejazdu na serwerze danych, w standardowym formacie tak, aby obraz ten mógł być wyświetlany i administrowany przez Podsystem Wideonadzoru i Urządzenia Wizualizacyjne i Zapisu.
- Na każdym pasie ruchu punktu, który ma być monitorowany, zamontuje się jedno urządzenie systemu ARTR. Całkowita przewidywana liczba urządzeń jest następująca:

Odcinek	Skrzyżowanie	Urządzenia
Al. Kraśnicka (104 - 23)	104	3+4
	23	3+3
Al. Kraśnicka (23 - 19)	23	3+3
	19	3+3
Al. Raławickie	19	3+3
	1	2+2
Al. Piłsudskiego – Lipowa	1	2+2
	4	2+2
Al. Zygmuntowskie	4	2+2
	5	2+4
Ul. Droga Męczenników Majdanka	5	3+5
	101	1+2
Ul. Krańcowa	37	2+4
	8	2+4
Al. Solidarności (25 - 109)	25	4+4
	109	5+5
Al. Solidarności (109-30)	109	4+5
	30	3+4
Ul. Mełgiewska	31	4+4
	44	3+3
Al. Unii Lubelskiej	5	3+4
	30	3+4
SUMA		138

- Ruchomość słupów, na których zainstalowane są urządzenia wychwytyjące obraz tablic rejestracyjnych, jest nieistotna. Należy mieć na uwadze, że kamera działa z predkością 60 fps, z maksymalnym czasem otwarcia migawki 1 ms. W związku z tym, ruchomość słupa czy nawet ruch pojazdu nie mają wpływu na wykonanie zdjęcia. Ponadto, do rozpoznawania tablic nie są używane detektory sztucznego widzenia, których działanie mogłoby zakłócić ten ruch, a wykrycie tablicy następuje poprzez analizę utrwalonych obrazów.