

2 Budowa systemu

Sygnały ze wszystkich czujników oraz kamer są poprowadzone do terminala komunikacyjnego umieszczonego na jednym ze słupów bramownicy, gdzie podlegają częściowej obróbce. Następnie, za pomocą połączenia LTE wstępnie przetworzone dane są przesyłane do głównego komputera obliczeniowego.



Stanowisko preselekcyjne oddalone jest o ok. 2 km, od punktu kontroli na stałej stacji ważenia. Wszystkie elementy logiczne systemu połączone są za pomocą sieci lokalnej TCP/IP dzięki czemu możliwa jest wygodna ich kontrola i konfiguracja, a w szczególności urządzenia IP którymi są wszystkie kamery, komputer realizujący funkcje klasyfikatora pojazdów, komputer wagowy, komputer analizujący dane z kamer oraz komputer komunikacyjny. Komunikacja między urządzeniami w sieci przebiega za pomocą łączy Ethernet.

2.1 Elementy

W skład Systemu Preselekcji Wagowej na S8 wchodzi następujące elementy:

- stanowisko preselekcyjne do ważenia pojazdów w ruchu,
- punkt kontroli na stałej stacji ważenia (posterunek ITD),
- centralny repozytorium danych.

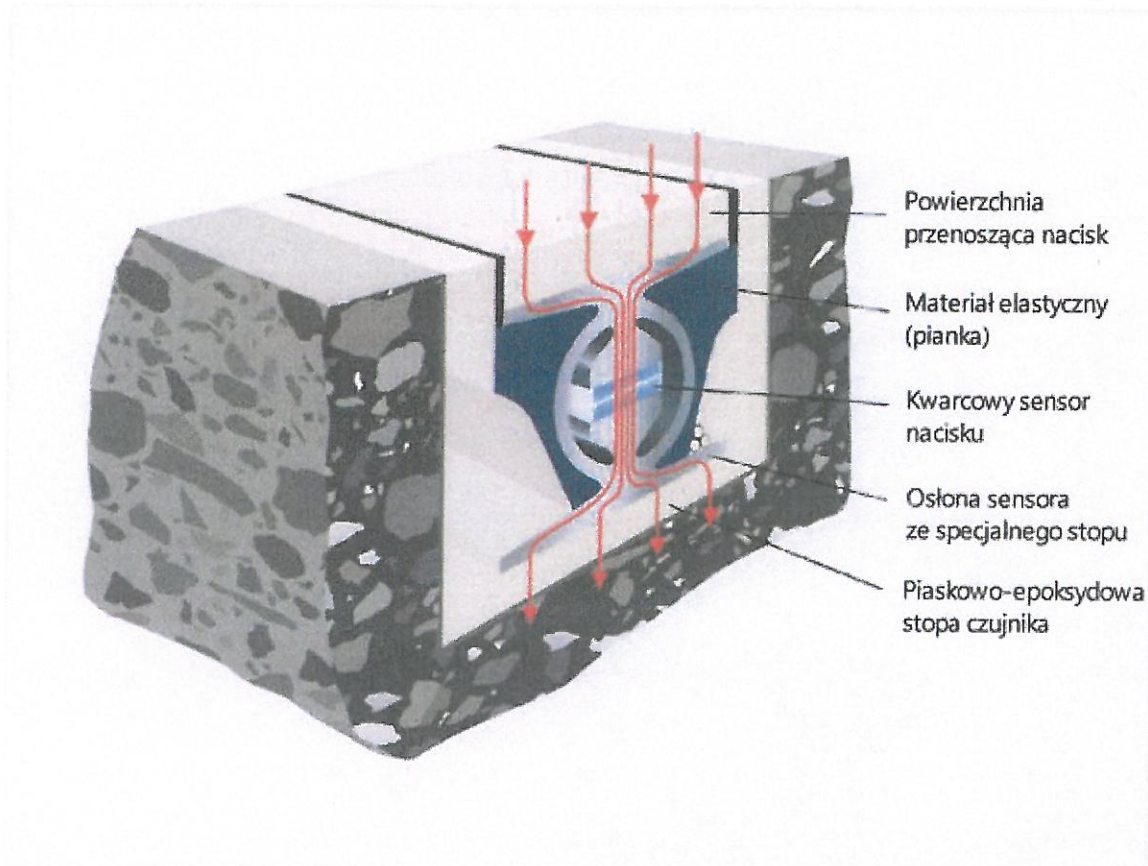
Stanowisko preselekcyjne wyposażone jest w zespół czujników wagowych, zespół czujników pętlowych, moduł pomiaru wagi, prędkości i typu pojazdu, a także zespół kamer CCTV wraz z systemem do wizualnej identyfikacji pojazdów, np. do automatycznego rozpoznawania tablic.



System preselekcji wagowej w Adamowicach na S8

2.2 Moduł ważenia pojazdów

Centralnym elementem systemu jest moduł ważenia dynamicznego, który skonstruowany został na bazie specjalizowanych, kwarcowych czujników nacisku Kistler Lineas® Quartz Sensor (typ 9195F, 9194F) dedykowanych dla pomiarów nacisku typu WIM. Czujnik nacisku tego typu charakteryzuje się bardzo dobrymi parametrami metrologicznymi, np. dużą precyzją w pełnym zakresie pomiarowym, małą czułością na zmiany temperatury (mniej niż $0,02\%/^{\circ}\text{C}$), doskonałą liniowością w pełnym zakresie pomiarowym (odkształcenie %FSO mniejsze niż ± 2). Dodatkowo, podczas montażu czujniki te wymagają niewielkiej ingerencji w powierzchnię drogi co powoduje, że w minimalnym stopniu naruszona zostaje jej struktura - przez to mogą być montowane z powodzeniem zarówno na nawierzchniach betonowych jak i asfaltowych.



W jednym punkcie pomiarowym zastosowanych zostanie osiem czujników o wymiarach 2x175 cm i 2x175cm, ułożone w dwie linie pomiarowe - jedna linia pomiarowa obejmuje całą szerokość pasa ruchu, czyli 350 cm. Odstęp między liniami to 450 cm. Podczas przejazdu nad punktem pomiarowym każde koło pojazdu jest ważone dwukrotnie. Na podstawie dwukrotnego pomiaru nacisku każdego z kół, po uwzględnieniu prędkości pojazdu mierzonej przez moduł klasyfikacji, wyznaczany jest ciężar (siła nacisku) dla każdej z osi, a także masa całkowita pojazdu. Wyniki analizy dostępne po niespełna sekundzie od momentu wyjazdu pojazdu z obszaru pomiarowego.



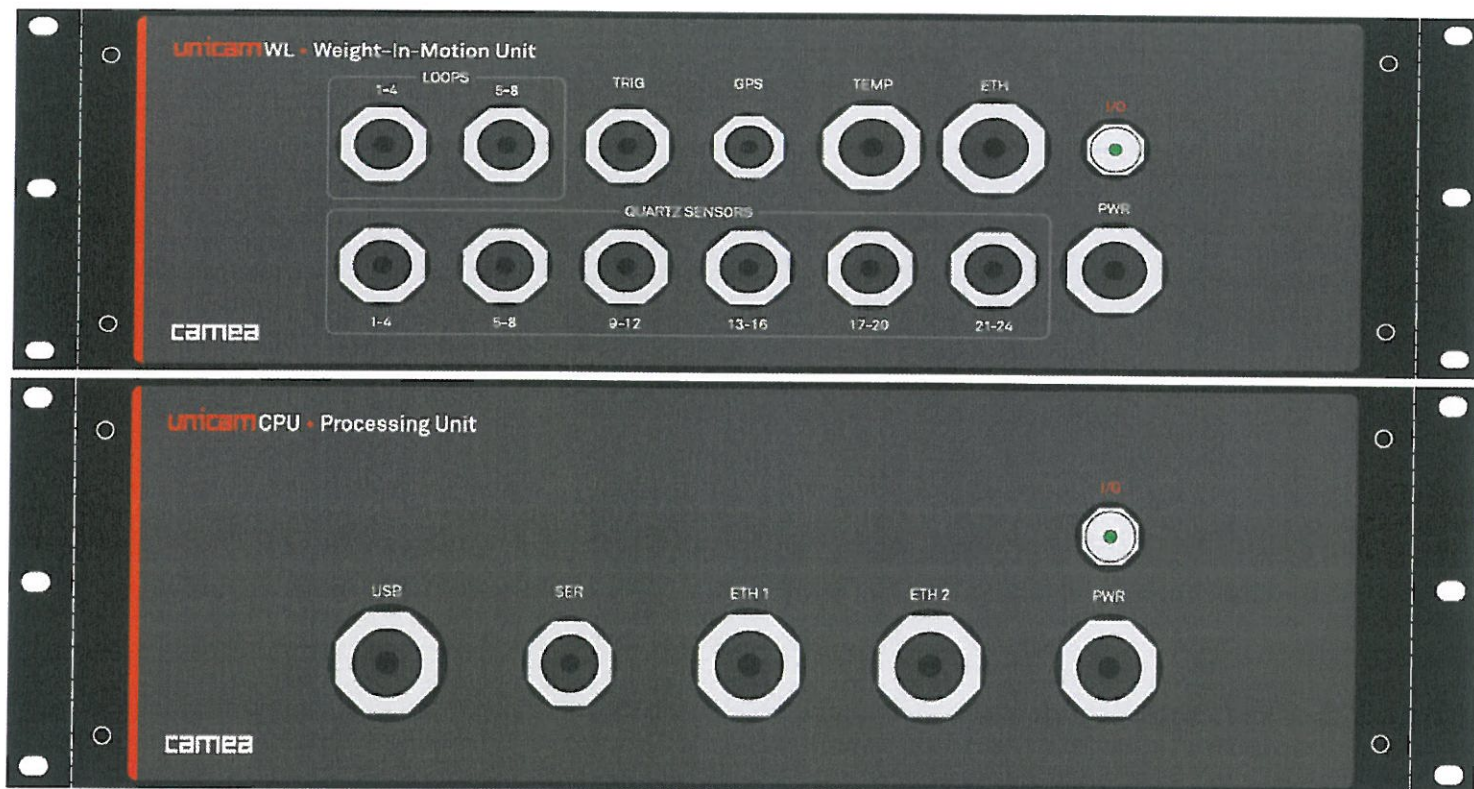
Dzięki dobrej jakości nawierzchni drogi, specjalnej konstrukcji sensorów, oraz dzięki zastosowaniu podwójnego zestawu czujników system pomiarowy osiąga najwyższą dostępną dokładność klasy B(+7) według specyfikacji „COST 323 Weigh-in-Motion of Road Vehicles, Final Report, Appendix 1, European WIM Specification” (wersja 3.0, sierpień 1999 r). Oznacza to, że w optymalnych warunkach pogodowych system jest w stanie wyznaczyć całkowitą masę pojazdu z tolerancją $\pm 5\%$, masę grupy osi z tolerancją $\pm 7\%$, masę osi w ramach grupy z tolerancją 10% oraz masę pojedynczej, niezgrupowanej osi z tolerancją $\pm 8\%$. Podane tolerancje dotyczą pojazdów o masie całkowitej powyżej 3,5t oraz nacisku na oś powyżej 0,5t. Zakres pomiaru ważenia oraz skuteczność pomiaru ARTR od 15km/h do 170km/h, temperatura pracy czujników od -40°C do $+80^{\circ}\text{C}$ dla urządzeń elektronicznych od -40°C do $+70^{\circ}\text{C}$.

2.3 Moduł klasyfikacji pojazdów

Ważnym elementem systemu pomiarowego jest moduł klasyfikacji pojazdów wykorzystujący pętle indukcyjne zamontowane w powierzchni drogi, między czujnikami do pomiaru wagi. Moduł ten dostarcza takie informacje jak:

- kategoria pojazdu,
- dokładna prędkość pojazdu,
- długość całkowita pojazdu, a także odstęp między osiami,
- czas przejazdu pojazdu przez punkt pomiarowy (w milisekundach),
- odległości danego pojazdu od pojazdu poprzedniego.

W systemie preselekcji wagowej w Adamowicach zostanie zastosowane najlepsze dostępne na rynku urządzenie do klasyfikacji pętlowej pojazdów – Unicam WL – Camea Czech Republic. Moduł Unicam WL podłączony jest do układu pętlowego w konfiguracji TLS Typ 2



konfiguracja taka zalecana jest dla punktów pomiarowych ułożonych na drogach krajowych, gdzie pojazdy poruszają się z umiarkowanymi prędkościami. Zastosowane urządzenie, jako jedyne na świecie posiada certyfikat jakości klasy A1 według niemieckiego standardu TLS(2002) – Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen, Ausgabe 2002. Pozwala to między innymi na zapewnienie poprawności wykrywania pojazdów na poziomie większym niż 99% wszystkich pojazdów przejeżdżających punkt pomiarowy.

Moduł Unicam WL umieszczony jest w obudowie zawieszony na bramownicy, w odległości 20 m od pętli. Do modułu tego połączone są także sensory nacisku - dane pomiarowe z sensorów nacisku i z pętli są analizowane i konsolidowane, a następnie przesyłane za pośrednictwem sieci CDMA do komputera obliczeniowego.

Moduł Unicam WL klasyfikuje pojazdy według następujących kategorii podstawowych (zgodnie ze specyfikacją TLS(2002) 8+1:

- motocykl,
- samochód osobowy,
- samochód dostawczy,
- samochód osobowy/dostawczy z przyczepą,
- samochód ciężarowy,
- samochód ciężarowy z przyczepą,
- ciągnik siodłowy z naczepą,
- autobus,
- pojazd niesklasyfikowany.

Dodatkowo, do kategorii podstawowych dołączona jest klasyfikacja sylwetki pojazdu, która wskazuje sposób pogrupowania osi, w tym także podział na pojazd i przyczepę. W rezultacie system oznacza badany pojazd jedną z 56 klas szczegółowych określających sylwetkę.

2.4 Rozpoznawanie numerów rejestracyjnych

Zasadniczym elementem przy dokumentowaniu wykroczenia jest system rejestracji wideo zaopatrzony w moduł automatycznego rozpoznawania tablic rejestracyjnych. W każdym punkcie pomiarowym, na bramownicy oddalonej o ok. 20 metrów od czujników zamontowano dwie kamery:

- **kamerę pogładową** - rejestrująca ujęcie obrazujące całą drogę, ew. sylwetkę całego kontrolowanego pojazdu,
- **kamerę pomiarową** - rejestracją ujęcie przodu pojazdu, w momencie najazdu na sensory wagi, zadaniem której jest także uchwycenie tablicy rejestracyjnej by możliwe było automatyczne odczytanie jej zawartości.

Kamera pomiarowa wyposażona jest w specjalny promiennik podczerwieni pozwalający na uzyskanie wyraźnych obrazów tablic rejestracyjnych w warunkach całkowitej ciemności dla szybko poruszających się pojazdów. Promiennik ten świeci światłem całkowicie niewidzialnym dla oka ludzkiego (długość fali 940nm), wiązką o szerokości 30°, przez co nie stwarza zagrożenia omyłkowego zinterpretowania jego światła jako czerwonego światła nad pasem ruchu. Kamera umieszczona jest w specjalnej obudowie (z wentylacją i ogrzewaniem) pozwalającej jej na poprawną pracę w ekstremalnych warunkach pogodowych.

Dodatkowo, dla kamer pomiarowych zastosowano, dedykowane dla potrzeb rozpoznawania tablic, osłony przeciwbрудzeniowe. Osłony takie stosowane są w przypadku umieszczenia kamery bezpośrednio w obrębie pasa ruchu, a ich głównym zadaniem jest eliminacja zjawiska zabrudzenia obiektywu kamery oraz osłona przed niekorzystnym oświetleniem słonecznym. Oba te czynniki (zabrudzenie i oślepianie przez słońce) wpływają niekorzystnie na jakość rozpoznawania systemu ANPR.



Zarówno w przypadku kamery pogładowej jak i kamery pomiarowej zastosowano przemysłowe kamery CCTV firmy Bosch, model Dinion-IP NWC-0495. Są to kamery dualne, przystosowane do wykonywania zdjęć w kolorze w świetle dziennym, ale także przystosowane do wykonywania zdjęć w podczerwieni przy całkowitym zaciemnieniu. Kamery posiadają mechaniczny przełącznik filtra podczerwieni. Kamery dostarczają od razu zdigitalizowany obraz wideo w postaci strumienia danych MPEG4 H.264 lub MJPEG. W systemie preselekcji wagowej kamery pracują z maksymalną możliwą do ustawienia rozdzielczością (4CIF, czyli 704x576 pikseli) i przekazują do analizy 25 obrazów na sekundę. Co 40 milisekund każda kamera wysyła zdigitalizowany obraz do komputera obliczeniowego. Obraz taki jest poddawany analizie przez oprogramowanie do rozpoznawania tablic NeuroCar 2.0 Engine firmy Neurosoft. Oprogramowanie to analizuje każde ujęcie z kamery w czasie krótszym niż 40 milisekund. W momencie wykrycia tablicy rejestracyjnej program rozpoczyna śledzenie pojazdu na następujących po sobie obrazach - w rezultacie wykrywana jest pełna sekwencja ruchu pojazdu, rozpoznana jest treść tablicy rejestracyjnej aż w końcu program odnajduje najlepsze ujęcie rozpoznanego pojazdu (przód z tablicą rejestracyjną) i takie zdjęcie przekazywane jest do modułów nadrzędnych.

Moduł NeuroCar 2.0 Engine pracuje niezależnie od modułu klasyfikacji i ważenia. Moduł ten rozpoznaje tablice rejestracyjne krajów UE, a także tablice krajów nieprzemieszczających się w UE ale będących sąsiadami Polski. Oprócz rozpoznania symboli występujących w tablicy system stara się ustalić kraj pochodzenia tablicy analizując kroje czcionki ale także analizując składnię numerów właściwą dla każdego z krajów. W rezultacie przetwarzania strumienia wideo z kamery pomiarowej moduł NeuroCar 2.0 Engine generuje dla każdego pojazdu następujące informacje:

- numer rejestracyjny, w postaci sekwencji znaków,
- kod kraju, z którego pochodzi pojazd (tablica),
- prefiks numeru, jeżeli takowy jest wyróżniany w danym kraju,
- informacja o typie tablicy (biała, czarna, indywidualna, tymczasowa, dyplomatyczna, itp.),
- prawdopodobieństwo poprawności rozpoznania (w skali 1-100),
- obraz zawierający najlepsze ujęcie zarejestrowanego pojazdu (z widoczną tablicą),
- współrzędne (pozycję) tablicy rejestracyjnej w obrazie.

Przyjmuje się, że w dobrych warunkach oświetleniowych moduł rozpoznawania tablic rozpoznaje poprawnie 95% pojazdów, które jest w stanie rozpoznać człowiek. W przypadku niekorzystnych warunków drogowych jakość identyfikacji tablic spada, co związane może być np. z opadami śniegu (tablice całkowicie zaklejone śniegiem), bądź silne zabrudzenie tablic zamarzniętym błotem pośniegowym. Generalnie jakość rozpoznawania jest niższa w zimie, kiedy warunki atmosferyczne są bardziej uciążliwe, a bardzo niskie temperatury obniżają refleksyjność tablic.

2.5 Konsolidacja i archiwizacja pomiarów

Za połączenie wszystkich typów pomiarów z różnych urządzeń odpowiedzialny jest moduł konsolidacji wyników działający na komputerze obliczeniowym, a będący częścią oprogramowania NeuroCar 2.0 Terminal.

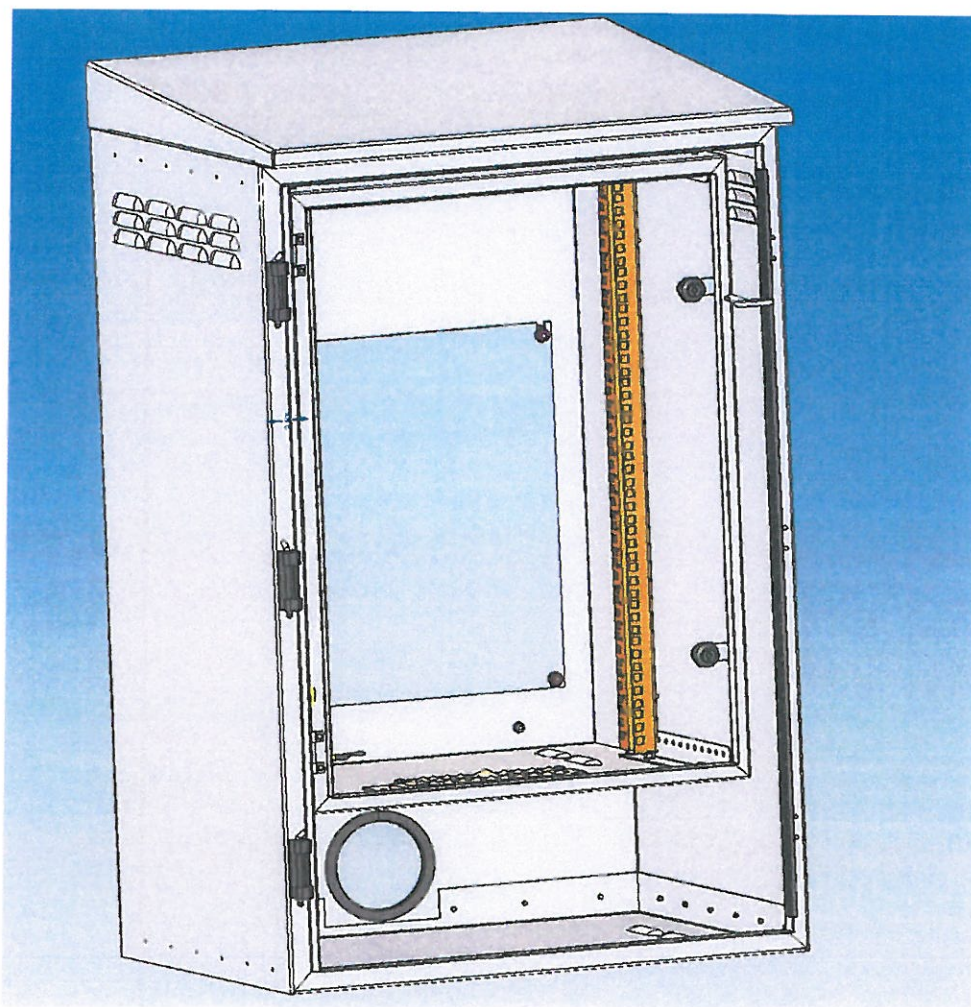
Moduł ten odbiera dane z modułu rozpoznawania tablic rejestracyjnych oraz z modułu ważenia i klasyfikacji pojazdów. Następnie dane te są łączone w zintegrowane informacje o pojeździe - w ten sposób dla każdego pojazdu powstaje jeden zestaw danych pomiarowych zapisanych w postaci pliku XML. Do pliku XML wpisywane są także dokładne dane punktu lokalizacji punktu pomiarowego, a także precyzyjnie określony czas zarejestrowania pojazdu (data, godzina, minuta sekunda, milisekunda). Do pliku XML z pomiarami dołączane są dodatkowo zdjęcia pojazdu - jedno zdjęcie z kamery pomiarowej (przód pojazdu) i odpowiednie zdjęcie z kamery poglądowej (wizerunek całej sylwetki pojazdu).

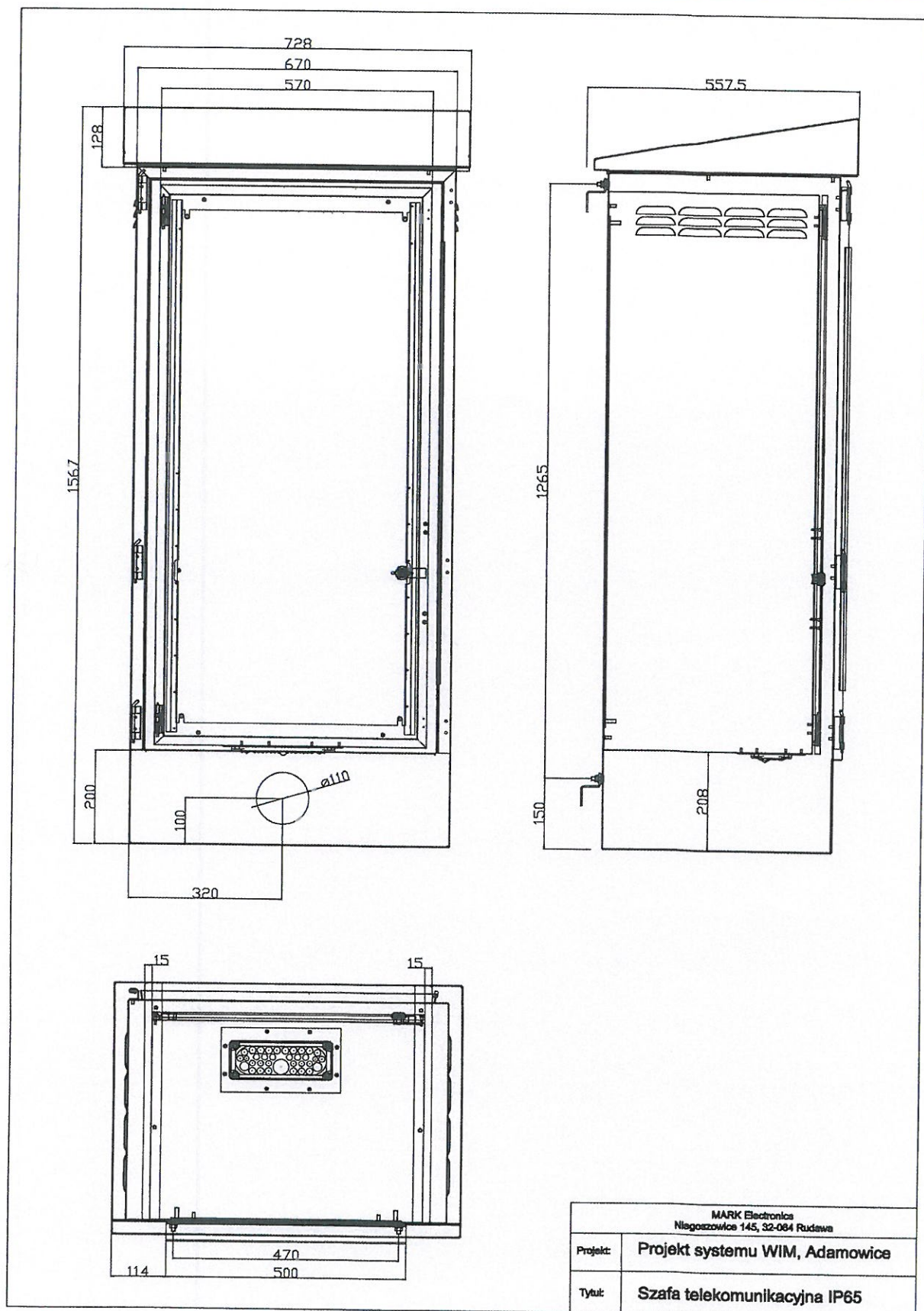
Po utworzeniu paczki danych zawierającej opis pojedynczego pojazdu system analizuje zawartość danych i określa, czy dany pojazd popełnił wykroczenie. W przypadku wykrycia wykroczenia system przekazuje całą paczkę danych do lokalnego archiwum - rejestru wykroczeń. W tym samym momencie generowany jest sygnał dla modułu prezentacji, że zarejestrowany został kolejny przypadek wykroczenia. Po tym paczka danych przekazywana jest do modułu transmisji danych i przygotowywana jest do przesłania, np. animizowane są numery tablic rejestracyjnych.

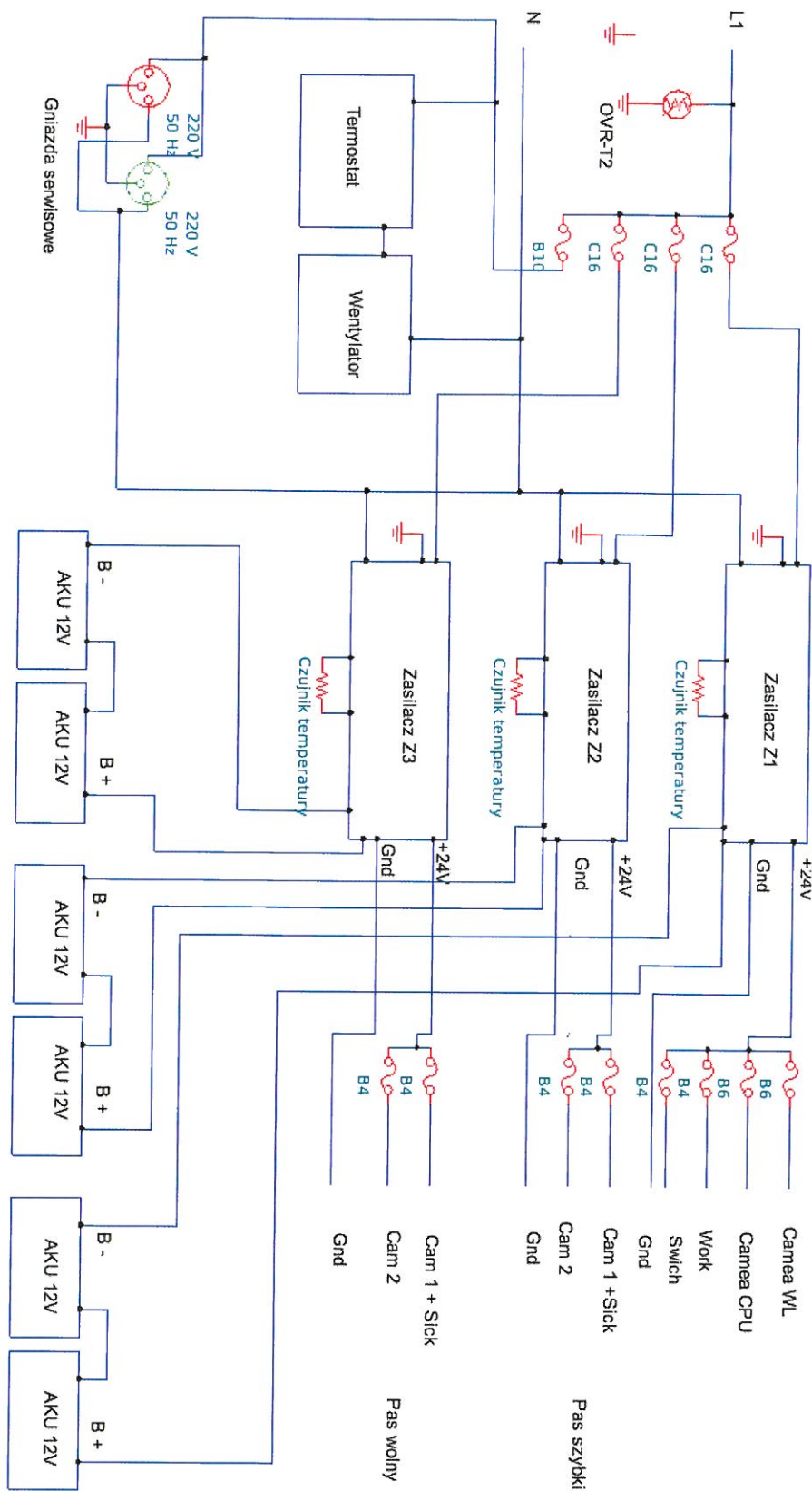
Jednym z zadań modułu konsolidacji danych jest utrzymanie dokładnej synchronizacji zegarów wszystkich urządzeń dostarczających dane pomiarowe. Wymagana jest dokładność synchronizacja na poziomie kilkunastu milisekund. Do tego celu używany jest protokół NTP (serwerem czasu jest komputer obliczeniowy WORK), a synchronizacja czasu wymuszana jest co kilka minut.

Szafa Telekomunikacyjna

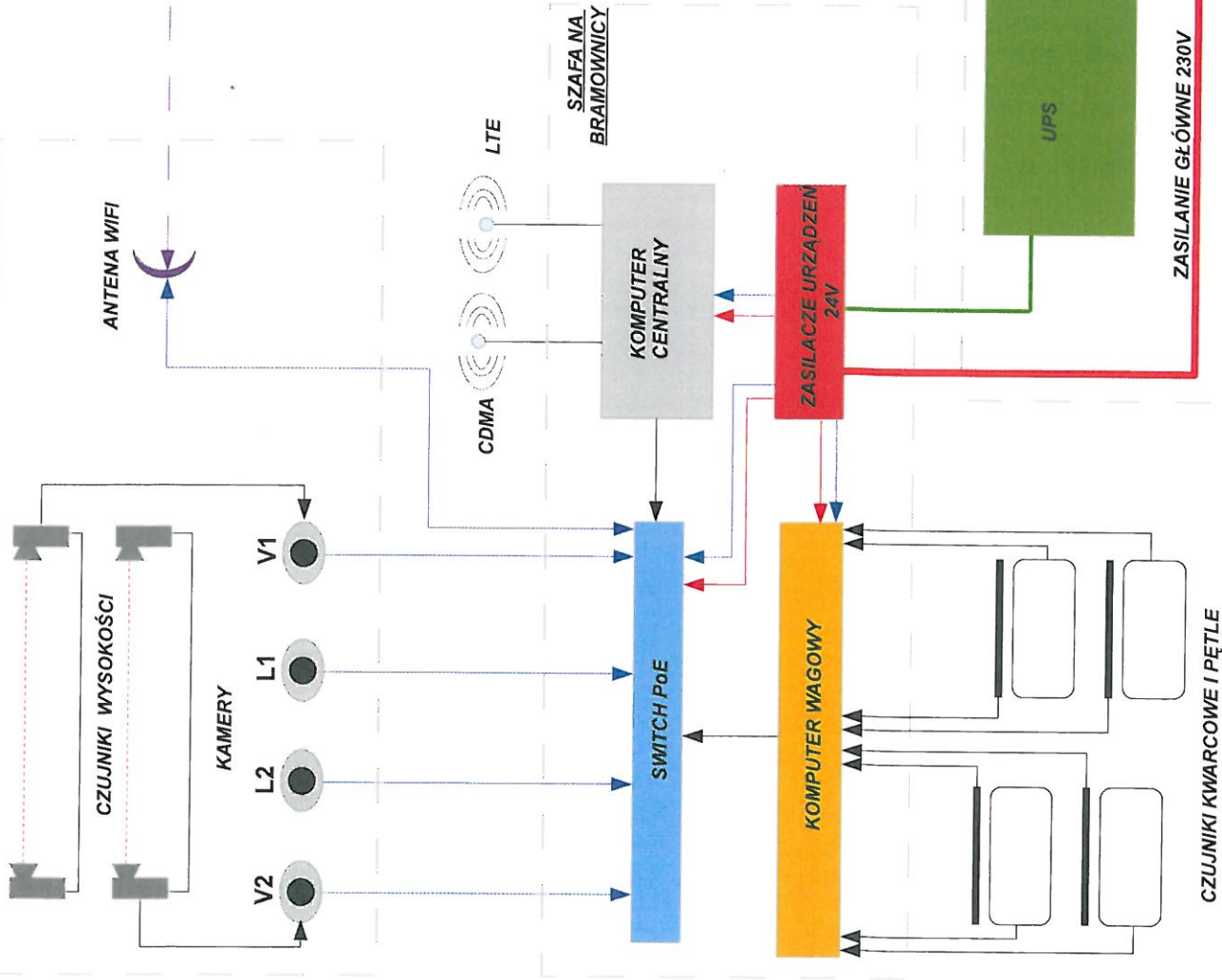
Szafa telekomunikacyjna będzie powieszona na słupie bramownicy na wysokości 3.5m. Konstrukcja szafy jest dwu-scienna, wykonana ze stali malowanej proszkowo z podkładem antykorozyjnym. Szafa zewnętrzna jest zamykana na zamek patentowy, natomiast szafa wewnętrzna jest zamykana na klucz. Okablowanie jest prowadzone wewnątrz słupa bramownicy i wchodzi w dolną osłoniętą część szafy. Dodatkowym zabezpieczeniem jest system alarmowy. Szafa posiada stopień ochrony IP65. W szafie telekomunikacyjnej będą umieszczone wszystkie urządzenia do zarządzania systemem pomiarowym WIM.



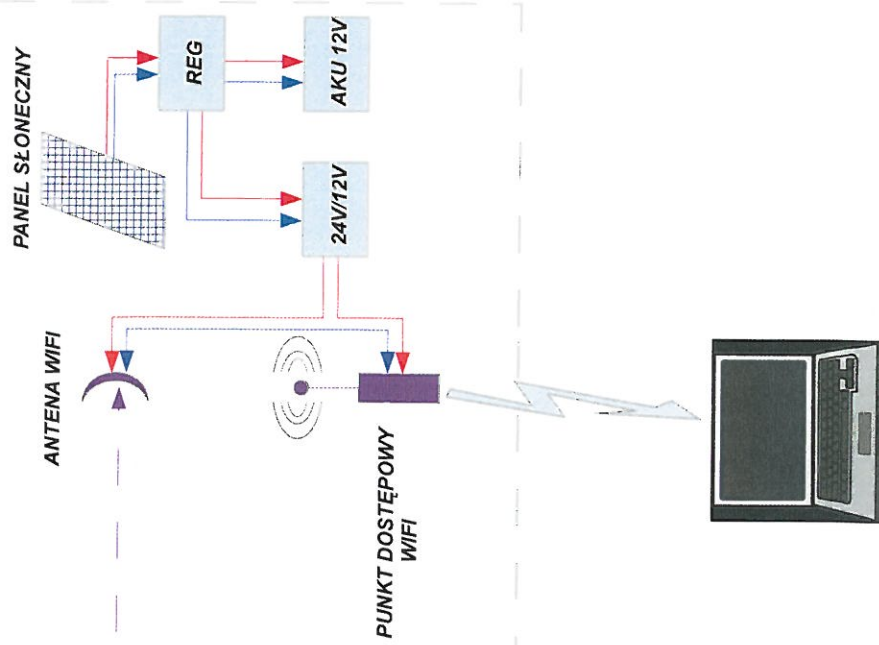




BRAMOWNICA



SŁUP PRZY STANOWISKU ITD



SCHEMAT LOGICZNY POŁĄCZEŃ URZĄDZEŃ
DLA WAGI PRESELEKCYJNEJ W
ADAMOWICACH NA S8