Tomasz Kamiński
Instytut Transportu Samochodowego

WYBRANE KIERUNKI BADAŃ CENTRUM ZARZĄDZANIA I TELEMATYKI TRANSPORTU

W artykule opisano historię, strukturę, profil działalności, bazę laboratoryjną i przykładowe projekty zrealizowane przez Centrum Zarządzania i Telematyki Transportu Instytutu Transportu Samochodowego (CZT). Zakład rozpoczął swoją działalność w 1973 roku. Od tego czasu wielokrotnie zmieniał się jego profil działalności i nazwa. Obecnie zakres działalności naukowo-badawczej CZT obejmuje tzw. telematykę transportu, zagadnienia związane z badawczymi i szkoleniowymi symulatorami jazdy oraz projektowaniem, wdrażaniem i utrzymaniem informatycznych systemów i baz danych dla potrzeb transportu. W strukturach Zakładu funkcjonują dwie pracownie, w ramach których prowadzone są prace statutowe, projekty badawczo-rozwojowe i projekty finansowane z funduszy Unii Europejskiej. Obecnie trwają prace nad dwoma projektami dotyczącymi zastosowania systemów telematycznych w pojazdach elektrycznych. W artykule opisano dwa wybrane projekty zrealizowane w CZT –projekt badawczo-rozwojowy pt. *Opracowanie metodyki oceny systemu automatycznego powiadamiania o wypadkach drogowych „eCall”* oraz projekt badawczo-rozwojowy dotyczący opracowania Krajowego Systemu Automatycznego Poboru Opłat drogowych (KSAPO).

SELECTED RESEARCH DIRECTION OF THE TRANSPORT MANAGEMENT AND TELEMATICS CENTRE

The article describes the history, structure, business profile, laboratory facilities and sample projects implemented by the Management and Transport Telematics Centre (CZT) of the Motor Transport Institute. The department began to operate in 1973. Since then, its profile and name has changed several times. Currently the scope of its scientific research activities includes the transport telematics, the issues associated with research and training driving simulators and design, implementation and maintenance of computer systems and data bases for transport. The Department has two laboratories, in which a statutory work is being carried, the R & D projects and projects financed from EU funds. Work is currently underway on two projects concerning the use of telematic systems in the electric vehicles. The article describes two specific projects run at CZTR- the R & D project entitled “Developing methodology of evaluating the road accidents automatic notification system "eCall" and the R & D project to develop the National Automated Toll Collection System (KSAPO)

1. Historia Zakładu

Zakład Centrum Zarządzania i Telematyki Transportu w Instytucie Transportu Samochodowego istnieje już od prawie czterdziestu lat. W tym czasie kilkukrotnie zmieniała się jego struktura i nazwa, a także zakres działalności.

Początki Zakładu sięgają 1973 roku, kiedy w dniu 1 października w wyniku Zarządzenia Ministra Komunikacji utworzono w Instytucie Transportu Samochodowego Zakład Metod Matematyki i Informatyki (ZMM), którego pierwszym kierownikiem został docent Tadeusz Dorosiewicz. W roku 1980 kierownikiem został profesor Czesław Łepkowski, który pełnił tę funkcję przez 10 kolejnych lat.

W roku 1990 Zakład, podążając za zmieniającymi się oczekiwaniami, przeszedł modernizację i utworzono Zakład Informatyki, Ekonomiki i Zarządzania (ZZI), którego prowadzenie objęła dr inż. Izabella Mitraszewska.

Kolejna reforma Zakładu nastąpiła w 1994 roku, kiedy kierownikiem Zakładu został dr inż. Bogusław Madej. W kolejnych 10 latach Zakład przechodził trzy reorganizacje, wynikające ze zmian zakresu działania i wzrostu jego znaczenia, najpierw przyjmując nazwę Zakład Zastosowań Informatyki w Zarządzaniu (ZZI), a od 2000 roku – Zakład Organizacji, Zarządzania i Informatyki (ZZI). W 2002 roku Zakład ponownie przechodził reorganizację i do 2008 roku przyjął nazwę – Zakład Organizacji i Informatyki (ZOI).

W 2005 roku kierownikiem Zakładu została ponownie dr inż. Izabella Mitraszewska i piastowała to stanowisko do końca 2010 roku. W związku z poszerzeniem zakresu działalności Zakładu, w 2008 roku wprowadzono obowiązującą obecnie nazwę Centrum Zarządzania i Telematyki Transportu (CZT). W 2011 roku na stanowisko pełniącego obowiązki kierownika powołany został dr inż. Tomasz Kamiński.

Aktualnie w CZT zatrudnionych jest piętnastu pracowników – wypełniających zarówno zadania naukowo-badawcze Zakładu, jak i usługowe. Obecnie w strukturach funkcjonują dwie pracownie: *Pracownia Telematyki Transportu i Symulatorów Jazdy*, której kierownikiem jest mgr Michał Niezgoda oraz *Pracownia Wdrażania i Eksploatacji Systemów Informatycznych*, której kierownikiem jest Z-ca Kierownika Zakładu mgr Małgorzata Walendzik. Zakład ściśle współdziała, na gruncie interdyscyplinarnych projektów badawczych, z innymi komórkami organizacyjnymi Instytutu, przede wszystkim z Zakładem Psychologii Transportu i Fizjologii oraz Centrum Badań Materiałowych i Mechatroniki. Prowadzone są również prace w ramach konsorcjów naukowo-przemysłowych, w których uczestniczą inne podmioty naukowo-badawcze i firmy komercyjne.

2. Profil działalności Zakładu

Centrum Zarządzania i Telematyki Transportu prowadzi prace naukowo-badawcze, popularyzatorskie i eksperckie w zakresie:

- nowoczesnych technologii telekomunikacyjnych, informatycznych i elektronicznych wykorzystywanych w systemach transportu drogowego – w tzw. Inteligentnych Systemach Transportowych,
- badawczych i szkoleniowych symulatorów jazdy,
- projektowania i wdrażania systemów informatycznych i eksperckich baz danych stosowanych przez przedsiębiorstwa i organy administracji państwowej i samorządowej w obszarze transportu drogowego.

Powyższy zakres tematyczny działalności Zakładu jest realizowany w ramach dwóch pracowni. **Pracownia Telematyki Transportu i Symulatorów Jazdy** prowadzi badania dotyczące:

- pojazdów elektrycznych, systemów zarządzania stacjami ładowania, „inteligentnego" planowania podróży z wykorzystaniem wymiany informacji pojazd-pojazd (V2V) i pojazd-infrastruktura (V2I),
- inteligentnych systemów transportowych, a w szczególności:
  - systemów telematycznych związanych z zarządzaniem ruchem oraz monitorowaniem i identyfikacją pojazdów,
  - systemów ITS związanych z bezpieczeństwem i ochroną ruchu drogowego,
  - kompleksowych systemów integrujących różne usługi ITS na poziomie krajowym i jednostek samorządu terytorialnego.
- symulatorów jazdy, a w szczególności:
  - badań w zakresie ergonomii i bezpieczeństwa infrastruktury drogowej przy użyciu symulatorów jazdy i technik biometrycznych (m. in. okulografia),
  - zastosowań symulatorów jazdy w badaniach dotyczących szkoleń i predyspozycji osób do kierowania pojazdami (temat realizowany wraz z Zakładem Psychologii Transportu i Fizjologii),
  - rozwoju konstrukcji symulatorów jazdy w zakresie realistycznej symulacji kierowania pojazdami, w tym metod ograniczania tzw. choroby symulatorowej.

W **Pracowni Wdrażania i Eksploatacji Systemów Informatycznych** prowadzone są prace dotyczące systemów informatycznych i eksperckich baz danych, polegające m. in. na:

- projektowaniu, wdrażaniu i aktualizacji systemów informatycznych do obsługi przedsiębiorstw i organów administracji państwowej i samorządowej,
- projektowaniu i zarządzaniu bazami danych w zakresie realizacji procesów certyfikacyjnych i egzaminacyjnych w obszarze transportu drogowego,
- realizacji szkoleń na rzecz jednostek państwowych i przedsiębiorców.

3. Baza laboratoryjna

3.1. Wykorzystanie urządzeń badawczych

Centrum Zarządzania i Telematyki Transportu dysponuje jednymi z najnowocześniejszych w kraju symulatorów jazdy i trzema typami okulografów, tj. urządzeń do monitorowania ruchu gałki ocznej kierowcy. Symulatory są wykorzystywane do symulowania jazdy w warunkach zbliżonych do rzeczywistych. Dzięki temu możliwe jest prowadzenie badań kierowców lub kandydatów na kierowców, w bezpiecznych laboratoryjnych warunkach, poprzez symulowanie niebezpiecznych sytuacji drogowych i rejestrację parametrów związanych z reakcją (zachowaniem) kierowców.

Mobilny okulograf jest wykorzystywany do badań polegających na monitorowaniu ruchu gałki ocznej. Przed użyciem, urządzenie jest kalibrowane, następnie, podczas badania, monitoruje ruch źrenicy oka kierowcy. Dane po zarejestrowaniu są nanoszone na nagranie z kamery kontekstowej nagrywającej obraz znajdujący się przed kierowcą. Dzięki temu uzyskiwana jest informacja o obserwowanym przez kierowcę obszarze pola widzenia. Takie badanie umożliwia ocenę poprawności rozmieszczenia infrastruktury drogowej, ocenę wpływu treści i rozmieszczenia reklam instalowanych w pasie drogowym i poza nim, jak również ocenę predyspozycji kierowcy do prowadzenia pojazdu i radzenia sobie w trudnych sytuacjach, a także jego temperamentu. W 2011 i 2012 roku w Centrum

Zarządzania i Telematyki Transportu były prowadzone badania pilotażowe w opisanym powyżej zakresie.

3.2. Symulator samochodu osobowego

Jazda w symulatorze samochodu osobowego AS 1200-6 stwarza wrażenie uczestnictwa kierowcy w realnym ruchu drogowym za sprawą pełnowymiarowej kabiny pojazdu marki Opel Astra IV oraz układu prezentacji obrazu o wysokiej rozdzielczości (rys. 1).



Rys. 1. Symulator samochodu osobowego
Fig. 1. Passenger car simulator

Generowane dodatkowo bodźce mechaniczne (wibracja kabiny i fotela kierowcy) oraz efekty dźwiękowe (czterokanałowy system nagłośnienia wewnątrz kabiny) potęgują efekt rzeczywistej jazdy. Ważnymi elementami symulatora samochodu osobowego jest układ ruchu o sześciu stopniach swobody i układ wizualizacji, na który składa się cylindryczny ekran oraz zestaw projektorów połączonych z systemem komputerowym. Całość jest sterowana ze stanowiska badawczego. Pole widzenia wynosi 200 stopni, co oznacza, że kierowca podczas jazdy nie widzi krawędzi ekranu, tylko przesuwającą się stosownie do prędkości scenerię, wygenerowaną przez komputer (drzewa, budynki, elementy infrastruktury drogowej, ludzie, etc.). Rozbudowane oprogramowanie symulatora dopuszcza projekcję do 100 obiektów drogowych jednocześnie i naśladowanie jazdy po ponad 200 km wirtualnych dróg w różnych warunkach atmosferycznych i drogowych. Różnorodne parametry wygenerowane przez komputer dają możliwość tworzenia nieskończenie wielu scenariuszy badań.

3.3. Symulator samochodu ciężarowego

Symulator AS 1300 firmy AutoSim jest pełnowymiarowym symulatorem samochodu ciężarowego i autobusu złożonym z rzeczywistej kabiny pojazdu ciężarowego, wyposażonej w system wizualizacyjny odwzorowujący pole widzenia o kącie 200°, wyposażony w ekrany symulujące obraz w lusterkach bocznych (rys. 2).



Rys. 2. Symulator samochodu ciężarowego
Fig. 2. Truck simulator

W trybie autobusowym symulowane jest zachowanie i dynamika jazdy autobusem. Kabina jest wyposażona w niezbędne przyrządy sterujące, dające realistyczne wrażenie prowadzenia pojazdu. Symulator umożliwia odtworzenie ruchu drogowego z udziałem różnych pojazdów: ciężarówek, autobusów, samochodów osobowych, motocykli, rowerów i pieszych. Pojazdy oddziałują na siebie wzajemnie, dając wrażenie płynnego ruchu drogowego. Istnieje możliwość wprowadzania do ćwiczeń sytuacji niebezpiecznych, niespodziewanych, dzięki czemu można sprawdzić, jak kierowca ocenia sytuację na drodze i jak na nią reaguje.

3.4. Okulograf

Badanie okulograficzne polega na rejestracji aktywności wzrokowej człowieka w trakcie wykonywania określonych czynności przez kierowcę. Najczęściej mierzonym w badaniach okulograficznych parametrem są fiksacje. Określają one długość trwania stanów, w których oko skupia się na określonym obszarze. Uznaje się, że pomiar fiksacji pociąga za sobą również pomiar przyciągnięcia przez badanego uwagi do obserwowanego punktu. Technologia okulograficzna jest szeroko stosowana w przemyśle motoryzacyjnym oraz badaniach zachowań kierowców w rzeczywistych warunkach na drodze lub warunkach laboratoryjnych w symulatorach jazdy.

Na rysunku 3 przedstawiono urządzenie SMI EyeTracking Glasses przeznaczone do analizy percepcji wzrokowej w rzeczywistym oraz wirtualnym środowisku (np. symulatorach jazdy).



Rys. 3. Urządzenie SMI EyeTracking Glasses
Fig. 3. SMI Eye-Tracking Glasses device

Urządzenie wykorzystuje bezdotykową metodę optyczną, polegającą na badaniu położenia odbicia światła podczerwonego od rogówki oka, względem środka źrenicy. Głównym elementem systemu Glasses są okulary wyposażone w zestaw kamer. Posiada również automatyczną kompensację błędu paralaksy, która zapewnia bardzo dokładne wyniki w każdej odległości obserwatora od obserwowanego obiektu (bez potrzeby ręcznej regulacji). Okulary SMI posiadają możliwość wymiany szkieł korekcyjnych, w związku z czym mogą być używane do badania osób z wadami wzroku. System działa w trybie binokularnym, czyli jednocześnie obserwacji poddawane są obie gałki oczne.

Kolejnym urządzeniem badawczym wykorzystywanym w Centrum Zarządzania i Telematyki Transportu jest iView X™ HED, należące do najnowszej generacji mobilnych systemów typu eye-tracking (śledzenia gałki ocznej), łączące pełną swobodę przemieszczania się z łatwą konfiguracją i efektywnym działaniem (rys. 4).



Rys. 4. Przykładowy obraz z ekranu dla oprogramowania do obsługi urządzenia iView X™ HED
Fig. 4. Sample image from the screen for the software to operate the device iView X ™ HED

Podświetlenie i urządzenia rejestrujące ruchy gałki ocznej zamontowane są na specjalnym hełmie lub nakryciu głowy. Dodatkowa kamera rejestruje rzeczywisty obraz,

na który patrzy badany. Nagrywanie wideo pozwala na bezpośrednią integrację z pakietami analizy obrazu.

W zakładzie CZT wykorzystywane jest również urządzenie SMI iViewX™Hi-Speed500/1250, przeznaczone do badań okulograficznych bezdotykową metodą optyczną (rys. 5).



Rys. 5. Urządzenie SMI iViewX™Hi-Speed500/1250
Fig. 5. SMI iViewX™Hi-Speed500/1250 device

Urządzenie należy do systemów statycznych, w których głowa osoby badanej pozostaje w bezruchu, co pozwala na znaczące zwiększenie dokładności pomiarów. Urządzenie umożliwia badanie pojedynczego, wybranego oka z częstotliwością 1250Hz, lub obu gałek ocznych z częstotliwością 500 Hz. Typowa dokładność pomiarów przyjmuje wartości poniżej 0,01°. Latencja przetwarzania wynosi poniżej 0,5 milisekundy, a całego systemu poniżej 2 milisekund. System charakteryzuje się wysoką tolerancją na okulary i szkła kontaktowe. System pozwala mierzyć pozycję wzroku (współrzędna pozioma i pionowa) w pikselach lub milimetrach oraz średnicę źrenicy (pomiar relatywny i absolutny). Wysoka częstotliwość działania systemu daje również możliwość rejestrowania ruchów oka, niemożliwych do zarejestrowania w innych systemach. System umożliwia dokładną rejestrację parametrów tzw. sakkad, tj. ruchu związanego ze zmianą obiektu obserwacji oraz mikroruchów, tj. drgań oka o częstotliwości około 90Hz.

Uzupełnieniem systemów (zarówno SMI Glasses, jak i SMI iViewX™Hi-Speed500/1250) jest oprogramowanie do przeprowadzania eksperymentów okulograficznych oraz do obróbki danych. Wykorzystywany w badaniach Experiment Center™ jest edytorem służącym do łatwego projektowania i przeprowadzania eksperymentów, polegających na pomiarach związanych z ruchem gałki ocznej, w urządzeniach typu Hi-Speed.

4. Projekty badawcze

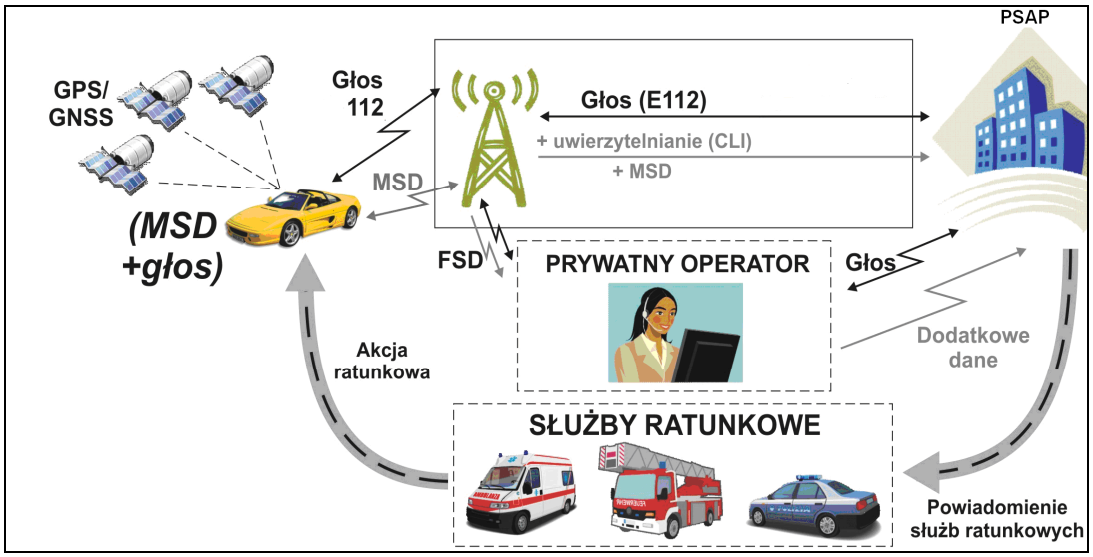
4.1. Wybrane projekty badawcze

Pracownicy Centrum Zarządzania i Telematyki Transportu zrealizowali w ostatnim okresie projekt badawczo-rozwojowy pt. *Opracowanie metodyki oceny systemu automatycznego powiadamiania o wypadkach drogowych „eCall"* oraz projekt badawczo-rozwojowy dotyczący opracowania Krajowego Systemu Automatycznego Poboru Opłat drogowych (KSAPO). W wyniku obu projektów przygotowano ofertę wykorzystania wyników badań przez przedsiębiorców. Wyniki projektu KSAPO zostały wykorzystane przez Generalną Dyrekcję Dróg Krajowych i Autostrad przy wdrożeniu systemu elektronicznego poboru opłat w Polsce. W 2012 roku projekt został nagrodzony w konkursie Lider ITS 2011 zorganizowanym przez Stowarzyszenie ITS Polska, natomiast projekt *Opracowanie metodyki oceny systemu automatycznego powiadamiania o wypadkach drogowych „eCall"* uzyskał wyróżnienie w konkursie Lider ITS 2012. Poniżej opisano główne założenie i cele obu projektów.

4.2. Opracowanie metodyki oceny systemu automatycznego powiadamiania o wypadkach drogowych „eCall"

Jednym z projektów badawczych zrealizowanych przez Centrum Zarządzania i Telematyki Transportu jest realizowany w okresie 1.12.2009r. do 31.12.2011r. projekt dotyczący systemu automatycznego powiadamiania o wypadkach drogowych „eCall". Celem projektu było opracowanie metodyki oceny systemu automatycznego powiadamiania o wypadkach drogowych „eCall".

W razie wypadku w systemie będzie wysłany sygnał, z urządzenia pokładowego w pojeździe przy wykorzystaniu łączności GSM, do Centrum Powiadamiania Ratunkowego (CPR). Schemat systemu „eCall" przedstawia rysunek 6.



Rys. 6. Schemat funkcjonalny systemu „eCall" (opracowanie własne)
Fig. 6. Functional diagram of the system 'eCall' (own concept)

W ramach projektu zrealizowano następujące zadania:

1. Opracowano stanowiska laboratoryjnego do badań samochodowego urządzenia „eCall".
2. Zweryfikowano zbudowane stanowiska badawcze pod względem wymagań formalno - prawnych i technicznych dla urządzeń „eCall" i dostosowano je do aktualnych przepisów prawa w tym zakresie - konieczne ze względu na trwający obecnie ostatni etap prac legislacyjnych na poziomie Unii Europejskiej.
3. Opracowano symulator urządzenia „eCall".
4. Zbadano symulator urządzenia „eCall" w warunkach rzeczywistych.
5. Opracowano metodykę badawczą urządzenia „eCall".

Stanowisko umożliwiło przeprowadzenie badań samochodowego urządzenia „eCall" w zakresie odporności na wysokie wartości przyspieszeń i poprawność komunikacji z modułem odbiorczym „eCall". Elementami składowymi stanowiska są:

– urządzenie „eCall",
– moduł nadawczo - odbiorczy „eCall",
– antena GSM,
– antena GPS,
– głośnik i mikrofon umożliwiający dialog z Centrum Powiadamiania Ratunkowego,
– układ zasilania awaryjnego, przycisk manualnego wezwania pomocy.

W celu realizacji projektu w dniu 10.12.2008 roku zawarto umowę konsorcjum między:

– Instytutem Transportu Samochodowego,
– Instytutem Łączności - Państwowym Instytutem Badawczym,
– firmą Automex Sp. z o.o.

Jako podstawę do wyzwolenia zgłoszenia do Centrum Powiadamiania Ratunkowego przyjęto wartość i przebieg przyspieszenia analizowany w module detekcji kolizji urządzenia „eCall". W podziale rodzajów przebiegów przyspieszeń zaproponowanych przez W. R. Rusty Haight [4, 5] przyjmuje się dwa typy krzywej, reprezentujące zmianę prędkości ΔV – tzw. „Front loaded" and „Back loaded". Oprócz wartości przyspieszenia algorytm detekcji uwzględnia również między innymi przebieg krzywej przyspieszenia, fakt zapięcia lub niezapięcia pasów przez kierowcę i pasażerów samochodu, wartości wielkości charakterystycznych pojazdu, masę i położenie ciała kierowcy i pasażerów. Na przykład, w przypadku, kiedy pasy bezpieczeństwa nie zostały zapięte poduszka jest wyzwalana wcześniej niż w przypadku, gdy byłyby zapięte, tak aby kontakt kierowca/pasażer z poduszką nastąpił, kiedy została ona już w pełni napełniona i zaczęło się jej opróżnianie. Przed zastosowaniem w wybranym modelu pojazdu, sterownik poduszek musi być poddany procesowi kalibracji.

Opracowane w ramach projektu urządzenie „eCall" składa się z modułu detekcji wypadku oraz modułu teletransmisyjnego do komunikacji z Centrum Powiadamiania Ratunkowego. Podczas wypadku moduł detekcji wyposażony w czujnik/czujniki przyspieszeń, w określonych warunkach, uruchamia moduł teletransmisyjny. Jednym z istotniejszych zadań, które są realizowane w ramach projektu jest budowa i weryfikacja poprawności działania modułu detekcji wypadku. Moduł jest badany przy zachowaniu warunków zbliżonych do rzeczywistych. Z uwagi na fakt, że przeprowadzenie serii testów zderzeniowych pojazdów, w których byłby zainstalowany moduł detekcji nie było możliwe ze względu na planowany budżet projektu, badania były wykonane w warunkach laboratoryjnych. W tym celu zostały zbudowane dwa stanowiska do badań urządzenia „eCall", które służą do symulowania przyspieszeń występujących podczas zderzeń

rzeczywistych pojazdów. Przy ich użyciu można zweryfikować poprawność działania modułu detekcji wypadku. Stanowiska umożliwiają odtworzenie lub wykonanie symulacji rzeczywistych przyspieszeń zbliżonych do występujących podczas wypadku.

Architektura teleinformatyczna „eCall" składa się z dwóch modemów: pokładowego, montowanego w pojeździe (IVS) oraz wykorzystywanego przez Centrum Powiadamiania Ratunkowego (CPR). Podczas transmisji wykorzystywane są dwa równoległe tory, które obsługują strumienie danych - mowy i danych. Strumień danych reprezentowany jest przez tor zawierający modem, natomiast strumień mowy symbolizuje tor oznaczany jako „*Microphone & Speakers*".

Od momentu zestawienia połączenia alarmowego w systemie „eCall", odbiornik w modemie IVS rozpoczyna proces ciągłego nasłuchu sygnałów pochodzących z wyjścia dekodera mowy. W momencie otrzymania ze strony PSAP żądania nadania bloku MSD, modem IVS zostaje podłączony do wejścia kodera mowy i cała procedura związana z wysłaniem MSD zostaje zainicjowana, natomiast sygnał przenoszący rozmowę osoby znajdującej się w pojeździe z dyspozytorem zostaje na czas transmisji MSD zagłuszony.

Ma to na celu zapobieżenie wzajemnemu zakłócaniu się obu tych strumieni – tj. mowy i danych. Opisany powyżej tryb, w którym transmisja MSD jest inicjowana w wyniku bezpośredniego żądania ze strony PSAP, określany jest jako tryb *pull*. Możliwy jest również wariant, w którym to IVS sam inicjuje rozpoczęcie nadawania MSD. Odbywa się to w taki sposób, że IVS prosi PSAP o przesłanie stosownego żądania, a po jego odbiorze przystępuje do realizacji transmisji MSD już analogicznie jak w trybie *pull*. Drugi z opisanych tu trybów w anglojęzycznej nomenklaturze systemu „eCall" nazywany jest trybem *push*.

Poważnym problemem w Polsce będzie implementacja ogólnoeuropejskiego systemu „eCall", którego działanie polega na wykorzystaniu numeru alarmowego 112. Zgodnie z ostatnią decyzją KE, wprowadzenie „eCall", jako standardowego wyposażenia wszystkich homologowanych pojazdów przewidywane jest na terenie UE od 1 stycznia 2015 roku.

Wspólny europejski numer alarmowy 112 jest już w pełni operacyjny w 26 państwach członkowskich Unii Europejskiej (Bułgaria dołączyła 03.10.2011).

Obowiązek uruchomienia systemu ratownictwa (numer alarmowy 112) narzuca krajom UE dyrektywa 2002/22/WE w sprawie usługi powszechnej i związanych z sieciami i usługami łączności elektronicznej prawami użytkowników [3]. Zgodnie z dyrektywą, termin docelowy wdrożenia numeru alarmowego 112 – upłynął 1 stycznia 2009 roku.

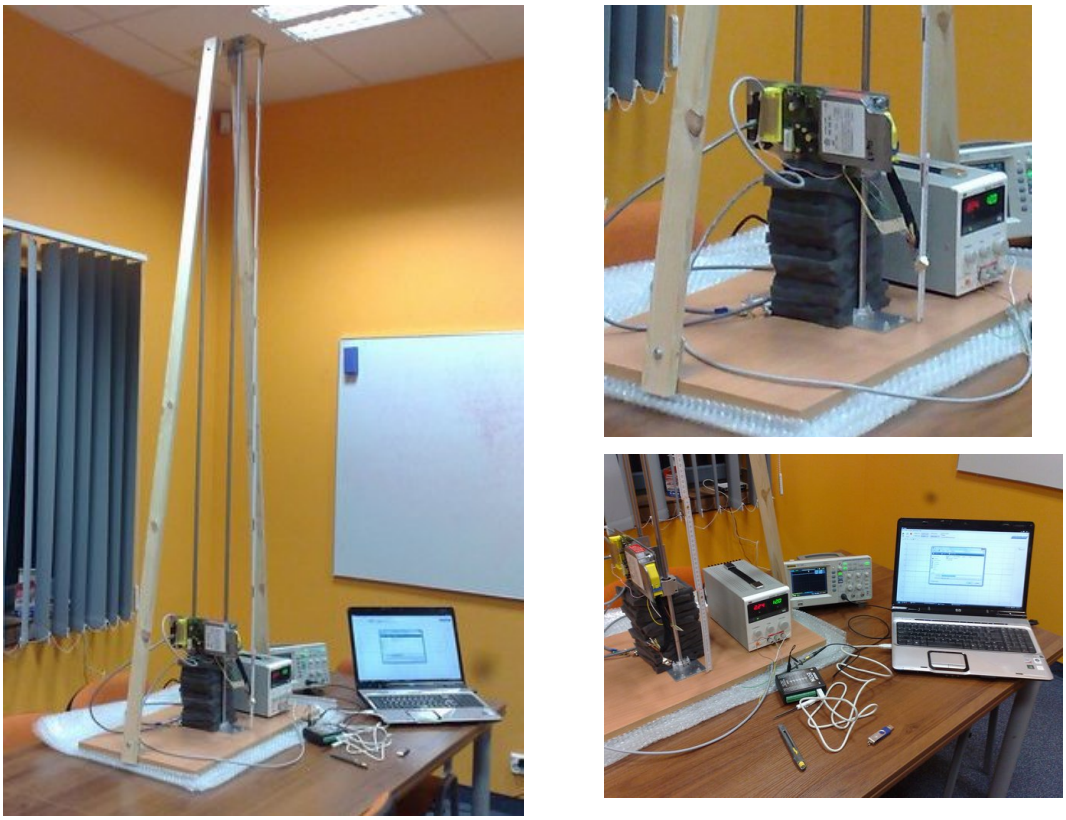
Według raportu NIK z 2010 roku [8], dotychczasowy system obsługi zgłoszeń alarmowych na numer 112 jest nieefektywny. Zgłoszenia z telefonów stacjonarnych na numer 112 obsługuje 331 jednostek powiatowych PSP, natomiast zgłoszenia z telefonów komórkowych przyjmuje 458 jednostek organizacyjnych Policji.

Jak wspomniano, w ramach projektu „eCall" opracowano stanowisko badawcze do badań modułu detekcji wypadku w warunkach wysokich przyspieszeń. Pokładowe urządzenie „eCall", opracowane w ramach projektu, składa się modułu pomiaru przyspieszenia i modułu detekcji kolizji. Osobno opracowano moduł teletransmisyjny przeznaczony do komunikacji z Centrum Powiadamiania Ratunkowego.

Moduł detekcji wyposażony w czujnik przyspieszenia, w uzasadnionych przypadkach, będzie uruchamiał moduł teletransmisyjny. Działanie modułu teletransmisyjnego będzie zweryfikowane przy użyciu urządzenia nadawczo-odbiorczego symulującego urządzenie do przyjmowania zgłoszeń po stronie centrali „eCall".

Najlepszym sposobem weryfikacji urządzenia „eCall” byłoby przeprowadzenie badań w warunkach rzeczywistej kolizji drogowej. Ze względu na fakt, że wykonanie serii testów zderzeniowych pojazdów, wewnątrz których byłoby zainstalowane urządzenie „eCall”, w ramach realizowanego projektu było niemożliwe, zaplanowano wykonanie laboratoryjnych badań symulacyjnych. Widok ogólny stanowiska przedstawiono na rysunku 7.

Elementem stanowiska są pręty stalowe, po których przemieszcza się pod wpływem siły ciężkości suwak, na którym zainstalowane jest badane urządzenie „eCall”. Pręty oznaczono wskaźnikami wysokości, dla których obliczono spodziewaną prędkość wózka w momencie uderzenia w sprężystą przeszkodę. Na wózku umieszczono akcelerometr typu ADXL oraz sterownik poduszki powietrznej rzeczywistego samochodu, instalowany w seryjnych pojazdach grupy Volkswagen (na przykład VW Golf, VW Polo, Seat Leon).



Rys. 7. Widok ogólny stanowiska „eCall” (opracowanie własne)
Fig. 7. General view of the "eCall" station (own concept)

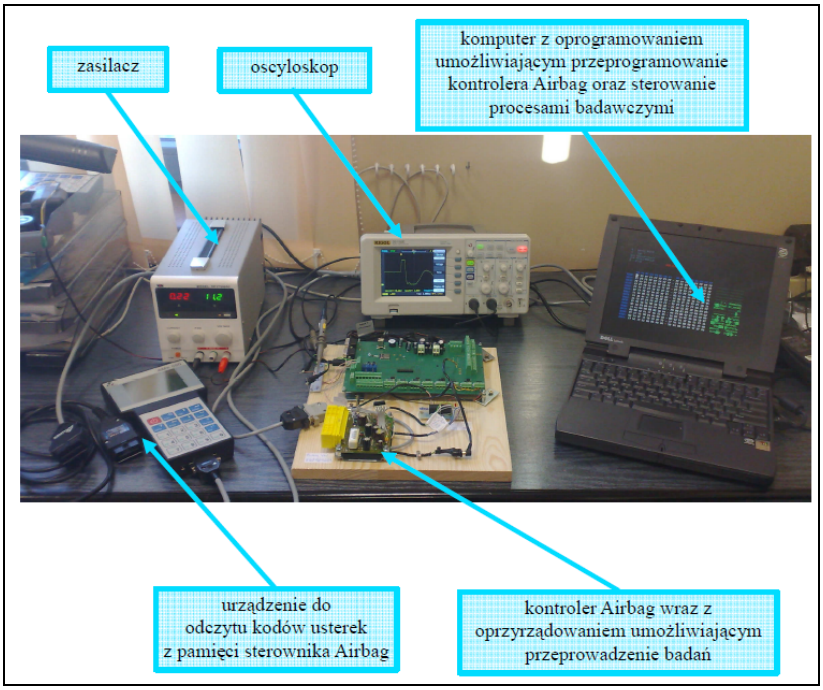
Akcelerometr jest zasilany za pomocą zasilacza laboratoryjnego napięciem 5V. Na jego wyjściu pojawia się sygnał napięciowy proporcjonalny do wartości przyspieszenia. Sygnał z akcelerometru odbierany jest przez urządzenie firmy Data Translation, które przetwarza sygnał analogowy na cyfrowy i transmituje dane do komputera PC przy użyciu złącza USB.

Badania modułu nadawczo-odbiorczego wykonywano podnosząc na założoną wysokość i puszczając pod wpływem własnego ciężaru suwak z zamocowanym sterownikiem. Upadek był amortyzowany przez wymienne podkłady o różnych

właściwościach fizycznych. Prędkość uderzenia była regulowana przez wysokość na jaką był podnoszony suwak. Konstrukcja stanowiska pozwoliła na otrzymanie przyspieszeń zbliżonych do spadku swobodnego, dzięki czemu zachowana została powtarzalność pomiarów. Regulację długości trwania zdarzenia i występujących w jego czasie przeciążeń wykonywano za pomocą wymiennych podkładów, wykorzystując materiały o różnych charakterystykach mechanicznych i grubości. Dla każdego przypadku wykonany został pomiar prędkości w momencie bliskim uderzeniu. Pomiar prędkości wykonywany był przy użyciu czujnika zainstalowanego na wysokości 30cm nad podstawą.

W projekcie opracowano także stanowisko badawcze do odtwarzania przebiegów napięcia zgodnych z wartością przyspieszenia zarejestrowanego podczas rzeczywistych kolizji. Sygnał ten był podawany następnie, w zastępstwie sygnału z akcelerometrów, do seryjnie produkowanego sterownika poduszek.

Podczas badań wykorzystano sygnały o zróżnicowanej amplitudzie i gradiencie. Były to sygnały napięciowe zarejestrowane podczas kolizji rzeczywistych pojazdów, w których doszło lub nie doszło do uruchomienia poduszek powietrznych. W ten sposób można było zbadać działanie algorytmu detekcji wypadku zaimplementowanego w seryjnie produkowanym sterowniku. Zatem badania algorytmu przeprowadzono zarówno na stanowisku do symulacji przyspieszeń, jak i na stanowisku, w ramach którego odtwarzano przebieg sygnałów napięciowych z rzeczywistych kolizji. Odpowiednie oprogramowanie umożliwiało przywrócenie takiego stanu sterownika poduszek powietrznych, jak przed symulowaną kolizją. Rysunek stanowiska do odtwarzania przebiegu przyspieszenia przedstawiono na rysunku 8. Stanowisko umożliwiło zbadanie algorytmu detekcji wypadku zaimplementowanego w seryjnie produkowanym sterowniku poduszek. Dzięki temu możliwe było opracowanie algorytmu detekcji wypadku dla modułu detekcji urządzenia opracowanego w ramach projektu.

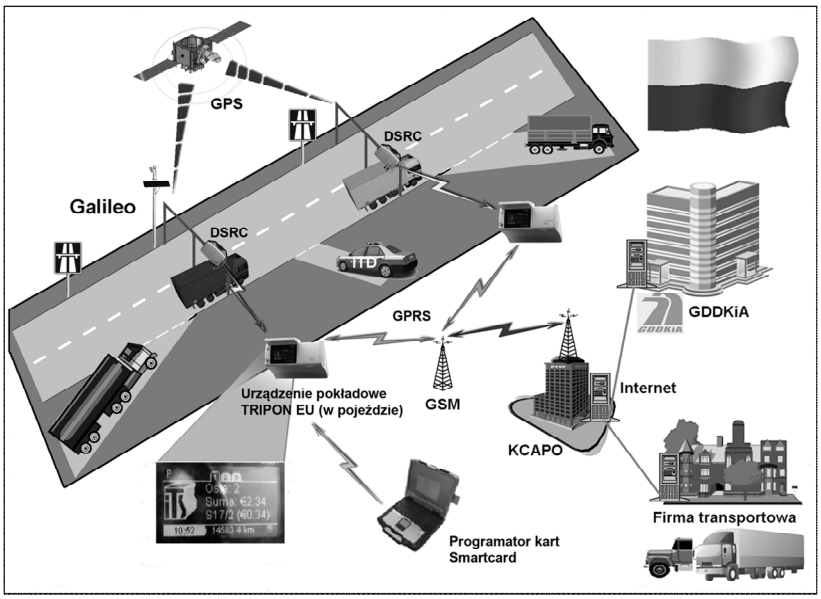


Rys. 8. Widok ogólny stanowiska do odtwarzania przebiegu przyspieszenia (opracowanie własne)
Fig. 8. The general view of the station to replicate the course of the acceleration (own concept)

4.3. Projekt badawczy - KSAPO

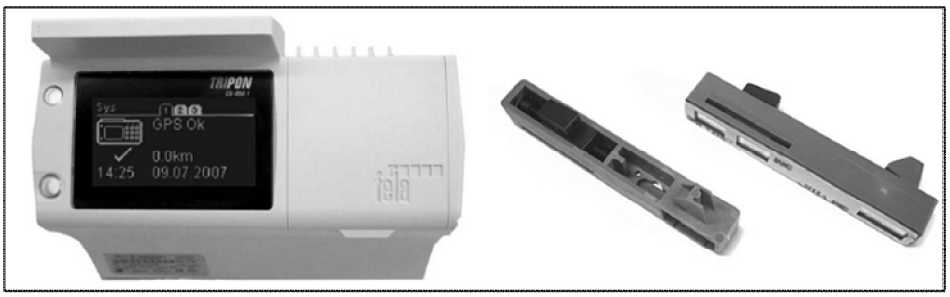
Od czerwca 2008 roku do listopada 2010 roku w Centrum Zarządzania i Telematyki Transportu był realizowany projekt dotyczący struktury Krajowego Systemu Automatycznego Poboru Opłat drogowych (KSAPO), w skład którego wchodziły następujące elementy (rys. 9):

- inteligentne urządzenie pokładowe GPS/GSM o nazwie TRIPON-EU, które zostało zainstalowane w dwóch pojazdach testowych,
- dwie bramki kontrolne (z modemem DSRC i systemem wizyjnym pobierania opłat),
- laboratoryjny model krajowej centrali automatycznego poboru opłat KCAPO.



Rys. 9. Architektura Krajowego Systemu Automatycznego Poboru Opłat
Fig. 9. Architecture of the National Automatic Toll Collection System

Urządzenie pokładowe TRIPON-EU jest dostępne w dwóch różnych wersjach (rys. 10). W systemie testowym została użyta wersja montowana w jednej obudowie gromadzącej wszystkie komponenty łącznie z antenami GPS i GSM. Ta wersja została zaprojektowana z myślą o instalacji na przedniej szybie pojazdu. Normalnie uchwyty montażowe są przyklejane do szyby specjalną żywicą, jednak w systemie testowym zostały przyklejone taśmą samoprzylepną.



Rys. 10. Urządzenie pokładowe TRIPON-EU i jego uchwyty montażowe [4]
Fig. 10. On-board TRIPON-EU unit and its mounting bracket [4]

Koncepcja bramek kontrolnych pobierania opłat dla systemu testowego w Polsce opiera się na doświadczeniach firmy Fela, zebranych w trakcie działania systemu szwajcarskiego. Na bramce zainstalowane są następujące urządzenia (rys. 11):

- lokalizator DSRC do przeprowadzania transakcji z kontrolerem pasma ruchu (zgodnie ze standardem EN15509),
- system wizyjny pobierania opłat (automatyczne odczytywanie numerów tablic rejestracyjnych i sporządzania dokumentacji fotograficznej (ANPR, tylko z przodu),
- lokalny sterownik do rejestracji pobierania opłat.



Rys. 11. Bramka kontrolna wraz z wyposażeniem na terenie ITS w Warszawie
Fig. 11. The control gate with the equipment at ITS in Warsaw

Testy działania projektu KSAPO (lipiec i sierpień 2010) przeprowadził zespół pracowników Instytutu Transportu Samochodowego we współpracy z FELA Management AG oraz Autoguard SA.

W czterech samochodach testowych, zostały zainstalowane cztery urządzenia pokładowe OBU - Tripon EU, których zadaniem było wykrywanie wszystkich zdarzeń związanych z poborem opłat bezpośrednio w OBU.

Z kilku zaproponowanych wariantów tras testowych wybrano trasę Płońsk – Garwolin, Garwolin – Płońsk[1], jako najbardziej zróżnicowaną, tj. pozwalającą na sprawdzenie największej liczby elementów systemu, zawierającą w bezpośrednim sąsiedztwie trasy obie bramy kontrolne oraz pozwalającą na wykorzystanie aż trzech rzeczywistych fragmentów dróg ekspresowych S7 oraz S17.

Ponadto, fragmenty dróg nr 637 i nr 61 zawarte w trasie na terenie Warszawy (Jagiellońska – Grochowska, Grochowska - Jagiellońska), zostały sklasyfikowane „wirtualnie" jako płatna autostrada. Możliwość definiowania dowolnej klasyfikacji dla „wirtualnych" segmentów to kolejny element pokazujący elastyczność systemu,

[1] Testowano trasę Płońsk – Garwolin oraz Garwolin – Płońsk, dlatego, że ze względu na zjazdy i wjazdy, trzeba było wybrać segmenty kontrolne w dwóch kierunkach ruchu. Rozważano jeszcze trasę Mszczonów - Wyszków oraz Sochaczew - Mińsk.

potencjalnie także w zakresie definiowania identycznych opłat dla nowych tras na autostradach, drogach ekspresowych, czy nawet krajowych.

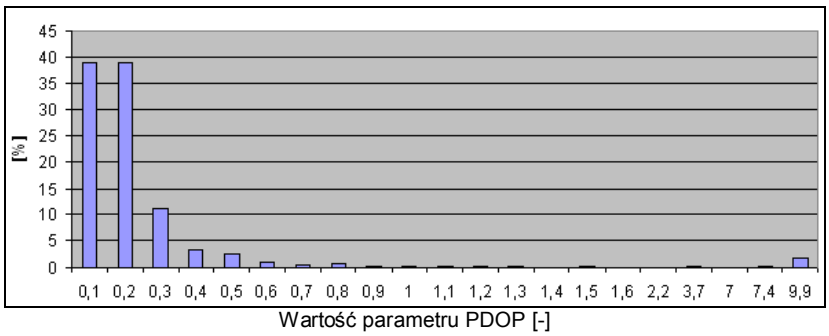
Oprócz jazd testowych i kontroli funkcjonalności urządzeń dodatkowo sprawdzano skuteczność bram kontrolnych, rejestrując wszystkie pojazdy przejeżdżające przez bramę w rejonie Instytutu Transportu Samochodowego i drugą w rejonie firmy AutoGuard SA w różnych warunkach pogodowych i porach dnia. Indywidualnie sprawdzono 2967 rejestracji tych pojazdów i oceniono skuteczność automatycznego wykrywania tablic rejestracyjnych na poziomie 99,9%. Błędy w rozpoznawaniu dotyczyły tylko liter niewidocznych (zasłoniętych innymi elementami, np. śruby w tablicy, lub tablice zabrudzone), a nie przekłamanych (tj. źle rozpoznanych). Segmenty były definiowane w zależności od poszczególnych kierunków ruchu drogowego (różna liczba segmentów, punkty pobierania opłat w innych lokalizacjach). Wybrane segmenty systemu przedstawiono na kolejnych stronach.

Na podstawie zarejestrowanych danych, przesyłanych przez pojazd w postaci komunikatów, możliwe było dokładne odtworzenie trasy przejazdu pojazdu z urządzeniem OBU.

Jednym z istotniejszych parametrów określającym dokładność pomiaru i przesyłanym w komunikatach lokalizacyjnych jest PDOP (Position Dilution of Precision) - defekt precyzji wyznaczenia pozycji. PDOP to współczynnik opisujący stosunek między błędem pozycji użytkownika a błędem pozycji satelity.

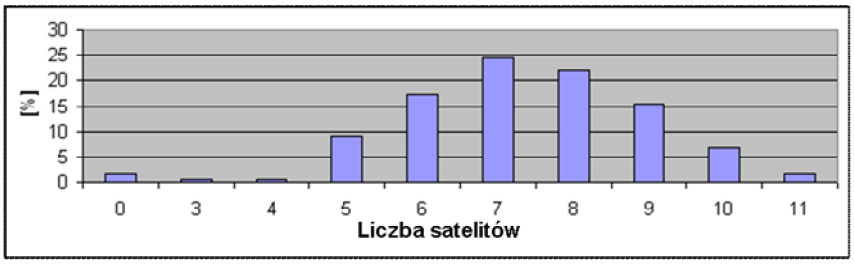
Wartość dowolnego z parametrów równa 0 oznacza, że w danej chwili pomiar pozycji jest niemożliwy ze względu na zakłócenia, słaby sygnał z satelitów, zbyt małą liczbę widocznych satelitów, itp. Im mniejsza jest wartość tego parametru (ale większa od zera) tym pomiar jest dokładniejszy. Przyjmuje się następujące umowne opisy jakości sygnału w zależności od wartości PDOP: 0>1 (idealny), 2 – 3 (znakomity), 4 – 6 (dobry), 7 – 8 (umiarkowany), 9 – 20 (słaby), > 20 (zły).

Statystyki zostały wykonane dla 4627 pomiarów pozycji. Z przedstawionego wykresu (rys. 12) wynika, że testowane OBU miały odpowiednio: 90% wartości idealnych oraz odpowiednio 8% wartości znakomitych.



Rys. 12. Wyniki PDOP (opracowanie własne)
Fig. 12. PDOP Results (own concept)

Ponadto założono, że liczba dostępnych satelitów do lokalizacji wynosiła minimum 5, w 90% przypadków. Z danych statystycznych wynika, że liczba dostępnych satelitów w trakcie prowadzenia testów wyniosła 99% (5 – 10%, 6 – 17%, 7 – 25%, 8 – 22%, 9 - 16%, 10 – 7%, 11 – 2%) – rys. 13.



Rys. 13. Liczba satelitów w funkcji lokalizacji (opracowanie własne)
Fig. 13. Number of satellites as a function of location (own concept)

Przy każdym przejeździe badano działanie bram kontrolnych oraz zgodność danych DSRC z odczytem ANPR (automatycznego rozpoznawania tablic rejestracyjnych). W drugim etapie testów dokonano wymiany urządzeń pokładowych OBU na nowe. Przez pomyłkę urządzenia zostały zainstalowane niezgodnie z ich przeznaczeniem, jednak system natychmiast wykrył błędy. Badano również działanie bram kontrolnych w zakresie wykrywania różnych prędkości pojazdu. Dzięki temu możliwe było dopasowanie oprogramowania oraz późniejsze sprawdzenie nowych, wymienionych jednostek pokładowych OBU w zakresie poprawności detekcji pojazdów zbliżających się do bramy kontrolnej ze specjalnie dobranymi małymi prędkościami. System wykrywał pojazdy jadące z prędkością od 1 do 200 km/h.

Weryfikowano rozbieżności między wskazaniami impulsów drogi lub tachografu – w zależności od pojazdu – a wskazaniami GNSS za pomocą informacji „Delta Tacho". Dzięki temu ustalono, że w samochodzie Volkswagen Transporter wskazania tachografu były o 2-3% niższe od pomiarów satelitarnych, a w samochodzie firmy Autoguard wskazania impulsów drogi były o 2-3% wyższe niż wskazania z pomiarów satelitarnych. Powyższy fakt wskazuje, że w przypadku zaniku sygnałów GNSS można korzystać z wykrywania odległości na podstawie urządzeń do ustalenia, czy przejazd przez punkt pobierania opłat odbył się po właściwej trasie.

Sprawdzano działanie wykrywania nieprawidłowości przez jednostkę pokładową OBU poprzez odłączenie sygnału tachografu, a później świadomie nieprawidłowe podłączenie tego sygnału w trakcie jazdy. Jednostka zachowała się prawidłowo, zapalając czerwoną diodę – oznaczającą usterkę – zamiast zielonej, aż do momentu zatrzymania, ponownego dostarczenia sygnału z tachografu i uruchomienia silnika.

Zweryfikowano także próby włączenia się do ruchu na trasie pomiędzy segmentami, próby jazdy drogami alternatywnymi oraz powtórne przejazdy przez segmenty jak i bramy.

W trakcie jazd testowych oraz innych testów funkcjonalnych sprawdzono działanie systemu znajdując pojedyncze niedociągnięcia, które zostały zgłoszone do usunięcia. Należy podkreślić, że część poprawek wprowadzona została w czasie rzeczywistym – korekty parametrów, usunięcie drobnych błędów. Inne poprawki wymagały od godziny do kilku do usunięcia, jak zdalna zmiana danych pojazdu w OBU lub zmiana definicji segmentu.

Wszystkie zastrzeżenia były rozwiązywane na bieżąco, co pozwoliło nabrać zaufania do skuteczności działania takiego systemu w praktyce. Kontakt z operatorami systemu był szybki i bezproblemowy. Testujący zgodnie też stwierdzali, że próby „oszukania" systemu lub działania nietypowego spotykały się z prawidłowymi reakcjami urządzenia. Zgodność systemu i jednostek OBU z wymaganiami interoperacyjności Unii Europejskiej pozwala

też mieć nadzieję, że idea jednego urządzenia, jednego kontraktu i jednej faktury jest realna.

Brak rozbudowanej infrastruktury – przy zachowaniu minimalnej infrastruktury nadzoru i kontroli – oraz łatwość i elastyczność zmiany definicji segmentów oraz dodawania lub wykluczania tras alternatywnych, klasyfikacji i zdalnej zmiany kluczowych parametrów pokazuje wyższość rozwiązania GNSS/GSM nad rozwiązaniami wymagającymi infrastruktury komunikacyjnej dla każdego punktu opłat lub segmentu, jakimi są systemy oparte na komunikacji bezpośredniej DSRC.

Wszystkie segmenty zostały rozpoznane właściwie przez urządzenia pokładowe, nie odnotowano żadnych problemów w tym zakresie. Każdy segment składał się z trzech punktów. Aby dany odcinek został zaliczony, wszystkie trzy segmenty musiały zostać wykryte przez OBU. Taka sytuacja powoduje, że kierowcy którzy będą przecinać drogi płatne, lub korzystać tylko z przejazdów, nie zostaną zarejestrowani w systemie.

Testy zakończyły się sukcesem i potwierdziły skuteczność wybranych rozwiązań zgodnie z założonymi celami projektu.

W trakcie testów system rozpoznał szwajcarskie urządzenie pokładowe Tripon EU, francuskie - Passango typu DSRC oraz niemieckie Toll Collect typu GPS/GSM. Przeprowadzone testy pozwoliły wyciągnąć wiele pozytywnych wniosków. Proponowane przez ITS, AutoGuard oraz firmę FELA rozwiązanie spełnia warunki systemu hybrydowego.

System jest interoperacyjny, może współpracować z systemami typu GPS/GSM (np. wdrożonymi w Niemczech, Słowacji), jak również z systemami DSRC (wdrożonymi np. w Austrii, Czechach, Hiszpanii, Francji oraz we Włoszech).

Skuteczność rozpoznawania pojazdów (ANPR oraz DSRC) wyniosła 99,9%. Podczas lokalizacji w systemie GPS dostępnych było od 5 do 11 satelitów, co stanowiło 99% wszystkich pomiarów.

Testowany system okazał się bardzo elastyczny. Może być stosowany dla praktycznie każdej kategorii dróg (ekspresowe, krajowe) oraz każdego rodzaju pojazdów. Istnieje możliwość definiowania opłat drogowych, przy pomocy narzędzi „wirtualnych". Oznacza to łatwą i szybką zdolność adoptowania zmian parametrów opłat drogowych (klasyfikacja dróg, typy pojazdów, klasy emisji spalin, naliczanie czasowe – godziny szczytu, inna pora dnia, niedziele i święta). Istotną zaletą systemów nowej generacji GPS/GSM jest mała liczba bramek kontrolnych. System pracuje bez dodatkowych punktów kontrolnych i innych elementów infrastruktury budowanych wzdłuż dróg. Kolejnym atutem jest możliwość wsparcia innych systemów, służb i usług transportowych, wykorzystujących podobną platformę technologiczną.

Ze względu na interoperacyjność urządzenia pokładowego z systemami poboru opłat w poszczególnych państwach europejskich najlepszym rozwiązaniem byłoby wdrożenie systemu hybrydowego (DSRC, GSM, GPS). W Czechach aktualnie trwają prace nad takim systemem, projekt pilotażowy KSAPO jest takim rozwiązaniem.

LITERATURA:

[1] Decyzja wykonawcza Komisji Europejskiej 2011/453/UE z dnia 13 lipca 2011 r. w sprawie przyjęcia wytycznych dotyczących sprawozdawczości państw członkowskich zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/40/UE , notyfikowana jako dokument nr C(2011) 4947. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 193/48, 49 z dnia 23.7.2011.

[2] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/40/UE z dnia 7 lipca 2010 r. w sprawie ram wdrażania inteligentnych systemów transportowych w obszarze transportu drogowego

oraz interfejsów z innymi rodzajami transportu. Dziennik Urzędowy L 207 , 06/08/2010 P. 0001 – 0013.
[3] Dyrektywa 2002/22/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 7 marca 2002 r. w sprawie usługi powszechnej i związanych z sieciami i usługami łączności elektronicznej prawami użytkowników (Dz. U. UE. L. 2002. 108. 51).
[4] Haight R., Evaluating Crashes for Injury Potential - Las Vegas, Nevada, 2004.
[5] Haight R., Crash Data Retrieval System Operator, Saskatoon, 2005.
[6] M/453 EN. Standardisation mandate addressed to CEN, CENELEC and ETSI in the field of information and communication technologies to support the interoperability of co-operative systems for Intelligent Transport in the European Community. Brussels, 6th October 2009. DG ENTR/D4.
[7] Raport na temat wypadków, Care & national data. European Commission, 15.05.2011.
[8] Raport NIK, Informacja o wynikach kontroli funkcjonowania numeru alarmowego 112 na terenie Polski. Warszawa, 2010.
[9] Njord J., Peters J., Freitas M., Warner B., Allred C., Bertini R., Bryant R., Callan R., Knopp M., Knowlton L., Lopez C., Warne T. Safety Applications of Intelligent Transportation Systems in Europe and Japan. Raport FHWA-PL-06-001, January 2006.
[10] Schade H. J., 2011. The Mandate on Co-operative ITS and the ITS Directive. CEN. 3rd ETSI TC ITS Workshop, Venice, 09–11 February 2011.
[11] Standard ETSI EN 302 665. 2010. European Standard (Telecommunications series). Intelligent Transport Systems (ITS); Communications Architecture.