

*Krajowy system automatycznego poboru opłat (KSAPO),
europejska usługa opłaty elektronicznej (EETS),
interoperacyjność, DSRC, GPS/GSM*

Gabriel NOWACKI¹
Izabella MITRASZEWSKA¹
Tomasz KAMIŃSKI¹
Anna NIEDZICKA¹
Ewa SMOCZYŃSKA¹
Monika UCIŃSKA¹

KSAP0 - PROJEKT PILOTAŻOWY DLA POLSKI

Referat dotyczy implementacji europejskiej usługi opłaty elektronicznej (EETS) w Polsce. Instytut Transportu Samochodowego prowadził testy projektu pilotażowego - struktura funkcjonalna Krajowego Systemu Automatycznego Poboru Opłat (KSAPO). W skład systemu wchodzi następujące elementy: dwa inteligentne urządzenia pokładowe OBU, dwie bramki kontrolne, laboratoryjny model krajowej centrali automatycznego poboru opłat KCAPO. OBU automatycznie nalicza opłatę (myto), biorąc pod uwagę kategorię pojazdu (dmc, liczbę osi), klasę emisji spalin oraz przejechany odcinek drogi. OBU jest wyposażone w moduł GPS, GSM oraz DSRC, co zapewnia mu interoperacyjność z innymi systemami EETS w państwach członkowskich UE. Ten rodzaj systemu jest najlepszym rozwiązaniem dla Polski ze względu na unikalne możliwości.

THE PILOT PROJECT OF NATCS FOR POLAND

The paper refers to some problems of European Electronic Tolling Service (EETS) implementation in Poland. Motor Transport Institute has developed and tested the pilot project – the functional structure of the National Automatic Toll Collection System (NATCS). It consists of the following elements: two intelligent OBU`s, two control gates and laboratory model of National Automatic Toll Collection Centre (NATCC). OBU automatically calculates the amount of charge due taking into account the vehicle category (admissible weight, number of axles), the emissions class and road distance. OBU is equipped with GPS, GSM and DSRC module, so it is interoperable with other EETS in member states of the European Union. This presented kind of system is the best solution for Poland because of unique capabilities.

¹Instytut Transportu Samochodowego, Centrum Zarządzania i Telematyki Transportu;
03-301 Warszawa, ul. Jagiellońska 80, tel.: +48 22 8113231, fax: +48 22 8110906;
gabriel.nowacki@its.waw.pl; izabella.mitraszewska@its.waw.pl; tomasz.kaminski@its.waw.p;
anna.niedzicka@its.waw.pl; ewa.smoczynska@its.waw.pl

1. WSTĘP

Europejska usługa opłaty elektronicznej powinna być dostępna w państwach członkowskich UE do końca 2012 roku.

W większości państw Unii Europejskiej (Austria, Czechy, Francja, Hiszpania, Włochy) wykorzystywane są systemy elektronicznego pobierania opłat drogowych typu DSRC, które funkcjonują w oparciu o wydzieloną łączność radiową krótkiego zasięgu (pasmo mikrofalowe - 5,8 GHz).

Innym rozwiązaniem jest system oparty na wykorzystaniu technologii telefonii komórkowej (GSM) oraz pozycjonowania satelitarnego (GPS). Do tego typu systemu należy m.in.: LSV A wdrożony 1 stycznia 2001 roku w Szwajcarii, Toll Collect działający od 1 stycznia 2005 roku w Niemczech oraz ETC wdrożony 1 stycznia 2010 roku w Słowacji.

W Czechach w najbliższym czasie zostanie wdrożony system hybrydowy, który umożliwi wykorzystanie technologii DSRC oraz GPS/GPRS.

Implementacja autonomicznych systemów w państwach europejskich oraz brak możliwości ich współpracy (m.in. ze względu na różnice w zakresie interpretacji przepisów prawnych, niezgodność w koncepcjach pobierania opłat drogowych oraz różne standardy i technologie) spowodowały, że Komisja Europejska od 2004 r., prowadzi szeroko zakrojone działania w zakresie interoperacyjności tych systemów.

Interoperacyjność oznacza zdolność systemu do bezpiecznego i niezakłóconego przepływu danych, które uzyskują wymagane dla konkretnych sieci wielkości, określone w standardach.

Interoperacyjność wspólnotowego systemu oznacza spójność tego systemu w skali Unii Europejskiej, przynajmniej na poziomie technicznym, semantycznym oraz proceduralnym, przy założeniu, że zostały określone na szczeblu wspólnotowym działania mające na celu jej osiągnięcie, a które realizowane są zarówno na drodze wspólnych przedsięwzięć, jak i na drodze działań niezależnych poszczególnych państw członkowskich.

W 2004 roku została przyjęta Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2004/52/WE, dotycząca interoperacyjności systemów elektronicznych opłat drogowych.

6 października 2009 roku została podjęta decyzja Komisji Europejskiej w sprawie definicji europejskiej usługi opłaty elektronicznej oraz jej elementów technicznych.

W Niemczech wdrożono system Toll Collect, oparty na pozycjonowaniu satelitarnym i łączności GSM. Powodem wdrożenia tego typu systemu w Niemczech były doświadczenia oparte na istniejących systemach DSRC, dotyczące trudności rozliczeń opłat. Skontrolowanie danych dotyczących: kto, kiedy i dlaczego jechał tą a nie inną trasą wymaga pracy wielu osób i dużej ilości czasu, znacznie podnosząc koszty funkcjonowania systemu. Szczelność systemu DSRC wynosi około 85%, natomiast GPS/GSM ok. 98 %.

W systemie GPS/GSM do kontroli pojazdów potrzebna jest mniejsza liczba bram kontrolnych. W Niemczech, gdzie system obejmuje 12 000 km, jest tylko 300 bram kontrolnych, z czego w danym dniu aktywnych jest 100 losowo wybranych bram, a praktycznie system może funkcjonować bez powyższych bram kontrolnych. Natomiast w Austrii jest wykorzystywanych 840 bram dla sieci drogowej o długości 2000 km. Taka sytuacja oczywiście powoduje dodatkowe koszty utrzymania infrastruktury drogowej oraz duże koszty operacyjne systemu.

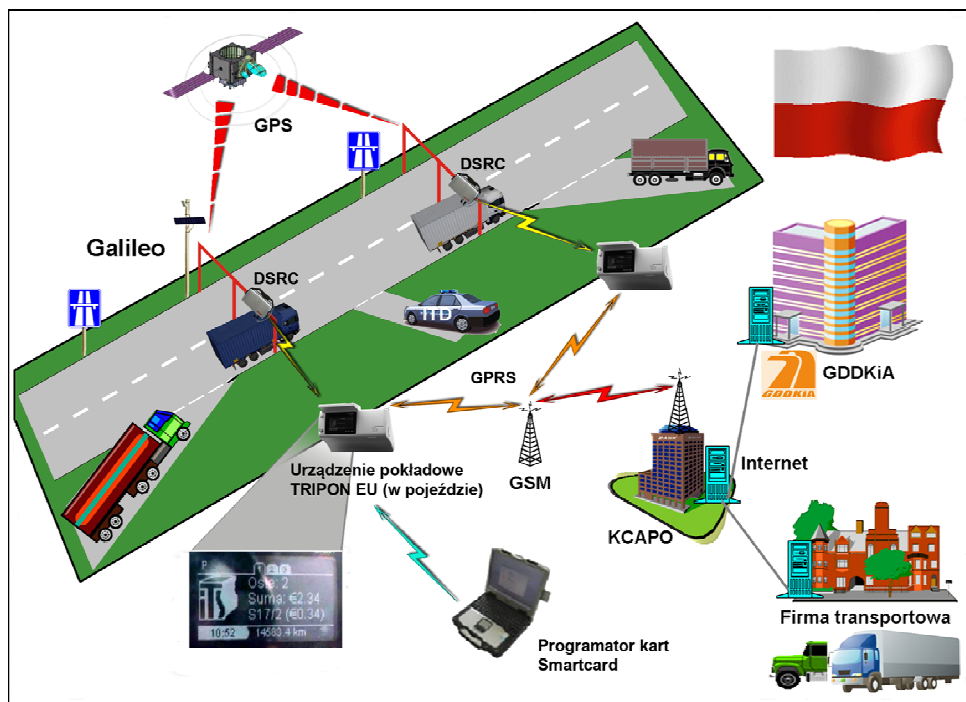
Koszty implementacji systemów w poszczególnych państwach są trudne do obliczenia. Jedynie można tego dokonać na podstawie podpisanych kontraktów rządowych. Kontrakt rządowy na wdrożenie systemu i jego obsługę na kilka lat w poszczególnych państwach wyniósł: Austria – 750 milionów Euro (sieć dróg ok. 2000 km), Niemcy – 1,24 miliarda Euro (sieć dróg 12 000 km), Czechy – 780 milionów Euro (sieć dróg 970 km).

2. KRAJOWY SYSTEM AUTOMATYCZNEGO POBORU OPŁAT DROGOWYCH

2.1 Struktura funkcjonalna

W skład systemu pilotażowego wchodzi następujące elementy (rys. 1):

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



Rys.1. Architektura Krajowego Systemu Automatycznego Poboru Opłat

W takiej konfiguracji testowane zostały następujące funkcje systemu:

- działanie segmentów GPS urządzeń pokładowych,
- działanie kanału transmisji danych między urządzeniami pokładowymi a serwerem pośredniczącym (Proxy),
- generacja danych testowych dla celów walidacji,

- działanie mikrofalowych urządzeń DSRC,
- działanie kamerowego systemu egzekucji myta.

Urządzenie OBU przeznaczone jest głównie do detekcji płatnych odcinków dróg po których porusza się pojazd wyposażony w OBU.

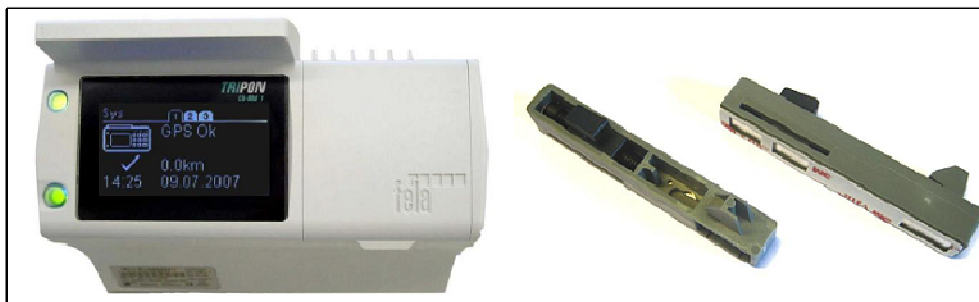
Bramka stanowi stacjonarny punkt kontroli pojazdów poruszających się po drogach płatnych.

W przypadku systemu opartego o GPS/GSM należy dążyć do minimalizacji liczby bramek co pozwoli na zmniejszenie nakładów finansowych potrzebnych do powstania systemu KSAPO.

Dodatkowo w systemie mogą być stosowane kontrole mobilne, którymi w Polsce zajmować się będzie Inspekcja Transportu Drogowego.

2.2 Urządzenie pokładowe OBU

Urządzenie pokładowe TRIPON-EU jest dostępne w dwóch różnych wykonaniach. W systemie testowym została użyta wersja montowana w jednej obudowie gromadzącej wszystkie komponenty łącznie z antenami GPS i GSM. To wykonanie zostało zaprojektowane 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.2. Urządzenie pokładowe TRIPON-EU i jego uchwyty montażowe

W projekcie pilotażowym zdefiniowano łącznie 6 istotnych interfejsów, które zostały uwzględnione w proponowanym systemie testowym z urządzeniem pokładowym OBU.

1). Instalacja i kontrakt na obsługę urządzeń pokładowych. OBU będą konfigurowane za pomocą kart Smartcard. Karty Smartcard z danymi pojazdów i danymi z kontraktu na obsługę systemu w czasie testowania zostaną zaprogramowane za pomocą programatora kart.

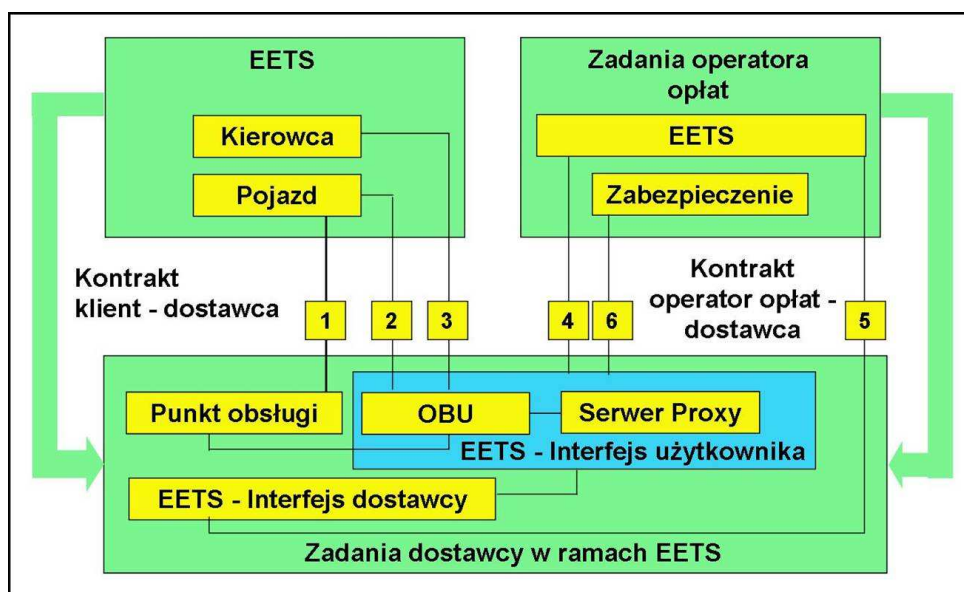
2). Podłączenie do pojazdu. OBU połączone zostało z następującymi punktami w instalacji pojazdu: zasilanie, masa, zapłon, tachograf.

3). Interfejs użytkownika OBU obsługuje następujące funkcje: ekranowe zestawy opcji (menu), możliwość deklaracji przyczepy. Dla wygody testowania, przyciskiem S (send, wyslij) można w każdej chwili wymusić sesję łączności GPRS bez konieczności czekania

na nadejście pory następnej sesji inicjowanej automatycznie. Na ogół jest wyświetlony ekran standardowy, na którym widnieją następujące informacje:

- symbol kontekstu (obszaru poboru) myta (P dla Polski),
- graficzna reprezentacja polskiego kontekstu myta (np. zarys granic kraju),
- deklarowana liczba osi pojazdu,
- łączna wartość myta naliczonego w danym kursie pojazdu,
- kwota należna za przejazd aktualnego segmentu,
- godzina i suma kilometrów przejechanych od chwili zainstalowania

Interfejs DSRC Służy do przeprowadzania standardowych transakcji DSRC z urządzeniami zainstalowanymi na testowej bramce egzekucji myta.



Rys.3. Interfejsy przewidziane w projekcie pilotażowym

4). Interfejs DSRC służy do przeprowadzania standardowych transakcji DSRC z urządzeniami zainstalowanymi na testowej bramce egzekucji myta.

5). Interfejs danych (od operatora opłat do dostawcy systemu). Jest to interfejs „wewnętrzny” ponieważ w systemie testowym nie wyodrębniono miejsc poborcy myta i dostawcy systemu.

6). Egzekucja myta została zademonstrowana z użyciem anten DSRC i kamer ANPR (Automatic Number Plate Recognition, automatyczne rozpoznawanie numerów rejestracyjnych) na testowej bramce ustawionej na jednym pasie ruchu.

2.3 Bramki kontrolne

Koncepcja bramek kontrolnych (egzekucji myta) dla systemu testowego w Polsce opiera się na doświadczeniach firmy Fela, zebranych w trakcie działania systemu szwajcarskiego. Na bramce zainstalowane są następujące urządzenia (rys. 4):

- lokalizator DSRC do przeprowadzania transakcji z kontrolerem pasma ruchu (zgodnie ze standardem EN15509),
- system kamerowy do automatycznego odczytywania numerów rejestracyjnych i sporządzania dokumentacji fotograficznej (ANPR, tylko z przodu),
- lokalny sterownik do rejestracji egzekucji.

Lokalizator DSRC przeprowadza standardowe transakcje DSRC (zgodnie z CEN TC278/EN155509) wykrywając każdy pojazd przejeżdżający przez bramkę. Zasadniczo na dane składają się dane kontraktowe, numery rejestracyjne i charakterystyka pojazdu. W procesie egzekucji myta te dane są porównywane z danymi z systemu ANPR.



Rys.5. Bramka kontrolna wraz z wyposażeniem na terenie ITS w Warszawie

Kamera oraz impulsowe źródło promieniowania podczerwonego (diody LED) są wyzwalane przez czujnik ruchu PIR. Łącznie rejestrują widok pojazdu z przodu. Zależnie od usytuowania bramy i/lub warunków ruchu można zastosować różne inne sygnały wyzwalające. Monochromatyczna kamera ANPR wyposażona jest w przetwornik obrazu o rozdzielczości 1620 x 1220 pikseli i interfejsem Gig-E. Sterownik zabudowany w obudowie kamery umożliwia:

- przekaz sygnałów wyzwalających do kamery/impulsowego źródła promieniowania podczerwonego,
- przetwarzanie sygnałów z czujnika oświetlenia,

- ustawienie parametrów zestawu kamera/impulsowe źródło w oparciu o sygnały z czujnika oświetlenia,
- kontrolę temperatury w obudowie kamery (załączał/wyłączał ogrzewanie/chłodzenie).

Zdjęcie pojazdu jest transmitowane do serwera poboru opłat z danego pasa ruchu do dalszego przetworzenia i zanalizowania w celu odczytania numerów rejestracyjnych. Równocześnie służy ono jako dokumentacja w razie konieczności uruchomienia procedur egzekucyjnych.

Aby umożliwić w pełni automatyczną pracę bramki, zastosowany został czujnik natężenia oświetlenia w otoczeniu, którego sygnał jest podstawą kontroli parametrów kamery i impulsowego źródła promieniowania podczerwonego. Czujnik jest skierowany na obszar wykrywania pojazdów i ma zakres dynamiczny od 3 do 30000 luksów.

2.4. Laboratoryjny model KCAPO

Laboratoryjny model Krajowej Centrali Automatycznego Poboru Opłat (KCAPO) składa się z następujących elementów:

- trzech komputerów klasy PC – jeden dedykowany jako serwer baz danych (nazywany dalej KB), drugi serwer dla oprogramowania aplikacyjnego (nazywany dalej KA), trzeci jako terminal użytkownika,
- oprogramowania aplikacyjnego i systemowego,
- baz danych,
- interfejsów programowych i fizycznych (pomiędzy KCAPO a OBU, pomiędzy KCAPO a bramkami kontrolnymi),
- interfejsów użytkownika ((internetowy serwis WWW, CaII Center).

Bazy danych w KCAPO dzielą się na następujące grupy:

- dane o użytkownikach, pojazdach i taryfach,
- fizyczny opis zasobów przestrzennych (Physical Inventory) ,
- dynamiczna baza informacji lokalizacyjnych (Dynamic Inventory).

Wymagane dane podstawowe o użytkownikach to: nazwa firmy, jej forma prawna, imię i nazwisko osoby reprezentującej, NIP, REGON, adres siedziby i adres do rozliczeń, telefon, e-mail, fax, login i hasło do logowania na stronie internetowej, dodatkowe dane weryfikacyjne (np. PIN), dane konfiguracyjne (o wybranym sposobie opłat, sposobie doręczania raportów itp.), lista identyfikatorów pojazdów danego użytkownika.

Wymagane dane podstawowe o pojazdach to: numer rejestracyjny i kraj, ilość osi, klasa emisji spalin, dopuszczalna masa całkowita, unikalny numer identyfikacyjny.

Dane o taryfach uwzględniają obowiązujące przepisy i są przechowywane w taki sposób, aby można było wprowadzać wszelkie zmiany wraz ze zmianami przepisów i stawek. Baza ta powinna być na bieżąco synchronizowana z lokalną bazą danych w OBU i w bramkach kontrolnych.

Baza opisu zasobów przestrzennych zawiera listę płatnych odcinków dróg – współrzędne geograficzne punktów charakterystycznych (początek i koniec odcinka), jego długość oraz klasę odcinka w powiązaniu z bazą taryf. Baza ta na bieżąco jest synchronizowana z lokalną bazą danych w OBU i w bramkach kontrolnych.

Dynamiczna baza informacji lokalizacyjnych zawierać informacje o dacie i godzinie wjazdu pojazdu na płatny odcinek oraz dacie i godzinie wyjazdu, numer identyfikacyjny

danego odcinka, numer identyfikacyjny pojazdu. Ta baza danych jest aktualizowana automatycznie na bazie komunikatów odbieranych z OBU.

Dostęp do baz danych i zawartych w niej danych z pominięciem systemu jest chroniony mechanizmami ochrony dostępu systemu operacyjnego serwera i zastosowanego silnika bazy danych. Dodatkowym zabezpieczeniem danych przed skutkami awarii lub błędów w obsłudze ma być system kopii zapasowych.

3. WNIOSKI

W związku z rozwojem nowych technologii, system opłat drogowych, wykorzystujący pozycjonowanie satelitarne (GPS) oraz łączność GSM, będzie najlepszym rozwiązaniem dla RP, szczególnie w aspekcie elastyczności, kiedy systemy opłat drogowych mogą być stosowane dla większej liczby kategorii dróg (dróg ekspresowych, a nawet dróg krajowych) oraz każdej kategorii pojazdów.

Pierwszą zaletą systemów nowej generacji GPS/GSM jest mała liczba bramek kontrolnych. System pracuje bez dodatkowych punktów (bramek) kontrolnych i łączności, ekstra linii, ograniczeń prędkości i innych elementów infrastruktury budowanych wzdłuż dróg. Drugą zaletą jest bardzo duża elastyczność w zakresie 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). Trzecią zaletą jest możliwość wsparcia innych systemów, służb i usług transportowych, wykorzystujących podobną platformę technologiczną.

Ponadto zgodnie z wymaganiami 2.1.1.7. decyzji KE, urządzenia pokładowe OBU zapewniają interfejs komunikacyjny człowiek-maszyna, wskazujący użytkownikowi, czy urządzenia pokładowe funkcjonują właściwie, a także interfejs zgłaszania zmiennych parametrów opłaty oraz wskazywania ustawień tych parametrów.

Dlatego też wskazane jest aby urządzenie pokładowe OBU zawierało wyświetlacz, co ułatwia ustawienie parametrów dla kierowcy (dmc, liczba osi pojazdu, klasa emisji spalin, aktualny odcinek autostrady) oraz wyświetlenie tych parametrów, wskazuje aktualne koszty naliczenia opłaty oraz koszty ogólne. Jest to także czynnik psychologiczny, kierowca na bieżąco obserwuje ustawienia i naliczone koszty, ma gwarancję że urządzenie pracuje właściwie, kierowca nie zjechał z trasy, to poprawia jego samopoczucie, tym samym kierowca nie stanowi zagrożenia w ruchu drogowym. Taka sytuacja powoduje tym samym mniejszą liczbę reklamacji w systemie.

4. BIBLIOGRAFIA

- [1] Decyzja Komisji z dnia 6 października 2009 r. w sprawie definicji europejskiej usługi opłaty elektronicznej oraz jej elementów technicznych. Dz. U. UE. L.09.268.11.
- [2] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2004/52/WE z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie interoperacyjności systemów elektronicznych opłat drogowych we Wspólnocie. Dz. Urz. UE, L 166, 30.04.2004.

Referat opracowano w ramach projektu rozwojowego – struktura funkcjonalna KSAPO NR10 0001 04.