



Krzysztof LEW, Mgr inż.
Przemysław KLIMASZEWSKI, Inż.
Politechnika Rzeszowska
Katedra Silników Spalinowych i Transportu

TECHNOLOGIE WYKORZYSTYWANE W ELEKTRONICZNYM POBORZE OPŁAT

Celem tej pracy jest przedstawienie charakterystyk systemów wykorzystywanych w elektronicznym poborze opłat. W poniższej pracy przedstawiam zasadę działania, wady i zalety systemów elektronicznych opartych na różnych rozwiązaniach technologicznych.

1. WPROWADZENIE

Pobór opłat na drogach jest w dzisiejszych czasach zjawiskiem powszechnie spotykanym niezależnie od kraju. Najprostszym sposobem poboru opłat za przejazd jest tak zwana bramka autostradowa, sposób znany i stosowany w wielu krajach jak Polska, Hiszpania, Francja, Włochy, Słowenia i Chorwacja. Opłaty można dokonywać, albo za pośrednictwem osoby siedzącej w budce, bądź za pośrednictwem specjalnych automatów do pobierania opłat w obu przypadkach można dokonywać opłaty za pośrednictwem terminali do kart płatniczych lub przy użyciu gotówki. Najnowocześniejszym, a zarazem najbardziej efektywnym systemem jest elektroniczny system poboru opłat. Obecnie występuje trend promowania i wdrażania takiego rozwiązania.

Do naliczania sposobu opłat wyróżnia się dwa sposoby:

- za przejechana bramkę, kierowca płaci określoną przez administratora danego odcinka

bądź drogi opłatę za przejazd punkt kontrolny,

- za przejechany dystans każdy pojazd jest monitorowany, w którym miejscu wjechał na płatny odcinek drogi i z niego zjechał,

Obecnie dostępne są trzy rodzaje systemów elektronicznego poboru opłat, różniące się technologią na której są oparte:

- DSRC (Dedicated short-range communications) oparte na technologii mikrofalowej,
- GNSS (Global Navigation Satellite System) oparte na systemie nawigacji satelitarnej GPS,
- DSRC/GNSS połączenie hybrydowe wyżej wspomnianych technologii.

2. TECHNOLOGIA DSRC

System oparty na technologii mikrofalowej DSRC z ang. (dedicted short-range Communications) jest systemem najbardziej rozpowszechnionym i najczęściej spotykanym.



Rys. 1. Przykład punktu kontrolnego systemu opartego na technologii DSRC w Stavanger

System w technologii DSRC opiera się na rozbudowanej infrastrukturze technicznej tzw. bramownicach umieszczonych na odcinku drogi płatnej, w których znajdują się urządzenia nadawczo- odbiorcze fal radiowych. W pojazdach które powinny podlegać opłacie montowane są transpondery OBU (On-Board Unit). Samochód podczas

wjazdu na obszar drogi płatnej za pośrednictwem transpondera komunikuje się z urządzeniem rejestrującym, który po odczycie informacji o pojeździe i jego przejeździe przesyła dane do systemu operatora, gdzie tworzona jest faktura za dany przejazd, bądź za okres rozliczeniowy[4].



Rys. 2. Przykład transpondera używanego przez użytkowników systemu Autopass w Norwegii

Dodatkowymi elementami systemu DSRC są tak zwane bramki kontrolne. Wyposażone są najczęściej czujniki laserowe oraz kamery wideo z systemem rozpoznawania tablic rejestracyjnych. Ich zadaniem jest rozsądzanie w przypadku spornych sytuacjach w przypadku reklamacji, a także wyeliminowania nadużyć jak przenoszenie transpondera do różnych pojazdów.

Zalety systemu opartego na wyżej

wspomnianej technologii:

- duża szybkość detekcji i egzekwowania,
- stosunkowo najmniej niezawodny i dokładny,
- łączność mikrofalami jest bezpłatna, dzięki czemu system nie stwarza dodatkowych kosztów,

- opłaty pobierane podczas płynnego ruchu pojazdów, czyli bez potrzeby zatrzymywania się,
- transpondery są urządzeniami stosunkowo tanimi i nie wymagają szerokiej wiedzy w zakresie ich montażu,
- niezależność, nie wymaga zewnętrznych usługodawców, co zwiększa sprawność zarządzania danymi,
- możliwość wykorzystania bramownic do innych celów min. monitorowanie ruchu.

Pomimo licznych zalet system oparty na technologii mikrofalowej posiada również wady takie jak:

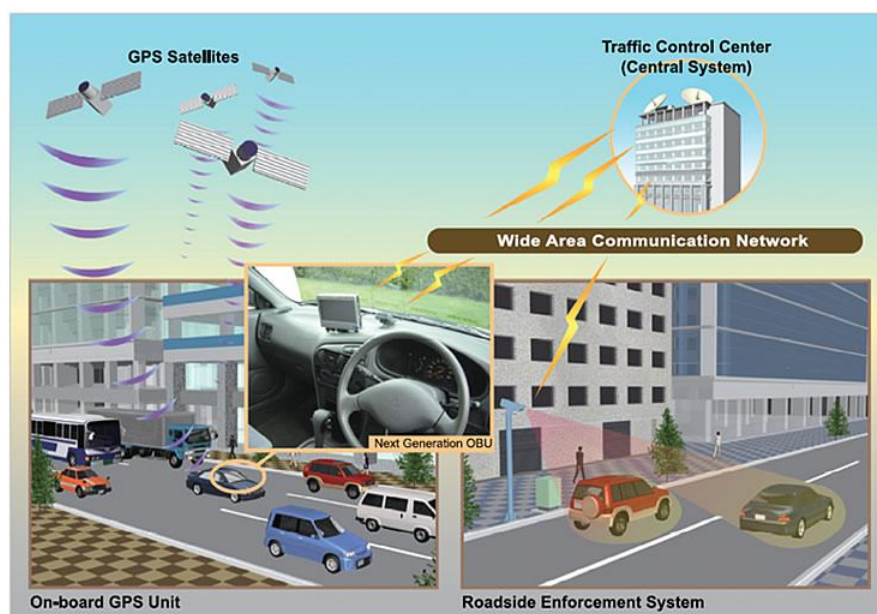
- koszty budowy infrastruktury liniowej czyli bramownic,
- budowanie bramownic na drogach krajowych przebiegających przez miasto może być utrudnione,
- możliwe akty wandalizmu,
- problemy z doprowadzeniem zasilania i infrastruktury informatycznej,
- konserwacja bramownic,
- możliwość „ucieczki” kierowców z dróg objętych opłatą, na drogi alternatywne bezpłatne,

- rozszerzenie sieci wymaga istotnych wydatków,
- czasochłonne.

Reasumując system oparty na technologii DSRC jest systemem sprawdzonym przez wiele krajów, co pozwala wyeliminować błędy, a także pokazać przyszłym potencjalnym operatorom aspekty na które muszą zwrócić uwagę podczas wyboru systemu dla swojego kraju. Największą efektywność tego systemu uzyskujemy na autostradach, gdzie mamy stosunkowo duże odległości pomiędzy zjazdami co zmniejsza nam konieczność stawiania bramownic. Bardziej uciążliwe jest wprowadzanie tego systemu na drogach krajowych gdzie zjazdy i skrzyżowania występują stosunkowo często[5].

3. TECHNOLOGIA GNSS

System oparty na technologii satelitarnej z ang. Global Navigation Satellite System wykorzystujące satelity GPS bądź w przyszłości europejski system Galileo, a także technologie GSM. Wprowadzony po raz pierwszy w Szwajcarii w 2001 roku, później w Niemczech i na Słowacji [2].



Rys. 3. Schemat systemu opartego na technologii GNSS [2]

System GNSS nie wymaga rozbudowanej infrastruktury. Nie trzeba budować kosztownych i kłopotliwych punktów kontrolnych czyli bramownic. Pozwala to na większą elastyczność i możliwość stosowania na większej liczbie kategorii dróg, a także daje możliwość łatwej i szybkiej rozbudowy dróg objętych poborem opłat. Jest to ważna zaleta w przypadku globalnego myślenia o jednym europejskim systemie poboru opłat.

Innowacyjnym elementem tego systemu jest urządzenie pokładowe OBU, który wykrywa punkty kontrolne, przekazuje dane na temat przejechanego dystansu, dokonuje automatycznego obliczenia opłat drogowych za przejazd płatnym odcinkiem drogi, biorąc pod uwagę parametry zdefiniowane przez

operatora, a następnie za pomocą systemu GSM do centralnego systemu. Samo urządzenie jest rozbudowane w dużą ilość elementów elektronicznych i posiada bardzo dużą możliwość konfiguracji. Daje to możliwości związane z usługami w zakresie bezpieczeństwa, a także informacji dla podróżujących, takich jak alarm uruchamiany w przypadku wypadku, z możliwością wskazania położenia pojazdu, a także informowanie służb ratowniczych w czasie rzeczywistym o warunkach ruchu drogowego takich jak natężenie, a także czas podróży. Powoduje to oczywiście wzrost ceny samego urządzenia. Ogromną wadą transpondera GNSS jest konieczność zastosowania stałego źródła zasilania.

Rys.4. Przykład transpondera wykorzystywanego przez użytkowników systemu Toll collect w Niemczech [29]



Główną wadą tego systemu jest sam nadajnik GPS, na błędy w pozycjonowaniu wpływają warunki atmosferyczne, a także gęsta zabudowa miasta. Czynniki te powodują, że błąd pozycjonowania może nawet wynieść 300 metrów.

Zalety systemu opartego na technologii GNSS:

- łatwa możliwość rozszerzenia działania systemu na nowe drogi, bądź na drogi niższej kategorii,

- opłaty pobierane podczas płynnego ruchu pojazdów, czyli bez potrzeby zatrzymywania się,
- krótki czas wprowadzania systemu dla nowych państw,
- możliwość rozbudowy urządzenia w zakresie bezpieczeństwa,
- brak kosztownej infrastruktury naziemnej,
- możliwość przekazywania danych na potrzeby systemów zarządzania flotą pojazdów,

- możliwość różnicowania stawek za przejazd zależnie od pojazdu, pory dnia lub roku i klasy drogi po której się porusza.

System GNSS posiada wiele wad takich jak:

- konieczność uwzględnienia dodatkowych operatorów co podnosi koszty,
- konieczność aktualizowania urządzenia OBU,
- duży koszt urządzenia OBU,
- stałe źródło zasilania dla transpondera OBU,
- błędy pozycjonowania systemu GPS,
- wpływ warunków atmosferycznych,
- okresowe braki sygnału w miastach powodowane zabudową.

Reasumując system oparty na technologiach satelitarnych GNSS jest systemem innowacyjnym i na pewno wizją przyszłości. Pomimo swoich wad znalazł swoje zastosowania w paru krajach Europy i się tam sprawdza. System ten polecany jest dla krajów, które planują objąć opłatą drogową dużą liczbę dróg o różnej klasie. Jest to jedyny system, który pozwala na wprowadzenie jednego systemu dla krajów europejskich [3].

4. HYBRYDA TECHNOLOGII GNSS I DSRC

System, którego celem jest zintegrowanie obu działających systemów poboru opłat, a więc systemu DNSS i DSRC. Choć nie został jeszcze wprowadzony do użytku, jedynie testowany na terenie Czech, budzi duże zainteresowanie. Jego celem jest uzyskanie synergii zalet, a także niwelowanie wad poszczególnych systemów.

Założenia tego systemu jest praca w systemie DSRC na autostradach i przełączanie się na system aktywnej

THE TECHNOLOGIES USED IN THE ELECTRONIC TOLLS SYSTEM

Summary

The purpose of this paper is to present the characteristics of electronic toll collection system. In this paper I present the principle of operation, advantages and disadvantages of electronic systems based on different technological solutions.

nawigacji satelitarnej na drogach o niższej kategorii z dużą ilością zjazdów. Niweluje to konieczność budowy wielu bramownic przy drogach drugorzędnych [3].

5. PODSUMOWANIE

Większość państw członkowskich Unii Europejskiej stosuje systemy oparte na technologii DSRC, z wyjątkiem Niemiec i Słowacji.

Przy wprowadzaniu systemu poboru opłat należy najpierw wybrać wersję opartą na technologii, która najlepiej pasuje do specyfiki i wymagań danego kraju. System powinien spełniać wymogi takie jak:

- łatwość obsługi, możliwie bezobsługowy dla użytkowników,
- niezawodność, biorąc pod uwagę takie czynniki jak awaryjność i wpływ na warunki atmosferyczne,
- długofalowe koszty operacyjne, czyli koszty konserwacji i zarządzania infrastrukturą,
- niezaprzeczalność przejazdu, możliwość sprawdzenia przejazdu podczas reklamacji przez użytkownika,
- kompatybilność, czyli możliwość integracji z systemami w innych państwach,
- skalowalność, tj. możliwość jej dowolnej rozbudowy,
- bezpieczeństwo danych, tj. zapewnienie pełnej poufności informacji o użytkownikach dróg.

LITERATURA

- [1] Przegląd ITS.: nr 18 czerwiec 2009
- [2] www.toll-collect.de
- [3] Gordon R.: Intelligent Freeway Transportation Systems. Springer 2009
- [4] Przegląd ITS.: nr 5 maj 2008
- [5] Praca zbiorowa pod redakcją Eryka Kłossowskiego.: E-myto. Raport otwarcia. Instytut Jagielloński