

Tomasz Kamiński, Michał Niezgoda, Paula Razin

Instytut Transportu Samochodowego

Andrzej Świderski

Wojskowa Akademia Techniczna

Przemysław Filipek

Politechnika Lubelska

WDRAŻANIE MIEJSKICH SYSTEMÓW ITS

Rękopis dostarczono, grudzień 2016

Streszczenie: W artykule opisano najważniejsze efekty związane z wdrożeniem systemu ITS w mieście. Opisano również najważniejsze elementy systemu, występujące w większości tego typu systemów na świecie. Dobór każdego z elementów wymaga jednak zdefiniowania wymagań i oczekiwań zamawiającego, powołania zespołu projektowego, zapewnienia finansowania projektu i aktywnej współpracy z jego wykonawcą od etapu planowania, przez etap dostrajania, aż po oddanie systemu do użytku. Artykuł stanowi wstęp do dyskusji na temat efektywnego wdrażania systemów ITS w miastach.

Artykuł powstał w ramach programu Rozwój Innowacji Drogowych (RID) zorganizowanego i finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju i Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad (umowa nr DZP/RID-I-41/7/NCBR/2016).

Słowa kluczowe: transport, systemy ITS, FRAME

1. WPROWADZENIE

W okresie ostatnich kilku lat w wielu polskich miastach wdrożono systemy sterowania i zarządzania ruchem, wykorzystujące nowoczesne technologie teleinformatyczne, w połączeniu z infrastrukturą transportową i pojazdami. Systemy te noszą wspólną nazwę systemów ITS (ang. *Intelligent Transportation Systems*). Celem ich wdrażania jest poprawa efektywności i bezpieczeństwa procesów transportowych oraz ochrona środowiska naturalnego. Systemy te można rozbudowywać i uzupełniać na przykład o moduły informacji pasażerskiej, informacji o dostępnych miejscach parkingowych, systemy monitoringu wizyjnego, podsystem zarządzania transportem publicznym, a także elementy systemu zarządzania kryzysowego w postaci modułu zarządzania zdarzeniami drogowymi. Efektami

wdrażania systemów ITS może być skrócenie czasu przejazdu i/lub poprawa płynności ruchu, zdefiniowana jako zmniejszenie liczby zatrzymań pojazdów na wybranym odcinku drogi. Systemy ITS, poprzez sterowanie potokiem pojazdów, mogą redukować prędkość na wybranych odcinkach drogi (np. charakteryzujących się wysoką liczbą kolizji i wypadków, przed ich wdrożeniem), a także zmniejszać amplitudę tej prędkości, co będzie sprzyjało poprawie bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Systemy ITS stanowią najefektywniejsze finansowo narzędzie poprawy płynności i bezpieczeństwa ruchu drogowego, umożliwiając uzyskanie wysokich wskaźników uzyskanych efektów w stosunku do ceny zastosowanego rozwiązania. Ich wdrażanie musi być jednak poprzedzone analizą dostępnego wyposażenia, analizą potrzeb zamawiającego systemu, opracowaniem koncepcji systemu w oparciu o dostępne technologie, właściwym wdrożeniem systemu, jego dostrojeniem i odpowiednim użytkowaniem. Celem rozwiązań ITS jest maksymalne wykorzystanie sieci drogowej poprzez optymalizację, dzięki efektywniejszemu sterowaniu i zarządzaniu ruchem, przy zachowaniu stawianych celów strategicznych dla szeroko rozumianego systemu transportowego w mieście. W artykule opisano pokrótce efekty działania Komitetu ds. Architektury i Standaryzacji działającego przy Stowarzyszeniu ITS Polska, który opracował dokument, którego celem jest zwrócenie uwagi na najczęstsze problemy występujące podczas wdrażania systemów ITS. W dokumencie podano przykładowe rozwiązania tych problemów.

Jednym z rozwiązań, które umożliwiają usystematyzowane podejście do problemu wdrażania systemów ITS jest zastosowanie europejskiej architektury FRAME. Takie podejście może się jednak okazać trudne (ze względu na złożoność problemu) dla zamawiającego systemu, a krótki czas jaki pozostaje na realizację systemu (często jest to kilkanaście miesięcy), może uniemożliwić pełne wykorzystanie metody FRAME.

W związku z tym w artykule opisano, zaproponowane w Kodeksie Dobrych Praktyk, podejście polegające na odpowiednim zaplanowaniu projektu, określeniu istotnych elementów specyfikacji stanowiącej element zamówienia oraz odpowiedniej realizacji projektu.

Zaproponowane podejście do wdrażania systemów ITS może ułatwić zaplanowanie, realizację i późniejsze użytkowanie tych systemów. Nie stanowi jednak pełnego algorytmu postępowania, w którym przewidziano wszystkie możliwe rozwiązania i zdefiniowano wszelkie możliwe problemy oraz sposób ich rozwiązania.

Wdrażanie systemów ITS jest najefektywniejszym rozwiązaniem umożliwiającym poprawę sytuacji transportowej w mieście i w jego okolicach, bez konieczności ponoszenia ogromnych nakładów na budowę drogiej infrastruktury drogowej. Wdrażanie tych systemów stanowi jednak złożony problemem z obszaru zaawansowanych technologii. Mimo, że w systemach ITS stosowane są narzędzia i rozwiązania informatyczne, systemy te nie są jednak projektami informatycznymi i wymagają przede wszystkim znajomości zagadnień z zakresu organizacji ruchu, sterowania i zarządzania ruchem, zarządzania transportem publicznym, a także automatyki przemysłowej.

Do efektów zastosowania rozwiązań ITS należą:

- optymalizacja przepustowości istniejącej sieci drogowej, bez konieczności jej przebudowy i rozbudowy, dzięki zastosowaniu kamer i czujników, sygnalizacji świetlnych współpracujących z centrum zarządzania ruchem, tablic zmiennej treści, czy urządzeń pokładowych w pojazdach transportu publicznego,
- poprawa płynności ruchu przez redukcję koniecznej liczby zatrzymań pojazdów,

- poprawa bezpieczeństwa ruchu drogowego na skutek redukcji prędkości pojazdów, amplitudy zmian prędkości, jak również skrócenie czasu dojazdu służb ratowniczych i ograniczenie czasu powrotu do stanu normalnego,
- skrócenie czasu przejazdu pojazdów transportu publicznego oraz użytkowników indywidualnych,
- poprawa komfortu podróżowania,
- zmniejszenie negatywnego oddziaływania pojazdów na środowisko naturalne, poprzez ograniczenie liczby zatrzymań, a co za tym idzie zmniejszenie emisji substancji szkodliwych przez te pojazdy,
- optymalizacja i możliwość ograniczenia kosztów zarządzania pojazdami transportu zbiorowego,
- możliwość symulacji warunków ruchowych dla potrzeb planowania robót drogowych,
- wsparcie dla organizacji imprez masowych, minimalizacja skutków zdarzeń drogowych, czy zarządzanie w sytuacjach kryzysowych.

2. ELEMENTY MIEJSKIEGO SYSTEMU ITS

2.1. CENTRUM STEROWANIA I ZARZĄDZANIA RUCHEM

Centrum sterowania i zarządzania pełni rolę nadrzędną w stosunku do pozostałych podsystemów ITS. W Centrum zapadają operacyjne decyzje wpływające na bieżące funkcjonowanie sygnalizatorów świetlnych na skrzyżowaniach (zmiana czasu trwania cyklu lub rezygnacja z jednego z cykli), w zakresie informacji wyświetlanych na znakach o zmiennej treści i tablicach informacyjnych, w zakresie udzielania priorytetów dla określonych kierunków jazdy itp. Zakres decyzji zapadających w Centrum zależy od kompetencji udzielonych przez właściciela systemu. W dużych centrach zasiadają również osoby decydujące, na miejscu, zarówno o decyzjach związanych z transportem publicznym, jak również związanych z sytuacjami kryzysowymi.

Najważniejszym elementem Centrum jest aplikacja integrująca podsystemy ITS. Wyświetla ona najważniejsze informacje na ścianie graficznej w pokoju operatorskim na tzw. „ścianie graficznej”. W głównym pomieszczeniu centrum znajdują się stanowiska pracy operatorów systemu, a w niektórych przypadkach również operatorów transportu miejskiego, pracowników policji i straży miejskiej. Większe Centra są wyposażane w pokój inżyniera ruchu, salę konferencyjną oraz środki łączności z pozostałymi służbami miejskimi. W skład Centrów może wchodzić również serwerownia i podzespoły zasilania awaryjnego.

2.2. PODSYSTEM STEROWANIA I ZARZĄDZANIA RUCHEM

Podsystem ten realizuje zadania pochodzące z Centrum Sterowania i Zarządzania Ruchem. Na podstawie otrzymywanych informacji zarządza pracą sygnalizatorów świetlnych, co w wyniku synchronizacji ich pracy, przy wykorzystaniu informacji o bieżącym stanie na drodze, umożliwia uzyskanie poprawy efektywności ruchu na poziomie od kilkunastu do na-

wet kilkudziesięciu procent. Jest to związane z zachowaniem synchronizacji pracy sygnalizatorów świetlnych na wybranych ciągach komunikacyjnych (tzw. „zielona fala”), umożliwiającej przejazd wybraną drogą z minimalną liczbą koniecznych zatrzymań.

Zadaniem Podsystemu Sterowania i Zarządzania Ruchem jest także redukcja nadmiernej amplitudy prędkości pojazdów, wpływającej w istotny sposób na bezpieczeństwo ruchu drogowego. Podsystem ten może również wpływać na liczbę pojazdów wjeżdżających do centrum miasta, ograniczając natężenie na drogach dojazdowych, w celu zapewnienia płynności ruchu (optymalizacji) w centrum.

W systemie jest realizowana krótkookresowa i długookresowa optymalizacja wskaźników ruchu, a także prowadzony bieżący monitoring zdarzeń z zastosowaniem monitoringu wizyjnego. Umożliwia to natychmiastową reakcję operatora centrum na niepożądane zdarzenia drogowe.

2.3. PODSYSTEM WSPIERANIA ZARZĄDZANIA TRANSPORTEM PUBLICZNYM

Do bieżących zadań realizowanych w ramach podsystemu należą monitorowanie prawidłowości ruchu i reagowanie na zakłócenia i sytuacje szczególne. System umożliwia generowanie potrzeby priorytetu (np. ze względu na opóźnienie względem rozkładu jazdy, czy stopień wypełnienia pojazdu) i monitorowanie wykorzystania taboru. W systemie gromadzone są dane o czasach przejazdu pojazdów poruszających się w ramach poszczególnych linii komunikacyjnych obsługiwanych, w ramach zapewnienia transportu zbiorowego, co umożliwia wykorzystanie tych danych do lepszego planowania rozkładów jazdy.

2.4. PODSYSTEM PRIORYTETÓW DLA POJAZDÓW TRANSPORTU PUBLICZNEGO

Podsystem priorytetów powinien być zgodny z polityką transportową miasta, a także odpowiadać zasadzie zrównoważonej mobilności poprzez zwiększenie atrakcyjności transportu zbiorowego i skrócenie czasu przejazdu pojazdów transportu publicznego. Podsystem priorytetów umożliwia skrócenie czasu przejazdu pojazdów komunikacji miejskiej na poziomie kilkunastu procent. Zmiana ta może być wywołana w pewnym stopniu w wyniku optymalizacji całego systemu transportowego (jeden z efektów wdrożenia systemu ITS), ale po przekroczeniu pewnej bariery, efekt ten może być uzyskiwany na skutek nieznacznego pogorszenia warunków ruchu dla pojazdów indywidualnych. Efektem takiego działania może być zachęcenie użytkowników indywidualnych do korzystania z komunikacji publicznej (zbiorowej). Efektem zastosowania priorytetów może być optymalizacja wykorzystania floty pojazdów transportu publicznego.

Podsystem priorytetów dla pojazdów transportu publicznego powinien umożliwiać dobór wagi priorytetu (względny, bezwzględny; wysoki, niski, pośredni) w zależności od aktualnych potrzeb. Rozróżnia się dwie metody udzielania priorytetu polegające na zastosowaniu priorytetu centralnego i lokalnego. W przypadku priorytetu centralnego informacja o pojeździe, dla którego ma być udzielony priorytet jest przekazywana do podsystemu

sterowania ruchem, który przy uwzględnieniu aktualnej sytuacji ruchowej udziela priorytetu na zasadach określonych w wyniku swojego działania. Wadą takiego rozwiązania jest opóźnienie w udzieleniu priorytetu sięgające nawet kilku sekund. W przypadku priorytetu lokalnego informacja o nadjeżdżającym pojeździe jest przekazywana bezpośrednio do sterownika sygnalizacji świetlnej. Priorytet jest udzielany bez zbędnej zwłoki, natomiast decyzja o udzieleniu i parametry cyklu sygnalizacji nie uwzględniają informacji o aktualnej sytuacji ruchowej.

2.5. PODSYSTEM INFORMACJI DLA PASAŻERÓW TRANSPORTU PUBLICZNEGO

Każdy rozwinięty system sterowania i zarządzania ruchem powinien być wyposażony w Podsystem Informacji dla Pasażerów Transportu Publicznego. Ułatwia on planowanie podróży, dzięki udostępnieniu aplikacji do planowania podróży (strona WWW, aplikacje mobilne, a także urządzenia informacji przystankowej). System powinien umożliwiać wybór optymalnej trasy dotarcia do wyznaczonego celu, z zapewnieniem informacji o otoczeniu (informacje turystyczne, informacje dla mieszkańców itp.). Dzięki systemowi możliwy jest dobór pojazdów transportu publicznego, z uwzględnieniem przewidywanego czasu przyjazdu na przystanek. Pasażer powinien mieć zapewnione informacje w czasie podróży transportem publicznym poprzez tablice informacyjne wewnątrz pojazdu lub za pośrednictwem innych mediów (np. aplikacje mobilne).

2.6. PODSYSTEM INFORMACJI I ZARZĄDZANIA MIEJSCAMI PARKINGOWYMI

Do telematycznych systemów parkingowych należy zaliczyć:

- system poboru opłat za parkowanie wyposażony w parkomaty,
- system poboru opłat za postój w wydzielonym obszarze ograniczonym fizycznie,
- system informowania o zajętości miejsc parkingowych,
- system weryfikacji stanu opłat i detekcji pojazdów z brakiem opłaty za postój w strefie.

W celu detekcji zajętości miejsc parkingowych stosowane są: pętle indukcyjne, znaczniki (tagi) mikrofalowe, kamery z oprogramowaniem do analizy obrazu, urządzenia działające w zakresie podczerwieni, czujniki elektromagnetyczne z własnym źródłem zasilania.

Podsystem Informacji i Zarządzania Miejscami Parkingowymi może być użyty do zarządzania popytem na miejsca parkingowe w mieście, poprzez obszarowe i czasowe zarządzanie stawką opłat za korzystanie ze stref płatnego parkowania.

2.7. PODSYSTEM INFORMACJI DLA KIEROWCÓW

Systemy ITS będą udostępniały coraz większy zakres informacji dla podróżnych, w tym dla kierowców, co będzie sprzyjało lepszemu wykorzystaniu dostępnej infrastruktury dro-

gowej i będzie skracало czas dojazdu. Oprócz nowoczesnych rozwiązań, w których stosowana jest komunikacja pojazdów z innymi pojazdami oraz dwukierunkowa komunikacja pojazdu z infrastrukturą, stosowane są tradycyjne nośniki informacji dla kierowców. Należą do nich system informacji radiowej RDS (informacje dla kierowców odbierane za pośrednictwem radioodbiornika samochodowego), kanał transmisji cyfrowej DAB+ (ang. *Digital Audio Broadcasting Plus*), a także nowoczesne aplikacje dla smartfonów, w tym systemy wymiany informacji i nawigacji. System DAB+ umożliwia emisję dźwięku cyfrowego, oferując dodatkowe rozwiązania, jak na przykład przesyłanie opisów, obrazów, czy aktualnych informacji o ruchu drogowym dla potrzeb systemów nawigacji samochodowych.

2.8. PODSYSTEMY KONTROLI

Od 1 stycznia 2016 roku wszystkimi formami drogowej kontroli prędkości zajmuje się Centrum Automatycznego Nadzoru nad Ruchem Drogowym (CANARD). Centrum jest komórką organizacyjną Głównego Inspektoratu Transportu Drogowego. Każda decyzja w sprawie zastosowania urządzeń kontroli prędkości wymaga uzgadniania instalacji oraz włączania tego typu urządzeń do CANARD-u, co ogranicza możliwość ich stosowania przez samorządy. Ponadto urządzenia stosowane do kontroli prędkości muszą uzyskać zatwierdzenie typu Głównego Urzędu Miar.

Wyróżnia się dwa rodzaje pomiaru prędkości – pomiar prędkości chwilowej i pomiar odcinkowy. Pomiar prędkości chwilowej jest realizowany przy użyciu różnych mediów, np. wiązki mikrofalowej, czy wiązki laserowej. Prędkość odcinkowa jest wyznaczana na podstawie pomiaru czasu przejazdu odcinka drogi objętego pomiarem.

Oprócz pomiaru prędkości wdrażane są obecnie systemy do kontroli przejazdu na czerwonym świetle, a także do wykrywania pojazdów przeciążonych i ponadnormatywnych (systemy ważenia pojazdów).

Systemy kontroli mogą być wyposażane również w: systemy Automatycznego Rozpoznawania Tablic Rejestracyjnych (ARTR), systemy Automatycznego Rozpoznawanie Cech Pojazdów (ARCP) (marka, typ itp.), kamery poglądowe, urządzenia do określania wysokości pojazdów i opcjonalnie tablice zmiennej treści.

2.9. PODSYSTEM MONITOROWANIA WIZYJNEGO DLA POTRZEB ZARZĄDZANIA RUCHEM

W przypadku monitoringu dla potrzeb zarządzania ruchem stosowane są kamery inne niż dla potrzeb monitoringu miejskiego. Rozmieszczenie kamer i dobór urządzeń muszą być dostosowane do potrzeb obserwacji ruchu na drogach. Zaleca się umieszczenie w tym celu jednej kamery obrotowej umożliwiającej obserwację całego skrzyżowania i dróg wjazdowych oraz kamery na każdej drodze dojazdowej. Kamery są używane przez operatorów do oceny sytuacji drogowej, w tym reagowania na sytuacje kryzysowe.

2.10. PODSYSTEM AUTOMATYCZNEGO ROZPOZNAWANIA TABLIC REJESTRACYJNYCH – ARTR

Zadaniem systemu jest rozpoznawanie numerów rejestracyjnych pojazdów na podstawie obrazu z kamer CCTV. Niektóre urządzenia stosowane w tych systemach stanowią zwarte urządzenia zbudowane jako kamera zespolona z jednostką przetwarzania obrazu i rozpoznawania tablicy. Dane z systemu ARTR są wykorzystywane do obliczania średnich czasów przejazdów oraz do wyznaczania tras alternatywnych. Analiza rozkładu ruchu może służyć zarówno do budowy modelu ruchu, jak również do dostrajania systemu sterowania ruchem.

2.11. PODSYSTEM MONITOROWANIA RUCHU POJAZDÓW NA BAZIE BLUETOOTH I WI-FI

W podsystemie Monitorowania Ruchu Pojazdów na bazie Bluetooth i Wi-Fi może być dokonywany pomiar czasów przejazdu oraz może być badany rozkład ruchu na skrzyżowaniu. System nie nadaje się jednak do pomiaru natężenia ruchu, ponieważ może być obciążony istotnym błędem pomiaru. Zaletą systemu jest jednak znacznie niższa cena niż w przypadku systemu ARTR.

2.12. PODSYSTEM OSŁONY METEOROLOGICZNEJ

Zadaniem podsystemu Osłony Meteorologicznej jest ostrzeganie o zagrożeniach na drodze. System składa się z jednej lub kilku drogowych stacji meteorologicznych wyposażonych w czujniki opadów, wiatru, przejrzystości powietrza, stanu nawierzchni itd., umieszczonych w newralgicznych punktach sieci drogowej, do których należą mosty, wiadukty itp.

2.13. INFRASTRUKTURA TELEKOMUNIKACYJNA STOSOWANA W ITS

W zależności od przyjętego systemu łączności stosowane mogą być połączenia kablowe/światłowodowe lub systemy radiowej transmisji danych. W zależności od potrzeb możliwe jest również stosowanie systemu hybrydowego, łączącego zalety obu rozwiązań. W przypadku infrastruktury stacjonarnej stosowane są:

- sieci kablowe,
- sieci światłowodowe,
- łącza mikrofalowe punkt-punkt,
- łącza z wykorzystaniem podczerwieni - Irda (łącza dla urządzeń o zasięgu bliskim),
- laserowe łącza optyczne.

W przypadku infrastruktury ruchomej stosowane są:

- łącza z wykorzystaniem sieci GSM/UMTS/LTE,

- systemy GSM-R (głównie w systemach kolejowych),
- sieci Wi-Fi punkt-wielopunkt,
- urządzenia Bluetooth, ZigBee i RFID,
- systemy TETRA (sieci dyspozytorskie i zarządzania kryzysowego),
- systemy WiMax.

W systemach usługowych i informacyjnych dla użytkowników stosowane są:

- sieci internetowe,
- radio cyfrowe DAB+,
- sieci sensorowe (sieci czujników).

3. ZASTOSOWANIE METODY FRAME

Ze względu na obszerny zakres zagadnienia zastosowania metody FRAME w ramach pracy opisano pokrótce ramowy sposób postępowania przy jej zastosowaniu. Europejska ramowa architektura ITS FRAME jest rozwijana od 2000 roku i stanowi usystematyzowane podejście do budowy aplikacji ITS. Jej zastosowanie wspiera zapewnienie integracji i kompatybilności rozwiązań, umożliwiając łatwiejsze wdrażanie usług ITS przez różnych dostawców. W ramach zaproponowanej metodologii wyróżniono 4 główne kroki [3]:

1. określenie wymagań użytkowników,
2. określenie architektury funkcjonalnej systemu, polegające na dopasowaniu do wymagań użytkownika, możliwych funkcji ich realizacji i przepływów między nimi.
3. określenie architektury fizycznej, polegające na zdefiniowaniu podsystemów i modułów oraz ich lokalizacji i przepływów między nimi,
4. określenie architektury systemu łączności, czyli środków wymiany informacji między różnymi częściami systemu zarządzania ruchem oraz podmiotami zewnętrznymi.

Do głównych grup wymagań użytkowników należą:

- dostarczanie informacji przed podróżą (informacje statyczne, planowanie przejazdu, utrudnienia, zatory),
- dostarczanie informacji w trakcie podróży (informacja przystankowa, informacje wyświetlane wewnątrz pojazdu, informacje dla aplikacji mobilnych, informacja o parkingach),
- zarządzanie ruchem (optymalne w danej sytuacji i zgodne z przyjętymi priorytetami),
- zarządzaniem transportem towarów (transport w obrębie aglomeracji miejskich),
- zarządzanie transportem publicznym (zgodne z polityką transportową miasta, priorytety),
- elektroniczny system poboru opłat (pobór opłat, a także zarządzanie popytem),
- egzekwowanie prawa (punktowa i odcinkowa kontrola prędkości pojazdu, kontrola przejazdu na czerwonym świetle, kontrola obecności w niedozwolonych obszarach, systemy dynamicznego ważenia pojazdów),
- zarządzanie bezpieczeństwem i działaniami kryzysowymi (systemy informacji drogowych i ostrzegania, ograniczenia prędkości, także systemy wspomagające prowadzenie akcji ratunkowej i powrót do stanu normalnego),

- dostarczanie informacji do pojazdu i wymiana informacji między pojazdami I2V i V2V (m. in. informacja o utrudnieniach i zagrożeniach).

Pierwszym etapem zastosowania podejścia FRAME jest określenie wymagań użytkowników, do których należą użytkownicy dróg i pozostałej infrastruktury miasta (w tym piesi). Do użytkowników należą również zarządzający miastem, służby miejskie, służby ratunkowe, zarządzający transportem publicznym, itd. W ramach niniejszego etapu analizy należy określić katalog oczekiwań/wymagań względem systemu ITS, ale bez definiowania urządzeń czy systemów ITS, które będą te funkcje realizowały.

Podejście FRAME rozróżnia punkty widzenia (ang. *viewpoints*), w ramach których system ITS opisywany jest w ramach perspektyw. Funkcjonalny punkt widzenia definiuje funkcje systemu ITS niezbędne do wypełnienia określonych, w ramach wcześniejszej analizy, wymagań użytkowników. Kolejnym etapem jest przyporządkowanie wymaganiom funkcjonalnym jednostek fizycznych, które będą realizowały zdefiniowane w poprzednim etapie funkcje systemu. Zdefiniowanie funkcji systemu, a następnie dopiero jednostek fizycznych umożliwia uniezależnienie systemu ITS od technologii, która będzie określona dopiero w następnym etapie (niezależność technologiczna). Komunikacyjny punkt widzenia stanowi komunikacyjną architekturę systemu, zapewniającą wymianę danych i informacji między elementami systemu ITS a światem zewnętrznym.

Kolejnym etapem zastosowania metody FRAME jest wykonanie analizy: organizacyjnej, wdrożeniowej, kosztów i ryzyka. W ramach analizy organizacyjnej określany jest właściciel, zarządca i operator modułów, podsystemów ITS i strumieni danych. W zależności od przyjętego rozwiązania operatorem systemu może być podwykonawca (któremu powierzono rolę operatora) lub właściciel systemu. Analiza wdrożeniowa stanowi plan implementacji systemu. Analiza kosztów umożliwia określenie oczekiwanych korzyści w odniesieniu do planowanych nakładów finansowych, natomiast analiza ryzyka umożliwia określenie zagrożeń związanych z wdrożeniem systemu ITS. W szczególności pozwala na określenie zagrożeń i sposobów ich minimalizacji.

4. PODSUMOWANIE

Większość dużych miast w Polsce wdrożyła już systemy ITS. Jednym z wyjątków jest Warszawa, w której trwają przygotowania do tego przedsięwzięcia. W związku z wdrażaniem nowej perspektywy budżetowej UE niedługo rozpoczną się przygotowania do wdrażania systemów ITS w mniejszych miastach.

Niniejszy artykuł stanowi wstęp do dyskusji na temat sposobu wdrażania i utrzymania systemów ITS, ich późniejszej rozbudowy o kolejne elementy ułatwiające sprawne przemieszczanie się mieszkańców miast i pozostałych użytkowników miejskiej sieci drogowej oraz sieci parkingów. W artykule zwrócono uwagę na podstawowe kwestie jakimi są: odpowiednie planowanie projektu oraz jego realizację (przy współpracy z wykonawcą).

Bibliografia

1. Kamiński T.: Praca zbiorowa pt. „KODEKS DOBRYCH PRAKTYK efektywnego wdrażania Inteligentnych Systemów Transportowych”. Polski Kongres ITS, Warszawa 2015.
2. Kamiński T.: Praca zbiorowa pt. „Kodeks Dobrych Praktyk (cz. II). Wdrażanie miejskich systemów ITS”. Polski Kongres ITS, Warszawa 2016.
3. Kasprzak W., Olszewski P.: Architektura informatyczna systemów ITS, Zeszyty Naukowe Warszawskiej Wyższej Szkoły Informatyki, Zeszyt 5/2011.
4. Nowacki G. (red.): Telematyka transportu drogowego, ITS, Warszawa 2008.

IMPLEMENTATION OF URBAN ITS SYSTEMS

Summary: The article describes the most important effects associated with the implementation of the ITS system in the city. Also described is the most important system components common to most of these systems in the world. Selection of each components requires a defined requirements and expectations of the customer, creation of the project team, to provide project financing and active cooperation with the contractor from the planning stage, the stage of fine-tuning, after implementation the system into operation. Article provides access to discussions on the effective implementation of ITS in cities.

This article was written in connection with Innovation Development Road (RID) program organized and funded by the National Research and Development Centre and the General Directorate for National Roads and Highways (contract No. DZP/RID -I -41/7/NCBR/2016).

Keywords: transport, ITS systems, FRAME