

Kodeks Dobrych Praktyk (cz. II)

Wdrażanie miejskich systemów ITS

Szanowni Państwo !

Niniejszy dokument został opracowany przez Komitet ds. Architektury i Standaryzacji ITS (KASI), działający przy Stowarzyszeniu ITS POLSKA. Przewodniczącym Komitetu jest dr inż. Tomasz Kamiński – kierownik Centrum Telematyki Transportu Instytutu Transportu Samochodowego.

Opracowanie to stanowi syntetyczny zbiór informacji wynikających z doświadczeń, wiodących instytucji naukowo-badawczych oraz wykonawców wdrażających systemy ITS w naszym kraju, działających w ramach Komitetu ds. Architektury i Standaryzacji ITS przy Stowarzyszeniu ITS Polska (KASI). Jest on rozwinięciem i uzupełnieniem dokumentu przedstawionego na Polskim Kongresie ITS w 2015 roku, rozszerzającym opis funkcjonalności i struktury systemów miejskich. W dokumencie omówiono pokrótce wszystkie istotne elementy występujące we współczesnych miejskich systemach ITS.

Wdrażając systemy ITS należy liczyć się z koniecznością uwzględnienia pożądanych funkcjonalności i dostosowania struktury systemu oraz doboru podsystemów, przy uwzględnieniu warunków lokalnych i specyfiki miasta. Projektując Centrum Zarządzania Ruchem należy mieć świadomość różnic między sterowaniem, a zarządzaniem. Drugie z tych pojęć ma szersze znaczenie i nie ogranicza się do prostych czynności związanych z procesem synchronizacji i sterowania realizowanego w poszczególnych systemach ITS. Zarządzanie powinno uwzględniać politykę transportową miasta, w tym zasadę (przyjętą często przez miasto) zrównoważonej mobilności poprzez zwiększenie atrakcyjności transportu publicznego i skrócenie czasu przejazdu pojazdów transportu publicznego. Powinno też obejmować wspomaganie administrowania transportem zbiorowym, zarządzanie infrastrukturą drogową, czyli obejmować szereg procesów realizowanych w ramach ogólnie pojętego zarządzania transportem w mieście. Mówiąc o „Inteligentnych Systemach Transportowych” należy pamiętać, że sposób ich działania wynika z zaprogramowanych norm i zasad, modyfikowanych w trakcie działania przez operatorów. Dzięki procesom kognitywnym (poznawczym), zarówno sam system pozyskuje informacje o sytuacji drogowej, dostosowując swoje działanie do aktualnych warunków drogowych, ale również operatorzy mogą na bieżąco zmieniać jego parametry obserwując krótko- i długookresowe zmiany na drodze. Pozwala to w sposób optymalny, w danych warunkach, wykorzystać możliwości systemów ITS.

I. Rola systemu ITS w mieście

Rola systemu ITS działającego w mieście polega na:

- a. wspieraniu realizacji polityki transportowej miasta, w tym zrównoważonej mobilności poprzez zwiększenie atrakcyjności transportu publicznego i skrócenie czasu przejazdu pojazdów transportu publicznego,
- b. wspomaganiu zarządzania transportem zbiorowym, w tym optymalizacji i redukcji kosztów zarządzania taboru transportu zbiorowego,
- c. wspomaganiu zarządzania infrastrukturą drogową,
- d. optymalizacji przepustowości istniejącej sieci drogowej poprzez obserwację i regulowanie z wykorzystaniem narzędzi telematycznych:
 - czujników instalowanych w pasie drogowym,
 - sygnalizacji świetlnej,
 - tablic zmiennej treści,
 - urządzeń pokładowych itd.
- e. upłynnieniu ruchu, w tym redukcji liczby zatrzymań pojazdów oraz zmian ich prędkości, w ramach aktualnej infrastruktury drogowej,
- f. poprawie bezpieczeństwa ruchu drogowego, w tym skróceniu czasu dojazdu służb ratowniczych i skróceniu czasu powrotu do stanu normalnego,
- g. poprawie komfortu podróżowania, poprzez informowanie za pomocą różnych mediów o warunkach ruchu i parkowania,
- h. poprawie warunków środowiskowych, ograniczeniu emisji substancji szkodliwych przez pojazdy oraz zmniejszeniu konsumpcji energii,
- i. wykorzystaniu symulacji do planowania robót drogowych, organizacji imprez masowych, reakcji na zdarzenia drogowe i sytuacje kryzysowe,
- j. wspieraniu, poprzez symulacje i zastosowanie innych narzędzi planistycznych dostarczanych przez ITS, długofalowego planowania przyszłych warunków ruchowych.

II. Potencjalne komponenty miejskiego systemu ITS

- a. **Centrum sterowania i zarządzania** – może zawierać następujące elementy:
 - aplikacja integrująca podsystemy systemu zarządzania ruchem,
 - stanowiska operatorów i „ścianę graficzną”,
 - stanowiska pracy dla operatorów transportu miejskiego,
 - stanowiska pracy dla policji i straży miejskiej,
 - salę konferencyjną,
 - pokój inżyniera ruchu,
 - środki łączności,
 - serwerownię,
 - zasilanie rezerwowe.

ITS POLSKA

Adres biura: ul. Trębacka 4 lok. 111, 00-074 Warszawa
tel. +48 22 630 99 09, fax +48 22 630 99 12
e-mail: sekretariat@itspolska.pl

Członkostwo:



- b. **Podsystem sterowania ruchem** – do zadań podsystemu należy:
- automatyczne sterowanie sygnalizacjami na obszarze jego oddziaływania (badania pokazują, że w wyniku prawidłowego wdrożenia podsystemu można uzyskać poprawę efektywności sterowania, w zależności od uwarunkowań, od 15% do nawet 50% w sensie skrócenia czasów przejazdu),
 - krótkookresowa i długookresowa optymalizacja wskaźników ruchu,
 - zdalny nadzór stanu ruchu z zastosowaniem monitoringu wizyjnego,
 - możliwość bezzwłocznych interwencji operatora,
 - monitoring urządzeń.
- c. **Podsystem wspierania zarządzania transportem publicznym**
- monitorowanie prawidłowości ruchu,
 - reagowanie na zakłócenia i sytuacje szczególne,
 - monitorowanie wykorzystania taboru,
 - generowanie potrzeby priorytetu (np. ze względu na opóźnienie względem rozkładu jazdy, stopień wypełnienia pojazdu itp.),
 - gromadzenie danych dla potrzeb planowania rozkładów jazdy.
- d. **Podsystem priorytetów w ruchu dla transportu publicznego** – implementacja pozwala na:
- skrócenie czasu przejazdu pojazdów komunikacji miejskiej (poprawne wdrożenie podsystemu pozwala na uzyskanie skrócenie czasu przejazdu rzędu kilkunastu procent),
 - optymalizacja wykorzystania floty pojazdów,
 - uatrakcyjnienie komunikacji zbiorowej,
 - dobór wagi priorytetu (względny, bezwzględny; wysoki, niski, pośredni) w zależności od aktualnych potrzeb.

Metody realizacji priorytetu:

- priorytet centralny:
 - pojazd przekazuje informację o swoim położeniu do podsystemu zarządzania transportem publicznym (SZTP),
 - SZTP wysyła do podsystemu sterowania ruchem (SSR) komunikat o potrzebie udzielenia priorytetu na wskazanym skrzyżowaniu lub ich grupie,
 - SSR uwzględniając aktualną sytuację ruchową i w zależności od parametrów zdefiniowanych przez operatora wysyła do sterownika (lub grupy sterowników) polecenie realizacji priorytetu,
 - sterownik sygnalizacji ulicznej przechodzi do realizacji priorytetu na polecenie otrzymane z SSR, udzielając w zależności od potrzeb priorytetu bezwarunkowo lub warunkowo, z zachowaniem wymogów bezpieczeństwa,
 - zalety:
 - możliwość dostosowania priorytetu do aktualnej sytuacji ruchowej,
 - możliwość równoczesnej realizacji priorytetu na jednym, skrzyżowaniu i przygotowywania priorytetu na następnych,
 - możliwość optymalizacji decyzji przydzielenia priorytetu przy kilku równoczesnych żądaniach,
 - dopuszczenie możliwości ingerencji operatora,
 - automatyzacja procesu przygotowywania trasy przejazdu dla pojazdów uprzywilejowanych,
- wady:
 - opóźnienie przepływu informacji na drodze od pojazdu do sterownika o ok. 1-3 s (w zależności od zastosowanej technologii),
 - wrażliwość na zakłócenia transmisji,
 - niedziałanie priorytetu przy braku transmisji pomiędzy systemem a sterownikiem.
- priorytet lokalny:
 - pojazd w momencie osiągnięcia określonego punktu trasy przekazuje (najczęściej drogą radiową) informację o swoim położeniu do sterownika sygnalizacji ulicznej,
 - sterownik dostosowuje program i w odpowiednim momencie przechodzi do realizacji fazy priorytetowej,
 - sterownik, po otrzymaniu informacji o przejeździe lub po określonym czasie, zamyka fazę priorytetową i wraca do obsługi innych żądanych grup sygnałowych,
 - realizacja priorytetu może być uzależniona od wytycznych otrzymywanych z centrum,
 - zalety:
 - możliwość działania bez systemu sterowania ruchem,
 - możliwość zastosowania w systemach niedziałających w trybie on-line (jako że priorytet centralny jest wtedy niemożliwy),
 - minimalizacja opóźnień kanału transmisji,
- wady:
 - wyższy koszt,
 - brak możliwości realizacji bardziej skomplikowanych algorytmów,
 - utrudniona ingerencja operatora,
 - w przypadku transmisji radiowej – wrażliwość na zakłócenia.

- e. **Podsystem informacji dla pasażerów transportu publicznego** – celem jest dostarczanie aktualnej informacji (w czasie rzeczywistym) o możliwości realizacji przejazdów pojazdami transportu publicznego z uwzględnieniem przewidywanego czasu przyjazdu na przystanek. System zapewnia:
- informacje przed podróżą (aplikacje mobilne, informacja przystankowa, strona WWW),
 - informacje dla pasażera w czasie podróży transportem publicznym (aplikacje mobilne, informacja przystankowa, informacja wewnątrz pojazdu),
 - nawigacja (wskazywanie optymalnej trasy dotarcia do wyznaczonego celu) z elementami informacji o otoczeniu (turystyka, informacje dla mieszkańców itp.).
- f. **Podsystem zarządzania miejscami parkingowymi**
 W ramach telematycznych systemów parkingowych można wyróżnić:
- system poboru opłat za parkowanie w wyznaczonym obszarze wyposażony w parkomaty,
 - system poboru opłat parkingowych za postój w wydzielonym obszarze ograniczonym fizycznie (z bramą wjazdową - wyjazdową),
 - system informowania o zajętości miejsc parkingowych w otwartej przestrzeni miejskiej,
 - system weryfikacji stanu opłat i detekcji pojazdów nieopłacających postoju w strefie.
- Ze względu na zróżnicowanie i dynamikę ruchu w obszarach miejskich systemy parkingowe powinny uwzględniać możliwość wykorzystywania różnych czujników i metodologii pomiaru. Stosowane są między innymi:
- pętle indukcyjne,
 - tagi mikrofalowe,
 - kamery z analizą obrazu,
 - urządzenia działające w zakresie podczerwieni,
 - czujniki elektromagnetyczne z własnym źródłem zasilania.
- g. **Podsystem informacji dla kierowców, z uwzględnieniem poszczególnych grup pojazdów:**
- tradycyjny system transmisji informacji radiowej – RDS,
 - kanal transmisji cyfrowej DAB+, w tym informacje dla kierowców (np. zagrożenia) i mapy dojazdu,
 - nowoczesne aplikacje dla smartfonów, w tym systemy wymiany informacji i nawigacji, dedykowane dla poszczególnych rodzajów pojazdów (osobowe, ponadgabarytowe, ADR, itp.).
- h. **Podsystemy kontroli**
- kontrola prędkości - wszystkie formy prawnej kontroli prędkości od 1 stycznia 2016 zostały przydzielone do Centrum Automatycznego Nadzoru nad Ruchem Drogowym (CANARD) jako komórki organizacyjnej Głównego Inspektoratu Transportu Drogowego. Wadą tego rozwiązania jest konieczność każdorazowego uzgadniania instalacji oraz włączania tego typu urządzeń do CANARD-u, co ogranicza możliwość ich stosowania przez samorządy. Rozwiązanie tego problemu wymaga zmian legislacyjnych w tym obszarze,
 - urządzenia stosowane do kontroli prędkości muszą uzyskać zatwierdzenie typu wydawane przez Główny Urząd Miar,
 - wyróżniamy dwa rodzaje kontroli prędkości:
 - pomiar prędkości chwilowej,
 - pomiar prędkości średniej na danym odcinku.
- Pomiar prędkości chwilowej dodatkowo może być wykonywany przy użyciu:
- urządzeń stacjonarnych,
 - urządzeń mobilnych.
- Prędkość chwilowa jest mierzona przy użyciu różnych mediów:
- wiązki mikrofalowej,
 - wiązki laserowej,
 - pętli indukcyjnej.
- Prędkość średnia na odcinku jest ustalana na podstawie pomiaru czasu przejazdu odcinka z punktu A do punktu B przy znanej długości drogi. Pomiar długości odcinka powinien być wykonywany przez Okręgowy Urząd Miar.
- kontrola przejazdu na czerwonym świetle – urządzenie wykrywa przypadki przekroczenia linii zatrzymania na wlocie skrzyżowania lub przy przejściu dla pieszych w trakcie wyświetlania sygnału czerwonego. Należy zaznaczyć, że:
 - sama implementacja, połączona z akcją medialną, powoduje zmianę zachowania kierowców i w efekcie istotny spadek liczby wykroczeń, wypadków, a także ogranicza ich skutki,
 - warto tu podkreślić brak sformalizowanych wymagań w tym obszarze i w efekcie występowanie na rynku rozwiązań o bardzo różnej jakości, w tym jakości materiału dowodowego. Celowe jest uwzględnienie tego przy wyborze rozwiązania,
 - istotnym parametrem jest dobór czasu opóźnienia rozpoczęcia rejestracji względem początku wyświetlania sygnału czerwonego. Bazując na doświadczeniach zagranicznych można założyć opóźnienie wynoszące 0,6 s.
 - wykrywanie pojazdów przeciążonych i ponadnormatywnych – składa się z następujących elementów:
 - czujniki mierzące nacisk koła na nawierzchnię drogi (czujniki kwarcowe, piezoelektryczne lub mechaniczne – platformy wagowe),
 - kamery ARTR (automatyczne rozpoznawanie tablic rejestracyjnych) lub ARCP (automatyczne rozpoznawanie cech pojazdów, jak marka, typ itp.),
 - kamery poglądowe (ogólne), służące do rozpoznawania koloru pojazdu,
 - pętle indukcyjne służące do pomiarów prędkości, liczby i rozmieszczenia osi oraz łącznych długości pojazdów,

- o urządzenia służące do określenia wysokości pojazdów (np. skanery, czujniki podczerwieni),
 - o sterownik opracowujący dane z czujników, kamer i pętli, tworzący raporty o pojazdach oraz przygotowujący raporty statystyczne,
 - o opcjonalnie – Tablica Zmiennej Treści (TZT) informująca kierowcę o przeciążeniu pojazdu.
 - kontrola nieuprawnionego i niewłaściwego parkowania – zawiera serwer oraz urządzenia w terenie do wykrywania:
 - o przypadków braku uprawnień:
 - kamery ARTR,
 - znaczniki RFID (identyfikatory odczytywane drogą radiową).
 - o parkowania w miejscach niewłaściwych lub z przekroczeniem dozwolonego czasu postoju:
 - wideodetekcja z modułem analizy zdarzeń,
 - czujniki parkingowe,
 - pętle indukcyjne.
 - monitorowanie pasów autobusowych – sposób realizacji zależy od wymagań lokalnych (np. dopuszczenie ruchu taksówek, motocykli lub rowerów). Z reguły wykorzystywane technologie to:
 - o kamery ARTR lub ARCP, porównujące odczytany numer rejestracyjny z bazą danych,
 - o wideodetekcja z rozpoznawaniem cech pojazdu,
 - o kamery stałe, mobilne,
 - o wykorzystanie zainstalowanych z przodu i tyłu autobusu kamer obserwujących pas autobusowy.
- Problemem jest brak precyzyjnych uregulowań prawnych w tym zakresie.
- kontrola wjazdu do stref ograniczonego ruchu – systemy kontroli wjazdu służą do egzekwowania przepisów związanych z tworzeniem stref ograniczonego dostępu. Takie strefy istnieją obecnie w wielu polskich miastach, np. w Warszawie lub Poznaniu. Odmianami są strefy ograniczonego wjazdu dla pojazdów powyżej określonej DMC (Dopuszczalna Masa Całkowita) lub strefy zakazu ruchu w obszarach historycznych centrów miast, np. Trakt Królewski w Warszawie. W wielu miastach europejskich strefy takie tworzone są również ze względu na klasę emisji spalin w pojazdach lub jako strefy płatnego wjazdu do określonych części miasta. Celem takich działań są głównie ograniczenia ruchu pewnych grup pojazdów, ochrona i zmiana charakteru części miast, a także ograniczenie napływu pojazdów na przykład do centrum miasta. W większości przypadków środki pozyskane w ten sposób są przeznaczone w całości na rozwój infrastruktury zbiorowego transportu publicznego. W tym obszarze stosowane są rozwiązania analogiczne do opisanych w poprzednich dwóch punktach. Na granicach obszaru instalowane są urządzenia detekcyjne (kamery ARTR, czytniki RFID itp.), z których informacje są porównywane z bazą danych.
- i. **Podsystem monitorowania wizyjnego** – dla potrzeb zarządzania ruchem (wymagania inne niż w typowym monitoringu miejskim). Rozmieszczenie kamer i dobór sprzętu muszą być dostosowane do potrzeb obserwacji ruchu na drogach. Zalecanym rozwiązaniem jest:
 - jedna wysoko umieszczona kamera obrotowa zamontowana w miejscu umożliwiającym obserwację wszystkich wlotów oraz tarczy skrzyżowania,
 - kamera stacjonarna na każdym wlocie skrzyżowania.
 - Celowe jest umożliwienie operatorom centrum zarządzania ruchem dostępu do kamer monitoringu wizyjnego miasta oraz operatorom monitoringu miejskiego do kamer stosowanych dla potrzeb zarządzania ruchem, z zachowaniem priorytetu dostępu dla właściciela. Umożliwi to sprawne zarządzanie zasobami, szczególnie w sytuacjach kryzysowych.
- j. **Podsystem automatycznego rozpoznawania tablic rejestracyjnych – ARTR**
 - system opiera się na analizie obrazu zarejestrowanego przez kamerę CCTV. Stosowane są albo kamery specjalizowane, opracowane do rozpoznawania tablic rejestracyjnych, albo typowe kamery telewizji przemysłowej z oprogramowaniem analitycznym poza kamerą. Dobór rodzaju kamer zależy od zastosowań,
 - dane z systemu rozpoznawania tablic są wykorzystywane w systemie ITS do obliczeń średnich czasów przejazdów oraz wyznaczania tras alternatywnych, a także w innych podsystemach ITS. Analiza rozkładu ruchu może służyć do budowy modelu ruchu czy dla dostrajania systemu sterowania ruchem.
- Podsystem występuje także w bardziej rozbudowanej wersji (zwanej ARCP), z dodatkowym rozpoznawaniem cech pojazdów takich jak kategoria czy marka pojazdu. Podsystem wykorzystywany jest także przez służby, takie jak Policja i Straż Miejska.
- k. **Podsystem monitorowania ruchu pojazdów na bazie Bluetooth i Wi-Fi** – realizuje następujące funkcje:
 - pomiar czasów przejazdu,
 - sugerowanie optymalnych tras dojazdu,
 - badanie rozkładu ruchu na skrzyżowaniu,
 - budowa i kalibracja więźby ruchu w mieście.
- Podsystem zbiera dane poprzez zainstalowane na skrzyżowaniach odbiorniki radiowe w paśmie 2,4 GHz odczytujące oznaczniki sygnałów Bluetooth i ewentualnie także WiFi z przejeżdżających pojazdów. Jest to rozwiązanie znacznie tańsze niż ARTR, ponieważ jeden lub dwa odbiorniki mogą odbierać sygnały wszystkich wlotów skrzyżowania i zastąpić kilkanaście kamer. Pomimo bazowania na ograniczonej grupie pojazdów (jako że nie wszystkie mają włączone urządzenia Bluetooth czy WiFi) uzyskuje się dane wystarczające dla analizy czasów przejazdu czy rozkładu ruchu.
- l. **Podsystem osłony meteorologicznej** – jedna lub kilka drogowych stacji meteorologicznych wyposażonych w czujniki opadów, wiatru, przejrzystości powietrza, stanu nawierzchni itd., zlokalizowanych w krytycznych miejscach sieci drogowej, jak mosty, wiadukty itp. Do podstawowych zadań tego systemu należą:

- przekazywanie informacji o wystąpieniu nagłych zjawisk meteorologicznych do podsystemów informacji dla kierowców oraz sterowania ruchem,
- przekazywanie informacji o zaśnieżeniu, czy oblodzeniu nawierzchni do służb zaangażowanych w zimowe utrzymanie,
- informacja o aktualnych warunkach meteorologicznych na dedykowanych tablicach TZT i w aplikacjach mobilnych.

m. Infrastruktura telekomunikacyjna stosowana w ITS:

- w infrastrukturze stacjonarnej:
 - sieci kablowe,
 - sieci światłowodowe,
 - łącza mikrofalowe punkt-punkt,
 - łącza z wykorzystaniem podczerwieni - Irda (łącza dla peryferii o zasięgu bliskim),
 - laserowe łącza optyczne.
- w infrastrukturze ruchomej:
 - łącza z wykorzystaniem sieci GSM/UMTS/LTE,
 - GSM-R (głównie w systemach kolejowych),
 - Wi-Fi punkt-wielopunkt,
 - Bluetooth, Zigbee, RFID,
 - TETRA (sieci dyspozytorskie i zarządzania kryzysowego),
 - WiMax.
- w systemach usługowych i informacyjnych użytkowników:
 - sieci internetowe (również dostępne za pośrednictwem UMTS/LTE),
 - radio cyfrowe DAB+,
 - sieci czujników (sensorowe).

n. Rozwiązania przyszłościowe – pożądana jest otwartość systemu na nowe rozwiązania, takie jak:

- systemy nawigacyjne – wbudowane lub mobilne platformy nawigacyjne oparte o przetwarzanie informacji z systemów nawigacyjnych satelitów geostacjonarnych oraz dane pozyskiwane z serwerów dostawców informacji o ruchu drogowym, czy dedykowane systemy producentów służące do oceny efektywności jazdy (np. system TomTom iEcoMeter). Często wspomagane są również informacjami z systemów informacji dla podróżnych, takimi jak np. TMC czy TPEG,
- systemy informacji dla podróżnych:
 - RDS-TMC – technologia przekazywania informacji o aktualnych warunkach drogowych w ramach analogowego sygnału radiowego, dekodowanego do postaci możliwej do odczytania na wyświetlaczu radia samochodowego,
 - TPEG – technologia przekazywania informacji o aktualnych warunkach drogowych w ramach cyfrowego sygnału radiowego DAB+, mogąca pomieścić znacznie więcej danych niż jej analogowy odpowiednik,
- systemy komunikacji V2V i V2I,
- kooperatywne systemy ITS – systemy bazujące o przekazywanie informacji między pojazdami (V2V) oraz między pojazdem, a infrastrukturą (V2I) mające na celu taką współpracę urządzeń w czasie rzeczywistym, która będzie docelowo skutkowała zwiększeniem zarówno bezpieczeństwa ruchu drogowego, jak i polepszeniem parametrów efektywności ruchu drogowego). Komunikacja między urządzeniami oparta jest o technologię radiowego transferu informacji na częstotliwości 5,9 GHz, bazującą na standardzie IEEE 802.11p. Istnieją dwa znormalizowane protokoły komunikacji dla systemów kooperatywnych: WAVE (IEEE 1609) oraz ITS-G5 (ETSI EN 302 663),
- systemy współdzielenia środków transportu – platformy sieciowe zarządzające flotami pojazdów wypożyczanymi przez użytkowników w ramach koncepcji tzw. sharing economy – carsharing (wypożyczanie samochodu na określony czas dla celów indywidualnego przemieszczania się), bikesharing (wypożyczanie roweru na określony czas dla celów indywidualnego przemieszczania się) oraz carpooling (rezerwacja miejsca w samochodzie należącym do innego użytkownika indywidualnego udającego się do miejsca znajdującego się w bezpośredniej bliskości naszego celu podróży). Można dokonać klasyfikacji tych systemów ze względu na ich charakterystykę:
 - model rezerwacji pojazdu – konieczna wcześniejsza rezerwacja lub rezerwacja na miejscu lokalizacji pojazdu,
 - model własności pojazdów wchodzących w skład floty – pojazdy należące do jednego operatora lub udostępnienie pojazdów indywidualnych użytkowników, gdzie dostawca platformy jest jedynie pośrednikiem między użytkownikami końcowymi,
 - model zarządzania lokalizacją pojazdów – możliwość zakończenia podróży w dowolnym miejscu lub alternatywnie z koniecznością odprowadzenia pojazdu do stacji dokującej/dedykowanego punktu postoju.

III. Uwarunkowania utrzymania systemów ITS

Należy rozróżnić zobowiązania wykonawców wynikające z gwarancji oraz rękojmi od czynności utrzymaniowych zapewniających należyte funkcjonowanie systemu. Można wyróżnić trzy obszary związane z obsługą systemu:

a. Użytkowanie/operowanie

Stosowane najczęściej rozwiązania to:

- zatrudnienie operatorów systemu przez jego właściciela. Głównym ich zadaniem jest obserwacja sytuacji na obszarze objętym działaniem systemu oraz reakcja na zdarzenia z wykorzystaniem dostępnych środków – oprogramowania oraz urządzeń ITS,

- powierzenie operowania systemem podmiotowi zewnętrznemu, dysponującemu wykwalifikowanym personelem. Wariant ten jest zalecany szczególnie w pierwszym okresie użytkowania systemu, gdyż świeżo przeszkolony i niedoświadczony personel nie jest w stanie w pełni wykorzystywać możliwości systemu.
- b. **Utrzymanie systemu w sprawności (ang. maintenance)**
- W utrzymaniu systemu w należytej sprawności chodzi o zapewnienie odpowiedniej obsługi technicznej systemu wynikającej z zaleceń producenta i wymagającej specjalistycznej wiedzy technicznej. Obsługa ta polega na wykonywaniu szeregu czynności nie mieszczących się w zwykłym operowaniu systemem i nie objętych gwarancją ani rękojmią.
- Utrzymanie w sprawności systemu wymaga wykonywania okresowych przeglądów wg. ustalonych procedur i przez wykwalifikowany personel techniczny posiadający wiedzę techniczną. Brak właściwego utrzymania będzie prowadzić do stopniowej utraty sprawności systemu. Ponadto oprogramowanie systemów ITS wymaga okresowej kontroli jego parametrów, w tym kalibracji podsystemów i urządzeń, wprowadzania korekt parametrów sterujących, czy też bieżącego wspierania użytkowników np. poprzez „hot line”.
- Niestety użytkownicy systemów ITS często zapominają o zapewnieniu środków na właściwe utrzymanie systemów błędnie zakładając, że wykonawca systemu zapewni jego utrzymanie z tytułu gwarancji, czy rękojmi. Tymczasem ani gwarancja, ani rękojmia nie obejmuje utrzymania systemów i dlatego konieczne jest przy planowaniu środków na budowę systemu uwzględnienie także środków finansowych na jego utrzymanie. Roczny koszt utrzymania systemu wynosi zwykle kilka procent wartości systemu.
- c. **Usterki i awarie**
- Usuwanie usterek i awarii systemu powstałych z winy wykonawcy na mocy rękojmi lub gwarancji jest realizowane nieodpłatnie. Zarówno w pierwszym jak i drugim przypadku użytkownikowi przysługuje prawo usunięcia wad systemu poprzez naprawę, wymianę uszkodzonych elementów lub usunięcie wad oprogramowania.
- Rękojmia to zawarty w Kodeksie cywilnym, odrębny reżim odpowiedzialności kontrahenta za wadliwy towar lub wadliwe świadczenie. Poszkodowany wskutek ujawnienia się wady ma ustawowe prawa (np. żądanie usunięcia wady poprzez dokonanie bezpłatnej naprawy) wobec kontrahenta, który odpowiada niezależnie od swojej winy.
- Innym uprawnieniem kupującego jest skorzystanie z gwarancji jakości. Gwarant (np. producent, sprzedawca, dystrybutor) udziela takiej gwarancji dobrowolnie i nieodpłatnie, poprzez wydanie tzw. dokumentu gwarancyjnego, w którym przyjmuje na siebie odpowiedzialność za właściwości rzeczy, o których istnieniu zapewniał (np.: co do funkcjonalności, wytrzymałości, czy jakości rzeczy).
- d. **Rozwój systemu**
- Osobnym zagadnieniem jest zapewnienie możliwości funkcjonalnego i terytorialnego rozwoju systemu. Rozwój funkcjonalny polega na modyfikacji rozwiązań techniczno-organizacyjnych stosowanych w ramach systemu oraz uzupełnianiu go o dodatkowe elementy, a także na dostosowywaniu do zmian legislacyjnych. Rozwój terytorialny polega na dołączaniu nowych obiektów oraz poszerzaniu obszaru, na którym system jest stosowany.

IV. Przesłanki do zastosowania poszczególnych elementów systemu ITS

Proces podejmowania decyzji w zakresie doboru funkcji i związanych z nimi komponentów systemu ITS powinien uwzględnić następujące etapy:

1. Sprecyzowanie roli transportu w polityce miasta.
2. Ocena zgodności strategii rozwoju transportu (dokumenty państwowe, programy europejskie).
3. Inwentaryzacja istniejących środków technicznych i rozwiązań organizacyjno-prawnych.
4. Dobór źródeł finansowania (środki aktualne i możliwe do pozyskania).
5. Dobór konkretnych funkcji i komponentów systemu.

W efekcie realizacji powyższego procesu powstanie koncepcja systemu ITS dla miasta. Każde rozwiązanie wymaga zindywidualizowanego podejścia, dostosowanego do potrzeb i oczekiwanych efektów.

Miejskie systemy ITS mogą być stosowane zarówno w wielkich aglomeracjach, dużych i małych miastach, jak i małych miejscowościach. W wielkiej aglomeracji system składa się najczęściej z dużej liczby komponentów, a jego podstawowymi elementami są podsystemy: obszarowego sterowania ruchem, zarządzania transportem publicznym, priorytetów w ruchu dla transportu publicznego oraz monitoringu wizyjnego na skrzyżowaniach. Bardzo ważnym elementem jest także infrastruktura telekomunikacyjna. Pozostałe elementy stanowią uzupełnienie systemu i są wykorzystywane w zależności od polityki miasta, dostępnych środków finansowych oraz charakteru miasta. Koszt takiego systemu wynosi od kilkunastu do kilkudziesięciu milionów złotych, a jego istotną część stanowi budowa infrastruktury, w tym np. kanalizacji i sieci kablowej, modernizacja oraz budowa sygnalizacji świetlnej itp.

Na drugim biegunie znajdują się małe systemy ITS budowane w mniejszych miastach oraz miejscowościach. Składają się zwykle tylko z wybranych komponentów, jak sterowniki sygnalizacji świetlnej, kamery monitoringu wizyjnego, czy coraz częściej pojawiające się tablice dynamicznej informacji przystankowej. Poziom integracji tych systemów jest zwykle niewielki. Polega bardzo często jedynie na nadzorze z poziomu aplikacji zainstalowanej na komputerze znajdującym się w siedzibie zarządzającego. Dostępna obecnie technologia teleinformatyczna pozwala jednak na coraz wyższy poziom integracji takich systemów bez ponoszenia wysokich nakładów finansowych. Przykładem takiej integracji w mniejszych miastach (np. poniżej 50 tys. mieszkańców) jest zintegrowanie przy użyciu podsystemu sterowania ruchem istniejących sterowników sygnalizacji świetlnej, kamer monitoringu wizyjnego oraz połączenie podsystemów w aplikacji nadrzędnej opartej na mapie GIS. Koszt budowy takiego systemu może wynosić kilkaset tysięcy złotych i w dużej mierze zależy od dostępnej w mieście infrastruktury. Korzyści takie, jak koordynacja i optymalizacja sygnalizacji świetlnej, zdalny podgląd bieżącej sytuacji na drogach, uzasadniają wydatki na budowę takich systemów. Mogą być one współfinansowane ze środków Unii Europejskiej.