

**Dr inż. Jacek Oskarbski**

[joskar@pg.gda.pl](mailto:joskar@pg.gda.pl)

**Dr inż. Kazimierz Jamroz**

[kjamroz@pg.gda.pl](mailto:kjamroz@pg.gda.pl)

Katedra Inżynierii Drogowej  
Politechnika Gdańska

**Dr inż. Marek Litwin**

[marek.litwin@its.waw.pl](mailto:marek.litwin@its.waw.pl)

Instytut Transportu Samochodowego  
Warszawa

## **INTELLIGENTNE SYSTEMY TRANSPORTU - ZAAWANSOWANE SYSTEMY ZARZĄDZANIA RUCHEM**

### **INTELLIGENCE TRANSPORTATION SYSTEM – ADVANCED MANAGEMENT TRAFFIC SYSTEMS**

#### **Streszczenie**

Na obszarach zurbanizowanych o znacznej gęstości infrastruktury drogowej rozwiązywanie problemów transportowych poprzez dalsze inwestowanie w infrastrukturę jest działaniem, które nie przynosi oczekiwanych efektów, ponieważ każda rezerwa przepustowości układów drogowych i ulicznych uzyskana wskutek rozbudowy infrastruktury, jest natychmiast wykorzystywana. Z drugiej strony wzrasta świadomość ekologiczna społeczeństw, które coraz częściej protestują przeciw ujemnym skutkom motoryzacji, a zwłaszcza przeciwko zbyt dużej liczbie ofiar wypadków drogowych. W tej sytuacji powstały nowe koncepcje rozwiązań, mających sprostać rosnącemu zapotrzebowaniu społeczeństwa na transport. Jedną z nich są Inteligentne Systemy Transportu (ITS), które stanowią szeroki zbiór różnorodnych technologii stosowanych w transporcie w celu ochrony życia uczestników ruchu, zwiększenia efektywności systemu transportowego oraz ochrony zasobów środowiska naturalnego. W niniejszym referacie zaprezentowano charakterystykę pięciu elementów zaawansowanych systemów zarządzania ruchem i transportem (systemy; zarządzania ruchem drogowym, transportem zbiorowym, służbami ratowniczymi, transportem towarowym i informacji transportowej).

#### **Summary**

Solving the transportation problems through further investments in infrastructure in urban areas with significant level of road infrastructure density does not bring the expected results as every capacity reserve of road and street network obtained from infrastructure development is utilized immediately. On the other hand, there is raising ecological awareness of societies that protest against negative impact of motorisation, especially against large number of fatalities. In this situation the new conceptions of solutions, which should meet raising social expectations towards transport, were developed. One of them is Intelligent Transport System (ITS). The ITS is wide set of different technologies used in transport to protect life of traffic participants, increase efficiency of transport system and preserve the environment. The paper presents five elements of advanced transport management system (traffic management systems, public transport management systems, rescue services management system, freight transport management systems and transportation information systems).

## 1. Wprowadzenie

Trudno jest sobie dzisiaj wyobrazić płynny i bezpieczny ruch pojazdów na miejskich arteriach transportowych bez udziału inteligentnej infrastruktury. Jedną z nich są Inteligentne Systemy Transportu (ITS), których głównym zadaniem jest podniesienie sprawności istniejącej infrastruktury bez konieczności jej dalszej rozbudowy. ITS obejmują cztery podstawowe zagadnienia: system informacji dla podróżujących, inteligentne pojazdy, inteligentną infrastrukturę transportu oraz centra sterowania i zarządzania ruchem. ITS spełniają wiele funkcji, od zaawansowanych systemów sterowania ruchem za pomocą sygnalizacji świetlnej do systemów ostrzegania o możliwości wystąpienia wypadku. Wybór struktury systemu zarządzania ruchem w znacznym stopniu zależy od uwarunkowań lokalnych, a w przypadku systemów metropolitalnych od struktur organizacyjnych w poszczególnych obszarach aglomeracji. Z wieloletnich badań prowadzonych w aglomeracjach amerykańskich i kanadyjskich wynika, że zastosowanie takich systemów powoduje zmniejszenie nakładów na infrastrukturę transportową o 20 – 35%, przy uzyskaniu tych samych efektów dotyczących sprawności systemu [1] [2]. Potwierdzają to także badania europejskie [3].

## 2. Struktura ITS

Na strukturę inteligentnego systemu składają się następujące struktury szczegółowe: ogólna, funkcjonalna, logiczna, fizyczna i technologiczna. Pierwsze trzy struktury dotyczą określenia i sposobu realizacji ogólnych celów transportowych, należą do zadań inżynierów transportu, inżynierów ruchu drogowego, planistów itp. Natomiast dwie ostatnie struktury to narzędzia realizacji postawionych celów transportowych, dlatego struktury te są domeną automatyków, elektroników i informatyków. Struktura ogólna systemu określa zestaw rodzajów systemu, który będzie zastosowany na analizowanym obszarze. Składowymi ITS mogą być różne podsystemy (branżowe, funkcjonalne, sprzętowe). Najczęściej wymienianymi są: [1], [2], [3], [4], [5], [6]: systemy zarządzania ruchem drogowym, transportem zbiorowym, transportem towarowym, służbami ratowniczymi oraz systemy informacji transportowej.

W strukturze ogólnej definiuje się zakres działania każdego z podsystemów oraz określa, jakie zestawy danych powinny pomiędzy nimi przepływać tak, aby umożliwić koordynację działania całego systemu w celu osiągnięcia zamierzonych efektów.

### 2.1 Systemy zarządzania ruchem drogowym

Zarządzanie ruchem drogowym z wykorzystaniem technologii ITS dzieli się na dwa podsystemy: zarządzania ruchem ulicznym i zarządzania ruchem na drogach szybkiego ruchu.

#### 2.1.1 Systemy zarządzania ruchem ulicznym

W zarządzaniu ruchem miejskim najczęściej stosuje się:

- systemy zarządzania ruchem w sieci ulic,
- systemy automatycznego nadzoru nad ruchem,
- systemy automatycznego pobierania opłat.

Systemy te są stosowane na szeroką skalę w dużych miastach i aglomeracjach miejskich. Zastosowanie znajdują tutaj systemy zarządzania ruchem pozwalające na nadzór i sterowanie ruchem za pomocą sygnalizacji świetlnej oraz systemy, dostarczające kierowcom informacji (za pośrednictwem radia, znaków zmiennej treści lub informacji wewnątrz pojazdu) o bieżących warunkach ruchu oraz o parkingach P+R. Informacje zbierane przez detektory mogą być dostarczane do sąsiednich obszarów sterowania oraz wykorzystywane przez inne systemy infrastruktury miejskiego lub aglomeracyjnego ITS. Systemy sterowania ruchem za pomocą sygnalizacji świetlnej, pozwalające na dostosowywanie jej parametrów do obciążenia ruchem w sieci ulic, mogą uwzględniać także priorytety dla pojazdów transportu zbiorowego

lub pojazdów uprzywilejowanych. Nie należy zapominać o sterowaniu ruchem pieszym na przejściach przez ulicę (sygnalizacja wzbudzana przyciskiem lub automatyczna detekcja pieszego). Ponadto nowoczesna technika stosowana w zaawansowanych systemach zarządzania ruchem pozwala na monitoring stanu zanieczyszczenia powietrza w danym obszarze. W razie przekroczenia poziomu dopuszczalnego stężenia spalin lub w przypadku wyczerpywania limitu wolnych miejsc postojowych, możliwe jest zamknięcie danego obszaru dla ruchu indywidualnego. Istotnym aspektem zarządzania bezpieczeństwem ruchu jest nadzór prędkości i postępowania zgodnie z zasadami ruchu drogowego. Zastosowanie znajdują tutaj kamery nadzoru, identyfikujące kierowców łamiących przepisy.

Systemy automatycznego poboru opłat mogą być stosowane na drogach i obiektach, na wjazdach do obszarów specjalnych (centra, strefy chronione) oraz w miejscach przeznaczonych do parkowania. Można wyróżnić trzy główne cele wprowadzania opłat za użytkowanie dróg na terenach miejskich:

- redukcja zatłoczenia w newralgicznych obszarach miast poprzez zmniejszenie mobilności kierowców (zwiększenie udziału transportu zbiorowego w podróżach), zmianę czasu rozpoczęcia podróży lub zmianę trasy podróży, a przez to redukcję natężenia ruchu w tych obszarach,
- zmniejszenie negatywnych skutków zatłoczenia (hałas, emisje),
- pozyskanie funduszy na poprawę jakości życia mieszkańców (poprawa funkcjonowania transportu zbiorowego, bezpieczeństwa ruchu drogowego, modernizacja i remonty dróg). Zagadnienie opłat za użytkowanie dróg podjęto w ramach programu PROGRESS, gdzie między innymi testowano sprzęt do automatycznego poboru opłat, wykorzystujący technologię GPS. W ramach wnoszenia opłat za przejazd przez obszary miejskie możliwe jest jednoczesne uwzględnienie i sprzężenie z systemami opłat dla pojazdów ciężarowych za korzystanie z dróg, gdzie opłaty naliczane są w zależności od przejechanej przez pojazd odległości (np. system DIRECT). Te systemy zarządzania ruchem umożliwiają także ograniczenie popytu użytkowników transportu indywidualnego na wjazd do szczególnie atrakcyjnych i zatłoczonych dzielnic miasta. Narzędziami do realizacji tego celu jest system elektronicznej identyfikacji pojazdów uprawnionych do wjazdu na dany obszar oraz automatyczne pobieranie opłat za parkowanie lub wjazd na dany obszar miasta. Elektroniczny i automatyczny system śledzenia pojazdów pozwala optymalnie wykorzystać przestrzeń drogową dla różnego rodzaju ruchu (oczekiwanie, parkowanie czy załadunek) oraz dla różnych wymagań użytkowników, które zmieniają się znacznie w różnych porach dnia oraz w różnych dniach tygodnia.

### **2.1.2 Systemy zarządzania ruchem na drogach szybkiego ruchu**

W zarządzaniu ruchem na drogach szybkiego ruchu najczęściej stosuje się [22]:

- systemy sterowania ruchem na węzłach,
- systemu zarządzania ruchem na odcinkach międzywęzłowych DSR,
- systemy zarządzania ruchem w korytarzu DSR.

Systemy sterowania ruchem na węzłach obejmują sterowanie ruchem pojazdów na wjazdach na DSR, umożliwienie stosowania priorytetów dla pojazdów uprzywilejowanych, sterowanie ruchem pojazdów i pieszych na skrzyżowaniach występujących na węzłach oraz automatyczne pobieranie opłat za wjazd na jezdnię główną.

Głównym celem sterowania na wjazdach jest ograniczenie dopływu pojazdów na drogę szybkiego ruchu tak, aby ruch odbywał się w zakresie optymalnych prędkości i gęstości, zapewniających najwyższą przepustowość i bezpieczeństwo. Najczęściej sterowanie na wjazdach polega na zastosowaniu sygnalizacji świetlnej, która w godzinach szczytu reguluje dopływ pojazdów z łącznicy na jezdnię główną DSR. Jednakże doświadczenia amerykańskie wskazują na duże trudności w prawidłowym funkcjonowaniu tego rodzaju systemów (choćby problem pojazdów oczekujących w kolejce na wjazd na jezdnię główną DSR na

łącznicy, blokujące poprzednie skrzyżowanie). Dlatego istotny tutaj także jest system sterowania ruchem na skrzyżowaniach położonych na węzłach oraz współpraca ze skrzyżowaniami położonymi w korytarzu DSR. Systemy sterowania ruchem na wjazdach na DSR mogą być również wykorzystane do realizacji priorytetów w ruchu pojazdów uprzywilejowanych na drogach szybkiego ruchu. Priorytety we wjeździe na DSR obejmować mogą np.: system CAR POOL, system uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego oraz system uprzywilejowania pojazdów specjalnych (policja, straż, pogotowie ratunkowe).

Pobieranie opłat za wjazd na drogę szybkiego ruchu może być realizowane podobnie, jak w przypadku objętego systemem opłat obszaru miasta. Zastosowanie znajduje tutaj automatyczna lokalizacja pojazdu z wykorzystaniem GPS lub wideodetekcja z systemami rozpoznawania tablic rejestracyjnych. Analiza obrazu polega na zlokalizowaniu pojazdu, odnalezieniu tablicy rejestracyjnej, odczytaniu jej i odpowiedniej kwalifikacji. Pozwala to na szybkie automatyczne rozpoznanie i identyfikację samochodu bez potrzeby używania kart dostępu, dodatkowych oznaczeń czy nadajników. Każdy numer tablicy rejestracyjnej zostaje zapisany w bazie danych wraz z szczegółowymi informacjami - datą i godziną, numerem kamery i wjazdu oraz zdjęciem samochodu. W zależności od ustawień w programie mogą zostać zapisane także zdjęcia z innych kamer obserwujących np. twarz kierowcy czy tył samochodu. Powyższy system znajduje również zastosowanie w pobieraniu opłat za parkowanie.

Można wymienić następujące zalety automatycznego poboru opłat [30]:

- zmniejszenie czasu oczekiwania na wjazd, wyjazd lub przejazd,
- eliminacja potrzeby stosowania kart dostępu, znaków, nadajników, biletów parkingowych (w przypadku systemu z kamerami),
- przechowywanie danych na temat czasu i ilości wjazdów, wyjazdów, ilości pojazdów, ich pochodzenia.

Systemy sterowania ruchem na jezdniach DSR obejmują zarządzania prędkością, sterowanie ruchem na pasach oraz sterowanie ruchem w złych warunkach atmosferycznych. Sterowanie prędkością ma na celu sprowadzenie prędkości pojazdów do zakresu zapewniającego największe natężenie potoku ruchu w okresach szczytowych, ujednoczenie prędkości pojazdów, a tym samym zmniejszenie ryzyka wypadków w okresach pozaszczytowych oraz ostrzeganie kierowców przed zagrożeniem w ruchu i stopniowe zmniejszanie prędkości potoku. Funkcje tego systemu realizowane są przede wszystkim przez znaki zmiennej treści. W przypadku zastosowania znaków zmiennej treści do sterowania prędkością możliwe jest równoczesne wyświetlanie informacji o przyczynach redukcji prędkości związanych z robotami drogowymi, zatorami, złymi warunkami meteorologicznymi (np. mgły, opady), a samo sterowanie prędkością potoku pojazdów może być ściśle powiązana ze sterowaniem ruchem na pasach. Sterowanie ruchem na pasach jest związane głównie z wystąpieniem wypadków, incydentów i prowadzeniem robót drogowych, powodujących konieczność wyłączenia części jezdni z ruchu na pewien okres oraz z dążeniem do lepszego wykorzystania przekroju drogi przez zmianę kierunku ruchu na pasach w czasie szczytu porannego i popołudniowego na trasach, gdzie występują znaczne kierunkowe dysproporcje ruchu.

System sterowania ruchem w złych warunkach atmosferycznych ma celu minimalizowanie wpływu tych warunków na ruch wzdłuż drogi szybkiego ruchu, poprzez informowanie o zaistniałych warunkach ruchu oraz dostosowanie do nich prędkości pojazdów. Ponadto szybkie wykrycie lub lokalne przewidzenie złych warunków atmosferycznych poprawia skuteczność i szybkość działania służb utrzymania drogi. Działanie systemu podzielić należy na dwa etapy - w pierwszym następuje wykrycie złych warunków meteorologicznych, w drugim sterowanie ruchem. Obecne techniki monitorowania stanu atmosfery oraz nawierzchni pozwalają na osiągnięcie wysokiej skuteczności i niezawodności dokonywanego

pomiaru. Każda stacja monitoringu warunków meteorologicznych może mierzyć takie parametry stanu atmosfery, które pozwolą na wykrycie temperatury przy nawierzchni jezdni, temperatury i wilgotności powietrza, gołoledzi, mgły, silnych opadów deszczu i śniegu oraz silnych wiatrów.

Systemy zarządzania ruchem w korytarzach DSR obejmują kierowanie pojazdów na trasy alternatywne, zarządzania bezpieczeństwem ruchu, zarządzanie robotami drogowymi, zarządzanie ruchem pojazdów ciężkich oraz przekazywanie informacji dla kierowców i podróżnych. Celem zarządzania ruchem w korytarzu drogi szybkiego ruchu jest optymalizacja sterowania ruchem w układzie dróg i ulic współpracujących z drogą szybkiego ruchu. Układ „korytarza” obejmuje drogę szybkiego ruchu w raz z jej łącznicami oraz drogi serwisowe. Bardzo często obejmuje także równoległe drogi i ulice, które będą wykorzystywane jako trasy wariantowe oraz porzecznne drogi łączące DSR z trasami alternatywnymi. Szerokość „korytarza” sięga nieraz kilkunastu kilometrów.

Stosowane są tutaj systemy nadzorujące przepływ pojazdów w wybranych (krytycznych) przekrojach drogi za pomocą detektorów. W razie wykrycia zatłoczeń lub zakłóceń w ruchu (spowodowanych np. wypadkami drogowymi) uruchomiane są procedury, które umożliwiają zatrzymanie w sposób płynny pojazdów dojeżdżających do końca kolejki lub kierujące ruch na trasy alternatywne. Zasada działania takiego systemu polega na kierowaniu pojazdów na trasy alternatywne i zastępcze, przez zmienne znaki informacyjne i radio, gdy wykryte zostaną zaburzenia w ruchu w którymkolwiek z przekrojów krytycznych dróg i ulic. W przekrojach tych dane o ruchu zbierane i analizowane są w sposób ciągły, a trasy alternatywne wybierane są w sposób automatyczny. Systemy takie stosowane są w przypadku rozbudowanej sieci dróg i umożliwiają optymalne wykorzystanie sieci w godzinach szczytu, stanach awaryjnych, podczas remontów oraz w czasie dużego ruchu rekreacyjnego [7].

System zarządzania bezpieczeństwem ruchu jest to system rozpoczynający pracę po wykryciu losowego bądź cyklicznego zdarzenia drogowego na drodze szybkiego ruchu. Jego podstawowym zadaniem jest rozpoznanie rodzaju zdarzenia na podstawie tworzonej bazy danych wszystkich zdarzeń zaistniałych na DSR. Oczywiście automatyczne rozpoznanie rodzaju zdarzenia jest jedynie sugestią, a ostateczna decyzja o rodzaju zdarzenia i o podjęciu odpowiednich działań należy do operatora systemu. Działanie systemu ma zapewnić minimalizację skutków zdarzenia poprzez poinformowanie służb ratowniczych i porządkowych oraz przekazanie odpowiednich (nadrzędnych w stosunku do pozostałych) instrukcji i parametrów sterowania dla pozostałych systemów zarządzania ruchem na DSR.

## **2.2. Systemy zarządzania transportem zbiorowym**

Zaawansowane systemy zarządzania transportem zbiorowym wykorzystują wiele komponentów ITS, które umożliwiają instytucjom zarządzającym przewozami pasażerów poprawę bezpieczeństwa i efektywności działania. Monitorowanie wnętrza pojazdu przyczynia się do wzrostu bezpieczeństwa i ochrony pasażerów. Systemy ITS pozwalają również na pomoc w utrzymaniu pojazdu (automatyczna diagnostyka uszkodzeń). Systemy automatycznej lokalizacji pojazdu (AVL) oraz komputerowo wspomagane wysyłanie pojazdów na trasę (CAD) poprawiają punktualność pojazdów oraz pozwalają na automatyczne korygowanie rozkładów jazdy. Efektywność funkcjonowania transportu zbiorowego poprawiają również automatyczne pobieranie opłat oraz systemy informowania pasażerów (strony internetowe, urządzenia planujące podróż, informacje na przystankach).

### **2.3. Zintegrowany system zarządzania służbami ratowniczymi.**

Systemy zarządzania służbami ratowniczymi powiązane są najczęściej z systemami zarządzania zdarzeniami drogowymi. Znajdują tu zastosowanie takie systemy jak automatyczna lokalizacja pojazdu, komputerowo wspomagane wysyłanie pojazdów na trasę, zarządzanie taborem pojazdów uprzywilejowanych oraz systemy naprowadzania pojazdów. Każdy z tych systemów umożliwia skrócenie czasu dojazdu do miejsca zdarzenia [42]. Zastosowanie środków ITS wymaga jednakże wypracowania odpowiedniej struktury logicznej systemu zarządzania zdarzeniami drogowymi. Zarządzanie zdarzeniem rozpoczyna się w momencie, gdy informacja o zdarzeniu dotrze do dyspozytora, którym będzie Centrum Powiadamiania Ratunkowego, pozostające w bezpośrednim kontakcie z aglomeracyjnym Centrum Zarządzania, kończy się natomiast gdy zostaną przywrócone normalne warunki ruchu. Informacja o zdarzeniu może dotrzeć do Centrum Powiadamiania Ratunkowego z Centrum Zarządzania (w przypadku automatycznej detekcji zdarzenia), albo bezpośrednio drogą radiową (taksówkarze, pojazdy dostawcze) lub za pośrednictwem telefonu (jeden nr „112”).

Policja, straż pożarna i służby zajmujące się usuwaniem pojazdów z pasa drogowego przybywają na miejsce zdarzenia niezależnie od siebie. Służby drogowe lub operatorzy transportu zbiorowego, włączają się do akcji w przypadku poważnego uszkodzenia drogi lub w przypadku konieczności przygotowania objazdu na dłuższy okres czasu. Bardzo ważną rolę odgrywa tu Centrum Koordynacyjne, które zarządza ruchem, tak aby zakłócenia w ruchu były jak najmniejsze oraz informuje kierowców (poprzez znaki zmiennej treści oraz informacje radiowe, SMS-y, Internet, RDS) o zaistnieniu zdarzenia i preferowanej trasie objazdu.

Systemy zarządzania zdarzeniami i służbami ratowniczymi pozwalają na zmniejszenie czasu wykrycia zdarzenia, przyjazdu odpowiednich służb oraz przywrócenia porządku na drodze. W oparciu o system automatycznego wykrywania incydentów oraz kontrolę wizyjną (zastosowanie kamer CCTV) możliwe jest wykrycie incydentów drogowych na sieci ulicznej. System ten współpracuje z wieloma operatorami, którzy identyfikują zdarzenie drogowe i rejestrują określone informacje na jego temat (lokalizacja, liczba pojazdów biorących udział w zdarzeniu, przewidywany czas usunięcia). Ponadto systemy zarządzania zdarzeniami drogowymi pozwalają na redukcję zatłoczenia spowodowanego zdarzeniem, a co za tym idzie redukcję strat czasu, zużycia paliwa i emisji spalin.

### **2.4. Zintegrowany system zarządzania transportem towarowym**

Systemy ITS znajdują również zastosowanie w zarządzaniu ruchem pojazdów ciężarowych i dostawczych. Wykorzystanie technik zarządzania z wykorzystaniem ITS przynosi korzyści, zarówno kierowcom pojazdów dostawczych, firmom przewozowym, jak również centrom logistycznym, pełniącym rolę koordynatora przewozów towarowych. ITS pozwalają na podniesienie efektywności administrowania bez inwestowania w infrastrukturę. ITS znajdują zastosowanie w następujących obszarach zarządzania pojazdami dostawczymi [30]:

- zapewnienie bezpiecznego przejazdu (wymiana informacji, automatyczne kontrole pojazdów i kierowców),
- administrowanie przewozami (rejestracja pojazdów, pozwolenia na przejazdy nienormatywne, automatyczne opłaty)
- elektroniczny monitoring pojazdów (sprawdzanie dokumentów, ruch graniczny, sprawdzanie obciążenia),
- zarządzanie przewozami w centrach logistycznych (harmonogramy podróży, wyznaczanie tras, informacje o trasie, monitorowanie przewozów).

Zastosowanie ITS powinno usprawniać wymianę informacji pomiędzy kierowcami, przewoźnikami i centrami logistycznymi, szczególnie podczas przewozu towarów na znaczne odległości. Zastosowanie zaawansowanych programów wymiany informacji pozwala na

podniesienie bezpieczeństwa ruchu pojazdów ciężarowych przy równoczesnej oszczędności czasu wynikającej z procedur administracyjnych. Sprawna wymiana informacji oraz automatyczne monitorowanie ładunku pozwala na uniknięcie niebezpieczeństwa przeładowania pojazdu. Zastosowanie ITS dotyczy również monitorowania stanu technicznego pojazdu dostawczego, jak i autobusu.

## **2.5. Systemy informacji transportowej**

Systemy informacji transportowej powinny być przygotowane do współpracy z szeroką gamą urządzeń komunikacyjnych i operatorami mediów informacyjnych. Ma to zapewnić dotarcie informacji o ruchu i jego aktualnych warunkach do maksymalnie szerokiej grupy użytkowników systemu transportowego. Systemy informacji o ruchu drogowym powinny umożliwiać uzyskanie przez podróżnych informacji o warunkach ruchu drogowego przed podróżą i w trakcie podróży. Te dwa rodzaje systemów umożliwiają przekazywanie informacji kierowcom na temat aktualnych warunków ruchu, warunków meteorologicznych, stanu środowiska, robót drogowych, wypadków drogowych oraz usług parkingów strategicznych typu P+R. Systemy takie pozwalają podróżującemu na wybór czasu odjazdu, trasy przejazdu i środka transportu a ich zastosowanie przyczynia się do redukcji zatłoczenia oraz zachęca do podróży transportem zbiorowym.

Systemy informowania podróżnych możemy podzielić na te, które dostarczają informacji przed podróżą oraz takie, które dostarczają informacji w czasie trwania podróży. Celem działania systemu informacji przed podróżą jest modyfikacja zachowań transportowych uczestników ruchu - regulacja popytu poprzez jego dostosowanie do podaży - aktualnych warunków ruchu i istniejącej infrastruktury. Informacja przed podróżą dostarczana jest do użytkowników poprzez telefon, radio, Internet. Podstawowym zadaniem systemu informacji przed podróżą jest udzielenie informacji, która pozwoli użytkownikom na podjęcie następujących działań:

- zmiana planowej trasy podróży,
- zmiana czasu planowej podróży,
- ewentualnie zmiana środka transportu.

System informacji w czasie podróży polega na dostarczaniu kierowcom informacji uprzedzającej o aktualnych zakłóceniach w ruchu. Pozwala to na podjęcie przez kierowców decyzji, jaką trasę przejazdu wybrać. Informacje podróżnym mogą być dostarczane:

- do pojazdu (radio autostradowe, telefonia przenośna, łączność satelitarna, RDS, TMC),
- z drogi (znaki zmiennej treści, znaki informacyjne o stałej treści wyświetlane lub nie, znaki informacyjne o zmiennej treści – tekstowe).

Znaki i tablice informacyjne, które sterowane są z centrum sterowania ustawione powinny być nie tylko wzdłuż autostrady, ale także w korytarzu autostradowym. Podawana informacja dotycząca prędkości i trasy przejazdu może mieć charakter obligatoryjny lub jedynie zalecenia, a zawierać przedstawienie rodzaju zakłócenia i zalecenia dla kierowcy.

Informacja o warunkach meteorologicznych – podsystem ten ma głównie informować kierowców o niesprzyjających warunkach ruchu związanych z takimi czynnikami atmosferycznymi jak mgły, huraganowe wiatry, gwałtowne opady, i przede wszystkim gołoledź.

## **3. Zakończenie**

Rozwiązania z dziedziny ITS doczekały się wielu implementacji w miastach Ameryki Północnej, stając się integralną częścią infrastruktury miejskiej. Trudno jest sobie dzisiaj wyobrazić płynny i bezpieczny ruch pojazdów na miejskich arteriach komunikacyjnych i ulicach bez udziału inteligentnej infrastruktury. Współczesne trendy rozwoju kierunków infrastruktury zakładające systematyczną rozbudowę istniejących systemów ITS w celu

pokrycia swym zasięgiem coraz to większych obszarów miejskich i zamiejskich wydają się potwierdzać tę tezę.

Korzyści wynikające z zastosowań rozwiązań ITS leżą zarówno po stronie sektora publicznego jak i prywatnego. ITS stosujemy z jednej strony w celu zaspokojenia potrzeb użytkowników systemu, z drugiej strony w celu obniżenia kosztów związanych z obsługą podróży oraz negatywnym wpływem ruchu na środowisko naturalne. Można wymienić następujące korzyści, które niesie ze sobą zastosowanie ITS [7], [8]:

- zwiększenie przepustowości sieci ulic o 20 – 25 %,
- poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego (zmniejszenie liczby wypadków o 40 – 80 %),
- zmniejszenie czasów podróży i zużycia energii (o 45 – 70 %),
- poprawa komfortu podróżowania i warunków ruchu kierowców, podróżujących transportem zbiorowym oraz pieszych,
- redukcja kosztów zarządzania taborem drogowym,
- redukcja kosztów związanych z utrzymaniem i renowacją nawierzchni,
- poprawa jakości środowiska naturalnego (redukcja emisji spalin o 30 – 50 %),
- zwiększenie korzyści ekonomicznych w regionie.

Bardzo istotnym czynnikiem przemawiającym za zasadnością stosowania systemów ITS jest ich efektywność. Już w pierwszym ewentualnie drugim roku funkcjonowania systemu oszczędności finansowe przekraczają koszty jego wykonania. W przypadku systemów zamiejskich stosunek zysków do kosztów liczony w ciągu okresu 10 lat wynosi od 1,7 – 8,5, przy czym największą rentownością wykazują się systemy zarządzania prędkością i systemy zarządzania ruchem na wjazdach. W przypadku systemów miejskich stosunek zysków do kosztów liczony w ciągu okresu 10 lat wynosi od 1,7 – 34,0, przy czym największą rentownością wykazują się systemy sterowania ruchem na skrzyżowaniach i obszarach centralnych miast.

ITS charakteryzuje wysoka efektywność stosowanych rozwiązań, która gwarantuje zwrot kosztów poniesionych na wdrożenie systemu w bardzo krótkim okresie czasu. Dlatego niezwykle ważnym jest podjęcie systemowych działań zmierzających do rozwoju inteligentnych systemów transportu w Polsce.

#### **Literatura:**

- [1]. ITS Handbook 2000. Recommendations from the World Road Association (PIERC). Artech House, Boston 1999.
- [2]. Sussman J.: Introduction to Transportation Systems. Artech House, Boston 2000.
- [3]. IST – FRAME: Planning an Intelligent Transport System. A Guide to transport System Architecture. April 2004. <http://www.frame-online.net/>
- [4]. Jamroz K., Krystek R.: Inteligentne Systemy Transportu – Rozwój i struktura. Transport Miejski i Regionalny 5/2006.
- [5]. Jamroz K., Oskarbski J., Dejk W.: Przesłanki zastosowania zintegrowanego systemu zarządzania ruchem w Aglomeracji Trójmiejskiej. II Konferencja Telematyka i Bezpieczeństwo Ruchu Drogowego. Politechnika Śląska. Katowice 2002.
- [6]. Systemy sterowania ruchem ulicznym. Praca zbiorowa pod redakcją K. Jamroza. Warszawa, WKŁ 1984.
- [7]. Proper, Allen T. „Intelligent Transportation System Benefits: 2000 Update”. U.S. Department of Transportation Washington D.C., 2001.
- [8]. Litwin M.: The role of Intelligent Transportation System (ITS) National Architecture and Standards - the Canadian Experience. W: IV Konferencja Naukowo-Techniczna "Problemy komunikacyjne miast w warunkach zatłoczenia motoryzacyjnego". Poznań, Będlewo, 2003.