

Magdalena STAŃCZAK-STRZAŚKA

## **ZAAWANSOWANE SYSTEMY TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ARCHITEKTURZE ITS SYSTEMÓW**

### *Streszczenie*

*W artykule omówiona została tematyka zaawansowanych systemów transportu publicznego (APTS). Wskazano architekturę ITS systemów. Określono miejsce systemu APTS w ITS systemie. Elementy systemu APTS zilustrowano przykładem „Rozwój systemu zarządzania transportem publicznym w Krakowie”. Projekt ten uzyskał dofinansowanie z środków Unii Europejskiej (Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego 8.3 Rozwój Inteligentnych Systemów Transportowych POLiŚ).*

### **WSTĘP**

Liczba zarejestrowanych samochodów na świecie ciągle wzrasta a co za tym idzie zwiększa się natężenie ruchu w sieciach transportowych. Pomimo rozbudowy infrastruktury transportowej nie rozwiązano problemów zatłoczenia – szczególnie miasta są narażone na tego typu niedogodności. Zauważalny jest proces obniżania się poziomu jakości usług transportowych jak i wzrostu zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego.

Obecnie kładzie się duży nacisk na zwiększanie mobilności społeczeństw. Jest to możliwe przy wykorzystaniu nowoczesnych inteligentnych narzędzi telekomunikacyjnych, elektronicznych i technologii informatycznych a nie tylko tradycyjnych metod – inwestycji w infrastrukturę transportową. W związku z tym systemy określane mianem inteligentnych systemów transportowych stają się nieodzowną częścią naszego życia. Pozwalają one na zmniejszenie zużycia energii a także oddziałują w obszarach społecznym i ekologicznym. W Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej architektura ITS Systemów jest ugruntowana, wdrożona i zrewidowana. Natomiast dla Europy budowa systemu systemów jest nadal obszarem działań planistycznych i wdrożeniowych. Zgodnie z unijnymi przepisami państwa członkowskie są zobowiązane do wprowadzenia krajowych regulacji prawnych odnośnie wdrażania ITS Systemów do końca lutego 2012 roku.

## **1. INTELIGENTNE SYSTEMY TRANSPORTOWE**

### **1.1. System systemów**

Zaawansowane technologie, systemy komunikacyjne a także proponowane strategie dla usług transportowych tworzą jeden system systemów zwany Inteligentnymi Systemami Transportowymi.

Inteligentne Systemy Transportowe (ITS) to „systemy, w których technologie informatyczne i komunikacyjne stosowane są w obszarze transportu drogowego obejmującego infra-

strukturę, pojazdy i użytkowników, oraz w zarządzaniu ruchem i zarządzaniu mobilnością, jak również do interfejsów z innymi rodzajami transportu” [3].

Celem wprowadzania ITS Systemów jest zwiększenie efektywności, skuteczności oraz poprawa bezpieczeństwa w płaszczyźnie transportowej. Główne zadania stawiane przed systemami opierają się na zmniejszeniu zatłoczenia, monitorowaniu i zarządzaniu ruchem drogowym oraz przekazywaniu informacji podróżnym. Równoległe mają na celu zwiększenie jakości obsługi klientów – pasażerów a w szczególności zaoszczędzić im czas oraz pieniądze a co najważniejsze uchronić ich od potencjalnych incydentów drogowych.

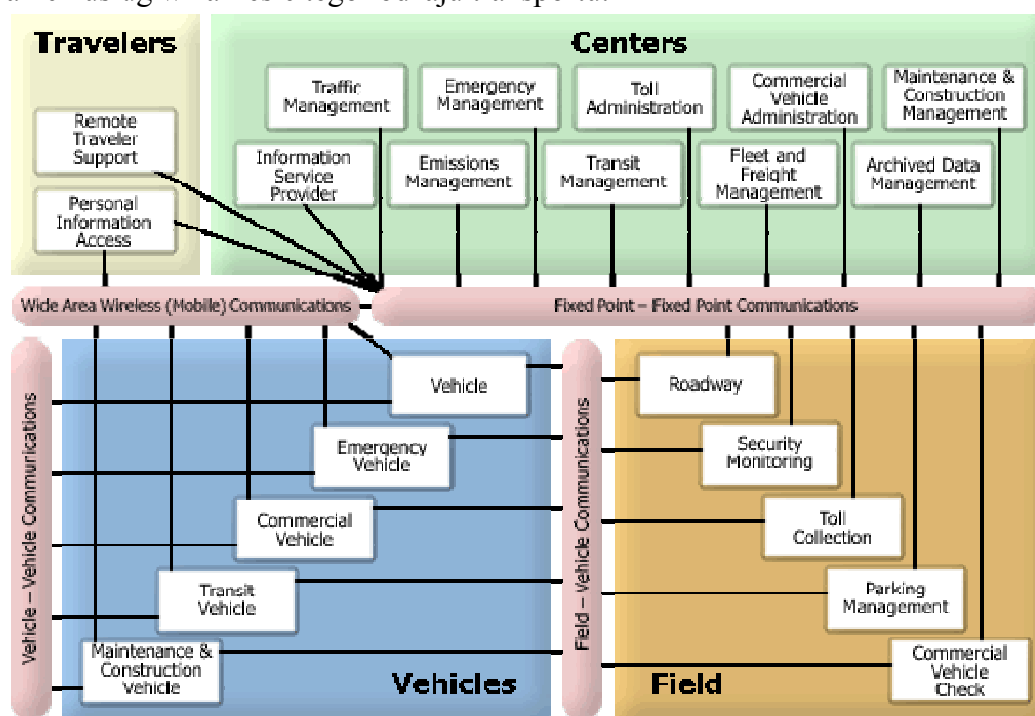
Narodowa architektura ITS Systemów w USA opera się na sześciu strategicznych celach:

- zwiększenie wydajności operacyjnej i pojemności systemu transportowego,
- zwiększenie mobilności społeczeństwa i podniesienie poziomu komfortu,
- poprawa bezpieczeństwa systemu transportowego,
- zmniejszenie zużycia energii oraz obniżenie kosztów środowiskowych,
- wzmocnienie działań w obszarze gospodarczym (w odniesieniu do poszczególnych osób jak i całego społeczeństwa),
- stworzenie odpowiedniego otoczenie w którym można rozwijać i wdrażać ITS sytemy.

W ITS systemach kluczowymi elementami są (rys. 1):

- a) podróżni, kierowcy – użytkownicy
  - b) centra (zarządzania),
  - c) pojazdy,
  - d) obszary
- oraz zespoły interakcji między nimi.

Propozycja wykorzystania Inteligentnych Systemów Transportowych (ITS) związana jest z wyższym poziomem wykorzystania istniejącej infrastruktury w mieście m.in. poprzez optymalizację planowania podróży czy zarządzanie ruchem [3]. Nacisk kładzie się również na fakt wykorzystania narzędzi ITS do zarządzania transportem zbiorowym czy wprowadzania różnorodnych usług w zakresie tego rodzaju transportu.



Rys. 1. Schemat ITS Systemu

Źródło: <http://www.iteris.com/itsarch/html/entity/paents.htm>.

Na system systemów – ITS – można również popatrzeć z perspektywy składających się na niego systemów niższego rzędu. Podsystemy te integrują określone obszary (zainteresowań) a także oddziałują na siebie. W ramach ITS [4] można wyróżnić:

- zaawansowany system zarządzania transportem (ATMS),
- zaawansowany system zarządzania transportem publicznym (APTS),
- zaawansowany system obsługi informacyjnej podróżnych (ATIS),
- zaawansowany system bezpieczeństwa pojazdu (AVSS),
- system elektronicznego poboru opłat (EPS),
- system operacji pojazdów komercyjnych (CVO).

Potencjalne korzyści przy wdrożeniu ITS Systemów to [4], [8]:

- zwiększenie wydajności operacyjnej i przepustowości systemu transportowego,
- zwiększenie prędkości oraz zmniejszenie liczby zatrzymań,
- zmniejszenie opóźnień w punktach przesiadkowych,
- zmniejszenie kosztów operacyjnych,
- zwiększenie możliwości podróżowania,
- wzrost mobilności,
- spadek jednostkowych kosztów transportu (systemy typu car sparing,)
- zwiększenie niezawodności systemów transportowych,
- zmniejszenie czasu podróży,
- wzrost bezpieczeństwa,
- zmniejszenie ciężkości wypadków,
- zmniejszenie zużycia energii,
- spadek poziomu hałasu,
- zwiększenie poziomu koordynacji poszczególnych systemów.

## 1.2. Podejście europejskie

Architektura ITS Systemów w Unii Europejskiej została opracowana w ramach projektu KAREN w 2000 roku. Aktualną wersję – z 2004 roku – opracowano w trakcie trwania projektu FRAME-S [5], [11].

Projekt Keystone Architecture Required for European Networks [6] był powołany do opracowania architektury ITS Systemów dla Europy. Europejska architektura w swoim najszerszym znaczeniu definiuje strukturę systemu najwyższego poziomu.

Architekturę ITS systemów opisuje się w następujący płaszczyznach:

- funkcjonalnej, która definiuje funkcje najwyższego poziomu oraz procesy i dane przepływające między nimi,
- informacyjnej reprezentującej strukturę wykorzystywanych informacji,
- fizycznej przedstawiającej podział funkcji do fizycznej jednostek dla danego wdrożenia
- komunikacyjnej opisujące właściwości łącza między fizycznej jednostek zidentyfikowane w fizycznej architektury,
- organizacyjnej definiowanie zakresu odpowiedzialności organów zaangażowanych w zarządzanie systemem.

### 1.1.1. Stan prawny

Aktualny stan prawny w zakresie ITS Systemów dla Europy jest oparty o Dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady z 2010 roku w sprawie ram wdrażania inteligentnych systemów transportowych w obszarze transportu drogowego oraz interfejsów innymi rodzajami transportu. W dyrektywie tej zostały zdefiniowane obszary i działania priorytetowe.

Obszary priorytetowe to [3]:

- optymalne wykorzystanie danych o drogach, ruchu i podróży,
- ciągłość usług ITS związanych z zarządzaniem ruchem i przewozami towarowymi,
- aplikacje ITS związane z bezpieczeństwem i ochroną ruchu drogowego,

- powiązanie pojazdu z infrastrukturą transportową.  
Działania priorytetowe zawierają: [3]
- zapewnienie usług w zakresie informacji o podróżach z wykorzystaniem różnego rodzaju transportu,
- zapewnienie usług informacyjnych w czasie rzeczywistym dotyczących ruchu,
- określenie danych i procedur pozwalających na przekazywanie użytkownikom informacji o ruchu związanych z bezpieczeństwem drogowym,
- zapewnienie usług informacyjnych oraz rezerwacji bezpiecznych i chronionych miejscach parkingowych dla samochodów ciężarowych i pojazdów komercyjnych,
- zapewnienie interoperacyjności usługi eCall.

Mając na uwadze powyższe obszary i działania szczegółowe, ITS Systemy powinny być wdrażane z zachowaniem następujących zasad [3]:

- skuteczności,
- opłacalności,
- proporcjonalności,
- wspierania ciągłości usług,
- zapewnienia interoperacyjności,
- wspierania zgodności wstecznej,
- poszanowania istniejącej infrastruktury krajowej i cech sieci,
- promowania równego dostępu,
- wspierania dojrzałości,
- zapewnienia jakości określania czasu i położenia,
- ułatwiania intermodalności,
- poszanowania spójności.

## **2. ZAAWANSOWANY SYSTEM ZARZĄDZANIA TRANSPORTEM PUBLICZNYM (APTS )**

Aktualne problemy miast borykające się z coraz większym zatłoczeniem i nieodzwrotnie związanym z nim zanieczyszczeniem powietrza skłaniają ku wprowadzaniu nowoczesnych technologii w zakresie zarządzania transportem publicznym. System APTS to zbiór technologii, które przyczyniają się do zwiększenia skuteczności i bezpieczeństwa systemów transportu publicznego a także mają za zadanie zaoferować użytkownikom większy dostęp do informacji na temat działania systemu. Wdrażanie technologii z zakresu APTS systemów polega na przekształcaniu sposobu działania obecnych systemów transportu publicznego a także na doprowadzeniu do zmiany charakteru usług transportowych, które mogą być oferowane przez systemy transportu publicznego. Dodatkowo celem APTS systemów jest zapewnienie decydem jak największej liczby informacji które pozwolą na podejmowanie skutecznych decyzji z zakresu systemów transportu publicznego (w tym doprowadzą podniesienia komfortu podróżujących).

Rozwój systemów klasy APTS możliwy jest w związku z [1]:

- rozwojem technologii w zakresie nowoczesnych detektorów ruchu w tym wideodetektorów, tj. narzędzi służących do zbierania danych dla systemu,
- rozwojem systemów lokalizacji i identyfikacji pojazdów (GPS, w perspektywie również GALILEO),
- systemami łączności radiowej: GSM, UMTS – pozwalającymi m.in. na sprawną obsługę informacyjną pasażerów i kierowców a także na przesył danych ,
- postępem w zakresie badań naukowych (w tym wykorzystanie narzędzi sztucznej inteligencji),
- presją w zakresie ochrony środowiska w miastach,
- presją społeczną w zakresie zmniejszania kosztów transportu,

- rozwojem metod sterowania (dyspozytorskiego, znakami o zmiennej tematyce, parkingami, trasami przejazdu czy incydentami).

Przejaw zainteresowania rozwojem systemów klasy APTS ma swoje odzworowanie również w Zielonej Księdze: *W kierunku nowej kultury mobilności w mieście* [12]. Dokument ten zawiera ideowe wytyczne dotyczące poprawy warunków życia w miastach. Określa miasto jako miejsce „zielone” w którym będzie odbywał się płynny ruch, transport miejski będzie inteligentny, dostępny, bezpieczny i niezawodny. Celem aktu jest tworzenie nowej kultury mobilności w mieście m.in. poprzez zbieranie danych i wzbogacanie wiedzy.

Zielona Księga składa się z następujących części:

- wprowadzanie systemów ITS,
- wieloaspektowe podnoszenie jakości transportu miejskiego,
- zmiana zachowań ludzi,
- internalizacja kosztów zewnętrznych,
- środki finansowe.

Wymienione powyżej propozycje przedstawione przez Komisję Wspólnot Europejskich mają na celu zmniejszenie zanieczyszczenia powietrza w miastach a także zmniejszenie poziomu hałasu. Równocześnie dokument można odczytać jako zachętę do wprowadzania zaawansowanych systemów zarządzania transportem publicznym w miastach (metropoliach).

## 2.1. Elementy składowe systemu APTS

W tabeli 1 zostały zaprezentowane technologie wykorzystywane w USA [9] służące realizacji zadań wynikających z założeń architektury oraz z założeń dotyczących wymagań dla systemów klasy APTS.

**Tab. 1.** Technologie stosowane w systemach APTS

Aplikacje	Rodzaj stosowanych technologii
System zarządzania flotą	Automatyczna lokalizacja pojazdów (AVL)
	System informacji graficznej (GIS)
	Systemy komunikacji
	Systemy automatycznego liczenia podróżnych (APC)
	System sterowania priorytetowego (TSPS)
System obsługi informacyjnej podróżnych	Systemy informacji przed podróżą
	System informacji terminalowej
	System informacji w pojeździe
System elektronicznych płatności	Inteligentne karty (smart cards)
	Systemy taryfowe
Zarządzanie popytem na usługi transportowe	Centrum zarządzania transportem (TMC)
	Systemy typu carpool
Inteligentne pojazdy	Systemy unikania kolizji
	Systemy komunikacji pojazd - pojazd
	Systemy komunikacji pojazd - infrastruktura

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [9]

Aplikacje wspomagające system zarządzania flotą mają na celu zwiększenie efektywności systemów transportowych w miastach, zmniejszenie kosztów operacyjnych a także poprawę obsługi transportowej miasta poprzez wprowadzenie i przestrzeganie harmonogramów (rozkładów jazdy). Systemy zarządzania flotą wykonują w/w zadania poprzez technologie służące do monitorowania efektywności wykorzystania floty, monitorowanie zaspokojenie popytu na usługi transportowe, identyfikując incydenty ruchowe a także skutecznie zarządzając nimi (przywracanie usługi transportowych po wystąpieniu incydentów).

Do zadań objętych systemem zarządzania flotą należy również system sterowania (priorytetowego) dla komunikacji zbiorowej. Jego zadaniem jest [1]:

- zagwarantowanie określonej punktualności i regularności obsługi pasażerów,



- zwiększenie prędkości podróży poprzez stosowanie priorytetów
- zapewnienie kompatybilności z innymi systemami transportowymi (zapewnienie systemu przesiadkowego),
- poprawa adopcji systemu poprzez wykorzystanie sterowania dyspozytorskiego na liniach (wykonywanego w czasie rzeczywistym).

Propozycje wprowadzenia hierarchicznego systemu sterowania i zarządzania komunikacją zbiorową (APTS) zostały przedstawione już w [1]. Zaproponowano system czterowarstwowy (warstwa 1: sterowanie dyspozytorskie, warstwa 2: optymalizacja, warstwa 3: adaptacja oraz warstwa 4: organizacja, planowanie, koordynacja i zarządzanie), który nałożony zostaje na system komunikacji zbiorowej. Dla zapewnienia punktualnej obsługi na liniach komunikacji zbiorowej zaproponowano metodę DISCON [1], [2] – sterowanie dyspozytorskie. Metoda ta rozwiązuje problemy sterowania punktualnościowego, regularnościowego oraz synchronizującego.

W systemach obsługi informacyjne podróży wykorzystywane są: powszechna dostępność do sprzętu komputerowego (komputery osobiste, PDA, smartphone, VMS, tablice informacyjne na przystankach i w punktach przesiadkowych) oraz technologie łączności. Ich celem jest dostarczenie informacji dla planujących czy będących w trakcie podróży informacji pozwalających na wybór najbardziej skutecznej i wygodnej usługi transportowej.

Z kolei systemy elektronicznych płatności pozwolą na wyeliminowanie obrotu gotówkowego z obszaru zakupu biletów. Oparcie na inteligentnych kartach (*smart cards*) pozwoli wprowadzanie różnorodnych systemów taryfowych (np. różnicowanie opłat w zależności od pory dnia – zarządzanie popytem) a także zapewni możliwość korzystania z nich w różnych gałęziach transportu.

Zadaniem aplikacji zarządzających popytem na usługi transportowe jest wykorzystywanie wszelkich możliwych technik oraz programów (w tym komputerowych) mających na celu zwiększenie pojemności sieci transportowej danego miasta. Proponuje się tutaj wprowadzanie programów typu car-sharing czy też – jak to odbywa się w USA stosowanie pasów dla pojazdów, w których podróżują m.in. 3 osoby w tym kierowca. Działania Centrum zarządzania transportem (TMC) zawsze oparte są na danych uzyskiwanych w czasie rzeczywistym. Mają za zadanie – m.in. poprzez podanie informacji - nakłonienie użytkowników ruchu do zmiany decyzji odnośnie wykorzystywanego środka transportu lub trasy.

W aspekcie inteligentnych pojazdów prowadzi się aktualnie wiele badań naukowych a także eksperymentów mających na celu rozwój technologii zapewniających systemy komunikacji między pojazdami a także między pojazdami a infrastrukturą. Systemy te zapewne doprowadzą do zmniejszenia liczby wypadków drogowych m.in. poprzez wykrywanie groźnych sytuacji na drodze, ostrzegania kierowców o potencjalnym zderzeniu itp. Równocześnie należy nadmienić kwestie bezpieczeństwa innych użytkowników dróg – w szczególności miejskich – pieszych i rowerzystów. Dla podniesienia poziomu bezpieczeństwa tych dwóch klas użytkowników należałoby zastanowić się nad wprowadzeniem w pojazdach systemów zwiększających widoczność (w szczególności w nocy).

### **3. AKTUALNE DZIAŁANIA KRAKOWA W RAMACH ZARZĄDZANIA TRANSPORTEM PUBLICZNYM**

Dzięki akcesji naszego kraju do Unii Europejskiej zostaliśmy beneficjentami funduszy pozwalających na podniesienie atrakcyjności (również inwestycyjnej) Polski i jej poszczególnych regionów.

W aktualnie realizowanym Programie Infrastruktura i Środowisko – blisko 28 mld euro zostało przeznaczone na tzw. duże inwestycje infrastrukturalne z zakresu transportu, energii, ochrony środowiska czy kultury i dziedzictwa narodowego. Sam Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko – zgodnie z Narodowymi Strategicznymi Ramami Odniesienia – czer-

pie środki finansowe z dwóch funduszy: Funduszu Spójności oraz Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

Z punktu widzenia rozwoju transportu ważne są zadania zawarte w priorytecie VIII – Bezpieczeństwo transportu i krajowe sieci transportowe, na które przeznaczono 3 465,3 mln euro.

W maju bieżącego roku został rozstrzygnięty kolejny konkurs z zakresu priorytetu VIII – działania 8.3 Rozwój inteligentnych systemów transportowych w którym to Kraków uzyskał dofinansowanie na realizację swojego projektu: Rozwój systemu zarządzania transportem publicznym w Krakowie.

Zgodnie z dokumentacją konkursową – zakres działań Krakowa w ramach ITS został nkreślony w trzech obszarach:

1. Rozbudowa systemu zarządzania transportem publicznym (TTSS – *Tram Telematic Supervision System*), w tym m.in.:
  - integracja części floty tramwajowej z systemem zarządzania transportem publicznym poprzez dostawę i montaż 30 zestawów komputerów pokładowych w tramwajach,
  - dostawa oprogramowania do analiz danych statystycznych z systemu TTSS,
  - rozbudowa systemu dynamicznej informacji pasażerskiej poprzez instalację 203 tablic informacji przystankowej na przystankach tramwajowych,
  - dostawa i montaż 14 tablic prezentujących informacje o sieci komunikacyjnej Krakowa.
2. Rozbudowa systemu sterowania ruchem (UTCS – *Urban Traffic Control System*), w tym:
  - budowa dedykowanej sieci światłowodowej,
  - remont sygnalizacji świetlnej na wybranych skrzyżowaniach wraz z wymianą urządzeń sterowniczych,
  - zintegrowanie istniejących tablic informacyjnych z systemem zarządzania ruchem,
  - rozszerzenie systemu sterowania ruchem wzdłuż linii tramwajowej na odcinku Bagatella – Bronowice Małe oraz w obszarze al. Pokoju i ul. Nowohuckiej.
3. Budowa i uruchomienie systemu kontroli dostępu do strefy ruchu uspokojonego i nadzoru nad pasami komunikacji zbiorowej.

Aktualnie w Krakowie działa 46 tablic informacyjnych zamontowanych w korytarzu Krakowskiego Szybkiego tramwaju. Na rysunku 2 znajduje się zdjęcie przykładowej tablicy zainstalowanej przy przystanku „Rondo Grzegórzeckie”. Dołączyć ma do nich jeszcze ponad 200 sztuk – niestety tylko na przystankach tramwajowych. W mieście nadal brakuje sprawnego systemu obsługi informacyjnej podróżnych w oparciu zarówno o transport szynowy jak i autobusowy. Proponowane rozwiązanie wprowadzenia 14 tablic informujących o sieci komunikacyjnej zapewne nie będzie remedium na brak informacji o godzinach przyjazdów i odjazdów autobusów komunikacji miejskiej.



**Rys. 2.** Tablica informacyjna zainstalowana przy przystanku tramwajowym Rondo Grzegórzeckie

Źródło: <http://www.infotram.pl>.

W przypadku systemu klasy APTS dla Krakowa należy również zwrócić uwagę na wprowadzenie systemu sterowania priorytetowego. Niestety system ten bazuje jedynie na

trzech konkretnych trasach – korytarzach Krakowskiego Szybkiego Tramwaju oraz proponowanych stref: al. Pokoju oraz ul. Nowohuckiej. Biorąc pod uwagę poziom zatłoczenia w Krakowie oraz rozbudowę linii tramwajowej do III Kampusu UJ działania te są niewystarczające.

Trzecie działanie konkursowe – system kontroli dostępu pozwoli na zwiększenie przepustowości buspasów, które w Krakowie zwłaszcza w godzinach szczytu są zapełnione pojazdami nieuprawnionymi. Wypełni to bardzo ważne wymaganie stawiane przed komunikacją zbiorową a mianowicie wymaganie punktualności.

Zauważyć należy, iż miasto aktualnie nie prowadzi działań w kierunku rozwoju systemów automatycznego liczenia podróży (APC).

## PODSUMOWANIE

Inteligentne systemy transportowe (ITS) funkcjonują z powodzeniem w wielu rejonach świata. Przeszczepianie rozwiązań amerykańskich i europejskich na rynek transportowy w Polsce może jedynie przynieść korzyści. Jednakże chwilowy wysiłek – budowy architektury ITS systemów dla Polski pozwoli na skuteczne łagodzenie niedogodności odczuwalnych przez wszystkich użytkowników dróg, komunikacji zbiorowej itp.

Należy również zwrócić uwagę na szeroko rozwijane w Polsce projekty mające na celu wprowadzenie w miastach systemów klasy APTS. Przywołany przykład miasta Krakowa wskazuje kierunki rozwoju systemów transportowych wypełniających wszelkie wymogi stawiane przez społeczeństwo. Z drugiej jednak strony obnaża braki w inteligentnej infrastrukturze miasta (brak systemów APC).

## ADVANCED PUBLIC TRANSPORT SYSTEMS IN ITS ARCHITECTURE

### *Abstract*

*The article discusses Advanced Public Transport Systems (APTS). Indicates ITS systems architecture. Defined in ITS systems role of APTS system. Elements of the APTS system illustrate an example of "Developing a management system for public transport in Krakow". This project is co-financed from the resources of the European Union (European Regional Development Fund, 8. 3 Development of intelligent transport systems POIiŚ).*

## BIBLIOGRAFIA

1. Adamski A., *Inteligentne systemy transportowe. Sterowanie, nadzór i zarządzanie*. Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków, 2003.
2. Adamski A., *PIACON - DISCON integrated approach to public transport priority control at traffic signals*. Advanced OR and AI Methods in Transportation Publ. House Poznań, 417-422 2005.
3. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/40/UE w sprawie ram wdrażania inteligentnych systemów transportowych w obszarze transportu drogowego oraz interfejsów z innymi rodzajami transportu.
4. *Florida Department of Transportation: ITS/APTS Architecture Guide*. 2006
5. Jesty P. J., Bossom R. AP., *Using FRAME Architecture for Planning Integrated intelligent Transport Systems*. European Commission, E-FRAME 2007.
6. *KAREN physical architecture*. European Communities 1999.
7. Stańczak-Strząska M., *Aspekty nowej kultury mobilności (w miastach) z perspektywy metody CO-PERT IV*. Materiały niepublikowane.
8. *US Department of Transportation Federal Highway Administration: National ITS Architecture*. Architecture Development Team, USA 1996-2007.



9. *US Department of Transportation Federal Transit Administration: Advanced Public Transportation Systems: The State of Art.* Cambridge USA 2000.
10. [www.cupt.gov.pl](http://www.cupt.gov.pl).
11. [www.frame-online.net](http://www.frame-online.net).
12. *Zielona księga w kierunku nowej mobilności w mieście.* Green Paper Com (2007) 551 25.09.2007.

**Autor:** mgr inż. **Magdalena Stańczak-Strząska** – Politechnika Krakowska