ITS PRZEGLĄD

Inteligentne Systemy Transportowe

Zaawansowane technologie - praktyczne porady dla przedsiębiorstw i samorządów

numer 7/8 lipiec/sierpień 2008

www.przeglad-its.pl

cena 9,50 zł (w tym % VAT)

ISSN 1898-4606

MSR TRAFFIC

ZAKŁAD SYSTEMÓW STEROWANIA RUCHEM DROGOWYM Sp. z o.o.

ul. Leśna 40, 62-081 Przeźmierowo k/Poznania
tel. +48 61 816 14 23, tel./fax +48 61 814 25 25
www.msrtraffic.com.pl; msrtraffic@pro.onet.pl

Wydawca:
OpenSky Systems and Services Sp. z o.o
ul. Trębacka 4, 00-074 Warszawa
tel. (022) 630 99 07; faks (022) 630 99 12

Redakcja:
ul. Trębacka 4, 00-074 Warszawa
tel. (022) 630 99 07; faks (022) 630 99 12
www.przeglad-its.pl
email: redakcja@przeglad-its.pl

Redaktor naczelny:
Jacek Doliński
jdolinski@przeglad-its.pl

Redakcja:
Iwona Barbara Litwin (sekretarz redakcji)
sekretarz@przeglad-its.pl

Krzysztof Jamrozik (ITS dla BRD),
Marek Tadeusz Krawczyk,
Piotr Krukowski,
Marek Litwin,
Jakub Młyńczak (Telematyka)

Rada Programowa Przeglądu ITS:
prof. dr inż. Wojciech Suchorzewski (przewodniczący),
dr. inż. Mariusz Kaczmarek,
prof. dr hab. Jerzy Mikulski,
prof. dr hab. Roman Nagórski,
dr inż. Jacek Oskarbski,
dr inż. Andrzej Urbanik,
prof. nzw. dr inż. Kornel B. Wydro,
prof. dr Kazimierz Zaraś (Université du Québec)

Dyrektor marketingu:
Iwona Barbara Litwin
ilitwin@przeglad-its.pl

Prenumerata:
warunki - patrz str. 39
Prenumerata w internecie:
www.przeglad-its.pl

DTP:
Maria (Maryla) Dolińska

Druk:
Z.U.P. HARO

Nakład: 2000 egzemplarzy

Copyright © PRZEGLĄD ITS 2008

Przedruk, kopiowanie lub powielanie w jakiejkolwiek formie w części lub całości bez pisemnej zgody wydawcy jest zabronione.

Redakcja nie odpowiada za treść reklam, ogłoszeń i artykułów sponsorowanych.

Redakcja zastrzega sobie prawo do skrótów oraz do niepublikowania tekstów niezgodnych z charakterem pisma i interesem wydawcy.

Szanowni Czytelnicy!

Jacek Doliński, PMP
redaktor naczelny

W czasie wakacji większość z nas odrywa się od codziennych zajęć, żeby odpocząć po kolejnym przepracowanym roku, zwiedzić następne zakątki świata, odrobić całoroczne zaległości w lekturach, wreszcie rozruszać trochę mięśnie i kości po długim okresie siedzenia za biurkiem... Nasza redakcja też weszła w okres urlopowy, dlatego zdecydowaliśmy się wydać wspólny, lipcowo-sierpniowy numer Przeglądu.
Jedynym akcentem urlopowym numeru jest okładka – poza nią jak zwykle zajmujemy się inteligentnymi systemami transportowymi. Tym, którzy wybiegają myślą poza okres wakacyjny, przypominamy o dorocznej , ósmej już międzynarodowej konferencji „Telematyka systemów transportowych".
A jeszcze przed wakacjami powstała Rada Programowa Przeglądu ITS. Jej skład znajdą Państwo w stopce redakcyjnej. Wszystkim Członkom Rady dziękuję za przyjęcie zaproszenia.
Tradycyjnie już, życzę miłej i owocnej lektury!

Dear Readers

During the vacation season most of us cease their everyday activities after yet another year of hard work and travel to exotic places around the world, catch up with reading interesting books or just stretch out and relax after a long time spent at their desks... Our editorial office has also begun the vacation period, therefore we have combined the July and August issues into one.
The only signs of the vacation season in this issue appear on the cover – other than that we write about ITS, as usual.
We would like to remind all readers of the 8th International "Transport Systems Telematics" Conference.
Just before the vacations, the Program Board of our magazine has been established. Many thanks to all members for their participation.

Sincerely
Jacek Doliński
Editor-in-chief

SPIS TREŚCI

ITS

5 Wdrażanie Systemu Zarządzania Ruchem w Łodzi
The Implementation of a Traffic Management System in Łódź

9 Systemy poboru opłat z wykorzystaniem technologii satelitarnych
Electronic Toll Collection Systems Using Satellite Technology

12 Inteligentny transport miejski PRT – możliwość zastosowań w aglomeracjach miejskich
Intelligent City Transit PRT – Its Applications in Urban Agglomerations

16 Systemy zarządzania ruchem – stan zaawansowania w miastach Polski
Traffic Management Systems – the Implementation Status in Polish Cities

25 Protokoły komunikacyjne oparte na TCP/IP i ich rola w ITS
TCP/IP-based Communication Protocols and Their Role in ITS

TELEMATYKA

TELEMATICS

29 VIII Międzynarodowa Konferencja „Telematyka systemów transportowych”
8th International Conference “Transport Systems Telematics”

35 Recenzja książki „Analiza ryzyka i zarządzanie ryzykiem w transporcie”
Book Review “Risk Analysis and Risk Management in Transport – Tunnels at Road Communications and Railways”

36 Zastosowanie znaków drogowych zmiennej treści w logistyce miejskiej
Application of Variable Message Signs in the City Logistics

ITS DLA BRD

ITS FOR ROAD TRAFFIC SECURITY

30 Wpływ nowoczesnych systemów ITS instalowanych wewnątrz pojazdów na bezpieczeństwo ruchu drogowego
The Role of Modern On-Board ITS Systems in Road Traffic Security

32 Inteligentne systemy transportowe bezpieczeństwa ruchu drogowego widziane przez pryzmat efektywności ekonomicznej
Road Traffic Security Applications of ITS from the Economic Point of View

ZAPRENUMERUJ PRZEGLĄD ITS

SUBSCRIBE TO PRZEGLĄD ITS

39 Prenumerata
Subscription

NA OKŁADCE

W wakacyjnym nastroju prezentujemy aktualne zdjęcia Warszawy, zupełnie bez związku z ITS – w tle zdjęć nasza projekcja stołecznych rozwiązań komunikacyjnych (na razie pozostająca w sferze życzeń)

Projekt okładki: Maria Dolińska

Wdrażanie Systemu Zarządzania Ruchem w Łodzi

Uwarunkowania techniczne sterowania ruchem

Łódź, trzecie co do wielkości miasto w naszym kraju, ma ok. 250 skrzyżowań sterowanych sygnalizacją świetlną. Większość sygnalizacji skoncentrowana jest na stosunkowo niewielkim obszarze położonym w centralnej części miasta. Sygnalizacje te powstawały na przestrzeni wielu lat i reprezentują poziom techniczny adekwatny do czasu w którym powstawały. Pracują w trybie akomodacyjnym, albo stałoczasowym. Z technicznego punku widzenia są więc mało efektywne, a możliwości w zakresie adaptacji i włączenia ich do pracy w Systemie Sterowania Obszarowego są ograniczone.

W ramach pierwszego etapu projektu Łódzkiego Tramwaju Regionalnego przewidzianego do realizacji w okresie lipiec 2007 – lipiec 2008, zostanie zmodernizowanych i podłączonych do obszarowego systemu sterowania ruchem 60 skrzyżowań. Projekt obejmuje także informację przystankową i (w wymiarze pilotażowym) drogowe tablice zmiennej treści oraz zamontowanie 5 kamer służących do monitoringu ciągów komunikacyjnych.

Cele Systemu Zarządzania Ruchem w Łodzi

Podstawowym celem implementacji systemu jest dostarczenie zintegrowanych narzędzi do zarządzania i sterowania ruchem. System zarządzania ruchem będzie wspomagał działania w zakresie:

- poprawy warunków ruchu wszystkich użytkowników (pojazdów indywidualnych, pojazdów komunikacji zbiorowej, pieszych);
- optymalnego wykorzystania istniejącej infrastruktury transportowej;
- zwiększenia atrakcyjności transportu publicznego przez uprzywilejowanie pojazdów komunikacji miejskiej;
- poprawy bezpieczeństwa uczestników ruchu drogowego;
- zmniejszenia skutków negatywnego oddziaływania na środowisko;
- informacji o ruchu, dotyczących ruchu indywidualnego i transportu zbiorowego.

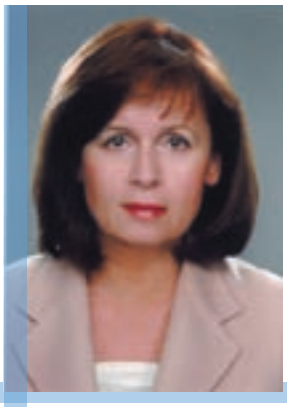
Architektura Systemu Zarządzania Ruchem (ATMS)

Wdrażany System Zarządzania Ruchem, dostarczony przez firmę TYCO, będzie się składał z kilku współpracujących ze sobą podsystemów biorących udział w procesie:

- obszarowego sterowania ruchem (UTCS),
- zarządzania transportem zbiorowym (PTS),
- informacji pasażerskiej (PIS),
- informacji dla kierowców (TIS),
- monitorowania wizyjnego (CCTV).

Zastosowany System Zarządzania Ruchem bazuje na oprogramowaniu RAPID firmy Technisyst, integrując poszczególne podsystemy, tworząc wspólną płaszczyznę ich obsługi oraz zapewniając wymianę danych w celu osiągnięcia zadanych celów. Podstawowe funkcje w ramach nadzoru to:

- nadzór nad infrastrukturą w Centrum Zarządzania;
- nadzór urządzeń terenowych (sterowniki, detektory, elementy wyposażenia pojazdów komunikacji miejskiej, tablice zmiennej treści, kamery);
- nadzór nad systemem łączności.



ALINA GIEDRYŚ

Absolwentka Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Łódzkiej oraz studiów podyplomowych w zakresie zarządzania. Doświadczenie projektowe zdobyła w biurze urbanistycznym i w czasie stypendium UNDP w Niemczech, a menedżerskie – jako prezes zarządu Autostradowego Konsorcjum Inwestycyjnego S.A. Od 10 lat pracuje dla samorządu Łodzi, początkowo na stanowisku zastępcy dyrektora wydziału Urzędu Miasta, nadzorując organizację lokalnego transportu zbiorowego oraz inicjując projekty w innych obszarach gospodarki komunalnej. Od 2003 roku dyrektor Zarządu Dróg i Transportu w Łodzi. Inicjator projektu Łódzki Tramwaj Regionalny.

Podsystem sterowania ruchem (UTCS) – zadaniem tego podsystemu jest optymalizacja sterowania ruchem pojazdów w sieci ulicznej oraz przydzielenie priorytetów pojazdom transportu publicznego. Do realizacji zadań tego podsystemu zostanie wykorzystana najnowsza wersja systemu sterowania ruchem SCATS. System ten ma archi-

tekturę zdecentralizowaną (rozproszoną). Struktura systemu składa się z trzech poziomów:

- poziomu sterowników lokalnych, odpowiadającego za taktyczne decyzje w zakresie sterowania ruchem (np. wyznaczanie ostatecznej długości sygnałów), bezpieczeństwo sterowania, zbieranie, przetwarzania i przesyłanie do poziomu nadrzędnego danych o ruchu itp.;
- poziomu komputerów regionalnych, odpowiadającego za strategiczne decyzje w zakresie sterowania ruchem (np. określanie strategii sterowania, wyznaczanie długości cyklu, offsetów);
- poziomu centralnego, monitorującego i nadzorującego stan pracy całego systemu.

SCATS jest systemem w pełni adaptującym się do warunków ruchu na drodze w czasie rzeczywistym – informacje o zmianie warunków ruchu zebrane przez system detekcji i przeanalizowane przez system SCATS w danym cyklu zostają uwzględniane w parametrach sterowania w kolejnych cyklach. Nie wymaga on wstępnych wyliczeń skomplikowanych planów sygnalizacji świetlnej. Logika i algorytmy systemu analizują dane o ruchu w czasie rzeczywistym, aby automatycznie obliczyć optymalny plan sygnalizacji świetlnej dostosowany do aktualnych warunków ruchu.

SCATS realizuje następujące funkcje:

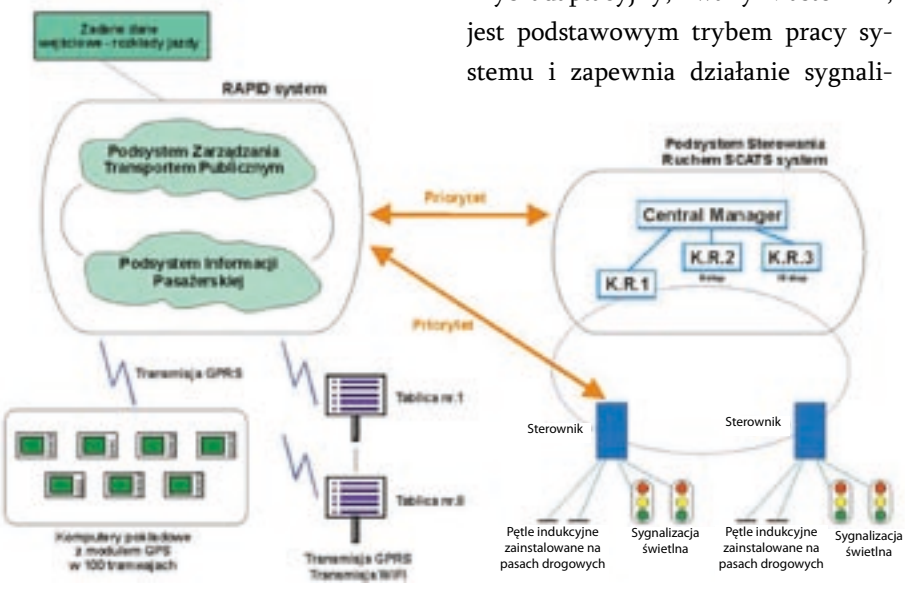
- wizualizację stanu pracy sygnalizacji świetlnej;
- archiwizację danych o warunkach ruchu ulicznego;
- adaptacyjne, wielopoziomowe sterowanie ruchem;
- monitoring i komunikaty o pracy systemu;
- przetwarzanie danych pomiarowych, analizę warunków ruchu w czasie rzeczywistym i automatyczny wybór metod i parametrów sterowania w zależności od warunków ruchu;
- analizę warunków ruchu w trybie offline;
- planowanie metod sterowania;
- priorytety dla komunikacji tramwajowej;
- funkcje i plany specjalne (remonty, wypadki, imprezy masowe).

Dostarczony system zapewnia działanie w jednym z czterech trybów: **Masterlink, Flexilink, Izolowany, Migające żółte.**

Tryb adaptacyjny, zwany Masterlink, jest podstawowym trybem pracy systemu i zapewnia działanie sygnalizacji świetlnej w pełni dostosowanej do warunków ruchu panujących aktualnie w danym obszarze. System w tym trybie oblicza w czasie rzeczywistym długości faz, cykli i offsetów. Ten tryb realizuje sterowanie obszarowe i koordynację dynamiczną. W zależności od warunków ruchu, w przypadku gdy występują odpowiednie stany ruchu nie wymagające pracy systemu w koordynacji, system automatycznie przechodzi w stan Masterlink Izolowany. Jest to optymalny stan pracy dla skrzyżowania izolowanego z sygnalizacją świetlną, z możliwością pomijania również faz skoordynowanych. W przypadku awarii komputera regionalnego lub utraty łączności, sterowniki lokalne mogą automatycznie przełączyć się na tryb koordynacji czasowej, zwanej Flexilink. W trybie tym sekwencja faz i maksymalny czas trwania każdej fazy oraz czas trwania sygnałów przejścia dla pieszych są określone przez aktualny plan. Sterownik lokalny może zakończyć dowolną fazę pod wpływem lokalnych detektorów pobudzanych przez pojazdy, lub pominąć niepotrzebną fazę, o ile nie jest to zakazane przez instrukcję w planie. Flexilink jest zwykle stosowany jako tryb awaryjny działania systemu. Sygnalizacja świetlna może także działać w trybie Izolowanym, gdzie jedyną strategią działania jest aktywacja lokalna przez pojazdy. Czwartym trybem jest Migające żółte, w którym sygnalizację zastępuje migające światło żółte na wszystkich podejściach lub migające żółte i migające czerwone na różnych podejściach.

System pozwala na używanie dowolnego trybu pracy. W dowolnym momencie tryb pracy może zostać zmieniony bezpośrednio przez operatora systemu lub np. według pory dnia.

W łódzkim projekcie zostały zastoso-



Schemat blokowy Systemu Zarządzania Ruchem

wane sterowniki Eclipse dedykowane do pracy w systemie SCATS, oraz sterowniki ASR-2008 PL, podłączone do systemu za pośrednictwem interfejsu SOTU.

Dla potrzeb systemu sterowania SCATS wszystkie detektory, zarówno strategiczne, jak i taktyczne, są standardowo umieszczone w pobliżu linii zatrzymania, po jednym na każdym pasie. Obliczenia stopnia nasycenia opierają się na detektorach pętlowych, ułożonych w kierunku przepływu, o długości 2,5 do 4,0 m. Do detekcji awaryjnej pojazdów szynowych zostanie wykorzystany sygnał informujący o obecności pojazdu szynowego oraz o kierunku jego ruchu, pochodzący z zewnętrznego sterownika zwrotnicy, lub sygnały dostarczone z pętli indukcyjnej zamontowanej w torowisku.

Podsystem Informacji o ruchu (TIS) przeznaczony jest do przekazywania informacji o aktualnym stanie ruchu w sieci oraz przesyłania informacji do mediów. Przewiduje się wykorzystanie do tych celów następujących środków technicznych: radia, RDS, Internetu, znaków drogowych bramowych o zmiennej treści, z pełnym zakresem przekazywanych informacji, oraz znaków drogowych tablicowych o ograniczonym zakresie przekazywanych informacji.

Podsystem nadzoru wizyjnego (CCTV) – zadaniem jego będzie efektywne monitorowanie warunków ruchu w obszarze objętym Zintegrowanym Systemem Zarządzania Ruchem. Monitorowanie ruchu umożliwiać będą zainstalowane kamery. W pierwszym etapie budowy sieci zostanie zainstalowanych 5 kamer szybkoobrotowych, 2 stanowiska operatorskie wyposażone w konsole do sterowania kamerami, 4 monitory kolorowe 22", rejestrator sieciowy NVR oraz oprogramowanie do konfiguracji i zarządzania siecią. Obrazy z poszczególnych kamer będą transmitowane do Centrum za pomocą szerokopasmowej sieci transmisji danych, która będzie obsługiwała także inne podsystemy realizowane w ramach projektu. W celu minimalizacji opóźnień w transmisji sygnałów wideo będzie wykorzystana technologia VPN, gwarantująca szerokie pasmo przenoszenia. Obraz z kamer zapewni bezpośredni pogląd sytuacyjny i będzie wykorzystywany przez inżynierów ruchu do nadzoru pracy systemu oraz monitoringu ruchu pojazdów w ciągach komunikacyjnych. Operatorzy będą mogli przekazywać sygnały wizyjne (obraz „na żywo" i obrazy archiwalne) w ramach Centrum oraz do innych podsystemów. Dodatkowo uprawnione osoby będą mogły uzyskać poprzez sieć dostęp do systemu wizyjnego (w zakresie zdefiniowanym przez system zarządzania siecią).

Podsystem zarządzania transportem zbiorowym (PTS) oraz informacji pasażerskiej (PIS). Do tego celu wykorzystana została aplikacja o nazwie RAPID. Wdrażany system jest przystosowany do realizacji podstawowych zadań informacji dla pasażerów w czasie rzeczywistym i priorytetu dla pojazdów. System śledzi pojazdy komunikacji miejskiej i monitoruje ich obecność, zapewniając lepszą kontrolę i elastyczność w zarządzaniu flotą. Dzięki nadaniu priorytetu dla pojazdów komunikacji zbiorowej na skrzyżowaniach, zostanie skrócony czas podróży oraz będzie możliwe zniwelowanie występujących opóźnień w realizacji rozkładów jazdy. W przypadku spóźnienia tramwaju system RAPID generuje w czasie rzeczywistym zgłoszenie przydzielenia priorytetu (standardowego lub wysokiego) wysyłane do systemu SCATS w celu ustawienia czasów trwania faz na danym skrzyżowaniu, przez wydłużenie określonej fazy lub wcześniejsze skrócenie przeciwnej fazy.

Centrum Zarządzania Ruchem

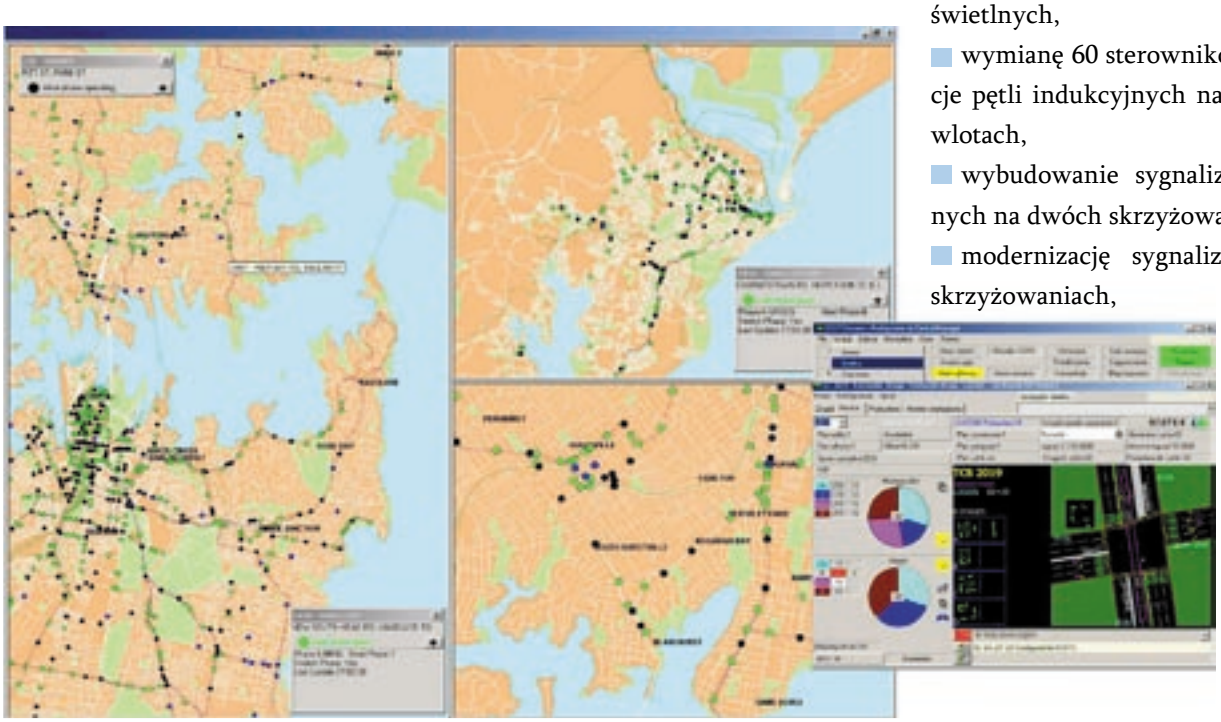
Reasumując, podsystem RAPID będzie realizował następujące funkcje:

- dostarczy pasażerom dynamicznej informacji, podając na elektronicznych wyświetlaczach rzeczywiste czasy przyjazdu pojazdów komunikacji miejskiej na wybranych przystankach oraz automatyczną zapowiedź akustyczną następnego przystanku na trasie;
- zwiększy bezpieczeństwo kierowców przez monitorowanie użycia przycisku alarmowego oraz informowanie dyspozytorów o sygnałach alarmowych i położeniu pojazdów w czasie rzeczywistym;
- poprawi sprawność komunikacji przez umożliwienie realizacji priorytetu (skrócenie czasu oczekiwania na światło zielone) dla pojazdów komunikacji miejskiej;
- oceni i zarejestruje własne działanie, identyfikując te elementy systemu, które działają poza zakresem normy statystycznej. Pozwoli to na wymianę sprzętu, zanim pojawi się poważna awaria;
- zminimalizuje wprowadzanie danych poprzez integrację z systemami rozkładu jazdy;
- zapewni natychmiastowe powiadamianie operatorów systemu o zdarze-

niach nietypowych.
W ramach systemu RAPID zdefiniowano następujących użytkowników: motorniczowie tramwajów, dyspozytorzy tramwajów, operatorzy tramwajów, pasażerowie, serwis utrzymania systemu, systemy zewnętrzne.
Wszystkie „nici" Systemu ATMS będą zbiegały się w Centrum Zarządzania Ruchem, które będzie pełniło rolę centrali dyspozytorskiej dla Systemu Obszarowego Sterowania Ruchem. Centrala będzie wyposażona między innymi w:

- serwer systemu UTC (SCATS), który stanowi platformę systemową Systemu Sterowania,
- serwer systemu ATMS (RAPID), który stanowi platformę systemową Systemu Zarządzania Ruchem,
- 3 stacje robocze – stanowiska operatorskie,
- 2 stanowiska telewizji przemysłowej,
- wielkoformatowy ekran wizualizacyjny.

Dane z podsystemów będą wyświetlane przez ATMS za pomocą graficznego interfejsu użytkownika (GUI). Podstawę GUI stanowi wektorowa mapa sieci drogowej miasta w standardzie GIS, na której widoczne są najważniejsze elementy poszczególnych podsystemów. W głównym oknie wyświetlane jest drzewo wyboru, panel szczegółowy i panel zdarzeń. Panel szczegółowy pokazuje szczegółowe informacje dla obiektu wybranego z drzewa lub mapy. Panel zdarzeń pokazuje zdarzenia systemowe bez związku z wybranym obiektem drzewa. Główne okno mapy i okno wyboru współdziałają ze sobą w taki sposób, że wybranie np. tramwaju na mapie skutkuje wyświetleniem informacji szczegółowych o tym tramwaju w panelu szczegółowym, a wybranie trasy w oknie głównym powoduje jej wyświetlenie na mapie. Można używać komputera PC z dwoma monitorami, wyświetlając na jednym okno główne, a na drugim mapę, można również ustawić rozmiar każdego z okien i pracować na jednym monitorze. System udostępnia standardowe procedury związane z administrowaniem nim.



Przykład graficznego interfejsu użytkownika (GUI)

Informacje z rejestrów błędów i dzienników poszczególnych podsystemów będą przekazywane i gromadzone w systemie nadrzędnym. Informacje te mogą być następnie przedstawiane w formie raportów tworzonych automatycznie w oparciu o zdefiniowane szablony. Ponadto informacje o błędach mogą być na bieżąco przekazywane za pomocą okien wyskakujących na monitorach operatorów, a przy braku reakcji operatora również w postaci wiadomości SMS, e-maili itp.

Podsumowanie

Zaprojektowanie systemu i późniejsza jego fizyczna realizacja jest zadaniem niezwykle skomplikowanym. Wszystkie prace projektowe, budowlane, wdrożeniowe i eksploatacyjne w ramach projektu Łódzki Tramwaj Regionalny odbywają się zgodnie z zasadą „zaprojektuj i wybuduj". Podczas realizacji projektu Systemu Zarządzania Ruchem w ramach I etapu ŁTR, należało wykonać:

- kapitalny remont 12 sygnalizacji świetlnych,
- wymianę 60 sterowników i instalacje pętli indukcyjnych na wszystkich wlotach,
- wybudowanie sygnalizacji świetlnych na dwóch skrzyżowaniach,
- modernizację sygnalizacji na 30 skrzyżowaniach,

dokończenie na str. 24

Systemy poboru opłat z wykorzystaniem technologii satelitarnych

W okresie, kiedy zarówno w Polsce, jak i w niektórych innych krajach wprowadzono po raz pierwszy obowiązek ponoszenia opłat drogowych, na rynku dostępna była pierwsza generacja rozwiązań systemowych w zakresie poboru opłat – manualny system z wykorzystaniem szlabanów. Późniejsza, druga generacja bazowała już na rozwiązaniu DSRC, wymagającym instalowania bramownic z sprzętem DSRC na odcinkach dróg objętych opłatą. Oba te rozwiązania wymagają przygotowania infrastruktury na drogach. Do jej wybudowania niezbędne są zezwolenia budowlane, wydawane częstokroć przez różne regionalne urzędy, sama budowa wymaga zamykania dróg, a ponadto do urządzeń trzeba doprowadzać zasilanie elektryczne. Potrzeba na to dużo czasu. W zależności od długości dróg sieci płatnej oraz od liczby wjazdów i wyjazdów, trzeba budować odpowiednio dużą liczbę bramownic. Każde rozszerzenie sieci podlegającej opłatom wymaga kolejnych nakładów budowlanych oraz czasu, natomiast obecne rozwiązania systemowe, bazujące na technologii satelitarnej, umożliwiają pobór opłat w sposób niewidoczny dla użytkowników dróg oraz bez potrzeby tworzenia infrastruktury na drogach. To niewidoczne rozwiązanie, przekazujące dane pozycyjne obliczone przy pomocy satelitów nawigacyjnych, może szybko i o każdej porze reagować na zmiany warunków ramowych. Umożliwia to np. przeciwdziałanie próbom ucieczek kierowców z odcinków płatnych. Zapewniona jest również ochrona inwestycji. Konieczna jest jednorazowa inwestycja początkowa, nie ma natomiast potrzeby kolejnych inwestycji w przypadku powiększania sieci dróg objętych opłatami. Ponadto w niczym nie zostaje naruszony krajobraz dróg.

Nowa generacja omawianych rozwiązań umożliwiła w końcu 2004 r. rozbudowanie dotychczasowej płatnej sieci drogowej w Europie, liczącej

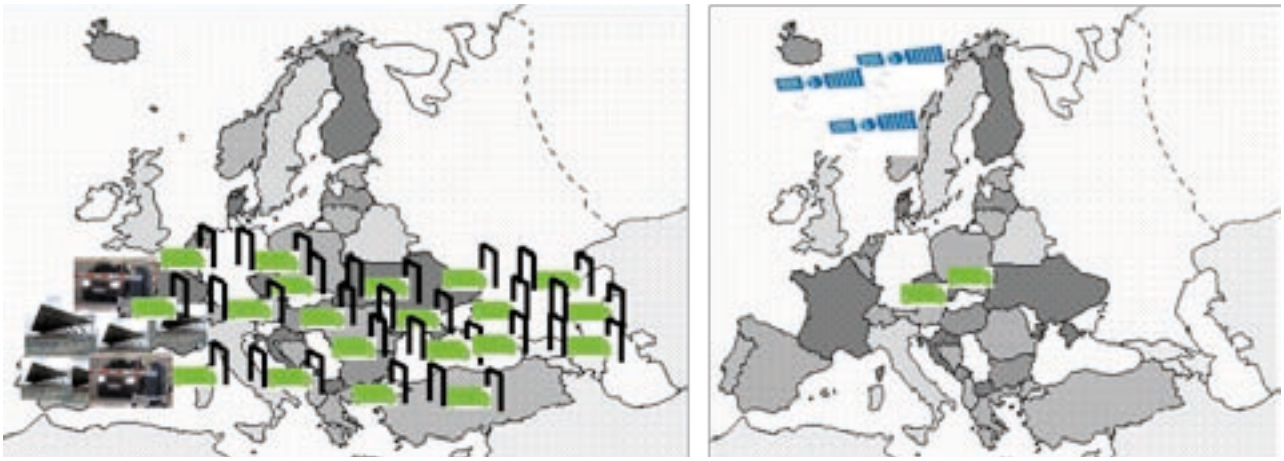
PATRYCJA WRZEŚNIEWSKA
Manager International Projects
Satellic Traffic Management GmbH,
Grupa Deutsche Telekom

Rozpoczęła pracę w firmie Satellic w lutym 2006. Jej zakres obowiązków (projekty międzynarodowe z ukierunkowaniem na Polskę) wynikają z faktu, że przed przeniesieniem się do Niemiec mieszkała przez 13 lat w Gdańsku. Pracowała w Toll Collect GmbH jako specjalistka podlegająca dyrektorowi generalnemu. Opracowywała i wdrażała projekty strategiczne i operacyjne. Po zakończonej sukcesem transformacji firmy z roli dostawcy do roli operatora systemu satelitarnego poboru opłat, rozpoczęła działalność w dziedzinie międzynarodowej księgowości; uczestniczyła w organizacji nowej międzynarodowej firmy Satellic. Ukończyła studia w zakresie European Business Management w Worms (Niemcy) i Royal Holloway, University of London (Wielka Brytania). Przed rozpoczęciem pracy w Toll Collect pracowała przez 3,5 roku w firmie PricewaterhouseCoopers w Hamburgu. Była konsultantką wiodących międzynarodowych firm w dziedzinie lotnictwa i transportu.

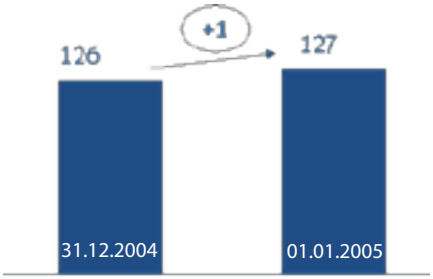
PIERWSZA GENERACJA
ręczny pobór opłat

DRUGA GENERACJA
technologia mikrofal i podczerwieni

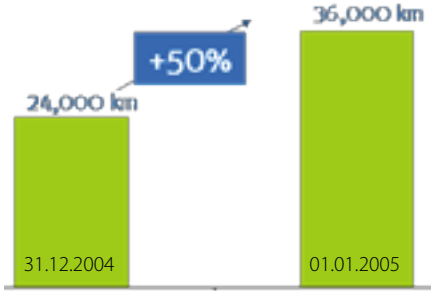
TRZECIA GENERACJA
satelitarny pobór opłat



System satelitarny umożliwia pobieranie opłat drogowych bez zaśmiecania krajobrazu



Liczba zarządców dróg w Europie



Sieć płatnych dróg w Europie

System satelitarny umożliwia centralny pobór i rozliczanie opłat oraz integrację koncesjonariuszy

24 tys. kilometrów i eksploatowanej przez 126 operatorów o dalszych 12 tys. kilometrów i to bez potrzeby budowy bramownic. Oczywiście, niezbędny był określony czas na przygotowanie i wdrożenie systemu. Jednak w obecnej chwili, kiedy tylko zapadną odpowiednie decyzje władz, można już w ciągu kilku dni rozbudować podlegającą opłatom sieć drogową o kolejne odcinki np. po to, ażeby zredukować ucieczki kierowców z płatnych autostrad na drogi ekspresowe lub drogi krajowe. Uwzględniając plany rozbudowy sieci drogowej w Polsce wydaje się, że najwyższy priorytet powinien mieć taki system poboru opłat drogowych, który – kiedy tylko wybudowane zostaną nowe odcinki dróg, zadeklarowane jako płatne – umożliwiłby ich niezwłoczne włączenie do systemu. Można sobie np. wyobrazić, że odcinki przebiegające pomiędzy Krakowem i Rzeszowem oraz pomiędzy Warszawą i Białymstokiem mogłyby po ich ukończeniu zostać niezwłocznie obłożone obowiązkiem opłat drogowych.

Już dzisiaj jest do przewidzenia, że opłaty drogowe zostaną wprowadzone nie tylko na autostradach, lecz również na innych rodzajach dróg. W takiej sytuacji przypuszczalnie będzie dochodzić do omijania odcinków płatnych, przez korzystanie z innych dróg krajowych. W konsekwencji oznacza to dalszy przyrost sieci dróg podlegających opłatom, a co za tym idzie większe znaczenie ma wybór takiego systemu poboru opłat drogowych, który będzie na tyle dynamiczny, elastyczny i szybki, aby rozrastać się wraz z powiększaniem sieci dróg płatnych i szybko dostosowywać się do zmian tej sieci.

Jak zatem funkcjonuje system oparty na łączności satelitarnej? Zasada jego jest bardzo prosta. Użytkownik rejestruje się w systemie i otrzymuje urządzenie do zainstalowania w pojeździe. Urządzenie to wyposażone jest w różnego rodzaju moduły, jak np. moduł GPS, GSM oraz mapę cyfrową. Na mapie cyfrowej zaznaczone są wszystkie płatne odcinki dróg. W momencie, kiedy użytkownik wjeżdża na płatny odcinek drogi, system za pośrednictwem nawigacji satelitarnej GPS sprawdza, czy pojazd znajduje się na odcinku podlegającym opłacie. Jeżeli tak, to urządzenie pokładowe zaczyna naliczać opłatę drogową i za pośrednictwem transmisji pakietowej GPRS przesyła dane o tej opłacie do centralnego ośrodka obliczeniowego. Po upływie zdefiniowanego okresu rozliczeniowego użytkownik otrzymuje rozliczenie opłat drogowych. Zaletą systemu opartego na nawigacji satelitarnej jest to, że każde rozszerzenie sieci odcinków płatnych daje się wprowadzić do niego w sposób prosty i tani przez aktualizację oprogramowania, niezależnie od tego, w jakim miejscu znajduje się podlegający obowiązkowi opłaty pojazd. Prezentowany system może być zastosowany zarówno na drogach szybkiego ruchu i drogach krajowych, jak i na autostradach. Rozwiązanie oparte na nawigacji satelitarnej umożliwia również włączenie do systemu odcinków eksploatowanych przez prywatnych operatorów. Opłaty za korzystanie z takich odcinków mogą być rozliczane oddzielnie z każdym operatorem lub koncesjonariuszem.

Połączenie systemu nawigacji satelitarnej GPS z pakietową transmisją danych przez sieć telefoniii komórkowej (GPRS)

[1] Na podstawie informacji o pozycji samochodu pochodzącej z systemu GPS, jednostka pokładowa OBU oblicza przejechaną trasę podlegającą opłacie.
[2] OBU przesyła dane przy pomocy transmisji pakietowej GPRS do centrum obliczeniowego.
[3] Na płatnych odcinkach dróg pojazdy są sprawdzane przez kontrole stałe lub ruchome. Pojazdy w których nie wykryto obecności OBU są sprawdzane na podstawie numerów rejestracyjnych. Tylko w przypadku stwierdzenia naruszenia obowiązku opłaty pojazd zostaje zatrzymany.

Elektroniczny system poboru opłat drogowych oparty na technice satelitarnej

Istnieje kilka alternatywnych rozwiązań w zakresie kontroli użytkowników dróg, którzy powinni ponosić opłaty drogowe. Najbardziej elastyczne możliwości, nie wymagające przy tym żadnych inwestycji budowlanych, ma kontrola przy użyciu urządzeń przenośnych lub zainstalowanych w pojazdach (kontrola w ruchu). Kontrolę przy użyciu urządzeń przenośnych można porównać z kontrolą prędkości pojazdów. Pojazd służb kontrolnych ustawiany jest na skraju jednopasmowej drogi, np. drogi krajowej. Natomiast kontrola dokonywana w ruchu zalecana jest na drogach posiadających drugi pas ruchu (pas wyprzedzania). Bezpośrednie komunikowanie się urządzenia kontrolnego z urządzeniem pokładowym tzw. OBU (*On-Board Unit*) zainstalowanym w pojeździe użytkownika drogi, w połączeniu z szybkim porównaniem danych zarejestrowanych w centrali, umożliwia w razie stwierdzenia unikania opłaty drogowej natychmiastowe zatrzymanie podejrzanego pojazdu, ostateczne ustalenie stanu faktycznego oraz wszczęcie dalszych kroków.

Zapewnienie stuprocentowej kontroli uiszczania opłat drogowych możliwe jest zarówno w przypadku systemu bazującego na pozycjonowaniu satelitarnym, jak i na technologii mikrofalowej.

- wszechstronne użytkowanie
- najelastyczniejsza i najtańsza możliwość kontroli
- idealna do użytku na drogach krajowych i ekspresowych

Urządzenie do kontroli przenośnej w samochodzie

- idealna do użytku na autostradach lub trasach dwupasmowych
- bardzo elastyczna

Pojazd kontroli ruchomej

Należy jednak postawić pytanie, czy stuprocentowa kontrola jest rozwiązaniem ekonomicznym. Sprawdzony i wypróbowany tryb kontroli stanowią kontrole wyrywkowe (kolej, kontrole prędkości na drogach). W Niemczech zleceniodawca systemu zdecydował, że kontrolami wyrywkowymi winno być objętych 10% przejazdów podlegających opłacie drogowej.

Wdrożenie opłat drogowych obliczanych na podstawie przejechanych kilometrów pokazało, że w badanym okresie czasu liczba pustych przebiegów zmniejszyła się o 15% (stan na 2006 r.). Wprowadzenie korzystniejszych opłat dla pojazdów o lepszych parametrach ekologicznych spowodowało z kolei, że po sieciach dróg płatnych jeżdżą dziś przede wszystkim pojazdy z wyższą tzw. klasą emisji. Ten aspekt stwierdzony został zarówno w odniesieniu do krajowych, jak i zagranicznych flot pojazdów. W zależności od doboru funkcji urządzenia pokładowego, platforma poboru opłat będzie mogła być w przyszłości wykorzystywana do celów planowania pracy flot pojazdów oraz realizacji zleceń przewozowych ad-hoc, gdyż dostępność aktualnych danych pozycyjnych ułatwi maksymalne wykorzystanie potencjałów przewozowych. Odpowiednie ukształtowanie taryf, np. w zależności od czasu, miejsca lub rodzaju dróg, może spowodować zmiany strumieni lub też zmniejszenie natężenia ruchu drogowego.

Jak mogłoby wyglądać ewentualne rozwiązanie dla Polski z uwzględnieniem istniejących warunków? W Polsce możliwe jest zrealizowanie centralnego rozwiązania, które przyniesie korzyści państwu, koncesjonariuszom i użytkownikom dróg. Państwo utrzymuje jeden centralny system rozliczeniowy, mając pełne rozeznanie w kwestii tego, jaką oraz gdzie pobrano

dokończenie na str. 38

Dziś system służy wyłącznie do poboru opłat – zarządzanie ruchem i efekty ekologiczne to najbliższa przyszłość

Inteligentny transport miejski PRT – możliwość zastosowań w aglomeracjach miejskich

PRT – ogólna charakterystyka zagadnienia

Problemy transportu w aglomeracjach miejskich stają się poważnymi problemami początku XXI wieku, a ich rozwiązanie – priorytetowymi działaniami, nie mniej ważnymi niż budowa autostrad czy linii kolejowych. Mała przepustowość, zatory ruchu, kolizyjność (głównie transport samochodowy), energochłonność, zanieczyszczenie środowiska, emisja CO_2, znaczne powierzchnie zajmowane przez infrastrukturę i rosnące koszty jej budowy, duże koszty eksploatacji, relatywnie mała odporność na zagrożenia terrorystyczne – to tylko niektóre problemy współczesnych miejskich systemów transportowych. Transport miejski stanowi jeden z istotnych priorytetów badań naukowych w transporcie na lata 2007-2013. Badania oraz projekty w dużej mierze mogą być finansowane w ramach programu operacyjnego Środowisko i Infrastruktura. Wprawdzie w jednym z priorytetów programu wspomina się niekonwencjonalne systemy transportowe, systemy proekologiczne itd., tym niemniej większość planowanych rozwiązań bazuje na klasycznych koncepcjach, np. rozbudowie linii tramwajowych. Wybiegnijmy myślą poza perspektywę 2007-2013. Fakty są bardzo wymowne. Już obecnie około 40% emisji dwutlenku węgla do atmosfery generowane jest przez transport miejski. Procent ludności żyjącej w miastach jest coraz większy. Koncepcja nie tylko systemów transportowych, ale również koncepcja budowy miast musi prawdopodobnie zmienić się w sposób zasadniczy. Na świecie zaczynają powstawać nowe projekty – miasta laboratoria. Jednym z nich jest projekt budowy miasta Masdar w Zjednoczonych Emiratach Arabskich. Zakaz wjazdu pojazdów spalinowych do centrum, ekologiczny transport w centrum, koncepcje Park & Ride, „czysta energia" (geotermalna, słoneczna czy z wykorzystania wiatru), zakłady recyklingu to najważniejsze atrybuty. W tych nowych koncepcjach coraz częściej pojawią się systemy transportowe określane skrótem PRT – od angielskiego *Personal Rapid Transit*. Pod tym pojęciem rozumie się transport łączący cechy transportu osobistego i masowego transportu miejskiego typu *point to point* lub *door to door* (w dosłownym tłumaczeniu punkt-punkt lub drzwi-drzwi – bez przystanków pośrednich pomiędzy przystankiem początkowym a końcowym). Transport PRT realizowany jest przez małe czteroosobowe pojazdy, poruszające się po lekkiej infrastrukturze – najczęściej szynie napowietrznej. Pojazdy sterowane są zdalnie i wybierają optymalną drogę podróży. PRT nie jest nową koncepcją. Pojawiła się w USA w latach pięćdziesiątych, a za ojca PRT uważa się Donn'a Fichtera – planistę transportu miejskiego w USA. Pierwsze próby wdrożenia PRT zakończyły się niepowodzeniem. Obecnie na świecie można obserwować współzawodnictwo we wdrożeniu komercyjnych linii PRT. Prawdopodobnie pierwsza będzie brytyjska ULTRA. Rozwój technologii materiałowych i informatycznych, jak również rzeczywiste potrzeby spowodowały, że prawdopodobnie w najbliższym czasie systemy te zaczną się rodzić „jak grzyby po deszczu". Niewątpliwie systemy PRT są najbardziej technologicznie zaawansowanymi systemami transportu miejskiego. Ich technologiczna możliwość realizacji jest w dalszym ciągu dyskusyjna, aczkolwiek zdecydowanie mniej dyskusyjna niż czterdzieści

PROFESOR DR HAB. INŻ.
WŁODZIMIERZ CHOROMAŃSKI

Pracuje w Politechnice Warszawskiej na Wydziale Transportu. Jest kierownikiem Zakładu Teorii Konstrukcji Urządzeń Transportowych. Jednocześnie jest doradcą w Głównym Urzędzie Nadzoru Budowlanego. Autor i współautor 6 monografii i ponad 150 artykułów opublikowanych w czasopismach polskich i zagranicznych. Wielokrotny laureat nagród J.M Rektora Politechniki Warszawskiej oraz ministerialnych. Kierownik projektu finansowanego w ramach Unii Europejskiej „e-nadzór budowlany". W roku 2002 laureat pierwszej nagrody premiera za wybitne osiągniecia naukowo badawcze. Autor szeregu patentów w obszarze PRT oraz biomechaniki. Obszary zainteresowań: transport, dynamika pojazdów szynowych, biomechanika, transport osób niepełnosprawnych, transport klasy PRT. Członek szeregu organizacji naukowych krajowych i miedzynarodowych: PTSK, PTMTiS, GAMM, IAVSD, IAESTED, WSEAS.

Struktura warstwowa systemu PRT SITIN

lat temu. Dodatkowymi czynnikami utrudniającymi wdrożenie PRT są w dalszym ciągu duża innowacyjność systemu i brak doświadczeń eksploatacyjnych (takich systemów jeszcze nie ma), a zatem brak jakichkolwiek standardów i normalna obawa przed nowymi rozwiązaniami.

PRT–SITIN – koncepcja dla Polski

Również w Polsce rozpoczęto prace nad systemami PRT. Jedna z koncepcji rozwijana jest na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej. PRT uzyskał tu skrót SITIN (System Indywidualnego Transportu Inteligentnego i Napowietrznego). Podstawowe założenia przyjęte przy budowie systemu są następujące:

a) maksymalna prędkość pojazdów PRT: ok. 50 km/h, przy minimalnej separacji 10 m;

b) system PRT realizowany będzie z wykorzystaniem pojazdów czteroosobowych, poruszających się za pomocą napędu elektrycznego na szynie napowietrznej (wymagana lekka infrastruktura, realizacja systemów *door to door*);

c) podstawowe znaczenie dla systemów PRT mają zwrotnice, umożliwiające zmianę kierunku jazdy. Zwrotnice mają być statyczne – nie wymagające żadnych elementów ruchomych. Zmiana kierunku jazdy realizowana będzie przez specjalne mechanizmy, w które wyposażone zostaną pojazdy;

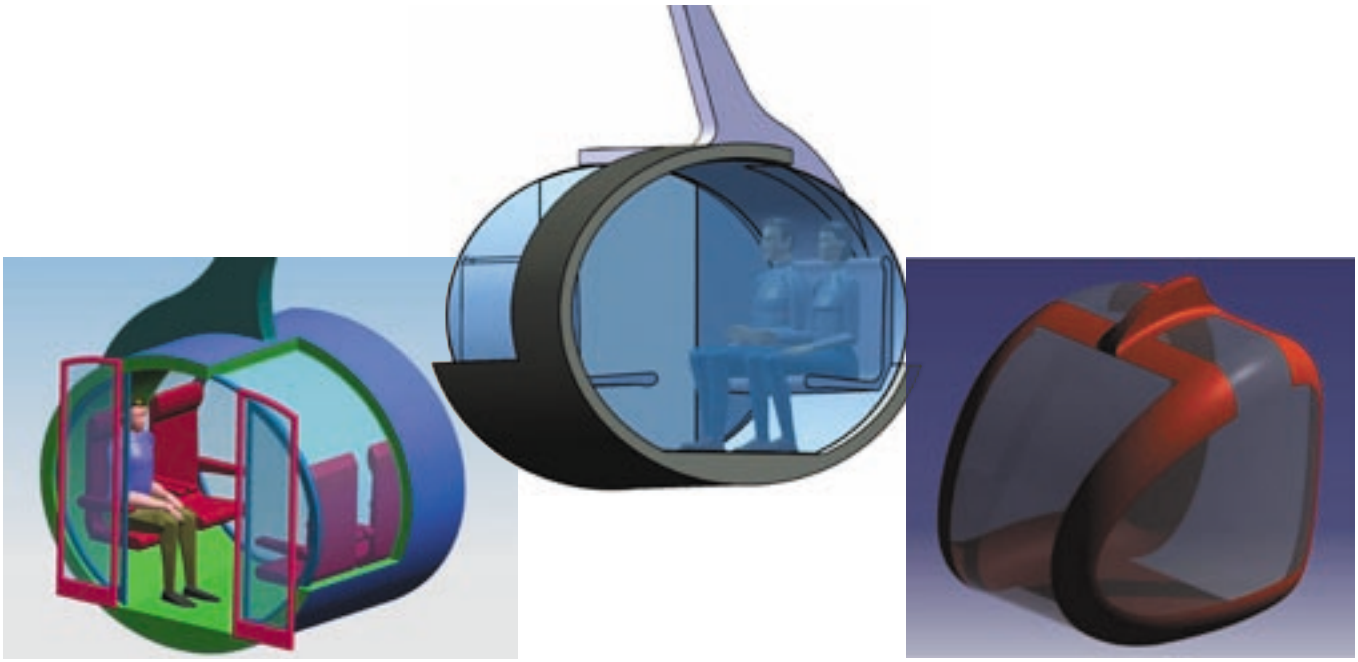
d) sieć „dróg" dla pojazdów PRT jest dwuwarstwowa i składa się z warstwy I (w skład, której wchodzą tzw. magistrale główne, po których pojazdy poruszają się ze stałą prędkością ok. 50 km/h, przy separacji 10-metrowej) oraz warstwy II (w skład której wchodzą drogi, po których pojazdy poruszają się z mniejszą prędkością 0-50 km/h i która realizuje istotę transportu *door to door*, tzn. transport pasażera od miejsca w bezpośredniej bliskości jego przebywania na początku podróży do miejsca bezpośredniej bliskości celu podróży)

e) prędkość zjazdu z warstwy I do warstwy II nie powinna opóźniać ruchu na magistrali głównej oraz nie powinna powodować efektów niedopuszczalnych z punku widzenia oddziaływania niezrównoważonego przyspieszenia oraz szybkości jego zmian na człowieka, które powodowałyby odczuwalne szarpnięcia. A zatem konieczne będzie stosowanie krzywych przejściowych;

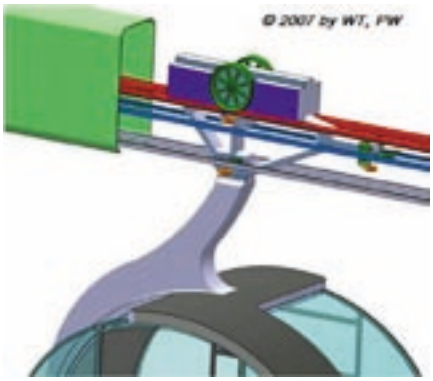
f) pojazdy PRT muszą mieć gabaryty zgodne z wymogami ergonomicznymi oraz umożliwiać transport osób niepełnosprawnych (w szczególnym przypadku, po złożeniu siedzisk – wjazd wózka inwalidzkiego z osobą obsługującą ten wózek);

g) system należy tak projektować, by jego wydajność była podobna lub lep-

Struktura systemu PRT – według J. E. Andersona



Kabiny systemu SITIN – różne warianty



Polski patent układu biegowego SITIN

sza w porównaniu z już istniejącymi systemami transportu.

System SITIN w założeniu mieć będzie wszystkie typowe cechy innych systemów PRT budowanych na świecie:

a) niską energochłonność (pojazdy PRT pobierają energię tylko w czasie wykonywania pracy przewozowej);

b) zerową emisję CO_2 do atmosfery;

c) niskie koszty infrastruktury;

d) wykorzystywanie przestrzeni relatywnie wolnej (nad powierzchnią ziemi);

e) całkowicie zdalne sterowanie, zakładany krótki czas podróży;

f) niskie koszty utrzymania;

g) komfort podróży;

h) spodziewaną dużą przepustowość;

i) dużą odporność na ataki terrorystyczne;

j) spodziewane niskie koszty (łącznie z pojazdami około 15 mln zł /km).

Na kolejnych ilustracjach pokazano przykładowe rozwiązanie systemu PRT, opracowane przez J. E. Andersona, polskie projekty kabiny systemu SITIN i polski patent SITIN z mechanizmem zmiany kierunku jazdy na rozjazdach oraz jednoosiowego prowadzenia, zapewniającego bardzo dobre własności biegowe w jeździe po łukach o bardzo małych promieniach, typowych dla drugiej warstwy.

Zastosowanie systemu SITIN w warunkach polskich może być postrzegane jako:

a) globalne rozwiązanie transportu publicznego w dużych aglomeracjach miejskich (Warszawa) (ang. *High-Capacity Personal Rapid Transit*);

b) lokalne rozwiązanie w dużych aglomeracjach miejskich (np. obsługa największego węzła przesiadkowego w Europie – Warszawa Centralna, Port Lotniczy – Centrum Warszawy);

c) rozwiązanie specyficznych potrzeb transportowych (transport w dużych centrach handlowych, transport w Warszawskim Parku Technologicznym, transport w obszarach okołolotniskowych, transport dla potrzeb klinicznych);

d) rozwiązanie transportowe w specyficznych miastach (np. Zakopane, Szczyrk, Szczawnica, Krynica).

Problemy budowy PRT

Systemy PRT są niewątpliwie nowymi jakościowo systemami w stosunku do już istniejących. Odpowiedź na pytanie, na ile systemy te wnoszą istotną nową jakość i są konkurencyjne w stosunku do doskonalonych istniejących systemów, nie jest jednoznaczna. Literatura światowa, w tym przeglądowe prace dostarczają informacji o przeszło 100 wariantach systemów PRT. Niezależnie od wariantu, każde rozwiązanie musi odnieść się do kilkunastu problemów, w tym:

- systemu sterowania (lokalny, operacyjny i globalny);
- algorytmów sterowania;
- układu zasilania (preferowane zasilanie trakcyjne);
- układu napędowego (preferowane silniki liniowe);
- systemu bezpieczeństwa;
- analizy niezawodności;
- systemu pojazdu (technologia wykonania, układ biegowy, sensoryka);
- infrastruktury torowej;
- infrastruktury transportowej (przystanki, bilety, przywołania pojazdu);
- ekonomiczności rozwiązań;
- systemu eksploatacji.

Projekt systemu PRT jest typowym projektem interdyscyplinarnym, trudnym w zarządzaniu, wymagającym zastosowania technik *concurent design*. Rozpoczęto prace nad przygotowaniem linii prototypowej w Ząbkach.

Wnioski

Systemy PRT mogą być rozważane jako nowe jakościowo systemy transportu w aglomeracjach miejskich. Potencjalnie systemy te mogą być konkurencyjne z już istniejącymi . Stan wiedzy oraz doświadczenia modelowe, symulacyjne i eksperymentalne nie dają jeszcze jednoznacznej odpowiedzi w sprawie przydatności systemów PRT przy rozwiązywaniu globalnych lub lokalnych problemów transportowych. Wymagane są dalsze prace, zarówno symulacyjne, jak i eksperymentalne.

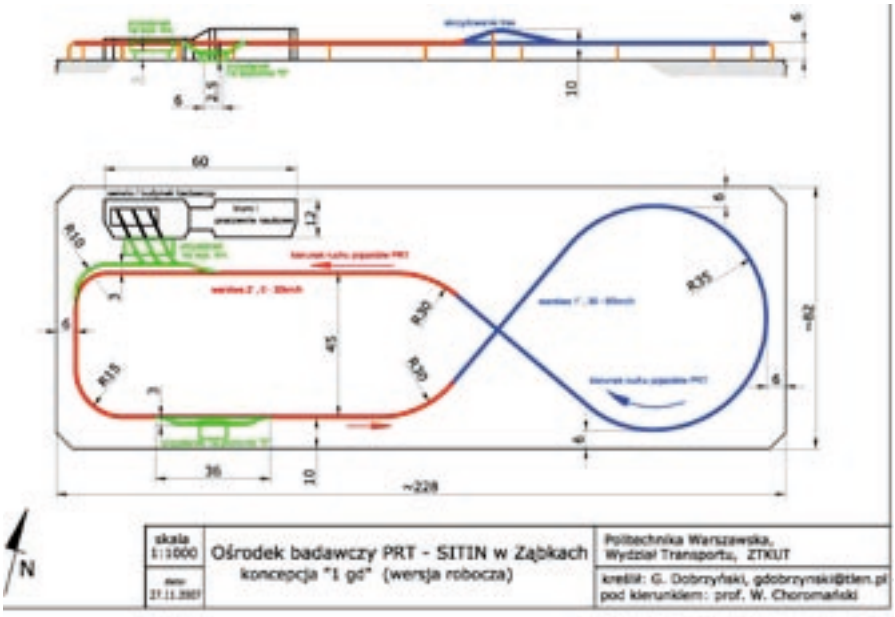
Włodzimierz Choromański

Jerzy Kowara

Grzegorz Dobrzyński

Intelligent City Transit PRT – its Applications in Urban Agglomerations

The article describes the principles of the Personal Rapid Transit systems and shows how they could alleviate transportation problems that are typical for big cities. It also describes a concept currently under development at the Warsaw University of Technology – SITIN (Individual Intelligent Overhead Transportation System).



Wstępny projekt i lokalizacja linii prototypowej SITIN w Ząbkach

Systemy zarządzania ruchem – stan zaawansowania w miastach polski

Wstęp

Inteligentne systemy transportowe (ITS) – to zastosowanie zaawansowanych technologii (systemy komputerowe, detektory, sterowanie, telekomunikacja i elektronika) w transporcie, w celu zwiększania jego bezpieczeństwa, oszczędzania czasu, obniżania kosztów i zużycia energii oraz redukcji ujemnego wpływu na środowisko naturalne. Zastosowanie Inteligentnych Systemów Transportu jest więc jednym ze sposobów doskonalenia systemów transportowych w celu zwiększenia ich sprawności, efektywności i bezpieczeństwa. ITS dostarczają różnorodnych narzędzi, począwszy od zaawansowanych systemów sterowania ruchem za pomocą sygnalizacji świetlnej, poprzez systemy zarządzania przepływami pojazdów w sieci uliczno-drogowej, aż do systemów realizujących priorytety dla uprzywilejowanych środków transportu. Atrakcyjność systemów ITS wynika z tego, że stwarzają one duże możliwości znacznego wzmocnienia pozytywnych cech transportu, takich jak dostępność, mobilność i bezpieczeństwo, przy równoczesnym istotnym osłabianiu jego cech negatywnych, jak koszty budowy infrastruktury, zatłoczenie, zdarzenia drogowe, niekorzystne oddziaływanie na środowisko i zużycie energii. Systemy ITS, dzięki zintegrowanemu charakterowi rozwiązań (uwzględniających np. ruch indywidualny, transport zbiorowy i transport towarów), warunkują realizację strategii zrównoważonego rozwoju. Zastosowanie systemów wykorzystujących technologię ITS przyczynia się do:

- zmniejszenia nakładów na infrastrukturę transportową nawet o 30-35%, przy uzyskaniu tych samych efektów poprawy sprawności systemu, jak w przypadku budowy nowych odcinków dróg lub modernizacji istniejących;
- zwiększenia nawet o 20% sprawności sieci transportowych mierzonej przepustowością, bez konieczności wykonywania inwestycji drogowych;
- znacznego zmniejszenia liczby zdarzeń i ofiar wypadków drogowych;
- oszczędności czasu podróży i liczby zatrzymań (50%);
- znaczącego zmniejszenia emisji spalin i poziomu hałasu.

Istotną cechą systemów zarządzania ruchem ITS jest ich otwartość, umożliwiająca integrację systemów różnych producentów, w celu uzyskania efektu synergicznego, zarówno dla skrócenia wdrażania systemów, jak i uzyskania możliwie najwyższej jakości ruchu.

W artykule przedstawia się ogólną charakterystykę procesu ruchu i analizuje jego złożoność, wynikającą przede wszystkim z nieliniowości zależności makroparametrów: natężenia, koncentracji i prędkości ruchu, będącej przyczyną głównych problemów zarządzania ruchem, które są specyficzne dla sieci transportowych, a nie występują w sieciach komputerowych czy telekomunikacyjnych.

W zasadniczej części wprowadza się hierarchiczną strukturę zarządzania ruchem, jako konsekwencję wyodrębnienia procesów decyzyjnych o różnym horyzoncie czasowym. Kolejno omawia się zarządzanie operacyjne, zarządzanie taktyczne i zarządzanie strategiczne, jako systemy kolejno zagnieżdżone, obejmujące swym zakresem coraz szerszy horyzont czasowy, a także przestrzenny miasta. Efektywność poszczególnych poziomów zarządzania ruchem potwierdza się niektórymi wynikami badań europejskich i krajowych.

MARIUSZ KACZMAREK

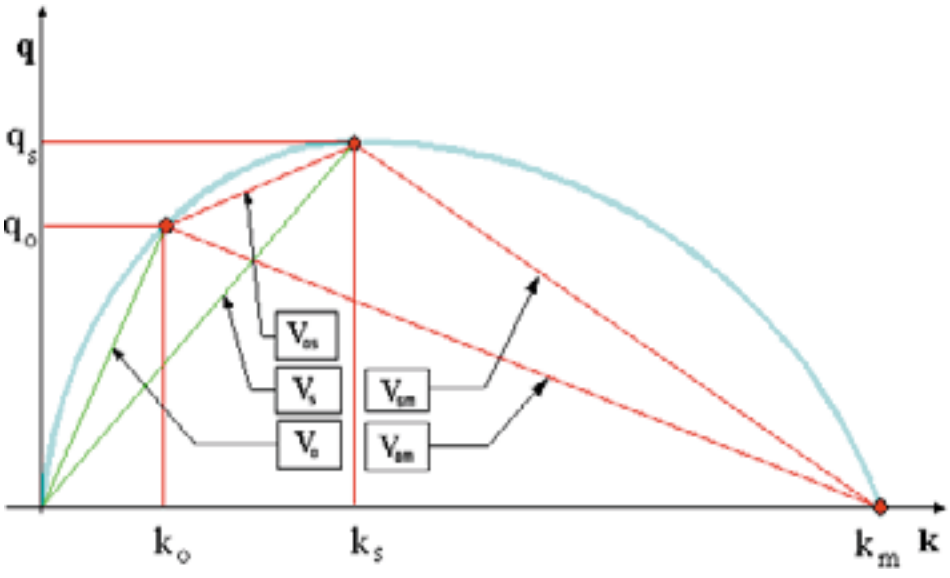
Absolwent Politechniki Poznańskiej ze specjalnością automatyka (1970) oraz Uniwersytetu im. A. Mickiewicza (matematyka, 1972). Doktorat nauk technicznych z algorytmów i struktur sterowania ruchem w sieciach ulic (1978). Członek Sekcji Sterowania Ruchem Komitetu Transportu PAN (1991), EURO Working Group on Transportation (1993), IFAC Technical Committee on Control in Transportation (1997), Polskiego Towarzystwa Symulacji Komputerowej (1998), Rady Programowej Stowarzyszenia ITS Polska (2007). Autor licznych publikacji (między innymi w Transportation Research) i referatów na konferencjach międzynarodowych (ATEC, IEE, EURO, IFAC, SITK) z zakresu modelowania, sterowania i zarządzania ruchem. Współorganizator wielu konferencji międzynarodowych, w tym siedmiu w Poznaniu. Kierownik, wykonawca i opiniodawca wielu koncepcji, grantów badawczych i projektów systemów zarządzania ruchem w Poznaniu i wielu innych miastach w Polsce. Konsultant kilku Miejskich Zarządów Dróg, oraz firm NH Polska i MSR Traffic.

W ostatniej części, na tle wprowadzonej hierarchii, przedstawia się stan zaawansowania systemów zarządzania w miastach Polski, które rozpoczęły ich wdrażanie, a więc Poznaniu, Warszawie, Krakowie i Łodzi oraz w Trójmieście, które opracowało szczegółową koncepcję zintegrowanego systemu zarządzania ruchem w Gdyni, Sopocie i Gdańsku.

Ogólna charakterystyka procesu ruchu

Proces przemieszczania ludzi i towarów w sieci ulic miasta jest szczególnie złożony, nie tylko ze względu na znaczne rozproszenie, ale przede wszystkim z powodu istotnych nieliniowości jego charakterystyk, niestacjonarności i niejednorodności. Chęć korzystania przez licznych użytkowników z tych samych fragmentów sieci ulic w tym samym czasie prowadzi do przekroczenia ich przepustowości, powstawania znacznych kolejek, zatorów, a nawet zablokowania części miasta. Skutkami zatłoczenia są obniżenie bezpieczeństwa, sprawności i efektywności podróżowania oraz negatywny wpływ na środowisko i zdrowie mieszkańców, szczególnie w centrach miast.

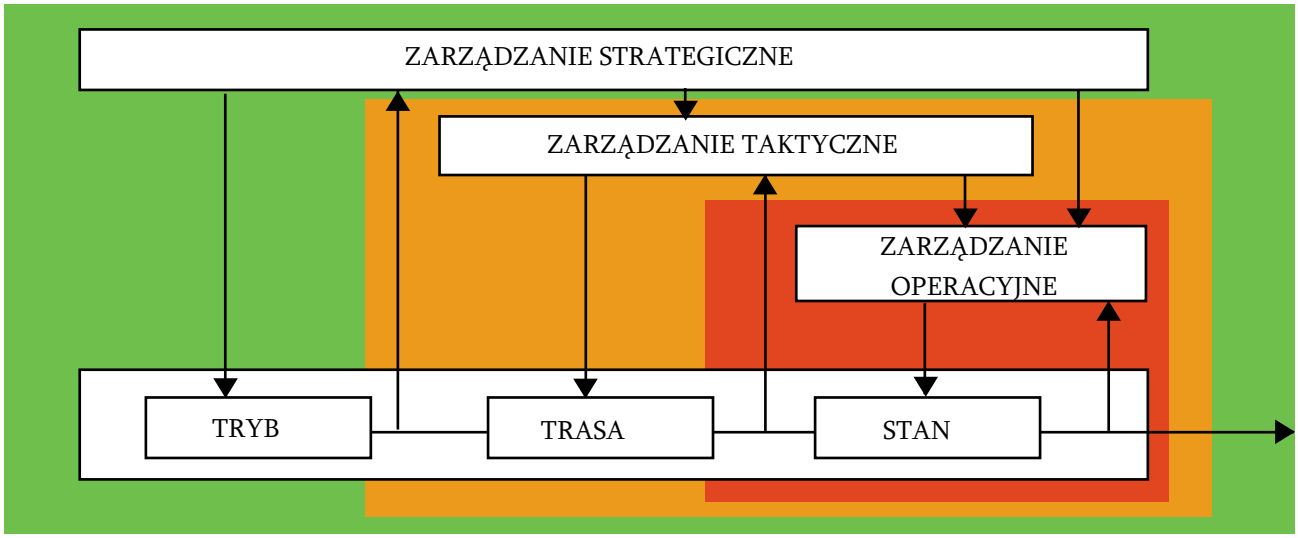
Na wykresie przedstawiono podstawową zależność pomiędzy natężeniem ruchu **q**, jego koncentracją **k** oraz średnią prędkością przestrzenną **v** na jednorodnym odcinku drogi, która charakteryzuje stany ruchu, jakie mogą wystąpić w sieci ulic. Średnie prędkości przestrzenne odpowiadają tangensom nachylenia siecznych przechodzących przez początek układu współrzędnych i punkt na krzywej **q(k)**, względem osi koncentracji ruchu. Funkcja **q(k)** jest silnie nieliniowa (zbliżona do paraboli), dlatego przedział określoności koncentracji ruchu **k** podzielimy na podprzedziały I, II i III. Przedział I to prędkości ruchu przekraczające dopuszczalne wartości na danym odcinku drogi, czyli winna w nim być utrzymywana stała prędkość. W przedziale II wzrost natężenia ruchu okupiony jest maleniem jego prędkości (płynność ruchu kontra przepustowość). Po przekroczeniu koncentracji krytycznej (nasycenia) $\mathbf{k}_s$, wkraczamy do przedziału III, w którym ze wzrostem koncentracji następuje degradacja obu kryteriów, zarówno przepustowości jak i płynności ruchu. Stany ruchu z tego obszaru winny być zatem zabronione, za wyjątkiem wartości maksymalnej koncentracji w obszarze kumulacji pojazdów na wlotach sieci, oczekujących na wjazd. Stan ten odpowiada chwilowemu, niezamierzonemu parkowaniu i to w miejscu niedozwolonym. Przedziałem roboczym jest zatem podprzedział II, w którym należy poszukiwać kompromisu pomiędzy płynnością ruchu i jego przepustowością. Natomiast winno się unikać stanów spoza przedziału II, a jeśli już wystąpią, to możliwie szybko je przetransformować w stany z tego przedziału. Utrzymywanie procesu ruchu w stanach roboczych, szybkie reagowanie na zmiany wynikające nie tylko z jego niestacjonarności i różnorodności, a także wpływanie na jego strukturę, to główne zadania systemów zarządzania ruchem.



Podstawowa zależność q = v k

Hierarchiczna struktura zarządzania ruchem

W procesie ruchu w mieście można wyróżnić podprocesy zachodzące w różnych horyzontach czasowych. Procesy stosunkowo szybkie (sekundowe), związane są z bieżącymi decyzjami przy poruszaniu się na odcinku ulicy czy skrzyżowaniu ulic (np. wybór pasa ruchu na wlocie skrzyżowania). Wolniejsze procesy (minutowe) wiążą się z wyborem jednej z alternatywnych tras przejazdu do celu podróży, a także poszukiwaniem wolnych miejsc parkingowych. Najwolniejsze (godzinowe) są procesy wynikające z decyzji o przemieszczaniu, w tym z wyboru środka transportu. Z tak zdekomponowanym procesem ruchu można skojarzyć sposoby oddziaływania na niego, które swym zasięgiem obejmują coraz



Struktura hierarchiczna zarządzania ruchem

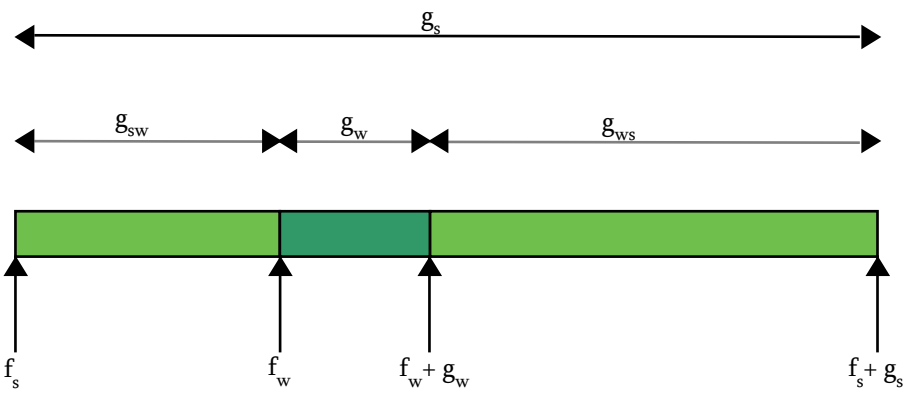
szerszy horyzont czasowy. Wyodrębnimy więc zarządzanie operacyjne, zarządzanie taktyczne i zarządzanie strategiczne.

Zarządzanie operacyjne

Zarządzanie operacyjne to bezpośrednie oddziaływanie na ruch (podproces szybki), w celu jego szeroko pojętej stabilizacji w przedziale roboczym koncentracji. Stabilizacja będzie polegała na zniwelowaniu odchyleń ruchu od wartości pożądanych, przede wszystkim za pomocą sygnalizacji świetlnej. Działanie to dotyczy nie tylko pojazdów osobowych, ale także transportu publicznego w przypadku odchyleń od rozkładu jazdy, oraz transportu towarowego. Poprzez kompresję ruchu (znaki zmiennej treści), w drodze obniżenia prędkości ruchu zapobiega się przesyceniom, stabilizując ruch w przedziale roboczym. Znaki zmiennej treści wykorzystywane są także do dynamicznego przydziału pasów ruchu dla kierunku ruchu lub typu pojazdu. Oddziaływania za pomocą sygnalizacji świetlnej dotyczą parametrów cyklu sterującego, a więc wydłużania i skracania długości cyklu (w szczególności cykle podwójne albo połówkowe), zmiany offsetów i splitów, a także sekwencji sygnałów, łącznie z podwójnym zapaleniem w cyklu.

Inne, adaptacyjne podejście do sterowania ruchem definiuje tzw. okna czasowe, w ramach których jest wyświetlany sygnał zielony (rysunek poniżej). Okno czasowe wąskie jest obligatoryjne i przy braku zgłoszeń na detektorach realizuje się okresowo ze stałym cyklem bazowym C_b . Natomiast przy zapotrzebowaniu na dłuższą obsługę, niż gwarantuje okno wąskie, sygnał zielony może rozpocząć się wcześniej, w dowolnym momencie f pomiędzy f_s i f_w oraz zakończyć później, w dowolnym momencie pomiędzy f_w+g_w i f_s+g_s. W kolejnych cyklach sterowania początki i końce sygnałów zielonych będą następowały ze zmiennym cyklem, oscylującym w dużym zakresie wokół stałej wartości C_b. Istotną różnicą pomiędzy oknami czasowymi a tzw. akomodacją jest zmienność długości cyklu wokół wartości bazowej, która umożliwia bilansowanie ruchu w horyzoncie czasowym obejmującym kilka cykli sterowania, uwzględniając naturalne wahania natężenia ruchu z cyklu na cykl (bazowy).

Istniejące podejścia do sterowania ruchem można podzielić na mikrosterowanie, makrosterowanie i sterowanie hierarchiczne. Sterowanie stałoczasowe (makrosterowanie), jako szczególny przypadek sterowania w ramach okien czasowych wystąpi, gdy okna szerokie i wąskie są identyczne. Sterowanie niczym nieograniczone (mikro-



Okna czasowe szerokie i wąskie

sterowanie) będzie miało miejsce, gdy okno wąskie będzie dopełnieniem okna szerokiego, a okno szerokie będzie dostatecznie długie (np. równe długości cyklu). Możemy wtedy mówić o ujemnej szerokości okna wąskiego, która oznacza, że moment najpóźniejszego zapalenia sygnału zielonego pokrywa się z końcem okna szerokiego, a moment najwcześniejszego zgaszenia sygnału zezwalającego na ruch pokrywa się z początkiem okna szerokiego. A więc, sterowanie w ramach okien czasowych jest sterowaniem pośrednim pomiędzy obu klasycznymi sposobami sterowania, będąc ich uogólnieniem. System okien czasowych stanowi więc kompromis pomiędzy całkowitą swobodą mikrosterowania, a sztywnością makrosterowania. Zapewniając stabilność sterowania, umożliwia jednocześnie jego adaptacyjność, które to cechy łącznie nazwiemy elastycznością. Elastyczna koordynacja ruchu różni się istotnie również od klasycznego podejścia hierarchicznego, gdyż nie rozdziela optymalizacji splitów od optymalizacji offsetów, a z optymalizacją bazowej długości cyklu wiąże wyznaczanie optymalnych struktur sterowania w sieci ulic.

Zarządzanie taktyczne

Zarządzanie taktyczne to bezpośrednie oddziaływanie na podproces decyzyjny wyboru trasy przejazdu, a także pośrednie oddziaływanie poprzez zarządzanie operacyjne. Bezpośrednie oddziaływanie na ruch w ramach zarządzania taktycznego odbywa się poprzez informowanie kierowców, jak również pasażerów na przystankach, za pomocą tablic zewnętrznych o zmiennej treści oraz nawigacji wewnątrz pojazdów, o alternatywnych trasach dotarcia do celu podróży, a także do niezapełnionych parkingów.

Znane jest zjawisko dywersyfikacji ruchu w wyniku polepszenia efektywności sterowania na jednej z alternatywnych arterii. Szczególnego znaczenia nabiera ono w warunkach zatłoczenia, któremu trzeba zapobiegać, ograniczać albo przemieszczać w mniej newralgiczne obszary sieci. Odbywa się ono poprzez równoważenie obciążenia tras alternatywnych w celu wykorzystania przepustowości sieci ulic, jak również ograniczanie dopływów i udrażnianie odpływów z przesyconych obszarów sieci, aby ograniczyć możliwości powstania wtórnego zatłoczenia, eliminującego praktycznie przesycone obszary ze sprawnej obsługi transportowej. Pośrednio z poziomu zarządzania taktycznego wpływa się na wartości długości cyklu, offsetów i splitów oraz na sekwencję sygnałów świetlnych, zapobiegając blokowaniu odcinków ulic i skrzyżowań, zapewniając odpowiednią koordynację ruchu, zoptymalizowaną na tym poziomie.

W ramach projektu badawczego COSMOS, zrealizowanego w Londynie, Turynie i Pireusie, jako uzupełnienie istniejących systemów (odpowiednio SCOOT, UTOPIA i MOTION) o moduł kierowania ruchu na trasy alternatywne za pomocą znaków o zmiennej treści, uzyskano kilkunastoprocentową dywersyfikację ruchu, zmniejszając istotnie zatłoczenie. Badania przeprowadzone w każdym z trzech miast wykazały istotną poprawę warunków ruchu. I tak, w Londynie ograniczenie dopływu pojazdów do zatłoczonego odcinka pozwoliło zredukować straty czasu w szczycie porannym o 22%. W Pireusie nastąpiło skrócenie czasów podróży o około 10%, a w Turynie o 7%-18%. W Londynie 13% ruchu zostało skierowane na trasy alternatywne za pomocą znaków o zmienej treści, w Pireusie 19% kierowców zmieniło trasę przejazdu. W Turynie mierzono poziom zatłoczenia i uzyskano 10% poprawę. Ocena wzrostu przepustowości w sieci była utrudniona. W Londynie przeprowadzono ją symulacyjnie, uzyskując od 2% do 20% przyrost w zależności od lokalizacji zatoru. W Pireusie nie uzyskano istotnej poprawy, a w Turynie wyznaczono jedynie ogólną korelację pomiędzy obniżeniem czasu podróży i wzrostem przepustowości. Emisja spalin i zużycie paliwa (za wyjątkiem tlenków azotu) zmniejszyła się w Londynie od 8% do 11%, w Pireusie od 2% do 14%, a w Turynie od 4% do 5%. Analiza ekonomiczna oszczędności czasu podróży (w oparciu o koszt średniej godziny pracy) wykazała w Londynie oszczędność 714 120 ECU rocznie (koszt godziny 16,40 ECU), w Pireusie 237 600 ECU (koszt godziny 6 ECU) i w Turynie 3 139 000 dla całego sytemu (koszt godziny 6 ECU). Wyniki badań potwierdziły skuteczność procedur zarządzania zatłoczeniem za pomocą znaków o zmiennej treści, niezależnie od systemu bazowego, a więc możliwe do osiągnięcia w systemach hierarchicznych o różnym rozdziale funkcji pomiędzy poziomy sterowania.

Systemy makrosterowania ruchem ze sztywną koordynacją (np. typu „zielona fala"), pracujące w układzie otwartym i realizujące sterowanie wieloprogramowe z przełączaniem planów sygnalizacji i monitorowaniem stanów ruchu i sygnalizacji, cechuje niewielka adaptacyjność. W systemach mikrosterowania powszechnie występują problemy ze stabilnością, które w stanach podnasyconych degradują jakość sterowania poniżej poziomu uzyskiwanego w systemach makrosterowa-

nia. W klasycznych systemach hierarchicznych sztywność podziału na poziomy sterowania według charakteru zmiennych sterujących znacznie ogranicza adaptacyjność sterowania.

Zdefiniowanie zmiennych sterowanych w postaci okien czasowych, zawartych w oknach szerokich i obejmujących okna wąskie, stworzyło podstawy do sterowania obszarowego stabilnego (z odpowiednim zapasem stabilności zawartym w oknach ograniczających) i ze znacznym stopniem adaptacyjności (niezbędnym dla utrzymania wysokiej jakości sterowania), wynikającym z różnicy pomiędzy oknem szerokim i wąskim. Obsługa ruchu głównego, odbywająca się na zasadzie priorytetu w stosunku do ruchu lokalnego, służy przede wszystkim do utrzymania koordynacji głównych grup pojazdów oraz realizacji priorytetu dla pojazdów transportu zbiorowego.

Przeprowadzono badania symulacyjne porównawcze algorytmów sterowania adaptacyjnego, stałoczasowego i acyklicznego na modelu arterii ul. Serbskiej w północnym obszarze Poznania. Całkowite starty czasu przy przejeździe przez arterię są znacznie niższe, gdy stosowane jest sterowanie adaptacyjne – w kierunku wschodnim o 29%, w kierunku zachodnim nawet o 58%, w stosunku do sterowania stałoczasowego o identycznej długości cyklu. Analogiczne porównanie algorytmów adaptacyjnego i acyklicznego lokalnego daje odpowiednio o 161% i 135% niższe straty czasu w przypadku koordynacji elastycznej.

Zarządzanie strategiczne

Zarządzanie strategiczne jest realizowane jako bezpośrednie oddziaływanie na podproces decyzyjny, dotyczący przemieszczania oraz rodzaju środka transportu, za pomocą informacji o ruchu poprzez media. Pośrednio zarządzanie strategiczne oddziaływuje poprzez poziom taktyczny, wyznaczając odpowiednie kryteria i ograniczenia dla optymalizacji koordynacji ruchu, preferujące środki transportu publicznego, jak również poprzez poziom zarządzania operacyjnego, wpływając na parametry sygnałów sterujących w celu osiągnięcia określonego priorytetu. Podniesienie stopnia wykorzystania transportu publicznego skutkuje zwykle zmniejszeniem zatłoczenia sieci, gdyż jest on wielokrotnie mniej powierzchniochłonny w stosunku do pojazdów indywidualnych, a więc obniża koncentrację ruchu. Badania w ramach projektu INCOME realizowanego zarówno w części Londynu sterowanej systemem zależnym od ruchu SCOOT (PROMPT), jak i w innej jego części, sterowanej stałoczasowo planami optymalizowanymi TRANSYT-em (SPRINT), uzyskano 2-4 sekundową redukcję strat czasu na skrzyżowanie średnio dla każdego autobusu, bez istotnego pogorszenia warunków ruchu innym użytkownikom.

Przeprowadzona analiza symulacyjna możliwości uzyskania płynności ruchu w korytarzach transportowych Warszawy w szczycie porannym (al. Jerozolimskich, al. Solidarności, ul. Towarowej i ul. Marszałkowskiej) [1, 2], wykazała potencjalnie znaczne polepszenie płynności ruchu tramwajów, a także rezerwy przepustowości dla strumieni pojazdów indywidualnych. W czterech analizowanych korytarzach z ruchem tramwajowym o dużym natężeniu (od 52 do 98 składów na godzinę w obu kierunkach) i samochodowym podnasyconym, istnieje możliwość skoordynowania ruchu tramwajów tak, aby w obrębie korytarzy zatrzymywały się jedynie na przystankach. Rozrzut czasu obsługi pasażerów na przystankach może powodować kilkusekundowe straty czasu na niektórych odcinkach korytarza, jednak nie prowadzi on do przesunięcia obsługi tramwaju na wlocie skrzyżowania z sygnalizacją świetlną do kolejnego cyklu sterowania, z czym wiązałoby się zatrzymanie i znaczne straty czasu (40 do 60 s). Praktycznie bezstratna koordynacja ruchu tramwajów w istniejącym stanie obciążenia korytarzy ruchem pojazdów, w trzech z analizowanych korytarzy, nie powoduje zasadniczego obniżenia prędkości podróży pojazdów (ok. 4 km/h). Możliwa jest zatem łączna koordynacja ruchu tramwajów i pojazdów indywidualnych, przy czym tych ostatnich stratna, ale z bardzo umiarkowanymi stratami. W korytarzu al. Jerozolimskich warunki ruchu w stanie istniejącym są znacznie trudniejsze. Bezstratna koordynacja tramwajów pociąga za sobą dość znaczne straty ponoszone przez pojazdy indywidualne (spadek prędkości podróży do 32 km/h). W stanach docelowych (prognozowanych) przyjęto 12- do 15-procentowy wzrost natężeń ruchu. Utrzymanie praktycznie bezstratnej koordynacji dla tramwajów okupione jest tu znacznym pogorszeniem ruchu pojazdów indywidualnych, przy czym średnie prędkości w korytarzach nie spadają poniżej prędkości krytycznych, odpowiadających natężeniu nasycenia, czyli nie dochodzi do wtórnego pogorszenia warunków ruchu. Szczególnie trudna sytuacja występuje w korytarzu al. Jerozolimskich, w którym średnie prędkości podróży pojazdów indywidualnych są o przeszło 10 km/h niższe niż w pozostałych korytarzach.

Systemy zarządzania ruchem w Polsce

Spośród wszystkich polskich miast, system zarządzania ruchem jak dotąd udało się wdrożyć tylko w Poznaniu. Inne miasta – Warszawa, Kraków i Łódź są w trakcie budowy pierwszego etapu takiego systemu.

Trójmiasto opracowało szczegółową koncepcję zintegrowanego systemu zarządzania ruchem i przystąpiło do wyłonienia wykonawców. Mamy zatem istotny postęp w stosunku do stanu z roku 2004, choć jak zwykle niezadowalający.

Poznań

Obecnie system zarządzania ruchem w Poznaniu obejmuje 187 sterowników lokalnych sygnalizacji świetlnej (na łączną liczbę 275), połączonych z dwoma serwerami, w tym 115 z oprogramowaniem systemowym Cross Man (96 z CrosBox) i 72 z oprogramowaniem systemowym CrossVis. Obszar miasta podzielono na cztery podobszary (rysunek). Na 59 skrzyżowaniach nadawany jest pełny priorytet dla transportu publicznego, w tym na 54 dla tramwajów i na 5 dla autobusów. Monitoring stanu ruchu przez Centrum Sterowania Ruchem obejmuje 12 skrzyżowań (38 kamer), a obraz jest dostępny na stronie internetowej ZDM; wideodetekcję stosuje się na 20 skrzyżowaniach (48 kamer).

Elastyczna koordynacja obszarowa w ramach okien czasowych, w okrojonej realizacyjnie wersji, zdała już egzamin w systemie poznańskim, przyczyniając się do znacznego wzrostu przepustowości skrzyżowań (20% - 30%), istotnego skrócenia czasów podróży w ramach głównych strumieni pojazdów (30% - 50%) oraz likwidacji wielokrotnych zatrzymań na odcinkach ulic między skrzyżowaniami. W wielu częściach miasta uzyskano znaczną redukcję strat czasu tramwajów, zarówno na pojedynczych skrzyżowaniach, jak i ciągach skrzyżowań. Przykładowo na ciągu 8 skrzyżowań ul. Grunwaldzkiej, w wyniku sterowania zależnego od ruchu z priorytetem dla tramwajów, uzyskano ok. trzyminutowe skrócenie czasu przejazdu w każdym kierunku, bez pogorszenia warunków ruchu pozostałym pojazdom.

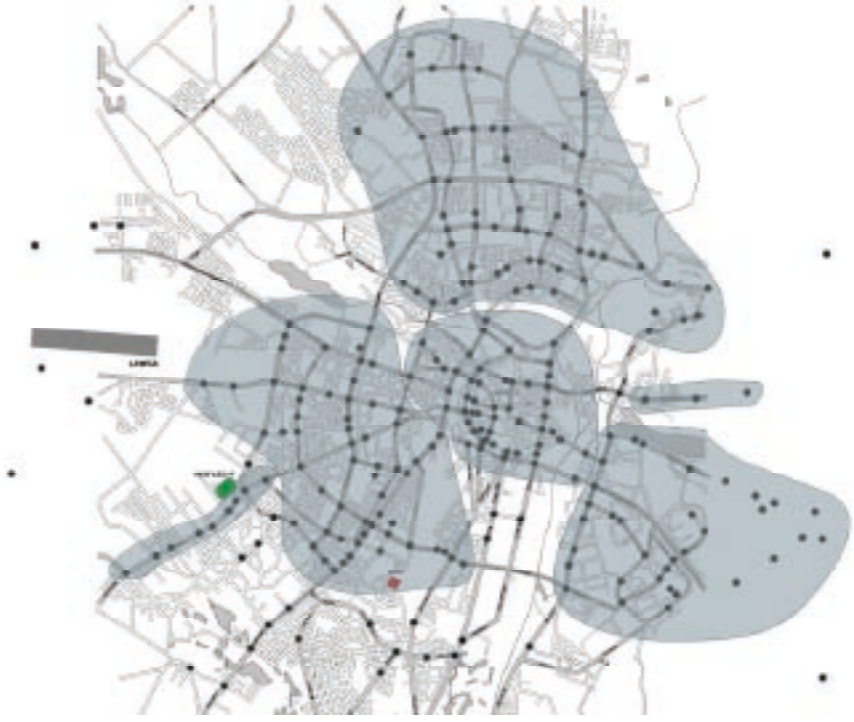
Dalsza rozbudowa systemu zarządzania ruchem w Poznaniu ma objąć realizację dynamicznego i taktycznego zarządzania ruchem na poziomie arterii, podobszaru, obszaru i aglomeracji, przewidywanie stanów ruchu w sieci, zarządzanie kryzysowe (obsługa wypadków drogowych, katastrof, obsługa imprez masowych), rozbudowę priorytetów dla pojazdów transportu publicznego i służb interwencyjnych, automatyczne pobieranie opłat w płatnych strefach parkowania, system informacji parkingowej, system informacji pogodowej oraz informację dla użytkowników sieci o nasyceniu ruchu, alternatywnych trasach przejazdu, wolnych miejscach parkingowych oraz utrudnieniach w ruchu.

Zamierzenia MPK w Poznaniu to:

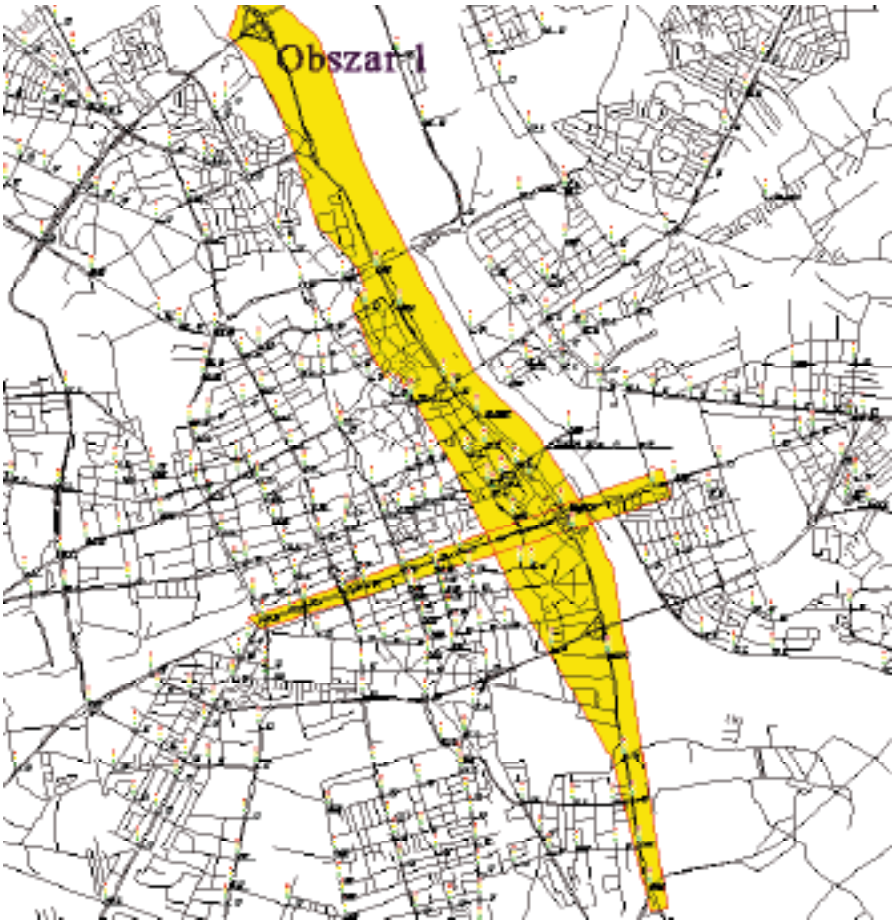
- planowanie i budowa rozkładów jazdy wraz z podziałem służb;
- zarządzanie taborem w czasie rzeczywistym;
- dynamiczny system informacji pasażerskiej, wykorzystujący elektroniczne wyświetlacze na przystankach, przez internet i telefonię komórkową;
- analiza ruchu pojazdów, umożliwiająca optymalizację rozkładów jazdy, określenie rentowności linii oraz optymalny dobór taboru na linii;
- dalsze przyspieszenie środków transportu zbiorowego w ruchu miejskim.

Warszawa

W Warszawie powstaje Zintegrowany System Zarządzania Ruchem w obszarze I, obejmującym w płaszczyź-



Obszary systemu zarządzania ruchem w Poznaniu



Obszary I etapu systemu zarządzania ruchem w Warszawie

nie terytorialnej rejon Powiśla, ciąg al. Jerozolimskich na odcinku od ronda Waszyngtona do placu Zawiszy oraz ciąg Wisłostrady od mostu Grota-Roweckiego do mostu Siekierkowskiego. Budowany system składa się z wielu podsystemów o różnym stopniu oddziaływania na ruch i pozyskiwania informacji:

- podsystemu sterowania sygnalizacją świetlną w pierwszym obszarze Zintegrowanego Systemu Zarządzania Ruchem, powiązanego z systemem sterowania w tunelu pod Wisłostradą;
- podsystemu informacji dla kierowców poprzez znaki zmiennej treści;
- podsystemu informacji o środowisku (pogoda, zanieczyszczenie środowiska itp.);
- podsystemu zarządzania przejazdami pojazdów uprzywilejowanych;
- podsystemu nadawania priorytetów warunkowych lub bezwarunkowych dla pojazdów transportu szynowego;
- podsystemu informacji o sytuacji ruchowej przy pomocy ogólnodostępnych środków masowego przekazu (radio, RDS, Internet itp.).

Z uwagi na przewidywany program wdrażania Zintegrowanego Systemu Zarządzania Ruchem w Warszawie, system ten jest systemem otwartym, tzn. umożliwia rozszerzanie o kolejne podsystemy w przyszłości, w miarę pojawiających się potrzeb funkcjonalnych i terytorialnych.

Kraków

System Obszarowego Sterowania Ruchem w Krakowie ma zostać wdrożony głównie na skrzyżowaniach, przez które przebiegać będzie trasa szybkiego tramwaju (KST) oraz obwodnicy śródmiejskiej. W początkowym etapie planowane jest objęcie systemem 65 skrzyżowań. System sterowania będzie zdecentralizowany, a sterowanie odbywać się będzie na trzech poziomach, podobnie jak w Poznaniu. Planowana jest realizacja pełnego priorytetu dla szybkiego tramwaju, ale przy założeniu minimalizowania uciążliwości dla innych użytkowników. W Krakowie jest obecnie instalowanych 5 systemów, stanowiących System Sterowania Ruchem i Zarządzania Transportem Publicznym: Miejski System Sterowania Ruchem UTCS *(Urban Traffic Control Sysytem)*, System Zarządzania Transportem Publicznym TTSS *(Tram Telematic Supervision System)*, System Informacji dla Pasażerów na przystankach zwany PIS *(Passenger Information System)* oraz systemy dla tuneli: System Zarządzania Tunelem Tramwajowym pod Dworcem Głównym i System Sterowania Tunelem Drogowym pod Dworcem Głównym.
W ramach instalacji systemu UTCS będą wykonane następujące prace:
a) przyłączenie i adaptacja 65 skrzyżowań do pracy w systemie (wszystkie sterowniki Sitraffic C800V);
b) wykonanie połączeń przewodowych do centrum sterowania ruchem: połączenia światłowodowe od Centrum Sterowania do 6 punktów dostępu, połączenia kablem miedzianym (DSL) pomiędzy punktami dostępu i sterownikami;
c) uruchomienie i wyposażenie Centrum Sterowania Ruchem w siedzibie ZDIK na ul.Centralnej: System Zarządzania Ruchem Sitraffic Scala, System Zarządzania Danymi Sitraffic Office, System Optymalizacji Sieciowej Sitraffic Motion i Sitraffic TASS;
d) uruchomienie priorytetu dla tram-

wajów w korytarzu szybkiego tramwaju – 25 skrzyżowań, w tym 20 z priorytetem bezwzględnym. Komunikacja pomiędzy tramwajami i sterownikami odbywa się drogą radiową na częstotliwości 430 MHz – telegram R09.16;

e) uruchomienie sterowania obszarowego. Zostało zdefiniowanych 5 obszarów:

1. aleja Trzech Wieszczy – algorytm Sitraffic MOTION,
2. ul. Nowosądecka – algorytm Sitraffic MOTION w powiązaniu z priorytetem dla tramwajów,
3. ul.Wielicka i ul. Kamieńskiego – algorytm Sitraffic MOTION w powiązaniu z priorytetem dla tramwajów wzdłuż ul. Wielickiej,
4. ul. Dietla i ul. Grzegórzecka – algorytm Sitraffic MOTION w powiązaniu z priorytetem dla tramwajów,
5. I obwodnica – algorytm Sitraffic TASS;

f) 15 skrzyżowań działających według algorytmów lokalnych lub lokalnych skoordynowanych.

W ramach instalacji systemu TTSS i PIS będą wykonane następujące prace:

a) wyposażenie 196 tramwajów w komputery pokładowe i urządzenia komunikacyjne (komunikacja pojazdów z Centrum odbywa się za pośrednictwem GPRS/GSM);

b) wyposażenie 40 przystanków na trasie szybkiego tramwaju w tablice informacji przystankowej;

c) uruchomienie i wyposażenie Centrum Sterowania Ruchem w siedzibie ZDIK na ul.Centralnej i dyspozytorni MPK na ul. św. Wawrzyńca. Centrum będzie wyposażone w następujące systemy: System AVLS (automatycznej lokalizacji pojazdów), System Dyspozytorski, System Informacji Pasażerskiej,

d) uruchomienie priorytetu dla tramwajów w korytarzu szybkiego tramwaju – 25 skrzyżowań.

W ramach Systemu Zarządzania Tunelem Tramwajowym pod Dworcem Głównym instalowany jest zintegrowany system zarządzania i sterowania SCADA, obejmujący swoim zakresem następujące podsystemy: system nadzoru wizyjnego CCTV, system przeciwpożarowy, system telefonów alarmowych, system dźwiękowy ostrzegania, system oświetlenia awaryjnego, system oznakowania awaryjnego, system zasilania, schody ruchome i windy, kontrola dostępu.

W ramach Systemu Sterowania Tunelem Drogowym pod Dworcem Głównym instalowane są następujące urządzenia: 8 tablic tekstowych zmiennej treści, informujących kierowców o warunkach ruchu w tunelu, 4 tablice na portalach tunelu, 16 kamer wideodetecji ruchu w tunelu i na dojazdach do tunelu, światłowodowa sieć komunikacyjna. Ponadto zostaną zaimplementowane algorytmy sterowania awaryjnego sygnalizacji świetlnej na ul. Pawiej. System może pracować autonomicznie albo w ramach Systemu Zarządzania Ruchem.

Łódź

W Łodzi wdrażany jest system zarządzania ruchem dla potrzeb Łódzkiego Tramwaju Regionalnego, składający się z następujących podsystemów: obszarowego sterowania ruchem SCATS dla 60 skrzyżowań, zarządzania transportem zbiorowym, informacji pasażerskiej, informacji dla kierowców i monitorowania wizyjnego.

Trójmiasto

W wyniku porozumienia prezydentów Gdyni, Sopotu i Gdańska została opracowana wspólna koncepcja zintegrowanego systemu zarządzania ruchem w aglomeracji trójmieskiej, obejmująca także jej obwodnicę i drogi szybkiego ruchu wraz z miastami ościennymi.

W ramach koncepcji ogólnej systemu TRISTAR, dokonano najpierw analizy potrzeb integracji zarządzania ruchem i transportem, przedstawiając uwarunkowania zewnętrzne i wewnętrzne zastosowania ITS w aglomeracji trójmiejskiej. Koncepcja ogólna systemu TRISTAR omawia cele strategiczne zastosowania systemu ITS, obszar objęty systemem, architekturę ogólną systemu TRISTAR oraz pierwszą fazę budowy systemu. Architektura ogólna obejmuje takie docelowe systemy funkcjonalne jak system zarządzania ruchem drogowym, system zarządzania transportem zbiorowym, system zarządzania służbami ratowniczymi, system informacji transportowej i system zarządzania transportem towarowym. Bardziej szczegółowo omówiono system zarządzania ruchem drogowym i system zarządzania transportem zbiorowym, przedstawiając stan istniejący, cele budowy systemu, strukturę funkcjonalną oraz strukturę sprzętową. Omówiono także centrum zarządzania. W końcu, przedstawiono istotne aspekty determinujące wdrażanie systemu, takie jak etapowanie budowy systemu, koszty budowy systemu, szacunkowe efekty systemu. Przedstawiono też przesłanki do organizacji dalszych prac. Koncepcja szczegółowa zintegrowanego systemu zarządzania dla Trójmiasta TRISTAR dzieli się na część dotyczącą systemu zarządzania ruchem miejskim oraz część dotyczącą systemu zarządzania transportem zbiorowym. Oba systemy realizowane będą w czterech etapach.

Postulat końcowy

Istotną cechą wdrażanych w Polsce systemów zarządzania ruchem ITS winna być ich otwartość, umożliwiająca integrację systemów różnych producentów, w celu uzyskania efektu synergicznego, zarówno dla skrócenia okresu wdrażania systemów, jak i uzyskania możliwie najwyższej jakości systemu transportowego. Opracowanie krajowej architektury systemów zarządzania ruchem zmierza do spełnienia warunku otwartości, który w trzeciej ich generacji (systemy mobilne), bazującej na wymianie informacji pojazd–pojazd i pojazd–infrastruktura, będzie nieodzowny.

Mariusz KACZMAREK
Instytut Informatyki
Politechniki Poznańskiej

Literatura

1. Kaczmarek M., Rychlewski J. „Sterowanie skoordynowane ruchem z priorytetem dla tramwajów". Materiały Konferencji Naukowo-Technicznej „Nowoczesne rozwiązania techniczne w komunikacji tramwajowej", Wrocław 2000.
2. Kaczmarek M. „Zintegrowane zarządzanie ruchem". Materiały konferencji EUROCITIES Mobility Forum, Warszawa 2006.

Traffic Management Systems – the Implementation Status in Polish Cities

The first part of the article describes the benefits of traffic management systems and gives the theoretical outline of general traffic process characteristics. Then it describes a hierarchy of traffic management (strategic, tactical and operational). The second part describes the implementation status of traffic management systems in selected Polish cities: Poznań, Warszawa, Kraków, Łódź and the Tri-City (Gdansk – Sopot – Gdynia).

Wdrażanie Systemu Zarządzania Ruchem w Łodzi

dokończenie ze str. 8

- wbudowanie ponad 20 km kanalizacji teletechnicznej dla światłowodu,
- wyposażenie Centrali Zarządzania Ruchem.

Zaprojektowanie systemu wymagało ścisłej współpracy wykonawcy ze specjalistami w zakresie inżynierii ruchu Zarządu Dróg i Transportu i specjalistami z MPK-Łódź sp. z o.o., zarówno dla uzyskania kompatybilnosci z dotychczas eksploatowanymi podsystemami (BUSMAN, system łączności radiowej EDACS), jak też dla zapewnienia możliwości dalszego rozwoju systemu. Przy projektowaniu sieci łączności uwzględniono fakt planowania kolejnych etapów systemu – a w szczególności możliwość wykorzystania zasobów budowanej sieci w dalszych etapach projektu oraz możliwość rekonfiguracji projektowanej sieci w celu podwyższenia niezawodności systemu, z wykorzystaniem zasobów realizowanych w następnych etapach. Otwarta struktura systemu ATMS (RAPID) pozwala na rozbudowę przez włączanie nowych linii tramwajowych, jak również tablic informacji przystankowych oraz innych modułów w ramach rozszerzenia funkcjonalności systemu PTS – PIS. Dostarczona licencja oprogramowania SCATS ma możliwości rozbudowy zakresu terytorialnego o kolejne obszary miasta i przyłączenia do 200 skrzyżowań z sygnalizacją świetlną.

Wystąpił też szereg problemów, między innymi:

- czasowa dezorganizacja ruchu kołowego w mieście podczas adaptacji skrzyżowań do systemu, spowodowana przerwaniem istniejącej synchronizacji na skrzyżowaniach oraz koniecznością wprowadzenia na czas przebudowy programów stałoczasowych;
- trudności z dostosowaniem sterownika produkcji polskiej do współpracy z programem SCATS.

Uruchomienie Systemu Obszarowego Sterowania Ruchem jest planowane na lipiec 2008 r. Wykonawca przez okres 3 lat po uruchomieniu systemu będzie sprawował funkcję operatora. W okresie tym system będzie gromadził niezbędne informacje, które posłużą do zbudowania bazy wiedzy. Na podstawie zgromadzonych danych Wykonawca zoptymalizuje działanie całego Systemu, a Zamawiający dokona faktycznej oceny jego skuteczności.

Alina GIEDRYŚ

The Implementation of a Traffic Management System in Łódź

Łódź is the 3rd biggest city in Poland. The traffic management system being implemented there is the first phase of a Łódź Regional Tram project. 60 crossings will be modernized and managed by the system. The project will also include passenger information system, video surveillance of main arteries and variable message signs (pilot only).
The article describes the architecture of the system and functionality of its subsystems.

Protokoły komunikacyjne oparte na TCP/IP i ich rola w ITS

Artykuł jest próbą analizy sytuacji na rynku protokołów komunikacyjnych, stosowanych w systemach drogowych. Pokrótce przedstawia historię powstania, przykładowe implementacje i zalety płynące ze stosowania protokołów bazujących na standardzie TCP/IP. Ostatecznie autor stawia otwarte pytanie o przyczyny, celowość i efekty wprowadzania obcych standardów komunikacyjnych przez polską administrację drogową.

Historia – początki Internetu

Historia Internetu zaczęła się już około 50 lat temu, choć sama nazwa pojawiła się po raz pierwszy dopiero w roku 1974. Bezpośrednią przyczyną rozpoczęcia prac nad nową metodą komunikacji było... wystrzelenie przez Związek Radziecki Sputnika – pierwszego sztucznego satelity Ziemi. Departament Obrony Stanów Zjednoczonych odebrał to zdarzenie jako sygnał do wzmożenia prac nad nowymi technologiami dla wojska i powołał Agencję Zaawansowanych Projektów Badawczych (ARPA – *Advanced Research Projects Agency*). Jednym z zadań ARPA było stworzenie sieci wymiany informacji wewnątrz kraju na ewentualność ataku nuklearnego przeciw USA. W tamtych czasach wszystkie dane przechowywane były w jednym, centralnym miejscu – w razie konfliktu zbrojnego stałoby się ono pierwszym i najważniejszym celem przeciwnika. Należało zbudować sieć zdolną do funkcjonowania nawet w przypadku zniszczenia znacznej części jej struktury. Na zlecenie Pentagonu powstała koncepcja sieci rozproszonej, w której:

- wszystkie węzły miały być równoważne;
- w razie uszkodzenia jednego węzła jego funkcje miał automatycznie przejmować najbliższy sprawny węzeł;
- pomiędzy poszczególnymi węzłami miała istnieć na tyle duża liczba połączeń, aby zniszczenie części z nich nie powodowało odcięcia węzła;
- podstawową funkcją węzła miało być odbieranie wiadomości, określanie jej adresata i przesyłanie dalej.

Jako sposób przesyłania informacji przyjęto założenia transmisji pakietowej. W sieci pakietowej informacja nie jest przesyłana w całości, lecz rozbijana na szereg mniejszych części – pakietów. Każdy pakiet zawiera w sobie adres nadawcy i odbiorcy i na ich podstawie jest kierowany pomiędzy węzłami sieci. Oczywiste zalety takiego rozwiązania:

- w przypadku, gdy informacja z jakichś względów nie dotarła do odbiorcy w całości, nie ma potrzeby jej ponownego wysyłania - wystarczy powtórzyć tylko brakujące pakiety; zmniejsza to czas transmisji, jednocześnie redukując ruch w sieci;
- poszczególne pakiety tej samej informacji mogą dotrzeć do użytkownika różnymi drogami, w zależności od obciążenia sieci;
- z jednego łącza może korzystać jednocześnie więcej niż jeden użytkownik;
- istnieje możliwość szyfrowania części pakietów w celu utrudnienia niepowołanym osobom odczytania informacji.

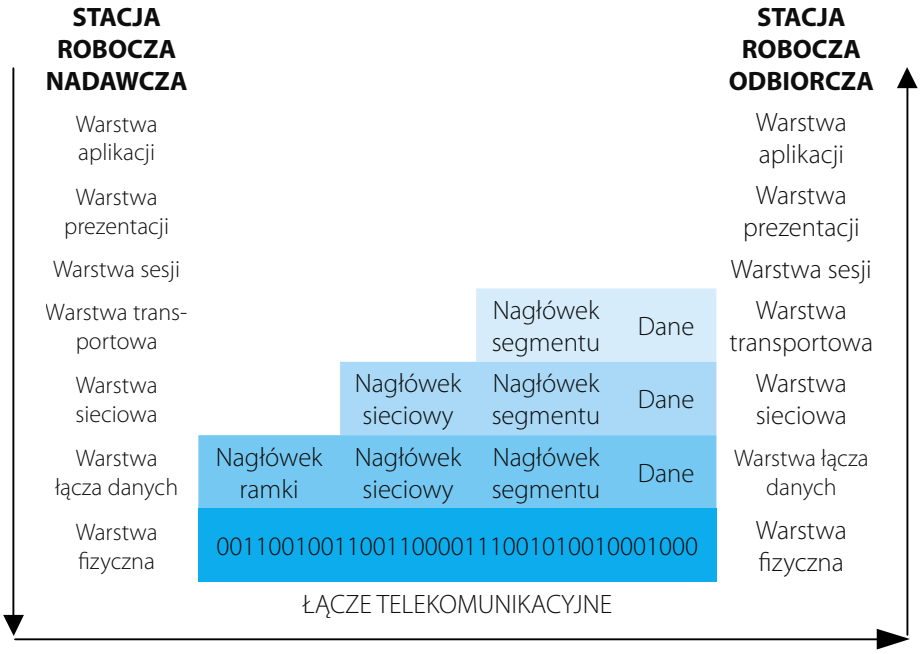
Bazując na powyższych założeniach, w roku 1967 ARPA rozpoczęła prace nad zdecentralizowaną siecią komputerową – znaną później pod nazwą ARPANET, a na początku lat siedemdziesiątych ukończyła opracowanie zestawu protokołów TCP/IP, będących podstawą obecnego Internetu.

Otwarty protokół komunikacji – co to jest TCP/IP?

Protokół to zbiór zasad, jakie muszą przestrzegać urządzenia w sieci, w celu nawiązania komunikacji i późniejszej wymiany danych. Podstawowymi zadaniami każdego protokołu jest nawiązanie połączenia (tzw. powitanie), przesłanie danych i zakończenie transmisji, połączone przeważnie ze sprawdzeniem poprawności przesłanych danych i ewentualnym żądaniem ponownego ich przesłania. Powyższe czynności wykonywane są automatycznie – tak, że typowy użytkownik nie musi w ogóle zdawać sobie z nich sprawy.

Ogół wszystkich protokołów transmisji danych można zgrubnie podzielić na dwa podstawowe rodzaje: protokoły otwarte i zamknięte.

Zamknięte protokoły to takie, których struktura (sposób adresowania, sposób dzielenia danych na pakiety, itp.) jest niedostępna dla ogółu użytkowników. Takie rozwiązania spotykane są wewnątrz pojedynczych produktów (np. protokół komunikacji pomiędzy telewizorem i zdalnym pilotem)



Model OSI

i są podyktowane bądź to wygodą przy projektowaniu, bądź też chęcią zabezpieczenia się przed kopiowaniem rozwiązań przez konkurencję. Zamknięte protokoły wymiany danych często powstają także jako sposób na ograniczenie liczby użytkowników danego produktu czy usługi. Twórca takiego protokołu może sprzedawać licencję na jego użytkowanie (a wraz z nią wiedzę na temat struktury protokołu, czasem także kod źródłowy pozwalający na zaimplementowanie protokołu w urządzeniu licencjobiorcy).

Drugą grupę stanowią protokoły otwarte, których użytkowanie jest wolne od jakichkolwiek opłat, a struktura ogólnodostępna. Najbardziej rozpowszechnionym na świecie otwartym protokołem komunikacji jest protokół TCP/IP (ang. *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*). Jest on zbiorem podstawowych protokołów sieci Internet, a także wielu niepublicznych, zamkniętych sieci. Nazwa pochodzi od nazw dwóch głównych, i zarazem najwcześniej zaimplementowanych, protokołów: protokołu kontroli transmisji oraz protokołu internetowego. Pierwszy z nich definiuje sposób, w jaki przesyłane dane są dzielone na pakiety u nadawcy, a następnie składane z powrotem w użyteczną wiadomość u odbiorcy. Protokół internetowy określa sposób adresowania urządzeń w sieci. Każde urządzenie przyłączone do publicznej sieci ma wyróżniający je, unikalny adres – adres IP.

Aby opisać funkcjonowanie zbioru protokołów TCP/IP, należy przywołać definicję modelu OSI (ang. *Open System Interconnection*). Model OSI opisuje budowę protokołów komunikacji, posługując się podziałem na siedem podstawowych warstw: Aplikacji, Sesji, Prezentacji, Transportową, Sieciową, Łącza Danych, Fizyczną. Rozróżnienia tego dokonuje się na podstawie funkcji pełnionych przez poszczególne warstwy. Każda warstwa ma za zadanie wykonywać określony zbiór funkcji, świadcząc usługi tylko i wyłącznie dla warstwy bezpośrednio ponad nią, a pobierając informacje z warstwy o jeden stopień niższej. Taka konstrukcja sprawia, że można dowolnie modyfikować poszczególne warstwy tak długo, jak długo odbierane i wykonywane przez nie usługi pozostaną niezmienne. Najwyższa warstwa dostarcza usługi sieciowe dla programów i aplikacji uruchamianych przez użytkownika.

Model OSI opisuje drogę danych od programu aplikacyjnego w systemie jednej stacji roboczej do programu aplikacyjnego w systemie drugiej. Przed wysłaniem dane przekazywane do niższych warstw sieci zmieniają swój format, co nosi nazwę kapsułkowania (*encapsulating*).

Najlepszym przykładem jest tutaj protokół HTTP, wykorzystywany przez przeglądarki internetowe, czy protokół FTP, wykorzystywany do przesyłania plików. Najniższa warstwa określa sposób, w jaki informacja ma zostać nadana poprzez środek transmisji (określa elektryczną i fizyczną budowę urządzeń transmisji), nie określa natomiast, co jest niezwykle istotne, samego środka. Oznacza to, że stosowany protokół transmisji jest niezależny od wykorzystywanego środka transmisji. Sieć zorganizowana za pomocą tego protokołu może składać się jednocześnie z łączy różnych typów: kablowego, radiowego, światłowodowego, telefonicznego, satelitarnego itd.

Architektura zdecentralizowanego systemu sterowania ruchem

W wymaganiach dotyczących inteligentnych systemów transportowych coraz częściej pojawia się słowo „zdecentralizowane". Z punktu widzenia inżynierii ruchu zdecentralizowane systemy sterowania ruchem to takie systemy, w których większość decyzji optymalizacyjnych jest podejmowana na poziomie lokalnym, czyli bezpośrednio w sterowniku ruchu. Informacje wykorzystywane w procesie optymalizacji są to informacje pochodzące z systemów detekcji na danym i sąsiednich skrzyżowaniach,

rzadziej polecenia wysyłane bezpośrednio z centralnego serwera. Zatem z technicznego punktu widzenia architektura takiego systemu powinna być zgodna z definicją sieci rozproszonej: poszczególne urządzenia są sobie równoważne, posiadają swoje unikalne adresy IP i używają ich do przesyłania między sobą informacji bez zaangażowania urządzenia centralnego. Ponadto architektura sieci rozproszonej powinna pozwolić na zachowanie stabilności pracy systemu w razie, gdy część połączeń zawiedzie – jest to element konieczny, jaki należy uwzględnić przy projektowaniu systemu łączności. Należy zwrócić uwagę, że system łączności nie musi być jednorodny, tzn. nie musi uwzględniać tylko jednego środka transmisji. Tam gdzie brakuje kabla, można zastosować radiolinię w paśmie zarezerwowanym dla potrzeb ruchu drogowego; jeśli z przyczyn topograficznych nie ma możliwości instalacji radiolinii, to być może da się wykorzystać dzierżawione łącze. Różnorodność dostępnych przemysłowych urządzeń służących do budowy sieci jest dziś ogromna. Pojawia się też coraz więcej urządzeń drogowych, które można przyłączyć bezpośrednio do sieci z protokołem TCP/IP. Są to sterowniki ruchu, kamery systemu wideodetekcji, zwykłe kamery wizyjne, znaki zmiennej treści, znaki informacji dla pasażerów i wiele innych. A zatem dwa sterowniki ruchu, z których jeden jest zlokalizowany w Szczecinie, a drugi w Przemyślu, mogłyby z powodzeniem przesyłać sobie informacje przez wydzielony, bezpieczny kanał w publicznej sieci Internet, dokładnie tak samo jak dwa komputery. Odległość pomiędzy nimi nie ma tutaj najmniejszego znaczenia. Nowoczesne sterowniki ruchu, wyposażone w interfejs sieciowy TPC/IP, dają niemal nieograniczone możliwości komunikacyjne, a zaawansowana technologia stworzona pierwotnie dla celów militarnych, gwarantuje ich bezpieczne wykorzystanie.

Znane protokoły komunikacyjne oparte na TCP/IP i zasadność ich stosowania w systemach sterowania ruchem

Jak już wspomniano, istnieje grupa zamkniętych protokołów transmisji danych, niedostępnych dla zewnętrznych użytkowników, istnieje także grupa protokołów których dostępność jest ograniczona poprzez stosowanie licencji. Co ciekawe, zdecydowana większość tych protokołów w swej strukturze bazuje na zbiorze protokołów TCP/IP. Dzieje się tak dlatego, że stworzenie nowego protokołu wiąże się z dużym nakładem pracy. Ponadto omówiona powyżej stabilna, bezpieczna i wydajna architektura TCP/IP zniechęca do szukania innych rozwiązań. Poniżej zostaną omówione dwa protokoły transmisji stosowane w systemach sterowania ruchem drogowym.

IVERA

Założona w Holandii organizacja Ivera składa się z następujących firm: Peek Traffic, Siemens, Vialis, KO Hartog i TPA, a w skład jej rady nadzorczej wchodzą przedstawiciele holenderskiego Ministerstwa Transportu i Zarządzania Wodami oraz przedstawiciele władz lokalnych prowincji. Powstała ona z inicjatywy wymienionych wyżej producentów sprzętu, by uporządkować rynek urządzeń do sterowania ruchem drogowym. Ivera jest organizacją non-profit, w której kapitał zgromadzony na drodze sprzedaży licencji jest używany na rozwój i unowocześnianie oprogramowania. Celem organizacji jest ujednolicenie urządzeń różnych producentów pod względem protokołu komunikacji z centralnym systemem monitoringu. Wprowadzenie na rynek oraz egzekwowanie protokołu Ivera przyniosło korzyści nie tylko dla zainteresowanych firm, ale także dla całego społeczeństwa, przenosząc konkurencję na płaszczyznę jakości, niezawodności i ceny. Należy zwrócić uwagę na fakt, że każdy producent sprzętu może wystąpić do Ivera o certyfikat zgodności z protokołem. Warunkiem otrzymania zarejestrowanego znaku „kompatybilny z Ivera" jest przeprowadzenie testów zgodności w niezależnym laboratorium. Pozytywny wynik testu potwierdza fakt, że urządzenie może automatycznie komunikować się z innymi urządzeniami w standardzie Ivera. Dodatkową korzyścią jest zainteresowanie firm produkujących oprogramowanie. Mogą one konkurować w zakresie produkcji oprogramowania realizującego funkcje centralnego systemu monitoringu.
Ivera jest całkowicie holenderskim produktem, przeznaczonym tylko i wyłącznie na holenderski rynek. Zarówno opis funkcjonalny jak i dokumentacja techniczna dostępne są tylko i wyłącznie w języku niderlandzkim. Nie jest ani celem, ani zamiarem organizacji Ivera rozpowszechnianie protokołu poza granice Holandii.

OCIT®

OCIT® (ang. *Open Communication Interface for Road Traffic Control Systems*) jest zarejestrowanym znakiem handlowym firm produkujących rozwiązania dla potrzeb ruchu drogowego: Dambach, Siemens, Signalbau Huber, STOYE i Stührenberg, które to firmy tworzą zamkniętą Grupę Rozwojową

OCIT® (ang. *ODG – OCIT® Developer Group*). Podobnie jak w przypadku Ivera, działania grupy ODG są zewnętrznie konsultowane z przedstawicielami Wydziału Dróg niemieckiego Federalnego Ministerstwa Transportu, Budownictwa i Mieszkalnictwa. Również założenia i postulaty OCIT® nie odbiegają znacząco od proklamowanych przez Ivera. Organizacja zajmuje się standaryzacją interfejsów (protokołów, funkcjonalności i danych) w celu wypracowania wspólnego języka dla urządzeń w branży inżynierii ruchu drogowego. Zakres jej działania ogranicza się do krajów niemieckojęzycznych - tzw. krajów DACH (Niemcy, Austria i Szwajcaria). Całość dokumentacji technicznej dostępna jest tylko w języku niemieckim, co więcej, na stronie głównej OCIT® można znaleźć następujący tekst: „W pracy skupiono się na ujednoliceniu technik i zasad inżynierii ruchu w krajach niemieckojęzycznych. Jest to powodem, dla którego cały dostępny tekst jest po niemiecku. Próby stworzenia OCIT® wspólnym europejskim standardem w inżynierii ruchu drogowego pociągnęłyby za sobą kolosalne nakłady pieniędzy i czasu. Najprawdopodobniej jest to w ogóle niewykonalne."

Sytuacja w Polsce

Zespół wiodących producentów danego kraju może w pewien sposób ograniczać możliwości ingerencji firm trzecich w rynek tego kraju. Jest to działanie zgodne z prawem dopóty, dopóki protokół będący metodą tego ograniczenia nie jest zamknięty i może być, choćby na drodze licencji, udostępniony konkurencji (także zagranicznej). Kiedy jednak dokonuje się prób wprowadzenia na polski rynek produktu, który nawet w opinii jego producenta nie jest na ten rynek przeznaczony, tym samym powodując uzależnienie od obcej polityki marketingowej, to jest to działanie ze wszech miar niebezpieczne. Łatwo wyobrazić sobie sytuację, w której wiedziony niekoniecznie technicznymi pobudkami właściciel protokołu dokonuje w nim niewielkiej zmiany, nazywając powstały w ten sposób twór protokołem w kolejnej wersji. Oczywiście ma do tego prawo. Ma także prawo żądać dodatkowych opłat licencyjnych za nową wersję. W takiej sytuacji protokół, wprowadzony z pożytecznym zamiarem ujednolicenia rynku, mógłby stać się narzędziem jednej firmy mającym na celu eliminację konkurencji.

Należałoby się zastanowić, czym może być podyktowane wymaganie stosowania stricte niemieckiego protokołu w przetargach rozpisywanych przez polskie miasta? Czy nie jest to przypadkiem brak jakichkolwiek innych możliwości w tej dziedzinie? Czy Zarządy Dróg Krakowa albo Warszawy wybierając OCIT® jako standard dla swoich miast nie zrobiły tego z braku innych możliwości? A jednocześnie, wybiegając w przyszłość, z chęci zabezpieczenia się przed całkowitym brakiem jakichkolwiek standardów i bałaganem komunikacyjnym? Jeśli tak się stało, to czyż nie jest to niepokojącym sygnałem na przyszłość? Takie posunięcie, być może nawet zasadne, spowodowało drastyczne ograniczenie konkurencji w tych miastach nie tylko dla polskich firm, lecz także dla wielu firm z Europy Zachodniej. W skrajnym przypadku efektem może być monopol jednego producenta, szkodliwy zarówno dla jakości, jak i cen oferowanych rozwiązań. Wprowadzenie OCIT® powoduje eliminację z rynku wielu wartościowych systemów sterowania ruchem – natychmiastowo, bez możliwości prezentacji czy dyskusji.

Na stronie internetowej grupy ODG (www.ocit.org/system.htm) znajduje się lista firm, które posiadają licencję na OCIT® – wśród kilkunastu firm nie ma ani jednej polskiej.

Polski rynek sterowników ruchu zmienia się. Wprowadzenie norm i standardów Unii Europejskiej przyspieszy jeszcze te zmiany. Wiele małych firm może nie poradzić sobie z trudnym i kosztownym procesem certyfikacji. Być może te, które pozostaną, powinny, we współpracy z administracją drogową opracować własny standard komunikacji, oparty na trwałej podstawie otwartego protokołu TCP/IP tak, by w przyszłości móc konkurować z zagranicznymi potentatami. Czy Stowarzyszenie ITS Polska może przyjąć na siebie rolę koordynatora i mecenasa tego procesu?

Michał Gładysz

TCP/IP-based Communication Protocols and Their Role in ITS

The article presents a short history of communication protocols, starting about 50 years ago with ARPANET – the grandparent of Internet, concluding with a short description of the TCP/IP protocol and outlining a difference between closed and open protocols.
Further part of the article describes closed protocols IVERA and OCIT®, used by traffic management systems and poses a question whether Polish organization should develop their own communication standard, based on TCP/IP open protocol.

TRANSPORT SYSTEMS TELEMATICS

VIII MIĘDZYNARODOWA KONFERENCJA
5-8 LISTOPADA 2008, Katowice-Ustroń

www.tst-conference.org

Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Telematyka Systemów Transportowych" już po raz ósmy będzie gościła licznych przedstawicieli ze świata nauki i przemysłu. W czasie czterech dni od 5 do 8 listopada 2008 r., w Katowicach a następnie w Ustroniu, zostaną wygłoszone liczne prezentacje obejmujące tematykę transportu drogowego, kolejowego, wodnego i powietrznego, oraz dodatkowo referaty związane z zarządzaniem środkami transportu oraz bezpieczeństwem w transporcie.

Konferencja jest organizowana od samego początku przez Wydział Transportu Politechniki Śląskiej. Zainteresowanie pierwszą konferencją skłoniło organizatorów do kontynuacji tego typu spotkań naukowych. Efektem sześciu kolejnych Konferencji były Materiały Konferencyjne, zawierające polskie i angielskie abstrakty referatów, oraz Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, zawierające pełne teksty recenzowanych referatów w języku angielskim. Od dwóch lat referaty drukowane są w formie monografii.

Z założenia konferencja telematyczna, poprzez swój charakter, jest platformą wymiany doświadczeń i koncepcji między sektorem publicznym, prywatnym a środowiskami naukowymi w dziedzinie różnorodnych zastosowań telematyki w transporcie drogowym, kolejowym i morskim, w tym zastosowań inteligentnych systemów sterowania z punktu widzenia bezpieczeństwa ruchu. Ponieważ w trakcie konferencji poruszane są takie tematy jak pozyskiwanie informacji, zarządzanie w transporcie, sterowanie w systemach transportowych i usługach logistycznych, monitorowanie ruchu, teletransmisja i telenawigacja, bezpieczeństwo i inne, konferencja TST wskazuje najbardziej aktualne obecnie kierunki badań w dziedzinie systemów inteligentnego transportu.

Należy również wspomnieć o samych uczestnikach, których liczną grupę stanowili przez te lata, obok pracowników Politechniki Śląskiej, profesorowie z Politechniki Warszawskiej, Radomskiej, Krakowskiej, Akademii Górniczo-Hutniczej, Akademii Morskich w Gdyni i Szczecinie, Akademii Ekonomicznej w Katowicach, jak również naukowcy z Centrum Naukowo-Technicznego Kolejnictwa w Warszawie, Instytutu Logistyki i Magazynowania w Poznaniu i Wojewódzkiego Ośrodka Ruchu Drogowego w Katowicach. Wartym podkreślenia jest fakt wielokrotnego przyjazdu na konferencję uczestników z zagranicznych uniwersytetów i ośrodków naukowych. Dotychczas gościliśmy uczestników z Austrii, Czech, Chorwacji, Niemiec, Francji, Hiszpanii, Litwy, Łotwy, Rosji, Słowacji, Słowenii, Ukrainy, USA, Węgier, Wielkiej Brytanii, Włoch. Pamiętać należy zawsze o uczestnikach z branży przemysłowej, służb transportowych oraz przedstawicielach rządu i samorządu.

Wszystkich zainteresowanych zachęcamy do odwiedzenia strony konferencyjnej www.tst–conference.org, a następnie do uczestnictwa w konferencji „Telematyka Systemów Transportowych".

Redakcja

8th International Conference "Transport Systems Telematics", November 5-8, 2008, Katowice-Ustroń

The organizer (Transportation Department of Silesian University of Technology) invites to the conference that will be hosting a large number of academic and industry representatives from Poland and other European countries. During the last years, the conference has grown into a platform of information and ideas exchange between the public and private sectors and academic world. The details can be found on: www.tst–conference.org.

Wpływ nowoczesnych systemów ITS instalowanych wewnątrz pojazdów na bezpieczeństwo ruchu drogowego

Artykuł stanowi prezentację rezultatów prac międzynarodowej grupy badawczej, prowadzonych w ramach projektu COST 352, a dotyczących opracowania wytycznych i zaleceń zarówno do metodologii badawczej, jak i funkcjonowania systemów ITS stosowanych wewnątrz pojazdu, aby pomagając kierowcy w podejmowaniu właściwych decyzji, stwarzały jednocześnie jak najmniejsze zagrożenie dla użytkownika i bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Rozwój technologiczny i komercyjne upowszechnienie systemów ITS instalowanych w pojazdach postępuje bardzo szybko, dlatego też polityka bezpieczeństwa ruchu drogowego, respektując istnienie tych systemów, musi być dynamiczna i elastyczna, by w odpowiednich elementach popierać, ograniczać lub wpływać na rozwój tych systemów. Systemy ITS instalowane w pojazdach mogą być wykorzystywane zarówno przez kierowców prywatnych, jak i komercyjnie, w szerokim wachlarzu typów pojazdów, w różnych aplikacjach i przy różnych warunkach ruchu. Wpływ na bezpieczeństwo ruchu drogowego zależy więc od tego, w jaki sposób dany system jest zaimplementowany, w jaki sposób użytkownicy są o nim poinformowani oraz jakie komponenty zostały wykorzystane do jego wykonania.

Rozproszenie uwagi kierowcy stanowi jedną z głównych przyczyn wypadków, do których dochodzi w wyniku stosowania pokładowych urządzeń telematycznych. Rozproszenie uwagi powoduje, że prowadzący pojazd ma opóźnioną reakcję na zdarzenia wpływające na zagrożenie bezpieczeństwa ruchu, z powodu odwrócenia jego uwagi przez pasażera, urządzenie (np. monitor) lub czynności (np. przeglądanie mapy), niezwiązane bezpośrednio z obowiązkami wynikającymi z prowadzenia pojazdu. Wystąpienie silnego czynnika zewnętrznego odróżnia rozproszenie uwagi od braku koncentracji wynikającego z „zamyślenia się".

Eliminację tego rodzaju przypadków można osiągnąć jedynie poprzez ustalenie procedury homologacji urządzeń, kiedy to szczegółowej analizie poddany zostanie bilans korzyści i ryzyka związanego ze stosowaniem rozwiązań prototypowych. Oznacza to, że wszelkiego rodzaju nowe urządzenia pokładowe powinny być projektowane zgodnie z normami i zasadami ustalonymi w wyniku prac teoretycznych i badań testowych.

W ramach projektu stworzono metodologię oceny systemów ITS pod względem ich wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego. Następnie wykorzystano ją do przetestowania umiejętności reakcji kierowców na dane i komunikaty otrzymywane poprzez systemy informacji drogowej zainstalowane wewnątrz pojazdu. Rezulataty tych badań posłużyły do określenia wniosków i zaleceń dla producentów oraz użytkowników wszelkiego rodzaju systemów nawigacji i informacji wewnątrz pojazdu.

Analizie wpływu na bezpieczeństwo ruchu poddane zostały systemy nawigacyjne, elektroniczne systemy przekazu informacji o stanie dróg i warunkach ruchu, systemy telefonii komórkowej i montowane w pojazdach urządzenia audio/wideo.

Badania te wykazały znaczące różnice w percepcji prezentowanych przez urządzenia informacji, a więc i poziomie ewentualnego zagrożenia niesionego przez ich wykorzystywanie. Dla przykładu, w przypadku systemów nawigacji satelitarnej duże znaczenie dla sposobu i szybkości postrzegania prezentowanych przez nie informacji odgrywała kolorystyka interfejsu graficznego i sposób generowania komunikatów głosowych.

Główna część prac dotyczyła jednak badań rzeczywistych zachowań kierowców, prowadzących pojazd i korzystających jednocześnie z systemów informacji i nawigacji wewnątrz pojazdu. Ze względu na złożoność prac, jak również udział w nich wielu partnerów zagranicznych (Czechy, Szwajcaria, Francja, Austria, Portugalia, Włochy), testy poligonowe w ramach tego projektu zaplanowano na lata 2007–2009. W pierwszej fazie projektu, przypadającej na rok 2007, przeprowadzono wstępne badania wyselekcjonowanej grupy kierowców pod względem ich zachowania na drodze w przypadku wykorzystywania

wewnętrznych systemów informacji drogowej. Jako system testowy wykorzystano aplikację nawigacyjną, oraz pojazd pomiarowy wyposażony w kamery do rejestracji wewnętrznych i zewnętrznych parametrów ruchu i system czujników zbierających informację o stanie pojazdu (przyspieszenie, hamowanie, prędkość, itp.). Wstępna testowa grupa kierowców wyselekcjonowana została z ochotników w przedziale wiekowym 25-50 lat, mających doświadczenie w prowadzeniu pojazdów.

Pojazdem pomiarowym wykorzystanym w badaniach przez stronę polską było laboratorium mobilne, będące własnością Instytutu Badawczego Dróg i Mostów. Pojazd ten został wykonany na bazie samochodu Mercedes-Benz Sprinter (ABS, komputer pokładowy, klimatyzacja, itp.), który dodatkowo został wyposażony w sprzęt, umożliwiający realizację całego zadania. Wygląd pojazdu przedstawiają zdjęcia.

W skład sprzętu badawczego wchodziły:

- wewnętrzny system nawigacji GPS wraz z komunikacją głosową;
- system pomiaru przyspieszeń i hamowania pojazdu;
- 4 zewnętrzne cyfrowe kamery rejestrujące obraz otoczenia drogi;
- wewnętrzne kamery cyfrowe rejestrujące sytuację w kabinie pojazdu;
- wideoradar wraz z wideorejestratorem;
- urządzenie do zapisu wideo (HDD);
- oprogramowanie do analizy rejestrowanego obrazu.

Przeprowadzane badania objęły rejestrację obrazu i sytuacji na drodze i w kabinie pojazdu, zapis parametrów ruchu pojazdu oraz rejestrację zachowań kierowcy podczas prowadzenia samochodu przy wykorzystywaniu nawigacji wewnętrznej.

Rezultaty wstępnych badań wykazały m.in.:

- wydłużenie czasu rekacji (o około 10-15%) kierowcy, obciążonego użytkowaniem systemów informacji wewnątrz pojazdów;
- redukcję czasu obserwacji drogi;
- wzrost potencjalnie niebezpiecznych dla ruchu sytuacji generowanych przez niedoświadczonego w obsłudze systemu kierowcę;
- zmianę stylu jazdy (wzrost liczby gwałtownych hamowań i przyspieszeń).

Deska rozdzielcza samochodu-laboratorium

Samochód – laboratorium IBDiM

Pełna kontynuacja badań kierowców zostanie przeprowadzona we współpracy ze stroną szwajcarską w latach 2008–2009 i jest objęta dodatkowym programem badawczym finansowanym ze środków krajowych i UE. Efektem końcowym całego projektu będzie kompleksowy raport, prezentujący wpływ systemów informacji wewnątrz pojazdu na zachowania kierowców, a co za tym idzie bezpieczeństwo ruchu drogowego. W raporcie, sygnowanym przez międzynarodowe gremium specjalistów, znajdą się też wskazówki dotyczące budowy, instalacji i działania tychże systemów, mające na celu minimalizację ich ewentualnego zagrożenia dla ruchu, jak również wytyczne dotyczące szkolenia kierowców użytkujących te systemy.

Michał Karkowski
Instytut Badawczy Dróg i Mostów

The Role of Modern On-Board ITS Systems in Road Traffic Security

This article presents recommendations regarding the research methodology and functionality of on-board ITS systems. These are the results of an international research group, working for the COST 352 project. Information coming from ITS systems installed in the car distracts the driver's attention, so the proper design of the user interface is a key factor. Theoretical work verified by extensive tests should set the rules for design and homologation of such systems.

Inteligentne systemy transportowe bezpieczeństwa ruchu drogowego widziane przez pryzmat efektywności ekonomicznej

Każda inwestycja powinna mieć ekonomiczne uzasadnienie – bezpieczeństwo ruchu drogowego nie należy do wyjątków. We wszystkich rozwiniętych krajach ofiarom wypadków drogowych przypisywana jest wartość pieniężna, która pozwala na sprowadzenie do wspólnego mianownika nakładów i korzyści. Panuje zgodność co do tego, że koszty wypadków znacząco obciążają gospodarki narodowe. Komisja Europejska podaje, że ekonomiczne i społeczne straty z tytułu wypadków drogowych i ich ofiar w UE wynoszą około 160 miliardów euro rocznie, czyli ok. 2% PKB Wspólnoty. Koszt ten obciąża głównie sektor publiczny (leczenie i rehabilitacja ofiar, koszty utrzymania i akcji służb ratowniczych, koszty naprawy infrastruktury) i obywateli (utrata zdrowia, szkody w mieniu, zubożenie w wyniku utraty żywicieli rodziny i niezdolności do pracy itd.). Gospodarka narodowa jako całość ponosi straty w wyniku zmniejszonej produktywności. Do tego dochodzą mniej wymierne, lecz bardzo istotne koszty bólu i cierpienia ofiar wypadków i ich rodzin, urazy psychiczne itd. Również sektor prywatny obciążony jest kosztami wypadków, które przynoszą firmom straty w postaci szkód majątkowych, utraty zysków, absencji personelu itp. W odróżnieniu do kosztów sektora publicznego, które charakteryzuje duże rozproszenie, straty w sektorze prywatnym są łatwiejsze do oszacowania. Abstrahując od moralnego aspektu przeliczania ludzkiego życia, bólu i cierpienia na pieniądze, to właśnie ogrom kosztów wypadków drogowych jest bodźcem, który skłania władze, przedsiębiorców i społeczeństwo obywatelskie do zapobiegania wypadkom. Działania inwestycyjne z zakresu bezpieczeństwa ruchu drogowego, również te w dziedzinie inteligentnych systemów transportowych, mogą więc być wyrażone w wymiernych kategoriach efektywności ekonomicznej.

Punktem wyjścia oceny opłacalności inteligentnych systemów transportowych są jednostkowe koszty wypadków, które pozwalają przełożyć zmniejszenie liczby wypadków na konkretne korzyści finansowe. Wobec znacznej rozpiętości kosztów jednostkowych w poszczególnych krajach (w samej Europie straty wynikające z jednej ofiary śmiertelnej szacowane są od 275 tys. euro do 2,89 miliona euro), najczęściej stosuje się wartości uśrednione. Finansowanie i wspieranie działań na rzecz poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego jest tradycyjnie domeną państwa i sektora publicznego. Jednak w przypadku ITS sytuacja przedstawia się nieco odmiennie, gdyż nowoczesne technologie oferują szerokie możliwości działania dla sektora prywatnego, który wykazuje duże zainteresowanie udziałem w ich rozwoju i wdrażaniu, czego dowodem są stosunkowo liczne w tej dziedzinie inicjatywy partnerstwa publiczno-prywatnego. Tym niemniej każdy projekt powinien mieć uzasadnienie ekonomiczne, którym w przypadku bezpieczeństwa ruchu drogowego jest zmniejszenie liczby wypadków i ofiar w ludziach.

Warunkiem przeprowadzenia oceny skuteczności ITS jest zastosowanie wspólnego i porównywalnego kryterium. Ponieważ najczęściej stosowanym miernikiem oddziaływania na bezpieczeństwo ruchu drogowego jest wpływ na liczbę wypadków, dla porównania skuteczności zastosowania inteligentnych systemów posłużył potencjał redukcji wypadkowości, oraz w przypadku systemów nie mających wpływu na powstawanie wypadków, potencjał redukcji liczby zabitych. Dane na temat skuteczności różnych systemów zestawionych w tabeli 1 pochodzą w większości z empirycznych pomiarów oddziaływania na bezpieczeństwo urządzeń znajdujących się w normalnej eksploatacji lub w fazie testowej. Zostały zaprezentowane najlepsze wyniki badań.

Na podstawie danych z tabeli 1, na pierwszym miejscu skuteczności działania ITS znajduje się automatyczny nadzór nad prędkością, a zaraz po nim sterowanie ruchem i zarządzanie prędkością za pomocą znaków o zmiennej treści, monitorowanie stanu kierowcy oraz elektroniczny program stabilizacji toru jazdy. W momencie wypadku wysoką skutecznością odznacza się stosowanie pasów bezpieczeństwa

	Aplikacja ITS	Redukcja wypadków
1	a) Sterowanie ruchem za pomocą znaków o zmiennej treści – USA b) Sterowanie ruchem za pomocą znaków o zmiennej treści Niemcy	75% - 78% 22% - 64%
2	Akomodacyjne systemy sygnalizacji świetlnej	18% - 30%
3	Kontrola wjazdów na główne drogi *(Ramp Metering)*	24%
4	Automatyczny nadzór nad prędkością	50% - 80%
5	Sterowanie ruchem na autostradach	30%
6	Systemy informacji pogodowej ze znakami o zmiennej treści	30% - 40%
7	Monitorowanie stanu kierowcy	41%
8	Systemy zarządzania zdarzeniami drogowymi	15%
9	Systemy zarządzania służbami ratowniczymi	zmniejszenie liczby ofiar śmiertelnych o 12%
10	Zarządzanie prędkością przez znaki o zmiennej treści	41%
11	a) Inteligentne dostosowanie prędkości (interwencyjne) (ISA) b) Inteligentne dostosowanie prędkości (ostrzegawcze)	37% - 59% 20%
12	Systemy unikania kolizji	15% zderzeń tylnych
13	Układy utrzymania pasa ruchu	25%
14	eCall Automatyczne powiadamianie o wypadkach	zmniejszenie liczby kierowców i pasażerów zabitych w wypadkach o 5% - 10%
15	Przypomnienie o zapięciu pasa	zmniejszenie liczby kierowców i pasażerów zabitych w wypadkach o 15,2%
16	Elektroniczny program stabilizacji (ESP)	40%

Skuteczność ITS dla bezpieczeństwa ruchu drogowego
Źródło: poz. 1a) – 9: PIARC, „ITS Handbook 2000", Nortech House, London 2001; poz. 10, 11a): OECD, "Road Safety Impact of New Technologies", Paris, 2003., poz. 1 b), 11 b) – 16: www.esafety-effects-database.org/applications_11.html

dzięki urządzeniu przypominającemu o zapięciu pasa. Duże znaczenie w działaniach powypadkowych ma eCall.

Tabela 1 nie uwzględnia systemów, które nie zostały zaprojektowane w celu poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego, a jednak mogą mieć wpływ na redukcję zagrożenia w ruchu drogowym. Efektywność tych systemów, jak np. elektroniczne pobieranie opłat, informacje o ruchu w czasie rzeczywistym (RTTI) czy zarządzanie flotami pojazdów przejawia się przede wszystkim w zmniejszaniu przejechanych odległości i w oszczędnościach czasowych, co przekłada się przede wszystkim na obniżanie kosztów działalności firm, szybszy dojazd do celu przez podróżnych, zmniejszone zużycie paliwa i pozytywne oddziaływanie na środowisko. Zmniejszenie zagrożenia w ruchu drogowym wynikające z krótszego przebywania na drodze ma charakter wtórny. Warto jednak odnotować, że amerykańskie modele symulacyjne wykazały niewielki wprawdzie, ale pozytywny wpływ na bezpieczeństwo systemów nawigacji pokładowej, przypisując im 4% redukcji zagrożenia wypadkowego. Z kolei systemy informacji o ruchu w czasie rzeczywistym mogą zapobiec 8% wypadków na danej trasie.

Na podstawie samej analizy skuteczności nie zawsze można formułować wnioski względem priorytetów rozwojowych dla konkretnych zastosowań, bez poznania kosztów jakie towarzyszą ich wdrożeniu i utrzymaniu. Urządzenia mające duży wpływ na redukcję liczby wypadków i zabitych mogą bowiem okazać się bardzo kosztowne i w praktyce nieopłacalne na szerszą skalę, podczas gdy systemy o mniejszym potencjale oddziaływania mogą być tańsze, a przez to możliwe do masowego zastosowania i dzięki temu mogą w skali globalnej przynieść większy efekt dla poprawy bezpieczeństwa. Nawet w bogatych krajach administracja drogowa dysponuje ograniczonymi środkami na poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego i musi planować te inwestycje na podstawie rachunku ekonomicznego. Powoduje to konieczność nadawania priorytetów technologiom, które pozwolą osiągnąć maksymalne korzyści dla bezpieczeństwa kosztem jak najmniejszych nakładów. Wysoki współczynnik korzyści do kosztów jest również podstawą do przyciągnięcia inwestorów prywatnych. W tabeli 2 zaprezentowano współczynniki korzyści do kosztów dla ITS.

Analiza korzyści i kosztów nie bazuje wyłącznie na kryteriach poprawy bezpieczeństwa ruchu – oprócz redukcji

Aplikacja ITS	Współczynnik korzyści do kosztów
Utrzymanie pasa ruchu	2,7 (5,5)
Systemy zarządzania służbami ratowniczymi	4,8
Systemy zarządzania ruchem	6,46
Zarządzanie prędkością przez znaki o zmiennej treści	2,9 (8,5)
Automatyczny nadzór nad prędkością	4,1
Systemy informacji dla podróżnych	2,66
Elektroniczny pobór opłat	1,27
Systemy zarządzania zdarzeniami	5,0
Inteligentne dostosowanie prędkości	1,0 (5,9)
Przypomnienie o zapięciu pasa	4,0
eCall Automatyczne powiadamianie o wypadkach	1,3-8,5 (zależnie od scenariusza)

Współczynnik korzyści do kosztów ITS
Źródło: PIARC, ITS Handbook 2000, Nortech House, London 2001; eCall: eSafety Forum 14 April, 2005.

liczby wypadków i ich ofiar uwzględnia czynniki takie jak polepszenie przepustowości, zmniejszenie zatorów, szybsze dotarcie do celu podróży i poprawa płynności ruchu. Dane umieszczone w nawiasach dotyczą sytuacji, w których systemy ITS zostały wkomponowane w już istniejącą infrastrukturę. Potwierdza to tezę, że do czerpania pełnych korzyści z inteligentnych systemów transportowych konieczne jest posiadanie dobrze rozwiniętej i nowoczesnej infrastruktury.

Z porównania współczynników korzyści do kosztów najlepiej wychodzą: automatyczne powiadamianie o wypadkach eCall, systemy zarządzania ruchem, po nich systemy zarządzania zdarzeniami, a na czwartej pozycji systemy pierwszeństwa dla służb ratowniczych. Wysoką opłacalność wykazuje również automatyczny nadzór nad prędkością i urządzenia przypominające o zapięciu pasów. Wyniki te są zasadniczo zbieżne z prezentowaną wyżej analizą skuteczności i pozwalają na stwierdzenie, że w ramach omawianych rozwiązań ITS systemy skuteczne z punktu widzenia poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego wykazują dobry współczynnik korzyści do kosztów. Łatwo też zauważyć, że większość spośród najskuteczniejszych systemów zaprezentowanych w tabelach 1 i 2 jest obecnie przedmiotem intensywnych prac rozwojowych i ich wdrażanie jest stymulowane przez Komisję Europejską, rządy państw członkowskich oraz sektor prywatny. Należą do nich głownie eCall, elektroniczny program stabilizacji toru jazdy ESP, automatyczny nadzór nad prędkością, inteligentne dostosowanie prędkości, zarządzanie ruchem za pomocą znaków o zmiennej treści czy przypominanie o zapięciu pasa.

Przeprowadzone powyżej analizy skuteczności oraz opłacalności wskazują, że aby przynieść znaczącą poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego, rozwój inteligentnych systemów transportowych powinien skoncentrować się w pierwszym rzędzie na automatycznym nadzorze nad prędkością, inteligentnych systemach zarządzania ruchem oraz na inteligentnym dostosowaniu prędkości, jako że te trzy systemy wykazują największy potencjał redukcji wypadkowości przy jednoczesnym wysokim współczynniku korzyści do kosztów. Wysoką efektywność ratowania życia ofiar wypadków wykazują również systemy automatycznego powiadamiania o wypadkach i zarządzenia służbami ratowniczymi oraz urządzenia przypominające o zapięciu pasów.

W rozpowszechnieniu zastosowania ITS należy upatrywać szans na redukcję liczby wypadków drogowych i ich ofiar poprzez oddziaływanie zwłaszcza w dwóch aspektach sytuacji bezpieczeństwa: redukcji ryzyka wypadkowego oraz łagodzeniu skutków wypadków. Realne możliwości zmniejszenia liczby zabitych w wypadkach dla najbardziej korzystnych dla bezpieczeństwa systemów wynoszą ponad 30%. Największą skuteczność wykazują pod tym względem automatyczny nadzór nad prędkością oraz inteligentne dostosowanie prędkości. Mają one silne bezpośrednie oddziaływanie na podstawowy czynnik prewencji wypadkowej, jakim jest zmniejszenie prędkości jazdy. Obiecujące są również takie aplikacje, jak systemy unikania kolizji oraz systemy zarządzania zdarzeniami drogowymi. Największą skuteczność w obniżaniu liczby wypadków wykazują zaawansowane systemy sterowania ruchem i systemy informacji pogodowej – jednak przy założeniu, że zostaną wdrożone kompleksowo i będą się wzajemnie uzupełniać.
Koncepcja łagodzenia skutków wypadków za pomocą wykorzystania ITS dla potrzeb urządzeń ochronnych umieszczonych w pojeździe lub na poboczu

dokończenie na str. 38

Recenzja książki „Analiza ryzyka i zarządzanie ryzykiem w transporcie”

Ukazała się nowa interesująca książka pt. „Analiza ryzyka i zarządzanie ryzykiem w transporcie” z podtytułem „Tunele w komunikacji drogowej i kolejowej”. Książka została opublikowana na początku tego roku w Czechach, a wydawcą jest Wydawnictwo Literatury Technicznej BEN w Pradze. Oryginalny czeski tytuł brzmi *„Analýza řízení rizik v dopravě. Tunely na pozemních komunikacích železnici”*.

Autorami tej interesującej pozycji są Pavel Přibyl, Aleš Janota i Juraj Spalek. Pierwszy autor jest profesorem na Wydziale Transportu Uniwersytetu w Pradze, o bogatym pozanaukowym praktycznym doświadczeniu w projektowaniu dróg i tuneli. Pozostali współautorzy są profesorami na Wydziale Elektrycznym Uniwersytetu w Żilinie na Słowacji, którzy w latach 90-tych aktywnie uczestniczyli w projekcie pierwszego słowackiego tunelu autostradowego Branisko. Prof. Aleš Janota jest członkiem zagranicznym Komisji Transportu Oddziału Śląskiego Polskiej Akademii Nauk w Katowicach, jak również jest zatrudniony jako profesor nadzwyczajny na Wydziale Transportu Politechniki Radomskiej. Prof. Juraj Spalek jest kierownikiem Katedry Sterowania i Systemów Informacyjnych na Uniwersytecie w Żilinie, tradycyjnie zajmującej się analizą i syntezą bezpiecznych systemów sterowania, głównie w dziedzinie transportu.

Książka jest napisana w języku czeskim (co dla polskiego czytelnika nie stanowi bariery dla zrozumienia jej treści) i liczy 528 stron. Zawiera ona zebrane unikalne, teoretyczne i praktyczne informacje, cenne dla tych, którzy są zaangażowani w proces projektowania i analizę bezpieczeństwa tuneli. Dotyczy, mówiąc potocznie, zwiększenia bezpieczeństwa projektowanych tuneli przy zachowaniu optymalnych nakładów ekonomicznych na te projekty.

Bodźcem do napisania książki był tragiczny wypadek na drodze w Alpach, który przyniósł w swoich skutkach niepotrzebną śmierć dziesiątków ludzi. Wypadek ten spowodował szeroką europejską dyskusję na temat bezpieczeństwa europejskich tuneli. Ta dyskusja zaowocowała wprowadzeniem europejskiej dyrektywy dotyczącej minimalnych wymagań bezpieczeństwa dla tuneli na transeuropejskiej sieci drogowej.

Odpowiadając na te wymagania, książka zajmuje się teoretycznymi rozważaniami w dziedzinie ilościowej i jakościowej analizie ryzyka i zarządzania ryzykiem w tunelach, jakkolwiek przedstawione procedury odnoszą się w równej mierze do jakiegokolwiek innego systemu transportowego. Przede wszystkim dyskutowane są w książce problemy tuneli drogowych, ale równolegle przedstawione są też tunele kolejowe, dla pokazania różnic, ale również dla podkreślenia cech wspólnych.

Chociaż wiele przedstawionych spraw pochodzi z Czech i Słowacji, to przez swój europejski kontekst ma na pewno sporo odniesień również do transportu w Polsce.

Książka składa się z 12 rozdziałów:

1. Europejskie i narodowe standardy oraz terminologia; 2. Jakość transportu i wskaźniki ruchu; 3. Wielkie katastrofy w tunelach – drogowe tunele Mt. Blanc, Tauern, Gotthard, Fréjus i tunel kolejowy pod kanałem La Manche; 4. Analiza ryzyka dla tunelu – teoria; 5. Analiza ryzyka – podejście stosowane dla tuneli; 6. Modele ryzykownych sytuacji w tunelach; 7. Tunel i jego elementy bezpieczeństwa; 8. Metody oceny elementów i podsystemów; 9. Niezawodność technicznych systemów i sposoby jej wzrostu 10. Niebezpieczne ładunki; 11. Ludzkie zachowania się w tunelach i na otwartej przestrzeni; 12. Wymagania dla szkolenia personelu technicznego .

Więcej szczegółów o książce: http://shop.ben.cz/cz/140892-analyza-a-rizeni-rizik-v-doprave.aspx >

Jerzy Mikulski

Book Review “Risk Analysis And Risk Management in Transport – Tunnels at Road Communications and Railways”

The book has been published in the Czech Republic; more details can be found on the web page (link at the end of the article).

Zastosowanie znaków drogowych zmiennej treści w logistyce miejskiej

Znaki zmiennej treści (ang. *Variable Message Signs* – VMS) są znakami drogowymi pokazującymi zmieniające się w zależności od okoliczności informacje, dotyczące dopuszczalnej na danym odcinku i o danej porze prędkości jazdy, dostępnych objazdów, pojawiających się opóźnień, funkcjonowania transportu publicznego, dostępnych miejsc parkingowych, ostrzeżeń o niebezpieczeństwach na drodze itp. Informacje te prezentowane są w postaci tekstu bądź symboli, przy użyciu specjalnych ekranów lub też obracających się bębnów (rozwiązanie stosowane coraz rzadziej). Znaki drogowe zmiennej treści mogą być uruchamiane przez operatora, bądź przez automatyczny system sterowania. W tabeli przedstawiono klasyfikację VMS według kilku wybranych kryteriów.

Obecnie znaki drogowe zmiennej treści znajdują bardzo szerokie zastosowanie w systemach miejskich. Prym w tej dziedzinie wiodą Stany Zjednoczone, gdzie rozwiązania tego typu są powszechnie stosowane zarówno w dużych metropoliach, jak i na obszarach o mniejszym stopniu urbanizacji, a wiele z nich funkcjonuje w sposób skoordynowany. Interesujące jest wykorzystywanie technologii internetowych do prezentacji treści wyświetlanych przez poszczególne znaki (por. rozwiązanie zastosowane w Houston oraz Seattle). Pozwala to kierowcom zapoznać się z sytuacją na drogach przed rozpoczęciem podróży.

Na rysunku 1 przedstawiono przykład zastosowania znaku zmiennej treści w Poole Bournemouth (Wielka Brytania) do informowania kierowców o dostępności miejsc parkingowych. Zaznaczone wartości liczbowe określają dostępną liczbę miejsc na trzech wybranych parkingach. Tablica umieszczona jest przed skrzyżowaniem o ruchu okrężnym, dając kierowcy możliwość podjęcia decyzji o kierunku jazdy i tym samym wyborze parkingu.

Ważnym zastosowaniem VMS są systemy informowania kierowców o dopuszczalnej prędkości ruchu. Systemy tego typu są wykorzystywane głównie w przypadku możliwości dynamicznego dostosowywania dopuszczalnej prędkości do zmieniających się wa-

Kryterium	Podział
Technologii prezentacji treści	Elektromechaniczne (np. bębnowe) Diodowe – LED Światłowodowe Ciekłokrystaliczne (np. TFT – *Thin Film Transistor*) Hybrydowe
Sposobu wyświetlania treści	Znakowe Symboliczne (wyświetlające jedynie zdefiniowane symbole) Graficzne (wyświetlające dowolne znaki i symbole)
Metody sterowania	Przez operatora Automatyczne
Kolorystyki treści	Monochromatyczne Kolorowe (kilka kolorów) RGB (pełnokolorowe)
Zastosowanej matrycy	Znakowe Liniowe Pełne
Usytuowania	Podwieszane nad drogą, pod wiaduktami Podwieszane nad drogą, na wysięgnikach lokalizowanych na poboczu Usytuowane na poboczu
Metody komunikacji	Przewodowe Bezprzewodowe
Zasilania	Zasilane z sieci energetycznej Zasilane z baterii Zasilane energią słoneczną
Przeznaczenia	Sterowania (przekazujące informacje związane ze sterowaniem, np. ruchem drogowym) Informacyjne (przekazujące różne komunikaty i informacje, np. dla użytkowników komunikacji miejskiej) Ostrzegawcze (przekazujące informacje o zagrożeniach, np. wynikających z realizowanych na danym odcinku robót drogowych)

Współczynnik korzyści do kosztów ITS
Źródło: PIARC, ITS Handbook 2000, Nortech House, London 2001; eCall: eSafety Forum 14 April, 2005.

Zastosowanie VMS w systemach parkingowych
Źródło: http://www.data-display.com

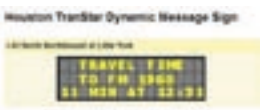
runków drogowych. Zmiany te mogą być podyktowane warunkami meteorologicznymi, określoną porą dnia czy roku, zarejestrowaną przez detektory ruchu liczbą pojazdów na danym odcinku drogi itp. Modyfikacją tej koncepcji, specyficzną dla miejskich systemów sterowania ruchem, jest zastosowanie VMS do powiadamiania kierowców o szacowanym czasie dojazdu do określonego miejsca.

Dzięki zastosowaniu technologii internetowych, możliwe jest udostępnianie użytkownikom dróg informacji na temat bieżącej sytuacji drogowej z poziomu tradycyjnej przeglądarki stron WWW. Na rysunku przedstawiono przykłady wykorzystywania tego typu rozwiązania do przekazywania informacji użytkownikom dróg w systemach sterowania ruchem amerykańskiego miasta Houston. Zaprezentowany serwis udostępnia kompleksowe informacje na temat praktycznie wszystkich, istotnych z punktu widzenia użytkownika dróg aspektów. W

Internetowa informacja dla użytkowników dróg
Źródło: http://traffic.houstontranstar.org/layers/

rozwiązaniach tych poprzez przeglądarkę internetową użytkownik może w sposób dosyć szczegółowy poznać bieżącą sytuację na wybranych przez siebie fragmentach dróg (zarówno dzięki podglądowi obrazów statycznych i dynamicznych z kamer, jak również dzięki naniesionym na mapę danym dotyczącym natężenia ruchu, zatorów drogowych, dróg wyłączonych z eksploatacji).

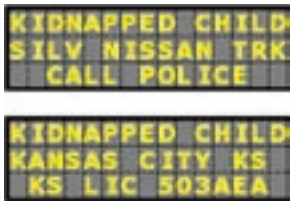
Na zdjęciu przedstawiono wyświetloną za pomocą przeglądarki internetowej zawartość znaku zmiennej treści, funkcjonującego w systemie sterowa-



Zastosowanie VMS do informowania kierowców o czasie dojazdu do określonego miejsca
Źródło: http://traffic.houstontranstar.org/layers/

nia ruchem w Houston (USA).

Istotnym sposobem wykorzystania znaków drogowych zmiennej treści jest informowanie o robotach drogowych lub innych zdarzeniach powodujących czasowe zablokowanie określonego odcinka drogi, informowanie o zagrożeniach (np. w przypadku powodzi, czy pożaru kierowanie potoków ruchu w obszary bezpieczne), czy też przekazywanie kierowcom różnych dodatkowych informacji o sytuacji na drodze. Interesujący przykład z Houston przedstawiono na rysunku. W poniedziałek 4 lutego bieżącego roku, między godziną 10 i 11 (czasu polskiego) wszystkie znaki zmiennej treści funkcjonujące w systemie sterowania ruchem w tym mieście przekazywały informację o porwaniu dziecka i prośbę o powiadomienie policji w przypadku zaobserwowania samochodu o podanym numerze rejestracyjnym.



Informacja o porwaniu dziecka, wyświetlana na znaku VMS, Houston, 04.02.2008
Źródło: http://traffic.houstontranstar.org/layers/

Znaki drogowe zmiennej treści stanowią istotny element systemów sterowania ruchem, funkcjonujących na obszarach zurbanizowanych. Przykłady przedstawione wyżej pokazują szeroki zakres możliwości ich stosowania. Zasadniczym problemem i przeszkodą we wdrażaniu tego typu rozwiązań są koszty z tym związane, jednakże jak pokazują przykłady rozwiniętych systemów, rozwiązania te zaczynają stanowić wymóg coraz bardziej złożonej rzeczywistości. Rosnące potrzeby transportowe i wynikające z tego komplikacje są niezwykle ważnym i trudnym problemem w logistycznym zarządzaniu miastami, a znaki drogowe zmiennej treści istotną metodą minimalizowania negatywnych skutków wzrastającej złożoności miejskich systemów transportowych.

Stanisław Iwan
Akademia Morska w Szczecinie
s.iwan@am.szczecin.pl

The Application of Variable Message Signs in City Logistics

The article presents a classification of VMS according to different criteria and examples of their application in several cities.

Systemy poboru opłat...

dokończenie ze str. 11

opłatę. Koncesjonariusz ma możność albo otrzymywania odpowiedniego raportu od państwa o wysokości opłat drogowych, naliczonych na eksploatowanym przez niego odcinku dróg, albo też może zostać włączony do systemu i sam administrować swoimi użytkownikami. Użytkownik końcowy rejestruje się albo w jednostce państwowej, albo też u prywatnego koncesjonariusza (tylko jednorazowa rejestracja) i otrzymuje urządzenie pokładowe, a następnie przesyłane mu w wybranym interwale czasowym faktury. Istnieje tu niewątpliwa analogia do sieci telefonii komórkowej, której klient otrzymuje telefon komórkowy, za pośrednictwem którego może telefonować we wszystkich krajach. W naszym przypadku oznacza to pobór opłat na wszelkich płatnych drogach, niezależnie od tego, czyją są one własnością i kto jest ich operatorem.

Graniczące z siedmioma krajami oraz posiadając granicę morską na kierunku skandynawskim, Polska najpóźniej za 5–10 lat stanie się najważniejszym krajem tranzytowym w UE. Nowy system pobierania opłat drogowych musi być zatem zdolny zarówno do szybkiego powiększania liczby i długości odcinków płatnych, jak i do wspierania procesów sterowania przebiegiem ruchu drogowego, gdyż tylko wtedy będzie w stanie wypełniać swe funkcje sterujące także w warunkach rosnącej liczby przewozów. Nie wolno także zapominać o aspektach ekologicznych. Wszelkie zmiany w systemie winny bowiem zachodzić szybko, w sposób niewidoczny i nienaruszający środowiska naturalnego.

Patrycja Wrześniewska

Electronic Toll Collection Systems Using Satellite Technology

The article describes the main advantages of ETC systems based on satellite positioning over the previous generation DSRC systems: no need of costly investments along the toll roads, no gates spoiling the landscape, flexibility and ease of toll roads network expansion without a need of building roadside infrastructure, potential use of vehicles positioning for fleet management. Such systems should be implemented in Poland – in 5-10 years the most important transit country in the EU.

Inteligentne systemy transportowe...

dokończenie ze str. 34

drogi jest równie obiecująca. Tradycyjne środki bezpieczeństwa biernego, takie jak pasy czy poduszki powietrzne zawsze odznaczały się dużą skutecznością z punktu widzenia redukcji obrażeń wypadkowych. Jednak dzięki zastosowaniu ITS możliwe jest nie tylko znacznie bardziej efektywne wykorzystanie urządzeń tradycyjnych, na przykład dzięki urządzeniom przypominającym o zapięciu pasów, lecz także wprowadzenie nowych funkcji, jak np. zmiana napięcia pasów i otwarcia poduszek powietrznych w zależności od rodzaju zderzenia, czy zewnętrzne poduszki powietrzne chroniące pieszych, uruchamiane na chwilę przed uderzeniem w pieszego.

Poprawa bezpieczeństwa ruchu nie jest głównym celem wielu aplikacji ITS i mają one uzasadnienie ekonomiczne w innych dziedzinach transportu. Przynoszą oszczędności czasu, umożliwiają optymalizację przewozów komercyjnych, zarządzanie ruchem, optymalizację utrzymania dróg, efektywny pobór opłat czy przysparzają korzyści środowiskowych. Niektóre układy spełniają kilka funkcji na raz. Jednak w każdym przypadku ważne jest, aby inteligentne systemy były wkomponowane w wysokiej jakości infrastrukturę, gdyż wtedy mogą otworzyć przed użytkownikami pełne spektrum zastosowań i być wykorzystane najbardziej efektywnie, włącznie z wzajemną komplementarnością zastosowań. Dlatego w procesie modernizacji infrastruktury drogowej warto przygotować grunt pod rozwiązania inteligentne i równoległy rozwój infrastruktury telematycznej. Jest to tym bardziej wskazane, że jak wykazały badania w USA, rozbudowa infrastruktury drogowej w połączeniu z ITS jest o 35% mniej kapitałochłonna niż rozbudowa samej infrastruktury i pozwala na osiągnięcie tych samych celów rozwojowych kosztem o wiele mniejszych nakładów.

Krzysztof Jamrozik

Road Traffic Security Applications of ITS Systems From the Economical Point of View

EC estimates the material and social losses of traffic accidents at about 160 billion Euros per year. Comparison of effectiveness of particular ITS systems in reducing the number of accidents and their benefit/cost ratio, based on empirical measurements, is presented in the article.The most effective means of reducing the number of accidents are: speed limit control and intelligent traffic management systems; very effective for saving victims' lives are: automatic accident notification systems, emergency services management systems and seat belt reminders.

ZAPRENUMERUJ PRZEGLĄD ITS

Cena prenumeraty	(PLN)
Kwartalna	28.50
Półroczna	57.00
Roczna	104.50

Dla zapewnienia sobie regularnej dostawy czasopisma najlepiej jest skorzystać z prenumeraty redakcyjnej. Miesięcznik „Przegląd ITS" można zaprenumerować w każdym momencie, na okres co najmniej jednego kwartału. Cena prenumeraty jest podana w tabelce. Przy prenumeracie rocznej ostatni numer jest za darmo. Prenumeratę należy opłacić przelewem bankowym na konto wydawcy, podane na formularzu przelewu. Po dokonaniu wpłaty prosimy nas zawiadomić – najlepiej drogą e-mailową na adres biuro@przeglad-its.pl. W zawiadomieniu prosimy o podanie: ▶ imienia i nazwiska odbiorcy i/lub nazwy firmy, ▶ dokładnego adresu odbiorcy, ▶ daty dokonania przelewu, ▶ czy osoba/firma jest płatnikiem VAT, ▶ jeżeli tak, prosimy również o numer NIP.
Prenumerata jest realizowana od następnego wydania, dostępnego po otrzymaniu przez wydawcę wpłaty należności.

Dowód/pokwitowanie dla odbiorcy

Volkswagen Bank Polska

02 2130 004 2001 0398 2089 0002

OpenSky Systems and Services
Sp. z o.o.
00-074 Warszawa, ul. Trębacka 4

Opłata:

Polecenie przelewu/wpłata gotówkowa

OpenSky Systems and Services
Sp. z o.o.
03213000042001039820890002
PLN

pieczęć, data i podpis(y) zleceniodawcy

Odcinek dla odbiorcy

Dowód/pokwitowanie dla zleceniobiorcy

Volkswagen Bank Polska

02 2130 004 2001 0398 2089 0002

OpenSky Systems and Services
Sp. z o.o.
00-074 Warszawa, ul. Trębacka 4

Opłata:

Polecenie przelewu/wpłata gotówkowa

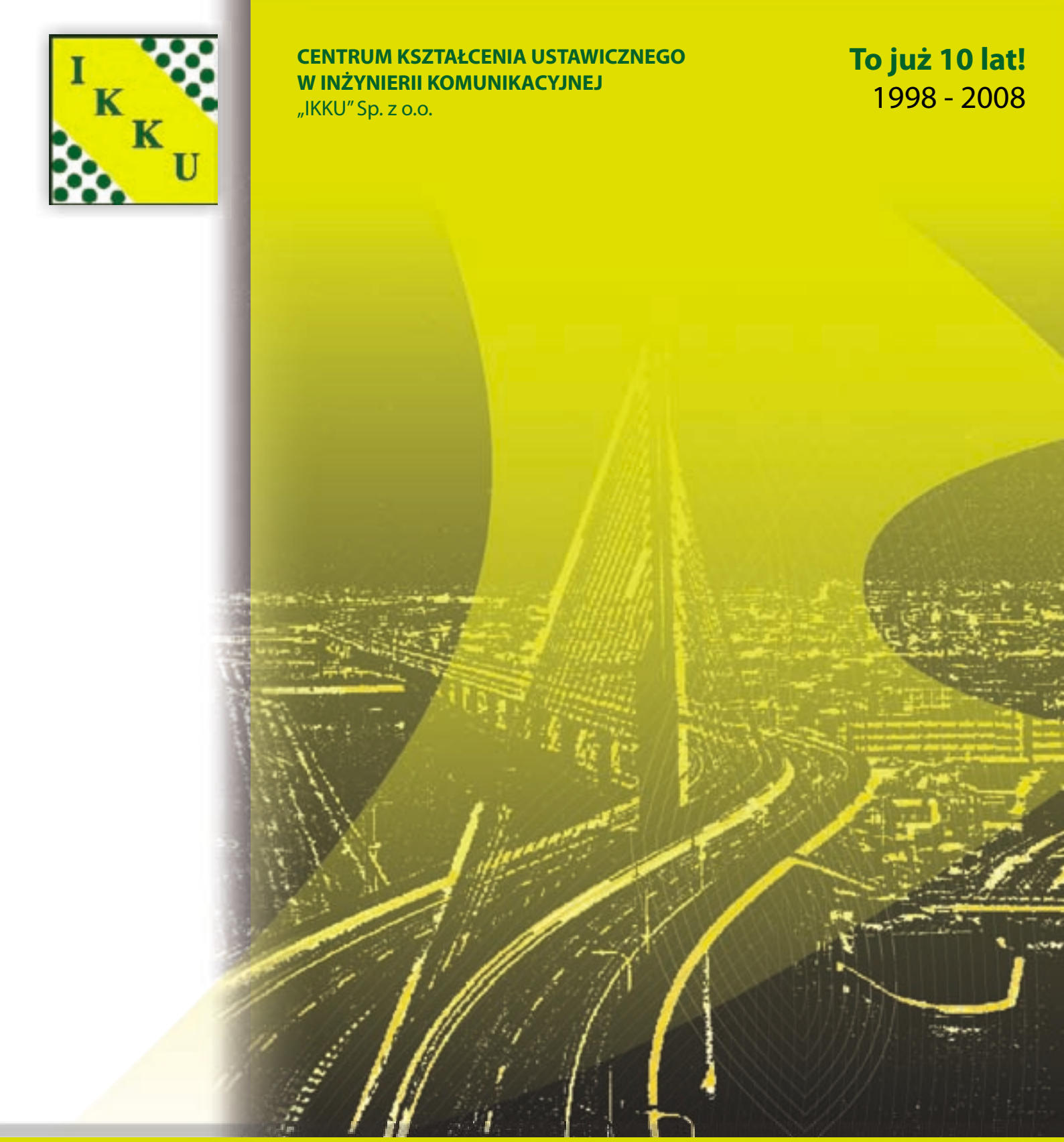
OpenSky Systems and Services
Sp. z o.o.
03213000042001039820890002
PLN

pieczęć, data i podpis(y) zleceniodawcy

Odcinek dla zleceniobiorcy

CENTRUM KSZTAŁCENIA USTAWICZNEGO
W INŻYNIERII KOMUNIKACYJNEJ
„IKKU" Sp. z o.o.

To już 10 lat!
1998 - 2008



IKKU ?

Ta inwestycja się opłaci !!!

www.ikku.pl