

Wymiana informacji w systemie inteligentnego transportu lądowego

Kornel B. Wydro

Zwrócono uwagę na znaczenie wymiany informacji w systemie nowoczesnego inteligentnego transportu lądowego. Określono źródła informacji i ich charakterystyki. Opisano przepływy, przetwarzanie, gromadzenie i udostępnianie informacji na potrzeby aplikacji stosowanych w tych systemach.

inteligentny transport, telekomunikacja, telematyka, wymiana informacji

Wprowadzenie

Analiza dotychczasowych doświadczeń wielu krajów świata potwierdza, że rozwijanie systemów inteligentnego transportu (ITS^①) przynosi znaczące korzyści nie tylko użytkownikom systemów transportowych, ale także sprzyja ogólnemu rozwojowi gospodarczemu [2, 14]. Według szacunków specjalistów [18], stosowanie rozwiązań opartych na nowoczesnych technikach informacyjnych w tym zakresie umożliwia:

- bardziej intensywne wykorzystanie istniejącej infrastruktury i taboru (do 20%);
- zwiększenie efektywności ekonomicznej i konkurencyjności podmiotów gospodarczych, działających w obszarze transportu (o 10–20%);
- zwiększenie bezpieczeństwa ruchu (nawet o 30–40%);
- zmniejszenie degradacji naturalnego środowiska (ok. 10%);
- bardziej efektywną współpracę między podmiotami i jednostkami, działającymi w sektorze transportu;
- ułatwienie procesów globalizacyjnych i integracyjnych w zakresie struktur transportowych.

Warunkiem stosowania rozwiązań telematycznych tworzących ITS oraz uzyskiwania wspomnianych efektów jest możliwość pozyskiwania i wykorzystania aktualnej, wyczerpującej informacji o stanie hiperstruktury transportu^②, co umożliwi i ułatwi ekonomiczniejszą oraz bezpieczniejszą realizację zadań transportowych. Ocenia się, że w wyniku strukturalnej informatyzacji transportu można by uzyskać bardzo duże oszczędności. Przykładowo, w Polsce straty powstające wskutek wypadków transportowych są szacowane na ok. 15 mld zł rocznie^③. Wprowadzenie odpowiednich rozwiązań, w tym systemów ostrzegawczych, sterowania ruchem, czy ratownictwa mogłoby je zmniejszyć nawet o ok. 10%.

^① W niniejszym artykule wprowadzono przyjęty w światowej, a także krajowej literaturze skrót ITS (Intelligent Transport Systems). Wspomniano też o transporcie wspieranym rozwiązaniami telematycznymi (telematyka transportu).

^② Określenie hiperstruktura transportu obejmuje tu: infrastrukturę drogową, pojazdy, użytkowników oraz powiązane z tym otoczenie (z ich odpowiednikami powietrznymi i wodnymi) wraz z systemami sterowania.

^③ Według danych Instytutu Badawczego Dróg i Mostów.

Z tych rozważań wynika, że problem opracowania sposobów uzyskiwania, dystrybucji i wykorzystania informacji staje się dla unowocześniania transportu zagadnieniem podstawowym.

Informacyjne potrzeby ITS

Podmioty wymiany informacji w systemie transportu

Rozpatrując problem wymiany informacji w dowolnym systemie, należy przede wszystkim określić podmioty, między którymi taka wymiana ma zachodzić. W systemach ITS takimi podmiotami (segmentami hiperstruktury transportu [18]) są:

- bezpośredni użytkownicy infrastruktury transportowej (w tym: kierowcy, sternicy, piloci, maszyniści);
- podróżni: piesi i przewożeni;
- środki transportu (w tym: pojazdy kołowe, pociągi, samoloty, statki);
- drogi i ich bezpośrednie otoczenie środowiskowe;
- instytucje i organizacje (w tym m. in.: administracja infrastruktury drogowej, firmy – użytkownicy infrastruktury, firmy budowy i utrzymania infrastruktury);
- firmy usług komplementarnych (np. motele, restauracje, punkty obsługi pojazdów);
- instytucje zapewniające porządek i bezpieczeństwo (np. policja, straż graniczna, pogotowie, ochrona mienia);
- administracja publiczna.

Oczywiście wymiana informacji musi zachodzić także wewnątrz tych segmentów. Mnogość podmiotów obrazuje złożoność informacyjną systemu oraz niezbędnej sieci wymiany informacji.

Rola informacji w ITS

Jak już wspomniano, o sprawności i jakości funkcjonowania systemów transportowych złożonych zazwyczaj z bardzo licznych elementów, przy dzisiejszym *state-of-the-art* decyduje, obok ich cech własnych (np. wielkość, jakość), odpowiednio rozwinięte wsparcie informacyjne. Jednak, aby móc wspierać informacyjnie system transportowy, należy wyposażać go przede wszystkim w takie urządzenia, jak czujniki dostarczające źródłowej informacji (liczniki pojazdów, stacje pogodowe, kamery, systemy obserwacji satelitarnych itp.), sieci transmisji informacji, systemy jej przetwarzania i gromadzenia oraz systemy dystrybucji i prezentacji informacji (radiofonia cyfrowa, znaki zmiennej treści, aplikacje internetowe i in.). Każdy system musi być też wyposażony w odpowiedni zasób możliwości i umiejętności wykorzystania informacji. Urządzenia te oraz wspomniane możliwości eksploatacyjne wchodzi również w skład hiperstruktury nowoczesnego transportu.

W obszarze struktur telematycznych i ich wyposażenia są realizowane różnego rodzaju funkcje, służące użytkownikom transportowych systemów i infrastruktury. Często z góry są one zdefiniowane jako określone rodzaje i grupy operacji, zwane usługami telematycznymi. Większość tych usług jest związana bezpośrednio z dostarczaniem odpowiedniej informacji, część jednak służy samym procesom przetwarzania i transmisji informacji. Ich liczność, spowodowana różnorodnością informacyjnych

potrzeb szeroko rozumianego transportu, jest znaczna, a ponadto – w miarę rozwoju systemów ITS – powstają usługi nowe, wynikające z aktualnych potrzeb transportu lub inspirowane przez nowe możliwości technik informacyjnych^①.

Przeptywy informacji w systemie ITS

Z punktu widzenia potrzeb środków sterowania i zarządzania w systemach transportowych (wyposażenie telematyczne transportu) podstawową charakterystyką danego rodzaju transportu jest charakterystyka informacyjna. Obejmuje ona opis informacji generowanej przez ten rodzaj transportu (tj. dane opisujące jego bieżący stan) oraz informacji odbieranej z otoczenia (tj. wyczerpujący opis warunków działania), niezbędnych do właściwego i efektywnego działania systemu^②. Obok znajomości miejsc powstawania i odbioru informacji oraz wielkości jej strumieni, ważne jest również ustalenie, jak często informacja ta powinna być aktualizowana, ze szczególnym zwróceniem uwagi na tę, która musi być informacją czasu rzeczywistego. Istotne jest też określenie, które informacje powinny być gromadzone (do celów operacyjnych lub badawczych), a które wykorzystane tylko doraźnie, jednorazowo. Charakterystyka taka zależy od dynamicznych właściwości systemu i liczności jego elementów. Przykładowo, w przypadku transportu drogowego mogą występować miliony obiektów ruchomych o znacznej dynamice (szybkość przemieszczania się) i o losowych cechach zachowań poszczególnych obiektów oraz całych strumieni ruchu. Zmiany sytuacji ruchowej następują szybko, co może być źródłem znacznych strumieni informacji, składających się z krótkich, ale licznych komunikatów, przekazywanych w zasadzie w czasie rzeczywistym (jednak nie wszystkie te informacje są potrzebne do aplikacji telematycznych). Informacje dotyczące obszaru środowiskowego, tj. o stanie dróg, pobocza, warunkach meteorologicznych itp., mają dynamikę mniejszą, aktualizacja tych informacji nie musi być więc tak częsta. Natomiast oba te rodzaje informacji wymagają niejednokrotnie transmisji do obiektów ruchomych w czasie rzeczywistym (np. na potrzeby służb ratunkowych), a ponadto powinny być one gromadzone (m.in. jako materiał do opracowywania metod sterowania ruchem).

Telematyczne systemy transportowe potrzebują także informacji o aktywnie współdziałającym otoczeniu, w tym np. o podmiotach świadczących dla pasażerów usługi pozatransportowe, prowadzących obsługę ładunków oraz środków transportu. Te informacje są względnie stałe i na ogół można uzyskać je z wyprzedzeniem (np. informacje potrzebne do planowania podróży). Mogą one być zazwyczaj dostarczane za pomocą stacjonarnych systemów łączności.

Rozpoznanie i wyznaczenie omawianych charakterystyk, wraz z wyznaczeniem relacji komunikacji informacyjnej i strumieni informacji, stanowi ważny element konstrukcji systemu ITS. Warto zatem rozpoznać oraz wskazać: sposoby pozyskiwania i przekazywania informacji źródłowej (np. z systemów czujnikowych i innych źródeł), systemy dystrybucji informacji oraz często w inteligentnym transporcie stosowane nietypowe, specjalizowane systemy przenoszenia informacji (np. działające na krótkich dystansach systemy identyfikacji numerów rejestracyjnych pojazdów).

^① *Dotyczy to rozwoju zastosowań informatyki i telekomunikacji sterowanego przez sam rozwój tych technik (technology driven development) i rozwoju wymuszanego przez rzeczywiste potrzeby przetwarzania informacji, wynikające z praktyki (market driven development). W telematyce transportu ten drugi przypadek zaczyna być coraz bardziej zauważalny. Często stosowaną metodą wykrywania tych potrzeb jest szeroka ankietyzacja w celu zidentyfikowania potrzeb użytkowników systemów transportowych i na tej podstawie konstruowania stosownych rozwiązań telematycznych, realizujących oczekiwane usługi.*

^② *Warto zwrócić tu uwagę, że różne rodzaje ruchu tego samego typu mają różne właściwości dynamiczne, np. ruch miejski istotnie różni się od ruchu autostradowego, co odnosi się też do zmienności stanu otoczenia.*

Charakterystyka strumieni informacji

Jak wynika z wcześniejszych rozważań, poszczególne rodzaje czynnych informacyjnie elementów systemu transportu różnią się: licznością, rozmieszczeniem przestrzennym, mobilnością, charakterystykami informacyjnymi oraz wymaganiami dotyczącymi wymiany informacji. Przy definiowaniu wymagań warunkujących wymianę informacji trzeba uwzględnić: rodzaj generowanej informacji, jej ilość i czasowy rozkład, jej wymianę z pozostałymi elementami systemu, czy ma być regularna, czy na żądanie. Potrzebna jest zarówno informacja dostarczana rozsiewczo, jak i informacja dedykowana (w tym często poufna, wymieniana między ograniczoną liczbą uprawnionych nadawców i odbiorców). Powoduje to konieczność stosowania różnorodnych środków technicznych, umożliwiających taką wymianę, a także środków gromadzenia i prezentacji informacji.

Przykładowo, analiza komunikacji między poboczem a pojazdami służb wypadkowych obejmuje możliwość stosowania różnych technik, jakie mogą być użyte do komunikacji między takim pojazdem a np. kontrolerem (sterownikiem) sygnalizacji drogowej. Połączenie musi być zrealizowane w ciągu kilku sekund, z zachowaniem ostrych wymagań identyfikacji pojazdu, aby wykluczyć możliwość podobnego oddziaływania na sygnalizację przez pojazd nieuprawniony. Przy takim warunku najbardziej właściwy byłby system radiowy krótkiego zasięgu (ok. 20 m). Nie ma jednak standardowego systemu dla takich wymagań. W tej sytuacji pozostaje rozważenie skorzystania z innych możliwości, np. z systemów komunikacji mobilnej typu GSM, TETRA lub DECT. Systemy GSM i DECT nie są jednak odpowiednimi rozwiązaniami ze względu na długi czas zestawienia połączenia i możliwość nasycenia (natłoku) w sieci. TETRA oferuje możliwości połączenia w bardzo krótkim czasie i nadanie temu wywołaniu priorytetu. Nie umożliwia jednak lokalizacji pojazdu. Musi więc być dodany system lokalizacyjny, np. GPS, określający położenie i kierunek jazdy, ale takie rozwiązanie jest bardziej złożone i kosztowne. Trzeba też pamiętać, że większość systemów wykorzystujących satelity wymaga stosowania specjalnych anten (które może być trudno instalować na poboczach dróg i ulic) i nie gwarantuje komunikacji w miastach (w szczególności w poruszających się pojazdach).

Strukturalne ujęcie problemu wymiany informacji w ITS

Biorąc pod uwagę wyżej zasygnalizowaną złożoność problematyki informacyjnej w zastosowaniach transportowych, twórcy zintegrowanych rozwiązań systemów ITS proponują strukturalne, ramowe ujęcia, porządkujące i racjonalizujące telematyczne rozwiązania w transporcie, w tym również rozwiązania dotyczące transmisji informacji. Ma to zapewnić spójność, kompletność i kompatybilność tych rozwiązań. Ujęcia takie są stosowane w systemach krajowych (narodowych) architektur ITS [5, 6]. Ogólnymi zasadami tworzenia takich architektur są analizy: już istniejących rozwiązań, oczekiwań użytkowników, możliwości wykorzystania obecnie dostępnych i zapowiadanych środków technicznych oraz konstruowanie na tej podstawie ogólnych wskazówek aplikacyjnych. Dotyczy to zarówno całej architektury strukturalnej ITS, jak i poszczególnych wyróżnionych w niej specyficznych architektur – funkcjonalnej, fizycznej i komunikacyjnej. Warto zatem przedstawić tu adekwatny do naszych potrzeb przykład *Architektury Komunikacyjnej*^① z europejskiej *Ramowej Architektury ITS KAREN* [5].

Dzięki *Architekturze Komunikacyjnej* można opisać mechanizmy wspierające wymianę informacji między różnymi częściami systemu. Wymiana ta powinna spełniać dwa warunki:

^① *Przeważnie architektura komunikacyjna obejmuje problemy telekomunikacyjne, ale czasem również takie, jak np. pozyskiwanie informacji o ruchu. Z tego powodu, a także dla spójności pojęciowej z terminologią europejską, w niniejszym artykule będzie stosowane określenie „architektura komunikacyjna” a nie np. „architektura telekomunikacyjna”.*

- umożliwiać transmisje danych między poszczególnymi elementami systemu, przy czym mechanizmy transmisji powinny być zrównoważone co do kosztu, stóp błędów i wnoszonych opóźnień transmisyjnych;
- zapewniać poprawną interpretację informacji przekazywanej z punktu nadawczego w punkcie odbiorczym.

Obydwa te warunki wymagają:

- przeprowadzenia szczegółowej analizy, obejmującej zdefiniowanie i opis niezbędnych środków telekomunikacyjnych w odniesieniu do głównych połączeń (interfejsów) podsystemów struktury fizycznej systemu transportu;
- zdefiniowania niezbędnych protokołów transmisyjnych.

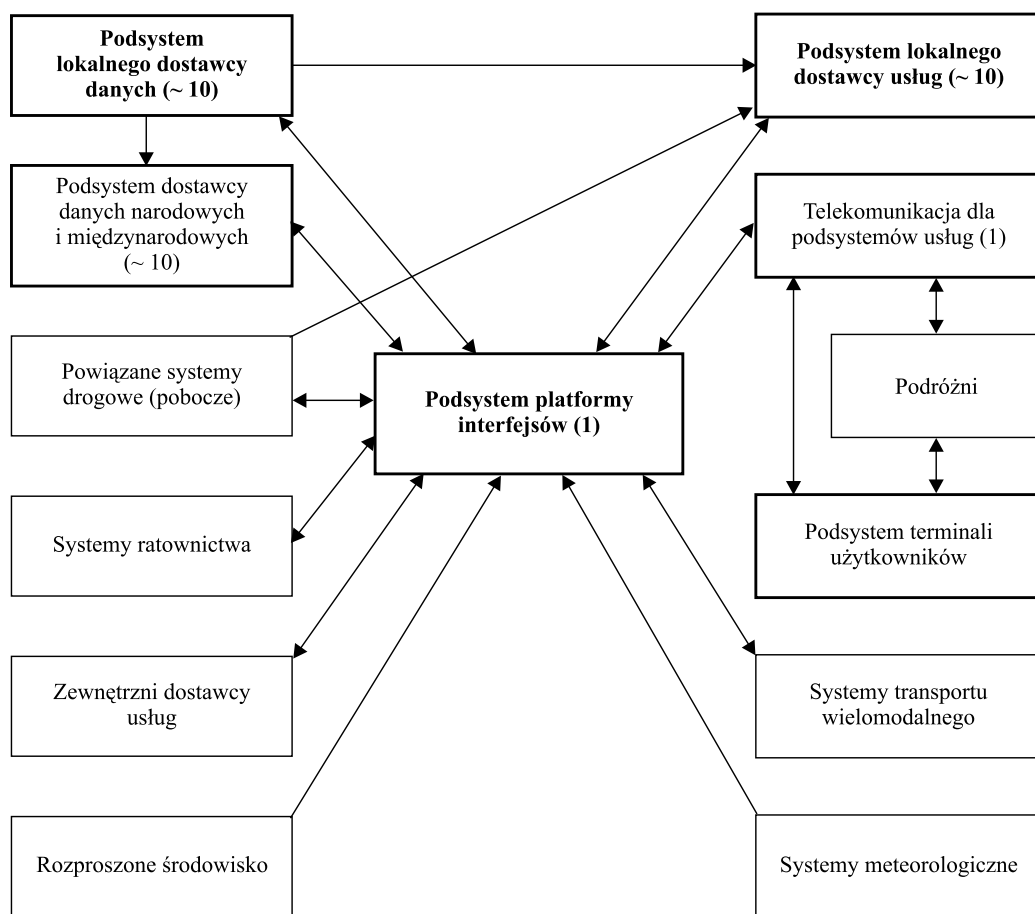
W systemach opisanych w *Architekturze Fizycznej KAREN* wyróżniono pięć głównych komunikujących się typów podmiotów-lokalizacji:

- **centrala**: miejsce, gdzie są zbierane i porównawczo uwiarygodniane dane ruchowe, opłaty, polecenia przewozowe itp., a także gdzie są one przechowywane oraz gdzie są wysyłane polecenia pomiarów ruchowych i instrukcje zarządzania taborem (np. centra sterowania ruchem, centra informacji o ruchu, centra zarządzania taborem);
- **kiosk**: instalacja zlokalizowana przeważnie w miejscu publicznym, oferująca usługi informacyjne dla podróżnych (np. punkt informacji turystycznej);
- **pobocze** (drogowe): miejsce, gdzie pojawia się ruch pojazdów i pieszych, gdzie pobiera się opłaty i/lub przeprowadza się pomiary wielkości potrzebnych do zarządzania ruchem lub dostarcza się informacje dla kierowców i pieszych;
- **pojazd**: urządzenie, które może poruszać się po sieci drogowej i przewozić jedną lub więcej osób (np. rower, motocykl, samochód, pojazd transportu publicznego) albo towary (dowolny rodzaj pojazdu towarowego);
- **podróżny**.

Ponadto określono potrzeby komunikacji informacyjnej między tymi wszystkimi typami. Połączenia te, nazwane „interfejsami”, stanowią podstawowy opis strukturalny sieci informacyjnej systemu. Każdy tego rodzaju interfejs został opisany stosownie do następujących atrybutów:

- rodzaj połączenia;
- rodzaj techniki możliwej do użycia;
- częstość wymiany informacji;
- typowy czas przekazywania informacji;
- intensywność przestoju w wymianie informacji (rzęd wartości);
- rodzaj przesyłanej informacji i poziom niezbędnego zabezpieczenia.

Struktura interfejsów (relacji, w jakich są przesyłane informacje w systemie) została przedstawiona na rys. 1.



Rys. 1. Przykład relacji przesyłania informacji wg koncepcji KAREN (w nawiasie podano orientacyjną liczbę lokalizacji)

Analizę strumieni informacji oparto (zgodnie z metodologią KAREN) na realnych rozwiązaniach^①, wybranych jako przykładowe. Wzięto pod uwagę: systemy zintegrowanego zarządzania ruchem, system transakcji pieniężnych, system zarządzania transportem materiałów niebezpiecznych, systemy zarządzania ruchem miejskim i ruchem międzymiastowym oraz systemy wspomaganie podróżnych i kierowców. Analiza umożliwiła określenie typowych rzeczywistych przepływów informacji oraz wymagań dotyczących dopuszczalnych opóźnień, szybkości transmisji i bezpieczeństwa. Ze względu na ograniczoną bazę wyjściową (wybrano tylko kilka konkretnych systemów) dane te nie stanowią podstawy do zbyt daleko idących uogólnień; obrazują jednak różnorodność wymagań, które muszą spełniać systemy telekomunikacyjne potrzebne do realizowania niezbędnej komunikacji informacyjnej. Wynika stąd wniosek, że – opierając się na takiej metodologii – przy wyborze konkretnego rozwiązania należy dokonać odpowiedniej, szczegółowej analizy problemów telekomunikacyjnych, która obejmie:

^① Opis tych systemów można znaleźć w *European ITS Physical Architecture* [5].

- zdefiniowanie strumieni danych;
- określenie ich wielkości i częstości występowania, a na podstawie tego – niezbędnego pasma częstotliwości;
- określenie wymagań i ograniczeń operacyjnych, wynikających z mobilności źródeł lub odbiorców, poziomu zabezpieczeń itp.;
- określenie najbardziej właściwych rozwiązań telekomunikacyjnych ze szczególnym uwzględnieniem już wykorzystywanych lub planowanych do wykorzystania dla innych pokrewnych celów.

Zagadnienia telekomunikacyjne

W zakresie problemów operowania informacją w ITS zagadnienia telekomunikacyjne mają zasadnicze znaczenie. W systemach ITS jest konieczne stosowanie różnorodnych środków przenoszenia informacji, służącej aplikacjom telematycznym i innym. Stosuje się tu zatem konstrukcje oparte na przewodach metalowych i kablach światłowodowych, wykorzystujące różne zakresy promieniowania elektromagnetycznego (transmisja radiowa i w zakresie podczerwieni), a także budowane na tych mediach środki transmisyjne dalekiego i krótkiego zasięgu, często wysoko specjalizowane. Stosuje się też – głównie do przekazywania dużych strumieni informacji i na znaczne odległości – rozwiązania wykorzystujące istniejące sieci i systemy telekomunikacyjne, sieci komunikacji rozsiewczej (radio analogowe i szczególnie tu przydatne radio cyfrowe) oraz systemy radarowe i satelitarne. Systemy dedykowane czy specjalizowane są potrzebne zwłaszcza do zdalnej identyfikacji pojazdów i kierowców, ładunków itp. Koncepcja sieci wymiany informacji w systemie ITS, zapewniająca możliwość dostarczania informacji do dowolnych punktów (w większości ruchomych) w całym obejmowanym obszarze komunikacyjnym, powinna zatem wstępnie uwzględniać wszelkie dostępne techniki.

Wybór środków telekomunikacyjnych jest zazwyczaj procesem złożonym i przeprowadzanym w różnych stadiach tworzenia systemu. Musi on być dokonywany szczególnie starannie ze względu na znaczenie rozwiązań telekomunikacyjnych dla bezpieczeństwa, efektywności, niezawodności i kosztów systemu. Zwykle, w rzeczywistych warunkach, oferta telekomunikacyjna nie jest tak bogata, by sprostać wszystkim potrzebom systemu. Ponadto, nawet jeśli techniczne rozwiązania są dostępne, to analiza kosztów może wykluczać ich zastosowanie. Dlatego, obok różnych możliwości, trzeba uwzględnić techniczne wybory dokonane w już działających implementacjach telematycznych systemu. Pierwszym krokiem powinna być analiza najlepszych (sprawdzonych i ekonomicznych) adekwatnych „przykładowych systemów” i opracowanie propozycji rozwiązań z uwzględnieniem wybranych wzorów, opierając się jednak głównie na już funkcjonujących systemach telekomunikacyjnych oraz systemach, których instalacja jest przesądzona. W efekcie powinny powstać propozycje zastosowania rozwiązań telekomunikacyjnych aktualnie możliwych do wykorzystania i spełniających oczekiwania systemu. W następnym kroku należy podjąć próbę integrowania stosowanych rozwiązań telekomunikacyjnych, zapewniając także możliwość ich dalszej ewolucji lub zastąpienia w razie potrzeby innymi. Dzięki takiemu postępowaniu można upewnić się, że struktura telekomunikacyjna będzie mogła ewoluować wraz z systemem (ITS), że nie będzie utrudniać wprowadzania zmian (a nawet będzie je ułatwiać) oraz że jej elementy będą mogły być zastąpione w sposób możliwie najłatwiejszy przez inne, kiedy staną się nieprzydatne lub niewygodne.

Tytułem przykładu, w tablicy 1 zaprezentowano analizę możliwości wykorzystania różnych systemów telekomunikacyjnych dla aplikacji telematycznej sterowania ruchem, wymagającej komunikacji systemu z poboczem. Podobne analizy powinny być przeprowadzone dla innych tworzonych systemów, ale następnie iteracyjnie z sobą korelowane. W tym celu w dalszym projektowaniu należy dokonać

identyfikacji (charakterystycznych) typowych połączeń telekomunikacyjnych, jakie mogą występować w różnych interfejsach systemu. Ogólną charakterystykę typowych rozwiązań telekomunikacyjnych stosowanych do łączności między różnymi elementami systemu przedstawiono w tabelicy 2.

**Tabl. 1. Przykładowa analiza przydatności dostępnych środków łączności
(dla systemu sterowania ruchem)**

Systemy telekomunikacyjne	Zalety	Wady	Rekomendacje
GSM	<ul style="list-style-type: none"> • Mniejszy koszt infrastruktury własnej 	<ul style="list-style-type: none"> • Nie dostosowany do stałego połączenia • Nasycanie się • Niewystarczająca niezawodność • Nie zawsze wystarczające pasmo 	Nie zalecane
DECT	<ul style="list-style-type: none"> • Mniejszy koszt infrastruktury własnej 	<ul style="list-style-type: none"> • Nie dostosowany do tak wielu stałych połączeń • Ograniczony zasięg • Niewystarczająca niezawodność 	Nie zalecane
TETRA	<ul style="list-style-type: none"> • Mniejszy koszt infrastruktury własnej 	<ul style="list-style-type: none"> • Nie dostosowany do tak wielu stałych połączeń • Niewystarczająca niezawodność 	Nie zalecane
Stacjonarne bezprzewodowe	<ul style="list-style-type: none"> • Duże dwukierunkowe pasmo 	<ul style="list-style-type: none"> • Niewystarczająca niezawodność • Ograniczony zasięg 	Nie zalecane poza ew. transmisją wideo
Rozsiewcze (np. DAB, stelitarne)	<ul style="list-style-type: none"> • Niski koszt infrastruktury własnej 	<ul style="list-style-type: none"> • Brak kierunku „w górę” 	Nie zalecane
PSTN, ISDN		<ul style="list-style-type: none"> • Większość czasu połączenia nie wykorzystana 	Nie zalecane tam, gdzie są dostępne tańsze rozwiązania
X.25 (przewodowo)	<ul style="list-style-type: none"> • Wysoka niezawodność 		Zalecane, szczególnie w ISDN (kanał D)
Frame Relay (przewodowa)	<ul style="list-style-type: none"> • Pasma większe niż w X.25 	<ul style="list-style-type: none"> • Mniejsza niż w X.25 niezawodność • Instalacja w infrastrukturze 	Do stosowania przy koniecznej transmisji obrazu
ATM, SDH (przewodowo)	<ul style="list-style-type: none"> • B. duże pasmo 	<ul style="list-style-type: none"> • Złożona instalacja w infrastrukturze 	Do stosowania przy koniecznej transmisji obrazu

Jak już wspomniano, jedną z ważniejszych przesłanek wyboru konkretnych technicznych rozwiązań jest kwestia kosztów. Są one związane głównie z wprowadzaniem nowych rozwiązań, przenoszeniem wcześniejszych rozwiązań do nowszych, z eksploatacją środków przyjętych w ramach tych rozwiązań. Koszty te należy rozważać nie tylko pod kątem urządzeń, materiałów i bieżącej obsługi, ale także i potrzeb związanych z zaangażowaniem odpowiedniego personelu w każdej z faz prac projektowych, implementacyjnych czy rozwojowych. Problem ten jednak bardziej dotyczy ogólnych realizacyjnych wyborów, zatem nie będzie tu rozpatrywany^①.

^① Zainteresowani mogą sięgnąć do dokumentacji projektu KAREN pt. *Cost-Benefit Study* [5].

Tabl. 2. Ogólna charakterystyka środków komunikacji między elementami ITS

	Sieci drogowe	Operatorzy	Podróżni	Pojazdy	Systemy operacyjne	Systemy informacyjne	Organizacje	Połączenia wewnątrz-systemowe
Sieci drogowe	SS	X	X	X	X	X	X	X
Operatorzy	SS	SS, KR	X	X	X	X	X	X
Podróżni	KR, SRD	KR, SRD	SS	X	X	X	X	X
Pojazdy	DSRC	KR, SRD	X	SRD	X	X	X	X
Systemy operacyjne	SS, KR, SRD	KR, SRD	SRD	SRD, SR	SRD	X	X	X
Systemy informacyjne	SS, KR	KR, SRD	SS, SRD	SRD, SR	SS, SRD, KR	SS	X	X
Organizacje	SS	SS	SS, SRD	SRD, KR	SS	SS	SS, KR	X
Połączenia wewnątrz-systemowe	X	X	X	X	X	X	X	SS

Oznaczenia: SS – sieć stacjonarna (PSTN, ISDN); SRD – sieć komunikacji ruchomej dalekiego zasięgu (komórkowa, trunkingowa,...); KR – komunikacja rozsiewcza (radio, Internet, TV); DSRC – komunikacja ruchoma krótkiego zasięgu (dedykowana); X – brak potrzeb komunikacji

Wnioski

Przedstawiony przegląd problemów informacyjnych w systemach ITS stanowi bardzo uogólnioną analizę zagadnienia, które – z natury rzeczy – jest złożone i którego rozwiązywanie będzie konieczne dopiero przy budowie konkretnego systemu lub projektowaniu wybranych aplikacji telematycznych. Dopóki takie prace nie zostaną podjęte, nie wydaje się potrzebne pogłębianie tego typu analiz, tym bardziej że kolejne lata przynoszą nowe możliwości oferowane przez rozwój technik informacyjnych, w tym również technik telekomunikacyjnych. Jeśli nawet nie są to istotne zmiany technologiczne, to można obserwować zmiany warunków ekonomicznych (np. zmniejszanie się cen wyposażenia i usług), co istotnie może wpływać na preferencje wyboru konkretnych systemów informacyjnych i telekomunikacyjnych.

Na podstawie analizy przeprowadzonej w pracy [17], będącej podstawą niniejszego artykułu, można sformułować następujące wnioski.

- Przepływy informacji w strukturze ITS mają charakter licznych, lecz krótkich komunikatów, zawierających niewielkie ilości informacji, przekazywanych głównie w układach „jeden do wielu” lub „wielu do jednego” sekwencyjnie albo równoległe.
- Istotne podmioty wymiany informacji – podróżni i pojazdy – są mobilne, przemieszczające się na znacznych przestrzeniach. Konieczne zatem staje się stosowanie środków komunikacji ruchomej lub zbliżeniowej ze znaczącą liczbą urządzeń.
- Każda aplikacja telematyczna wymaga odrębnej analizy możliwych do zastosowania lub wykorzystania środków komunikacji informacyjnej, uwzględniającej szczególnie technologie lokalnie dostępne i stosowane tu ceny usług telekomunikacyjnych. Wybór środków łączności zależy

bowiem od konkretnego rozwiązania: struktury organizacyjnej, rozmieszczenia, realizowanych zadań i miejsca ich realizacji, wielkości obejmowanego obszaru geograficznego, czy liczności elementów.

- Pożądane jest łączenie w jednym systemie telekomunikacyjnym obsługi aplikacji podobnych pod względem wymagań do komunikacji elektronicznej.
- Racjonalna strategia budowy ITS wymaga starannego rozważenia problemów komunikacji elektronicznej i określenia zasad budowy sieci informacyjnych oraz łączności lokalnej, w sposób zapewniający zaspokojenie bieżących i przewidywanych (nie odległych) potrzeb. Jednocześnie, choćby ze względu na skalę budowanego systemu, musi to być rozwiązanie maksymalnie ekonomiczne. Ważne jest też zwrócenie uwagi na problemy standaryzacyjne w zakresie stosowanych systemów komunikacyjnych i wyposażenia, którymi intensywnie zajmują się europejskie i światowe instytucje standaryzacyjne [16].
- Opracowanie wzorem wielu innych krajów stosownej narodowej architektury ITS, w tym architektury informacyjnej opartej na zasadach ramowej architektury KAREN, jest rozwiązaniem nieuniknionym i wymaga pilnego podjęcia stosownych prac. Oczywiście nie jest możliwe utworzenie architektury, która gwarantowałaby tworzenie systemu z idealnie dopasowanymi rozwiązaniami technicznymi, gdyż takie rozwiązania nie istnieją. Jednak każda architektura komunikacyjna, opierając się na podejściu uogólnionym, będzie zakreślała ramy, w których najbardziej istotne kwestie mogą być uporządkowane, bowiem do zdefiniowania i opisu narodowej architektury ITS wszystkie te zagadnienia muszą być wzięte pod uwagę.

Warto też przyjrzeć się i innym problemom.

- Szczególnych starań wymaga rozwój aplikacji informatycznych w strukturach drogowych, gdyż w zastosowaniach morskich i lotniczych są one w zasadzie rozwinięte wystarczająco. Obserwuje się również postępy w informatyzacji transportu kolejowego i wiążących się z tym rozwojem stosownych środków oraz sieci komunikacji. Niezbędne są zatem prace nad racjonalną konstrukcją sieci wymiany informacji i środków kontaktowania się na odległość uczestników ruchu drogowego z poboczem w szczególności, a także między sobą i z innymi elementami systemu ITS.
- Głównym kierunkiem inwestycyjnym w sektorze transportu lądowego w Polsce (zarówno na poziomie krajowym, jak i lokalnym) jest w dalszym ciągu infrastruktura drogowa. Niestety jej uzupełnienie inwestycjami informatycznymi, mimo ich znacznie większej efektywności, nie znajduje dostatecznego poparcia. Jednak wydaje się, że powoli rośnie świadomość konieczności alokacji części środków na rozwój sektora transportu na potrzeby związane z wprowadzaniem rozwiązań inteligentnego transportu, z uwzględnieniem konieczności rozwijania badań i edukacji telematycznej.
- Dotychczas, jeśli nawet są wprowadzane pojedyncze aplikacje ITS, to dzieje się to w obszarze fragmentów sektora transportu, bez powiązania lub współpracy z innymi fragmentami. W przypadku ITS potrzeba takich powiązań jest niezbędna i powinna ona być stymulowana przez agendy państwowe. Coraz bardziej zaczyna być odczuwany brak strategii rozwoju inteligentnego transportu i ramowej jego struktury, czyli *Narodowej Architektury ITS*.
- Należy zintensyfikować oraz ukierunkować współpracę między instytucjami edukacyjnymi i badawczymi, sektorem prywatnym i publicznym, organizacjami specjalistycznymi.
- Ważne jest zweryfikowanie przepisów formalnych odnoszących się do transportu, np. w zakresie pozyskiwania i dystrybucji danych, a także świadczenia usług przez podmioty prywatne na rzecz systemów publicznych.

Bibliografia

- [1] Bartczak K.: *A model of ITS deployment process in Poland for nearest time period*. W: Materiały z konferencji *I International Conference on Transport Telematic Systems*. Ustroń, 2001
- [2] *Coordinated Action for Pan-European Transport and Environment – Telematics Implementation Support*, <http://www.rec.org/REC/Programs/Telematics/CAPE>
- [3] *eEuropa+ 2003: Wspólne działania na rzecz wdrożenia społeczeństwa informacyjnego w Europie*. Plan działań sporządzony przez kraje kandydujące przy wsparciu Komisji Europejskiej, Ministerstwo Infrastruktury, czerwiec 2001
- [4] *ePolska – Plan działań na rzecz rozwoju społeczeństwa informacyjnego w Polsce na lata 2001–2006*. Warszawa, Rada Ministrów, wrzesień 2001
- [5] *KAREN – Foundation for Transport Telematics deployment in the 21st Century, Framework Architecture for ITS*. Brussels, European Commission Telematics Applications Programme (DGXIII/C6), 2000
- [6] *Key Concepts of the National ITS Architecture*, <http://www.iteris.com>
- [7] *POLIS – European Cities and Regions Networking for New Transport Solutions*, <http://www.polis-online.org>
- [8] Puczyński Sz., Suchorzewski W.: *Traffic and Traveller Information Services for Europe – TTI Profile Poland*. ATLANTIC/eEurope 2002, WP5 TTI State-of-Art and Good Practice, April 2002
- [9] Rosicki M., Zalewski A.: *Requirements and Framework for Environment and Transport Telematics, Country Report: POLAND*. Brussels, European Commission, Directorate General XIII Information Society, Telecommunications Markets, Technologies – Innovation and Exploitation of Research, November 1998
- [10] *Sektorowy Program Operacyjny Transport – Gospodarka Morska na lata 2004–2006 (w ramach Narodowego Planu Rozwoju)*. Warszawa, Ministerstwo Infrastruktury, Departament Rozwoju Transportu, wrzesień 2002
- [11] *Strategia Informatyzacji RP – e-Polska*. Warszawa, Ministerstwo Nauki i Informatyzacji, 2003
- [12] *Strategia rozwoju sektora transportu w latach 2004–2006 dla wykorzystania środków z Funduszu Spójności UE*. Warszawa, Ministerstwo Infrastruktury, Departament Rozwoju Transportu, wrzesień 2002
- [13] *Traffic and Traveller Information Services for Europe – Expert Briefing*. ATLANTIC & eEurope 2002, Brussels, Directorate General Information Society of European Commission, March 2002
- [14] *White Paper – European Transport Policy for 2010: Time to Decide*. Brussels, European Commission, 2001
- [15] Wydro K. B.: *Conditions of the Transport Telematics development in Poland*. W: Materiały z konferencji *II International Conference „Transport Systems Telematics 2002”*. Ustroń, 2002
- [16] Wydro K. B.: *Normalizacja w teledystrybucji transportu*. Telekomunikacja i Techniki Informacyjne, 2001, nr 3–4, s. 99–110
- [17] Wydro K. B. i in.: *Analiza przepływów informacji w systemach inteligentnego transportu*. Warszawa, Instytut Łączności, 2003.
- [18] Wydro K. B. i in.: *Analiza stanu i potrzeb prac rozwojowych w zakresie teledystrybucji transportu w Polsce*. Warszawa, Instytut Łączności, 2002

Kornel B. Wydro



Dr inż. Kornel B. Wydro (1933) – absolwent Wydziału Elektroniki Politechniki Warszawskiej (1959); długoletni nauczyciel akademicki na tym Wydziale, obecnie adiunkt w Instytucie Łączności w Warszawie; zainteresowania naukowe: sterowanie systemów, teoria informacji, telekomunikacja, problematyka społeczeństwa informacyjnego.

e-mail: K.Wydro@itl.waw.pl lub K.Wydro@ia.pw.edu.pl