

Struktura funkcjonalna systemu zarządzania transportem w Trójmieście – TRISTAR

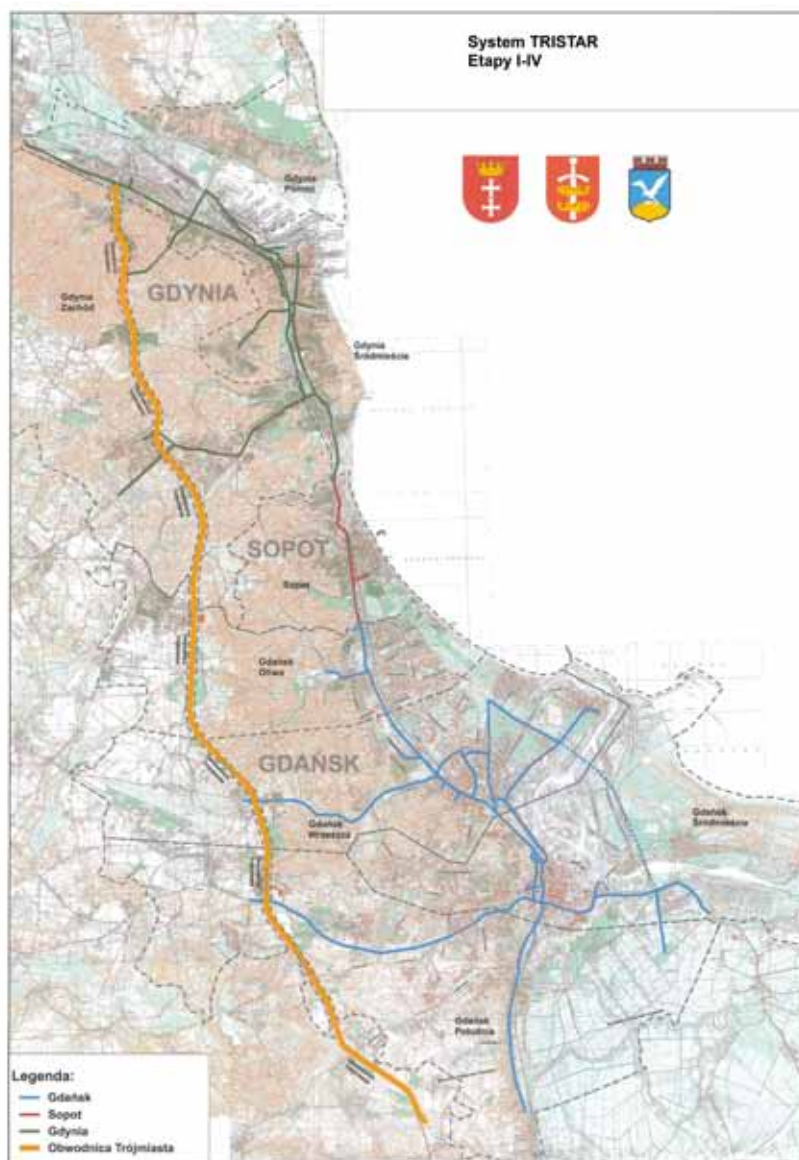
Jacek Oskarbski

Główną przyczyną stosowania inteligentnych systemów zarządzania transportem jest konieczność realizacji działań na rzecz ograniczenia negatywnych skutków rozwoju motoryzacji i wzrostu jakości usług przewozowych w warunkach zmiennego popytu transportowego. Stosowane obecnie rozwiązania, ukierunkowane na zwiększenie podaży infrastruktury transportu drogowego i podporządkowywanie jej sposobów wykorzystania przestrzeni miejskiej stają się coraz mniej akceptowalne społecznie i często nieuzasadnione ze względu na ograniczenia ekonomiczne. Pojawia się konieczność konsekwentnej integracji działań w zakresie planowania urbanistycznego, planowania transportu i zarządzania mobilnością. Wspólną płaszczyzną tych działań powinno być wzmocnienie roli transportu zbiorowego w przewozach i konsekwentna redukcja korzystania w nich z samochodu. Technologie korzystające z telematyki transportu oferują narzędzia służące wzmocnieniu systemów transportowych w miastach poprzez racjonalizację wykorzystania istniejącej infrastruktury, zwiększenie jej niezawodności oraz oddziaływanie na zmiany zachowań transportowych mieszkańców przy jednoczesnej redukcji kosztów funkcjonowania transportu. Władze miast Aglomeracji Trójmiejskiej zdecydowały się na pracę nad wdrożeniem Inteligentnych Systemów Transportu w roku 2002, kiedy rozpoczęły się prace koncepcyjne nad aglomeracyjnym systemem TRISTAR. Po latach prac projekt uzyskał dofinansowanie z Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko, co pozwoliło na podjęcie działań, które zakończą się wdrożeniem pierwszych etapów systemu TRISTAR do roku 2014. W artykule przedstawiono wymagania i strukturę funkcjonalną systemu, zdefiniowane w jego architekturze.

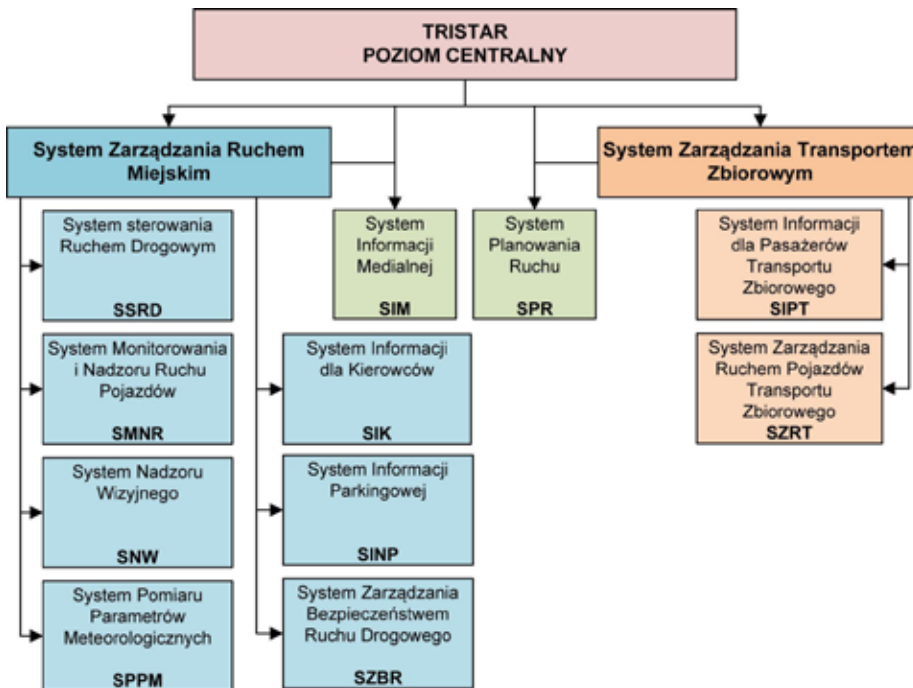


Dr inż. Jacek Oskarbski
Adiunkt
Katedra Inżynierii
Drogowej
Wydział Inżynierii
Lądowej i Środowiska
Politechnika Gdańska

W ramach pierwszych czterech etapów wdrożenia systemu, których realizację przewidziano do 2014 roku, przewidziano budowę Centrów Zarządzania Transportem w Gdańsku (etap I) i Gdyni (etap II) oraz stanowiska operatorskiego w Sopocie z niezbędnym oprogramowaniem, jak również realizację Systemu Planowania Ruchu. Pierwszy i drugi etap obejmie ponadto wdrożenie Systemu Zarządzania Ruchem Miejskim wraz z Systemem Nadzoru Wizyjnego na krytycznych pod względem warunków ruchu ciągach Trójmiasta (w Gdańsku – w ciągu ul. Grunwaldzkiej, na której usprawnienia są niezbędne ze względu na planowane wydarzenia w ramach EURO 2012, w Gdyni – w ciągu ulic 10 lutego, Śląskiej, Zwycięstwa). W trzecim i czwartym etapie zaplanowano wdrożenie podsystemów i modułów opisanych w niniejszym artykule na głównych ciągach Trójmiasta (rys. 1). W pierwszych czterech etapach system zostanie wdrożony na ok. 150 skrzyżowaniach i przejściach dla pieszych, wyposażonych w sygnalizację świetlną. Zaplanowano ponadto budowę infrastruktury połączeń systemowych



1. Zakres wdrożenia pierwszych etapów systemu TRISTAR (Źródło: Opracowanie własne na podstawie [1])



2. Struktura funkcjonalna pierwszych etapów systemu TRISTAR (Źródło: Opracowanie własne na podstawie [1])

(między innymi kanalizacji kablowej i kabla światłowodowego) o długości ok. 100 km, montaż ok. 60 kamer nadzoru wizyjnego, montaż ok. 60 kamer identyfikacji pojazdów, montaż ok. 70 tablic informacji przystankowej, ponad 20 znaków i tablic zmiennej treści oraz wyposażenie prawie 700 pojazdów transportu zbiorowego w nadajniki pozycji i komputery pokładowe. Docelowo system obejmie wszystkie ciągi Trójmiasta wyposażone w sygnalizację świetlną oraz zostanie zintegrowany z planowanymi systemami na drogach ekspresowych (Obwodnica Trójmiasta, budowana Obwodnica Południowa), jak również z portami lotniczymi, koleją oraz portami morskimi na terenie Trójmiasta.

Poziom centralny systemu

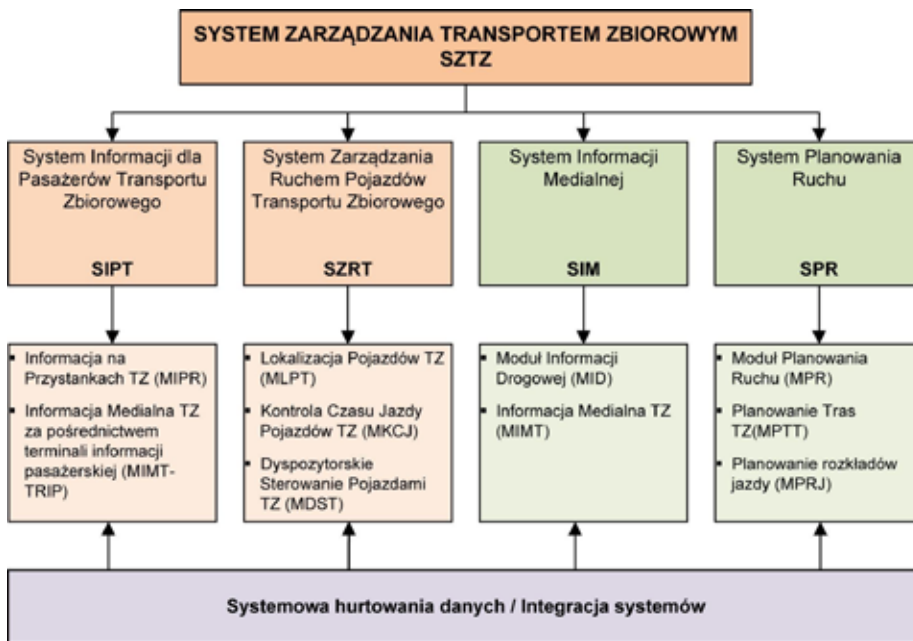
W ramach koncepcji szczegółowej systemu TRISTAR [1] opracowano architekturę regionalną systemu, tak aby przyszedł rozwój systemu, który w poszczególnych miastach Aglomeracji może przebiegać niezależnie, nie spowodował jego dezintegracji [2]. Architektura systemu stanowiła podstawę do opracowania struktury logicznej i sprzętowej dla elementów realizowanych w pierwszych etapach w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko. Ponadto architektura definiuje czteropoziomową, hierarchiczną strukturę funkcjonalną (poziom zarządzania metropolitalnego, miejskiego, obszarowego i lokalnego). Poziom zarządzania miejskiego, zwany także poziomem strategicznym lub warstwą zarządzania centralnego dotyczy zarządzania ruchem miejskim na obszarze poszczególnych miast Trójmiasta. Na poziomie tym realizowane

będą główne postulaty wynikające z polityki transportowej poszczególnych miast Aglomeracji Trójmiejskiej. Zasadniczą funkcją poziomu centralnego, zlokalizowanego fizycznie w Centrach Zarządzania Transportem w Gdańsku i Gdyni, będzie integracja wszystkich systemów wchodzących w skład systemu TRISTAR (rys.2.). Integracja będzie zapewniona przez wspólne środki sprzętowe i programowe, wspólną sieć transmisji danych oraz wspólne bazy danych umożliwiające wzajemne przetwarzanie informacji dostarczanych przez System Zarządzania Ruchem Miejskim (SZRM), System Zarządzania Transportem Zbiorowym (SZTR) i System Planowania Ruchu (SPR). Założono zastosowanie budowy modułowej, w której wszystkie podsystemy mogą działać niezależnie od pozostałych. Umieszczenie poszczególnych modułów w strukturze funkcjonalnej SZRT przedstawiono w tab. 1, natomiast w strukturze SZRM na rys. 3. Zastosowanie hierarchicznej i modułowej struktury systemu pozwoli na jego przyszłą rozbudowę poprzez dołączanie nowych elementów i uzupełnianie o nowe funkcje. Podstawowym zadaniem systemu centralnego będzie integracja systemów, podsystemów i modułów poprzez gromadzenie, przetwarzanie i dystrybucję danych.

System Sterowania Ruchem Drogowym

System Sterowania Ruchem Drogowym (SSRD) stanowi w strukturze funkcjonalnej element (podsystem) Systemu Zarządzania Ruchem Miejskim (SZRM). System Sterowania Ruchem Drogowym (moduł MSRP) będzie realizował sterowanie adaptacyjne

sygnalizacją świetlną na skrzyżowaniach w trzech podstawowych obszarach w Gdyni, w Sopocie i w Gdańsku. Zostanie zachowana ciągłość sterowania na granicy obszarów, z możliwością konfiguracji podobszarów przez operatorów w Centrach Zarządzania Transportem. Parametry sterowania (długość cyklu, podział światła zielonego i offset) na skrzyżowaniach będą wyznaczone automatycznie dla każdego z podobszarów przez poziom centralny. Na skrzyżowaniach najbardziej obciążonych ruchem lub takich, na których panują warunki krytyczne dokonywana będzie lokalna modyfikacja długości sygnału zielonego. System umożliwił będzie wybór kryteriów optymalizacji sterowania ruchem (np. maksymalizację przepustowości, maksymalizację płynności ruchu, minimalizację zatrzymań pojazdów, minimalizację strat czasu, minimalizację czasów przejazdu, minimalizację długości kolejek) oraz kombinację wybranych kryteriów – automatycznie lub przez operatora, przy wykorzystaniu Systemu Planowania. Wyznaczanie parametrów sterowania ruchem będzie realizowane na podstawie bieżących informacji z detektorów i urządzeń pomiaru ruchu (moduł MPRD-SSRD oraz moduł MPRD w Systemie Monitorowania i Nadzoru Ruchu Pojazdów). W systemie zostaną zastosowane co najmniej dwie strategie, realizujące sterowanie zależne od ruchu: podstawowa – adaptacyjna i uzupełniająca – awaryjna (podczas awarii poziomu centralnego lub łączności sterowanie adaptacyjne realizowane będzie lokalnie). System SSRD będzie sterował ruchem z uwzględnieniem priorytetów dla pojazdów transportu zbiorowego (moduł MPTZ). W tym celu przewiduje się zastosowanie odpowiednich urządzeń detekcji pojazdów transportu zbiorowego na skrzyżowaniach, niezależnie od rozwiązań służących lokalizacji pojazdów, przewidzianych w Systemie Zarządzania Ruchem Pojazdów Transportu Zbiorowego. Dzięki takiemu rozwiązaniu zapewniona zostanie możliwość realizacji priorytetów dla pojazdów transportu zbiorowego z rozstrzygnięciem kolejności obsługi konfliktowych zgłoszeń pojazdów priorytetowych na podstawie poziomu priorytetu danego ciągu oraz opóźnienia pojazdu w stosunku do rozkładu jazdy. System będzie automatycznie wykrywać zdarzenia drogowe powodujące zaburzenia w ruchu i natychmiast po ich wystąpieniu powiadamiać operatora o wystąpieniu zdarzenia ze wskazaniem lokalizacji (moduł MWZD – SSRD oraz moduł MWARZ w Systemie Nadzoru Wizyjnego). System będzie dostarczać i rejestrować informacje o zdarzeniach takich jak np. wypadki i kolizje drogowe, ruch pojazdu w przeciwnym kierunku, nieuzasadnione zatrzymanie pojazdu na pasie ruchu, mała prędkość pojazdu w stosunku do panujących warunków na



3. Podsystemy i moduły w Systemie Zarządzania Transportem Zbiorowym (Źródło: Opracowanie własne na podstawie [1])

drodze. W ramach wdrożenia pierwszych etapów przewidziano realizację modułu MWZD na wybranych odcinkach dróg bezkolizyjnych na terenie Trójmiasta. Moduł będzie umożliwiał automatyczne wyświetlanie informacji o wykryciu zdarzenia na ekranie monitora łącznie z pokazaniem lokalizacji na mapie, przy jednoczesnym generowaniu sygnału dźwiękowego (po zatwierdzeniu przez operatora zaznaczenie zdarzenia będzie pojawiało się w Systemie Informacji Medialnej na portalu internetowym).

System Monitorowania i Nadzoru Ruchu Pojazdów

Podstawową funkcją Systemu Monitorowania i Nadzoru Ruchu Pojazdów (SMNR) będzie dostarczanie i gromadzenie w hurtowni danych szczegółowych informacji, dotyczących liczby i rodzaju pojazdów poruszających się w obszarze objętym systemem. Moduł ten wykorzystywał będzie przede wszystkim stacje pomiaru ruchu instalowane przy skrzyżowaniach z sygnalizacją świetlną (moduł MPRD) oraz detektory pojazdów przyłączone do sterowników sygnalizacji (MPRD-SSRD). Pomiar ruchu realizowany będzie na wszystkich pasach ruchu i relacjach w obrębie skrzyżowań objętych systemem. System SMNR dostarczał będzie dane o poziomie swobody ruchu, czasie przejazdu na odcinkach dróg, ulic i sieci transportu zbiorowego, średniej prędkości potoku pojazdów w obrębie odcinków międzywęzłowych ulic. W celu określenia średnich prędkości i czasów przejazdu na odcinkach ulic, system przetwarzał będzie dane dostarczane przez Moduł Identyfikacji Pojazdów (MIPK), wykorzystujący kamery automatycznie odczytujące numery reje-

stracyjne i określający na tej podstawie czasy przejazdu pojazdów w sieci ulicznej. Dodatkowe dane, które posłużą do oszacowania warunków ruchu na podstawie prędkości pojazdów będą otrzymywane z Modułu Lokalizacji Pojazdów Transportu Zbiorowego oraz Modułu Kontroli Czasu Jazdy Pojazdów Transportu Zbiorowego w następstwie przetworzenia informacji o zmianie pozycji pojazdu (autobusu, trolejbusu, tramwaju) na odcinkach pomiędzy przystankami. Zastosowane algorytmy będą umożliwiały filtrowanie danych o prędkościach pojazdów transportu zbiorowego na odcinkach poza obrębem wpływu przystanków oraz porównywały wartości prędkości z pomiarami historycznymi w celu minimalizacji błędów oszacowania warunków ruchu. Przedstawione rozwiązanie pozwoli na oszacowanie warunków ruchu na odcinkach nie objętych systemem, po których poruszać się będą pojazdy transportu zbiorowego. Moduł Identyfikacji Pojazdów z wykorzystaniem kamer ANPR (MIPK) umożliwił będzie identyfikację pojazdów poszukiwanych, identyfikację pojazdów wjeżdżających do i wyjeżdżających ze strefy ograniczonej dostępności (np. wydzielonych pasów dla autobusów w Gdańsku) oraz detekcję czasu przejazdu pojazdów pomiędzy wybranymi przekrojami drogi.

System Nadzoru Wizyjnego

Zadaniem Systemu Nadzoru Wizyjnego (SNW) będzie dostarczanie wysokiej jakości obrazu z kamer, wyposażonych w zdalnie sterowany układ obrotu, kąta podniesienia i ogniskowej, umieszczonych w niewralgicznych punktach sieci drogowej. Poziom centralny zapewni dostęp do obrazu żąda-

nych kamer za pośrednictwem interfejsu graficznego, umożliwiającego wybór kamery na mapie sieci drogowej. W ramach SNW wyróżniono funkcję obserwacji obszarów skrzyżowań i odcinków ulic (moduł MNW) oraz wspomaganie automatycznej rejestracji zdarzeń (MWARZ) w powiązaniu z Systemem Sterowania Ruchem Drogowym, Systemem Monitorowania i Nadzoru Ruchem Pojazdów oraz Systemem Zarządzania Bezpieczeństwem Ruchu Drogowego. Zastosowane urządzenia wizyjne będą konfigurowane z poziomu centrum. Sygnał z kamer przesyłany będzie do Centrów Zarządzania Transportem w postaci nieskompresowanej. W ramach projektu TRISTAR zaplanowano wykonanie światłowodowej sieci systemowej, która będzie wykorzystywana we wszystkich systemach, w tym również do transmisji obrazu do Centrów. Łączność realizowana będzie dwukierunkowo – od Centrum do urzędów lokalnych przesyłane będą komendy sterujące urządzeniami, w przeciwnym kierunku transmisja obrazu oraz informacje diagnostyczne.

System Pomiaru Parametrów Meteorologicznych

Podstawowym zadaniem Systemu Pomiaru Parametrów Meteorologicznych (SPPM) będzie zbieranie i gromadzenie w bazie oraz hurtowni danych, jak również dostarczanie informacji dotyczących warunków meteorologicznych w Aglomeracji Trójmiejskiej. Zadaniem drogowych stacji meteorologicznych zainstalowanych w ramach systemu (moduł MPPM) będzie monitorowanie w czasie rzeczywistym stanu nawierzchni jezdni i jej otoczenia poprzez bezpośredni pomiar parametrów meteorologicznych, wstępne przetwarzanie danych, przekazywanie parametrów pomiarowych oraz ostrzeżeń i alarmów meteorologicznych do poziomu centralnego. System umożliwi opracowywanie prognoz zmiany warunków drogowych i generował będzie ostrzeżenia dla użytkowników dróg. Opracowane prognozy będą przekazywane kierowcom za pośrednictwem Systemu Informacji dla Kierowców (za pośrednictwem znaków i tablic zmiennej treści) oraz Systemu Informacji Medialnej (za pośrednictwem mapy w portalu internetowym).

System Informacji Parkingowej

System Informacji Parkingowej (SINP) służył będzie do przekazywania informacji o dostępności parkingów w określonych strefach miasta. Ponadto system na podstawie informacji dostarczonej przez urządzenia zliczające pojazdy na parkingach (moduł MPNP) określi liczbę dostępnych miejsc postojowych oraz przekaże informacje do



kierowców za pośrednictwem tablic i znaków informacyjnych (moduł MZP). System będzie gromadzić i udostępniać aktualne dane dotyczące dostępności parkingów i ich zajętości w bazie danych oraz kopiować do hurtowni danych w celu umożliwienia wykorzystania ich przez pozostałe podsystemy, przede wszystkim przez System Informacji Medialnej. SINP pobierał będzie z bazy danych informacje umożliwiające określenie przewidywanego czasu dojazdu do parkingu, co zostanie uwzględnione w algorytmie szacowania wolnych miejsc postojowych. W celu umożliwienia kontroli operatorskiej działania urządzeń zliczających zajętość parkingów, zostaną zainstalowane kamery przekazujące statyczny obraz parkingu. Urządzenia zliczające zajętość parkingu będą komunikować się z poziomem centralnym za pomocą protokołu TCP/IP poprzez Ethernet lub za pośrednictwem GPRS. Tablice informacyjne (wielowierszowe tablice aktywne wykonane w technologii LED) przekażą wiadomość o dostępności parkingów znajdujących się na danym obszarze. Tablice zostaną umieszczone na dojazdach do obszarów centralnych i ułatwią dokonanie wyboru parkingu przez kierowcę. Znaki informacyjne, umieszczone w pobliżu parkingu przekażą wiadomość o liczbie wolnych miejsc na wybranym parkingu i skierują tam kierowcę.

System Zarządzania Bezpieczeństwem Ruchu Drogowego

Celem Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem Ruchu Drogowego (SZBR) będzie nadzór nad ruchem drogowym, kształtowanie bezpiecznych zachowań kierowców (poprzez zdyscyplinowanie kierujących do przestrzegania przepisów ruchu drogowego) we współpracy z Modułem Wykrywania Zdarzeń Drogowych, Modułem Identyfikacji Pojazdów z Wykorzystaniem Kamer ANPR i modułami wspomagającymi proces usuwania skutków tych zdarzeń oraz minimalizowanie ich wpływu na zaburzenia ruchu w sieci dróg i ulic. Zasadniczym elementem systemu SZBR będzie Moduł Automatycznego Nadzoru nad Zachowaniami Kierowców (MANZ). Moduł ten korzystał będzie z automatycznych urządzeń, wykrywających i rejestrujących wykroczenia drogowe polegające na przekraczaniu prędkości chwilowej oraz prędkości średniej na odcinku drogi i przekraczaniu linii STOP na skrzyżowaniu lub przejściu dla pieszych w czasie trwania czerwonego światła dla tej relacji. Moduł ten umożliwi gromadzenie w odrębnej bazie danych, informacji o pojazdach popełniających wykroczenia wraz z sekwencją zdjęć dokumentujących wykroczenie. Na podstawie zgromadzonych danych system SZBR wspomagał będzie wysyłanie komple-

tu danych o wykroczeniu do centralnego ośrodka nadzoru nad ruchem drogowym.

System Informacji dla Kierowców

System Informacji dla Kierowców (SIK) będzie kolejnym podsystemem systemu SZRM. Głównymi funkcjami Systemu Informacji dla Kierowców będzie przetwarzanie danych, zgromadzonych w hurtowni danych systemu TRISTAR i przekazywanie ich w formie informacji tekstowych i graficznych uczestnikom ruchu drogowego za pośrednictwem tablic i znaków zmiennej treści. System zarządzał będzie udostępnianiem danych dostarczanych przez pozostałe systemy lub wprowadzonych przez operatora. System stanowił będzie podstawowe źródło wiedzy odnośnie sytuacji drogowej w zakresie bieżącego natężenia ruchu w obszarze działania systemu, bieżących i przewidywanych warunków ruchu (czasów przejazdu poszczególnymi odcinkami dróg i stopnia zatłoczenia), aktualnych zdarzeń i utrudnień drogowych (obejmujących wypadki, awarie sygnalizacji świetlnej, awarie infrastruktury drogowej i technicznej, prowadzone prace drogowe, wyłączenia z ruchu, imprezy masowe), planowanych utrudnień (na skutek zmian organizacji ruchu, imprez masowych itp.), informacji o warunkach atmosferycznych na drogach (m.in. o temperaturze, wilgotności, sile i kierunku wiatru) oraz ostrzeżeń o warunkach pogodowych niebezpiecznych dla ruchu (np. śliska nawierzchnia, boczny wiatr, mgła), przekazywanych z automatycznych stacji pogodowych. Część informacji dostępnych w systemie będzie przekazywana na bieżąco przez tablice i znaki zmiennej treści (moduł MID). Informacje pozyskane z SIK będą wykorzystywane przez System Informacji Medialnej (prezentowane na portalu internetowym oraz przekazywane w formie komunikatów radiowych, a w przyszłości za pośrednictwem innych mediów – np. nawigacji satelitarnej). Jednym z celów zarządzania ruchem na podstawowej sieci ulic Trójmiasta będzie strategiczne zarządzanie ruchem, obejmujące współpracę z innymi ważnymi drogami w Aglomeracji Trójmiejskiej (np. Obwodnicą Trójmiejską). Zasada działania takiego systemu polegać będzie na kierowaniu pojazdów na trasy alternatywne i zastępcze przez znaki i tablice zmiennej treści, gdy wykryte zostaną zaburzenia w ruchu w którymkolwiek z krytycznych elementów układu ulicznego. Dane o ruchu będą zbierane i analizowane w sposób ciągły, a trasy alternatywne wybierane automatycznie. Systemy takie stosowane są w przypadku rozbudowanej sieci dróg i umożliwiają optymalne wykorzystanie sieci w godzinach szczytu, stanach awaryjnych, podczas remontów oraz w czasie dużego ruchu rekreacyjnego. Zarządzanie strate-

giczne będzie realizowane poprzez realizację funkcji takich, jak kierowanie pojazdów na trasy alternatywne i zastępcze (MKPT), zarządzanie prędkością (MZPZ), zarządzanie ruchem na pasach (MZRO), przekazywanie informacji o sytuacjach nietypowych (MID). Dla prawidłowego zarządzania strategicznego ruchem na sieci ulic Aglomeracji Trójmiejskiej konieczne jest opracowanie zbioru scenariuszy dotyczących treści komunikatów wysyłanych do tablic zmiennej treści oraz do portalu internetowego, które umożliwią zmianę zachowań transportowych mieszkańców Trójmiasta (ułatwienie podjęcia decyzji o zmianie trasy przejazdu lub rezygnacji z podróży). Moduł Kierowania Pojazdów na Trasy Alternatywne i Zastępcze (MKPT) zapewni kierowcom wiarygodną informację porównawczą o warunkach ruchu na dwóch alternatywnych trasach przejazdu pomiędzy ustalonymi punktami w obszarze Trójmiasta. Moduł ułatwi ponadto podjęcie kierowcom decyzji o zmianie trasy przejazdu w przypadku wystąpienia incydentu (zatłoczenia, zdarzenia drogowego) na podstawie informacji wyświetlonej na tablicy (moduł MZZD). Moduł Zarządzania Prędkością w Miejscach Zagrożonych (MZPZ) umożliwi automatyczne zarządzanie prędkością poprzez dostosowanie ograniczeń prędkości do warunków pogodowych, wystąpienia kolejki pojazdów, wystąpienia zdarzenia drogowego, robót drogowych lub innego incydentu.

System Informacji dla Pasażerów Transportu Zbiorowego

System Informacji dla Pasażerów Transportu Zbiorowego (SIPT) będzie jednym z podsystemów w Systemie Zarządzania Transportem Zbiorowym (SZTZ). SIPT będzie realizował funkcję przekazywania pasażerom pojazdów transportu zbiorowego informacji o rzeczywistych czasach odjazdu pojazdów oraz o warunkach podróży środkami transportu zbiorowego w aglomeracji za pośrednictwem tablic informacji pasażerskiej na przystankach (moduł MIPR), terminali informacji pasażerskiej dostępnych w punktach węzłowych sieci oraz w centrach handlowych i urzędach (moduł MIMT-TRIP) oraz portalu internetowego, umożliwiającego planowanie podróży (System Informacji Medialnej). System realizował będzie wymagane zadania na podstawie porównania aktualnej pozycji pojazdu komunikacji zbiorowej z rozkładem jazdy, z uwzględnieniem sytuacji ruchowej w sieci (informacje przekazywane z Systemu Zarządzania Ruchem Pojazdów Transportu Zbiorowego). System SIPT przygotowany będzie do współpracy z urządzeniami zlokalizowanymi w pojazdach, na przystankach oraz do współpracy z szeroką gamą urządzeń komunikacyjnych

i operatorami mediów informacyjnych, co pozwoli na dotarcie do maksymalnej grupy pasażerów korzystających z tego rodzaju transportu oraz osób korzystających z transportu indywidualnego w celu przekonania ich do zmiany zachowań transportowych i wyboru transportu zbiorowego. Informacje zamieszczone zarówno na portalu internetowym oraz w terminalu informacji pasażerskiej obejmą wszystkie środki i linie transportu zbiorowego (autobusy, trolejbusy, tramwaje oraz SKM) w obrębie Gdańska, Sopotu i Gdyni. System udostępni interaktywną mapę miasta, wraz z zaznaczonymi schematami linii komunikacyjnymi, oprogramowanie wspomagające planowanie podróży przez pasażerów, aktualny rozkład jazdy, informację o zakłóceniach w pracy transportu zbiorowego, informację o zmianach rozkładów jazdy oraz zmianach wynikających z ewentualnej przebudowy sieci dróg lub urządzeń transportu zbiorowego oraz informację o kosztach połączeń. Informacje zawarte w terminalach i na stronie internetowej będą aktualizowane automatycznie na podstawie danych z Centrów Zarządzania Transportem dla linii transportu zbiorowego objętych systemem, dzięki czemu plan podróży będzie dostosowany do aktualnych warunków pracy transportu zbiorowego i warunków ruchu ulicznego. W module MIPR przewidziano dostarczenie informacji głosowej dla osób niewidzących lub niedowidzących.

System Zarządzania Ruchem Pojazdów Transportu Zbiorowego

Głównym zadaniem Systemu Zarządzania Ruchem Pojazdów Transportu Zbiorowego (SZRT) będzie utrzymanie regularności i punktualności jazdy oraz umożliwienie odpowiedniego reagowania pojazdów transportu zbiorowego na zakłócenia w ruchu w sieci ulicznej lub sieci transportu zbiorowego. Do skutecznego i efektywnego zarządzania ruchem pojazdów transportu zbiorowego konieczne jest śledzenie pozycji pojazdów transportu zbiorowego. Moduł Lokalizacji Pojazdów Transportu Zbiorowego (MLPT) będzie dostarczał informacje o położeniu geograficznym wszystkich pojazdów transportu zbiorowego aktualnie znajdujących się w ruchu na podstawie informacji dostarczanej z komputerów pokładowych pojazdów, wyposażonych w układ nawigacji satelitarnej GPS. W przypadku otrzymania informacji o zaistnieniu zdarzenia powodującego silne zakłócenia ruchu w sieci ulicznej na znacznym jej obszarze lub informacji o awarii wymagającej wykluczenia z ruchu pojazdów transportu zbiorowego, system umożliwi podjęcie decyzji dotyczącej działań minimalizujących skutki tego zdarzenia dla funkcjonowania systemu transportu

zbiorowego (moduł MDST). System SZRT współpracował będzie z Modułem Priorytetów dla Pojazdów Transportu Zbiorowego poprzez przekazywanie informacji, wpływających na poziom priorytetu przydzielanego dla poszczególnych pojazdów transportu zbiorowego, umożliwiając tym samym zwiększenie priorytetu dla pojazdów opóźnionych (na podstawie danych o prędkości jazdy, czasie opóźnienia, potrzebie priorytetu i możliwościach jego nadania dla wszystkich aktualnie uczestniczących w ruchu pojazdów – moduł MKCJ).

System Informacji Medialnej

System Informacji Medialnej (SIM) umożliwił będzie uzyskanie przez kierowców i pasażerów pojazdów poruszających się po sieci dróg i ulic (lub planujących podróży) na obszarze Aglomeracji Trójmiejskiej, informacji o warunkach ruchu drogowego przed podróżą. System dostarczał będzie zarządom drogowym, mediom, a przede wszystkim użytkownikom sieci ulicznej informacji o warunkach ruchu (w tym o czasie przejazdu), o zdarzeniach drogowych, o robotach drogowych oraz o warunkach meteorologicznych. W ramach systemu uruchomiony zostanie portal internetowy, wspólny dla wszystkich miast, na którym wyświetlane będą informacje dla kierowców (moduł MID) oraz pasażerów transportu zbiorowego (moduł MIMT). Informacje wyświetlane będą w formie tekstowej, jak również na mapie metropolii trójmiejskiej z możliwością filtrowania, wyszukiwania i zarządzania obszarem wyświetlania. Wszystkie dane i informacje niezbędne do prezentacji w serwisie będą dostępne i uaktualniane w bazie danych systemu. Ponadto operatorzy wprowadzać będą do bazy danych informacje o robotach drogowych (bieżących i planowanych), imprezach masowych (bieżących i planowanych), ograniczeniach w ruchu, awariach, zatorach w obszarze nieobjętym systemem z przedstawionymi trasami objazdów, których określanie wspomagane będzie automatycznie w oparciu o dane z detekcji, w tym z pomiaru odcinkowego prędkości oraz przy wykorzystaniu Systemu Planowania Ruchu. Na mapie pokazane będą tablice zmiennej treści (TZT), znaki zmiennej treści (ZZT), tablice informacji pasażerskiej na przystankach tramwajowych i autobusowych (TIPT i TIPA) oraz tablice informacji parkingowej (TDIP) i znaki informacji parkingowej (ZDIP) prezentujące informacje, jakie aktualnie wyświetlają. Serwis internetowy umożliwił będzie zaplanowanie najkrótszej lub/i najszybszej trasy podróży transportem zbiorowym na podstawie rozkładów jazdy środków transportu publicznego (łącznie z SKM) oraz informacji o opóźnieniach z Systemu Zarządzania Ru-

chem Pojazdów Transportu Zbiorowego oraz pozostałych podsystemów z uwzględnieniem przesiadek. Zapewniona zostanie możliwość zamieszczania obrazu z kamer systemu nadzoru wizyjnego. Portal prezentował będzie zdjęcia z wybranych kamer systemu SNW z możliwością przejścia z trybu zdjęcia do podglądu wizyjnego. Użytkownicy portalu otrzymają informację na temat bieżących warunków ruchu poprzez możliwość zapoznania się mapami prezentującymi w sposób graficzny (kolorami lub grubością wstęgi) zdefiniowane przedziały wybranych parametrów jakości funkcjonowania układu transportowego na kartogramie natężeń ruchu, kartogramie prędkości średniej na odcinkach ulic, kartogramie strat czasu, a także mapy prezentującej poziom zatłoczenia poszczególnych odcinków sieci. Informacje do przygotowania kartogramów będą obliczane na podstawie danych o ruchu znajdujących się w bazie danych, uzupełnionych o dane z modelu ruchu wykorzystywanego w Systemie Planowania Ruchu. Ponadto na mapie zaznaczone będą miejsca wystąpienia zdarzeń drogowych oraz informacje o warunkach meteorologicznych i bieżącym stanie nawierzchni drogowej, wynikającym z tych warunków.

System Planowania Ruchu

System Planowania Ruchu (SPR) wspomagany będzie narzędziami (pakietami programów) użytecznymi w planowaniu systemów transportu, analizach warunków ruchu oraz testowaniu i symulacjach rozwiązań organizacji ruchu przewidywanych do wprowadzenia. Wszystkie programy będą korzystały z danych zgromadzonych w hurtowni danych. System Planowania Ruchu wspierał będzie zarządzanie strategiczne ruchem (moduł MPR) i zarządzanie dyspozytorskie transportem zbiorowym (moduły MPTT i MPRJ). Docelowo w ramach SPR planuje się realizację wielopoziomowego modelu systemów transportowych, który umożliwi opracowywanie analiz i prognoz ruchu do celów planistycznych, ale również dla potrzeb bieżącego zarządzania ruchem. Koncepcja wielopoziomowego modelu zakłada, że model obejmie cały obszar miasta, jednakże zasilany będzie z modelu regionalnego (trójmiejskiego, wojewódzkiego i krajowego), obejmie zarówno transport indywidualny i jego infrastrukturę, jak i transport zbiorowy i sieć transportu zbiorowego, będzie posiadał hierarchiczną strukturę, składającą się z warstw dla poszczególnych poziomów zarządzania, umożliwi sprawną wymianę danych pomiędzy poszczególnymi poziomami zarządzania, umożliwi dostarczanie wyników analiz do zadań, wynikających z konieczności poprawy funkcjonowania systemu transportowego i usprawni proces decyzyjny

w zakresie planowania przestrzennego, planowania systemów transportu, studiów wykonalności, projektów zmian w organizacji ruchu (przebudowy geometrii elementów układu drogowego lub zmian w sterowaniu ruchem). Model wielopoziomowy dostarczy ponadto informacji niezbędnych z punktu widzenia aktualizacji i wdrożenia rozwiązań z zakresu Planu Zrównoważonego Rozwoju Transportu (SUTP) oraz umożliwi szczegółowe analizy i zweryfikuje efekty proponowanych zadań zarządzania mobilnością przewidzianych w SUTP. Model dostarczy również narzędzi wizualizacyjnych i symulacyjnych, które będą wspomagać proces przekonywania lokalnej społeczności do akceptacji wdrożenia zaplanowanych zadań. Powyższe założenia nie mogą być osiągnięte za pomocą jednego modelu ruchu. Będzie to jednak możliwe, poprzez zbudowanie zintegrowanego, wielopoziomowego modelu do prognozowania i analiz ruchu oraz przewozów pasażerskich. Propozycja wielowarstwowego i wielopoziomowego modelu opiera się na koncepcji przyjętej przez Departament Planowania i Transportu Miasta Londyn [3]. Poziomy definiowane są ze względu na typ jednostki administracyjnej (obszaru administracyjnego), natomiast warstwy ze względu na rodzaj i szczegółowość analiz transportowych oraz procesy zarządzania transportem. Poziom strategiczny obejmie dostarczanie danych do opracowania polityki transportowej, prac planistycznych oraz analiz sieci ulicznej i transportu zbiorowego. Na poziomie strategicznym zastosowanie znajdzie model makroskopowy (np. VISUM [4]). Model wymaga podziału obszaru miasta na rejony transportowe oraz odwzorowania sieci ulicznej i linii transportu zbiorowego, jak również uwzględnienia drogowej sieci regionalnej. Model będzie wykorzystywany do dostarczenia danych dla modeli mezoskopowych w zakresie prognoz ruchu drogowego, szczególnie na drogach wlotowych do obszaru miasta. Poziom taktyczny obejmie dostarczanie danych do opracowania studiów sieciowych, korytarzowych, studiów wykonalności, projektów zmian organizacji ruchu, sterowania ruchem i oceny skuteczności planowania rozwiązań, jak również dla celów zarządzania ruchem. Na poziomie taktycznym zastosowany zostanie model mezoskopowy (np. program SATURN [5]). Model ten będzie wykorzystywany do analiz scenariuszy zmian organizacji ruchu, jak również do oceny efektywności planowanych zmian. Model będzie korzystał z wyników modelu makroskopowego w zakresie modelowania popytu przy jednoczesnym podziale zadań przewozowych na poszczególne środki transportu. Pozwoli to na kalibrację modelu z uwzględnieniem sieci drogowej w województwie pomorskim (wyniki z modelu makroskopowego). Modele

makroskopowe i mezoskopowe stanowiąc będą podstawę do opracowania mikroskopowych modeli ruchu. Poziom operacyjny obejmował będzie dostarczanie danych do opracowania i sprawdzenia skuteczności oraz przede wszystkim wizualizacji funkcjonowania ruchu w ramach szczegółowych projektów organizacji ruchu i sterowania ruchem. Na poziomie operacyjnym model mikroskopowy (np. w oparciu o program VISSIM [4] lub DRACULA [5], [6]) pozwoli na weryfikację i prezentację wyników uzyskanych z modeli makro i mezoskopowych. W ramach pierwszych etapów wdrożenia systemu TRISTAR zaplanowano zbudowanie i wykorzystanie modelu makroskopowego – dla potrzeb budowy scenariuszy zarządzania ruchem w przypadku wystąpienia incydentów, robót drogowych, imprez masowych oraz planowania tras (linii) lub zmian tras (linii) pojazdów transportu zbiorowego wraz z możliwością analizy zmian w rozkładzie jazdy oraz modelu mikroskopowego – dla potrzeb symulacji planowanych zmian parametrów sterowania ruchem oraz analiz strategii sterowania. Dostarczone oprogramowanie umożliwi symulację wpływu zdarzeń drogowych (kolizje, wypadki, zatłoczenie) oraz imprez masowych na ruch. Opisanie modele będą czerpać niezbędne do kalibracji lub symulacji dane bezpośrednio z hurtowni danych systemu TRISTAR.

Podsumowanie

W ramach koncepcji szczegółowej systemu TRISTAR [1] opracowano trójmiejską architekturę ITS, która umożliwiła określenie szczegółowych wymagań funkcjonalnych i sprzętowych poszczególnych elementów systemu, powiązań pomiędzy nimi oraz ich struktury logicznej, tak aby zastosowane technologie były jak najbardziej efektywne oraz umożliwiały rozbudowę systemu – niekoniecznie przez jednego wykonawcę. Zapewniono wysoki poziom integracji poszczególnych elementów systemu poprzez jego modułową budowę, która umożliwi na elastyczne łączenie poszczególnych modułów w obrębie podsystemów i systemów. Kluczową rolę w integracji systemu będzie spełniać centralna baza danych (hurtownia danych) powiązana z graficzną bazą danych w standardzie GIS, która umożliwi zbudowanie wzajemnych, efektywnych powiązań w zakresie przepływu informacji pomiędzy poszczególnymi podsystemami oraz efektywną prezentację wyników. Niezmiernie ważne będzie powiązanie poszczególnych podsystemów z Systemem Planowania Ruchu, który będzie dostarczał dane niezbędne do funkcjonowania poszczególnych modułów i jednocześnie czerpał informacje z hurtowni danych. ◀

Materiały źródłowe:

- [1] Jamroz K., Krystek R. i inni: Koncepcja zintegrowanego systemu zarządzania ruchem na obszarze Gdańska, Gdyni i Sopotu, Gdańsk, Politechnika Gdańska, 2007.
- [2] Oskarbski J.: Inteligentny system transportu dla aglomeracji na przykładzie Aglomeracji Trójmiejskiej. Komunikacja Publiczna nr 1/2011.
- [3] Smith, J., Blewitt, R. i inni: Traffic Modelling Guidelines. Traffic Manager and Network Performance Best Practice. Version 3.0. Transport for London, 2010.
- [4] PTV AG, <http://www.ptvag.com/software>
- [5] ATKINS, <http://www.saturnsoftware.co.uk>
- [6] Liu R., Van Vliet D., Watling D.: DRACULA - Microscopic Day-to-Day Dynamic Modelling of Traffic Assignment and Simulation. Paper presented at the Fourth International Conference on Applications of Advanced Technologies in Transportation Engineering. Capri, Italy 1995.