

SYSTEM INFORMACJI PARKINGOWEJ W ZINTEGROWANYM SYSTEMIE ZARZĄDZANIA RUCHEM TRISTAR¹

Kazimierz Jamroz

Dr hab. inż., Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Katedra Inżynierii Drogowej, e-mail: kazimierz.jamroz@wilis.pg.gda.pl

Jacek Oskarbski

Dr inż., Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Katedra Inżynierii Drogowej, e-mail: joskar@pg.gda.pl

Piotr Krukowski

Mgr, Stowarzyszenie ITS Polska, e-mail: piotr.krukowski@qumak.pl

Streszczenie. *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. 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. Władze miast Aglomeracji Trójmiejskiej zdecydowały się na pracę nad wdrożeniem Inteligentnych Systemów Transportu (ITS) 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 założenia do realizacji oraz strukturę funkcjonalną Systemu Informacji Parkingowej, który jest jednym z elementów realizowanego projektu. Systemy naprowadzania na wolne miejsca parkingowe funkcjonują od wielu lat w krajach, które wcześniej rozpoczęły wdrażanie zaawansowanych środków i metod zarządzania ruchem (przede wszystkim w Niemczech), a obecnie poza Trójmiastem powstają również w kilku dużych polskich miastach w ramach wdrażania dużych projektów z obszaru Inteligentnych Systemów Transportu, między innymi w Poznaniu, Wrocławiu i Bydgoszczy.*

Słowa kluczowe: zarządzanie parkingami, system informacji parkingowej

1. Wprowadzenie

Diagnoza funkcjonowania systemów transportowych Aglomeracji Trójmiejskiej, przygotowana w ramach prac koncepcyjnych, poprzedzających rozpoczęcie realizacji systemu TRISTAR [1], [2], [3], wykazała, że występuje tutaj wiele problemów, które można będzie rozwiązać dzięki zastosowaniu metod i środków

¹ Wkład procentowy poszczególnych autorów: Jamroz K. 10%, Oskarbski J. 80%, Krukowski P. 10%

ITS, podnosząc sprawność i niezawodność systemu transportu. Do problemów, które można będzie zredukować po wdrożeniu Systemu Informacji Parkingowej zaliczyć należy wysoki poziom zatłoczenia sieci ulicznej, szczególnie podczas szczytów transportowych, który wpływa negatywnie na warunki i na jakość podróży korzystających zarówno z środków transportu indywidualnego jak i transportu zbiorowego poprzez wysokie straty czasu, jak również na jakość życia mieszkańców poprzez negatywny wpływ na środowisko naturalne, do czego przyczyniają się między innymi trudności w znalezieniu wolnych miejsc parkingowych (spowodowane wysoką zajętością i brakiem informacji), szczególnie w obszarach centralnych, w związku z czym rośnie zatłoczenie spowodowane poszukiwaniem miejsc do parkowania. Ponadto pojazdy przemieszczające się w celu znalezienia miejsca do parkowania, przyczyniają się do powstawania zdarzeń drogowych lub sytuacji konfliktowych w wyniku nietypowego zachowania kierowców, którzy pochłonięci są szukaniem wolnego miejsca. Brakuje również elektronicznych systemów poboru opłat parkingowych i kontroli wjazdu na parkingi, scentralizowanego systemu zarządzania parkingami, który mógłby otrzymywać, zbierać i analizować aktualne dane o zapelnieniu z poszczególnych parkingów oraz prowadzić predykcję na temat ilości wolnych miejsc parkingowych oraz znaków kierujących do parkingów z wolnymi miejscami postojowymi.

Obecnie w centralnych obszarach Trójmiasta jest ok. 30 tys. miejsc postojowych. Zapotrzebowanie na miejsca parkingowe jest znacznie większe, szczególnie w okresach szczytów handlowych i w okresie letniego sezonu turystycznego. Problem ze znalezieniem miejsc do parkowania szczególnie wyraźnie uwidacznia się w centralnych obszarach aglomeracji podczas szczytów komunikacyjnych oraz w okresie letnim podczas wzmożonego ruchu turystycznego. W 2006 roku prof. Donald C. Shoup z UCLA, na podstawie analizy wyników kilkunastu badań prowadzonych w latach 1927-2000 w różnych miastach na świecie, stwierdził, że skala przemieszczania się w poszukiwaniu wolnego miejsca do parkowania waha się od 8% do 74% całego ruchu. Jeszcze wyższe wartości, bo 93%, miał osiągnąć ruch związany z poszukiwaniem wolnego miejsca w centrum Barcelony w 2005 roku [4], [5], [6]. Oczywiście skala opisanego zjawiska jest tym większa, im bardziej niedostępne dla kierowców są miejsca postojowe. Przykładowo w obszarze centralnym Gdyni wskaźnik wykorzystania miejsc postojowych przed wprowadzeniem Strefy Płatnego Parkowania (SPP) w 2009 roku na skutek parkowania w niedozwolonych miejscach przewyższał 100%. W tym przypadku system naprowadzania na wolne miejsca postojowe byłby mało efektywny.

Wprowadzenie Strefy Płatnego Parkowania pozwoliło na zwiększenie rotacji pojazdów i pojawienie się w godzinach największego wykorzystania miejsc ok. 5% wolnych miejsc, na które można będzie kierować pojazdy po wprowadzeniu systemu. Dodatkowo po wprowadzeniu opłat za parkowanie w SPP, bardziej atrakcyjne dla kierowców stały się miejsca płatne w centrach handlowych na terenie Śródmieścia, które z czasem być może zostaną włączone do systemu, jeżeli taka będzie wola ich właścicieli. Warto także wskazać na inne korzyści z funkcjonowania systemów: skrócenie czasu poszukiwania wolnego miejsca do parkowania (nawet do 50%),

zwiększenie stopnia wykorzystania parkingów objętych systemem i zwiększenie liczby wolnych miejsc w parkowaniu przykrawężnikowym [4].

Powyższe przesłanki skłoniły miasta Aglomeracji Trójmiejskiej do podjęcia działań, mających na celu opracowanie wspólnej koncepcji aglomeracyjnego ITS, którego elementem będzie System Informacji Parkingowej (SINP) i etapowego wdrażania systemu TRISTAR.

2. Trójmiejski System Informacji Parkingowej

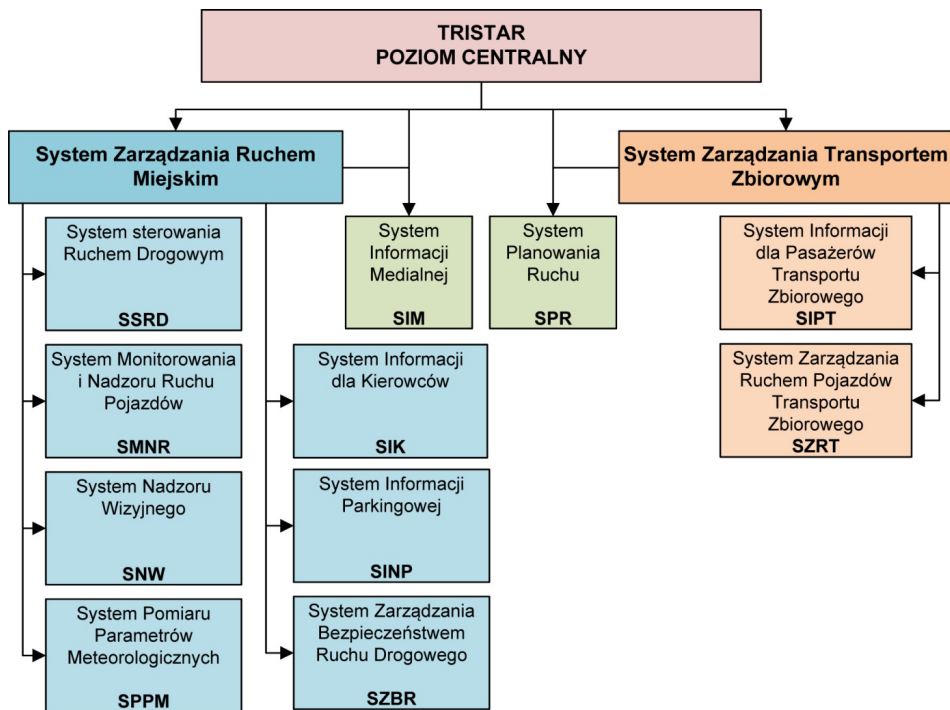
2.1. SINP w architekturze systemu TRISTAR

W ramach koncepcji szczegółowej systemu TRISTAR [7] opracowano architekturę regionalną systemu, tak aby przyszły rozwój systemu, który w poszczególnych miastach Aglomeracji może przebiegać niezależnie, nie spowodował jego dezintegracji [8]. 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 czteropoziomą, 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. 1). 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 tabeli 1. 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 [9].

2.2. Struktura funkcjonalna, logiczna i sprzętowa SINP

System Informacji Parkingowej SINP (zgodnie z architekturą systemu TRISTAR - Moduł Pomiaru Napełnienia Parkingów oraz Moduł Zarządzania Parko-

waniem) służy do przekazywania informacji o dostępności parkingów w poszczególnych obszarach (dzielnicach) poszczególnych miast. W ramach realizowanej inwestycji będą to obszary centralne (centra Gdańska, Gdańska-Wrzeszcza, Gdyni, Sopotu oraz Gdańska-Letnicy, gdzie zlokalizowane są parkingi przy PGE Arena), jednakże system będzie rozszerzany o kolejne dzielnice. System na podstawie informacji dostarczonej przez urządzenia zliczające pojazdy na parkingach (moduł MPNP) będzie określał liczbę dostępnych miejsc i przekazywał odpowiednie informacje do tablic i znaków wyświetlających (moduł MZP). System ten musi udostępniać aktualne dane dotyczące dostępności parkingów w centralnej bazie danych w celu umożliwienia wykorzystania ich przez pozostałe podsystemy (w szczególności przez System Informacji Medialnej za pośrednictwem strony WWW).



Rys. 1. Struktura funkcjonalna pierwszych etapów systemu TRISTAR

Źródło: Opracowanie własne {9}

Oprócz strony WWW, informacje będą prezentowane na tablicach (TDIP) i znakach (ZDIP) informacji parkingowej, rozmieszczonych wzdłuż ulic objętych systemem. Tablice informacji parkingowej (rys. 2), wskazujące wyróżniającym się kolorem obszar miasta i przypisane do niego parkingi, zostaną zlokalizowane na wlotach do sprecyzowanych obszarów, w których kierowcy naprowadzani będą znakami zmiennej treści (rys. 3), wyświetlającymi liczbę wolnych miejsc i wskazującymi drogę do poszczególnych parkingów, włączonych do systemu. Uzupełnieniem oznakowania prowadzącego na parkingi będą tablice stałe.

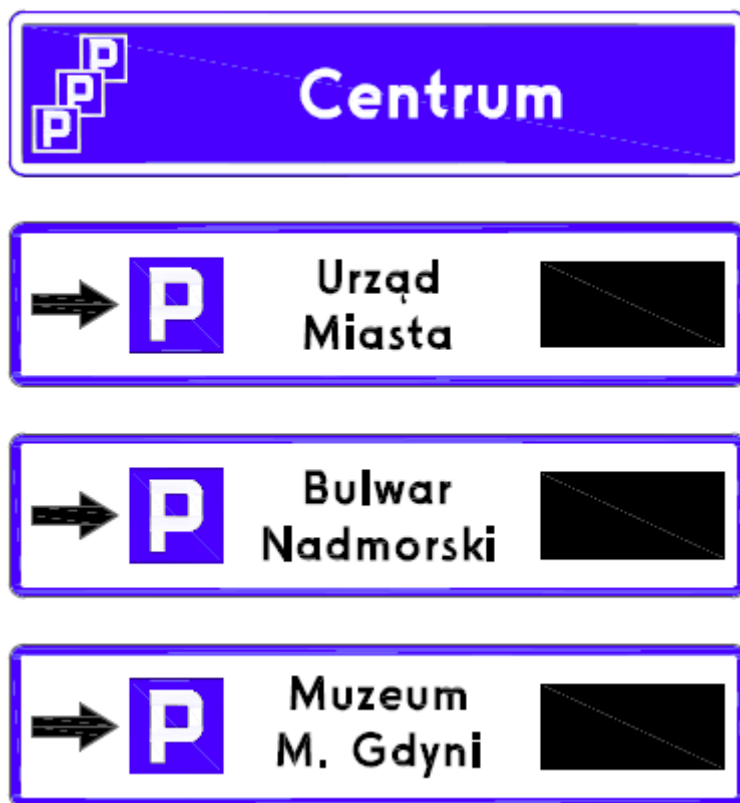
Tabela 1. Podsystemy i moduły w Systemie Zarządzania Ruchem Miejskim

<i>Podsystem</i>	<i>Moduł</i>	<i>Akronim</i>
System Sterowania Ruchem Drogowym (SSRD)	Moduł Sterowania Ruchem Pojazdów i Pieszycy	MSRP
	Moduł Priorytetów dla Pojazdów Transportu Zbiorowego	MPTZ
	Moduł Pomiaru Parametrów Ruchu w SSRD	MPRD-SSRD
	Moduł Wykrywania Zdarzeń Drogowych w SSRD	MWZD-SSRD
System Monitorowania i Nadzoru Ruchu Pojazdów (SMNR)	Moduł Pomiaru Parametrów Ruchu Drogowego	MPRD
	Moduł Identyfikacji Pojazdów z Wykorzystaniem Kamer ANPR	MIPK
System Nadzoru Wizyjnego (SNW)	Moduł Nadzoru Wizyjnego	MNW
	Moduł Wspomagania Automatycznej Rejestracji Zdarzeń	MWARZ
System Pomiaru Parametrów Meteorologicznych (SPPM)	Moduł Pomiaru Parametrów Meteorologicznych	MPPM
System Informacji Parkingowej (SINP)	Moduł Pomiaru Napełnienia Parkingów	MPNP
	Moduł Zarządzania Parkowaniem	MZP
System Zarządzania Bezpieczeństwem Ruchu Drogowego (SZBR)	Moduł Automatycznego Nadzoru nad Zachowaniami Kierowców	MANZ
System Informacji dla Kierowców (SIK)	Moduł Kierowania Pojazdów na Trasy Alternatywne i Zastępcze	MKPT
	Moduł Zarządzania Ruchem na Odcinkach Międzywęzłowych	MZRO
	Moduł Zarządzania Prędkością w Miejscach Zagrożonych	MZPZ
	Moduł Zarządzania Zdarzeniami Drogowymi	MZZD
System Informacji Medialnej (SIM) - podsystem wspólny z SZTZ	Moduł Informacji Drogowej	MID
	Moduł Informacji Medialnej Transportu Zbiorowego	MIMT
System Planowania Ruchu (SPR) - podsystem wspólny z SZTZ	Moduł Planowania Ruchu	MPR
	Moduł Planowania Tras Transportu Zbiorowego	MPTT
	Moduł Planowania Rozkładów Jazdy	MPRJ

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [7]

Głównym zadaniem oprogramowania sterującego Systemu Informacji Parkingowej będzie pozyskiwanie danych o zajętości poszczególnych parkingów, włączonych do systemu oraz przekazywanie informacji o dostępności parkingów uczestnikom ruchu drogowego. Na podstawie danych o zajętości parkingów dla każdego parkingu obliczane będzie prognozowane napełnienie na podstawie zmian zajętości w ciągu ostatnich 10 – 15 min oraz danych historycznych. Informacja o zajętości (napełnieniu parkingu i liczbie wolnych miejsc) dostarczana będzie przez urządzenia lokalne do Centrum Zarządzania Ruchem nie rzadziej niż co 2-5 minut. Dla każdego parkingu, włączonego do systemu, na oddzielnej warstwie operatorskiej w Centrum Zarządzania Ruchem (poziom centralny) prezentowane będą następujące informacje:

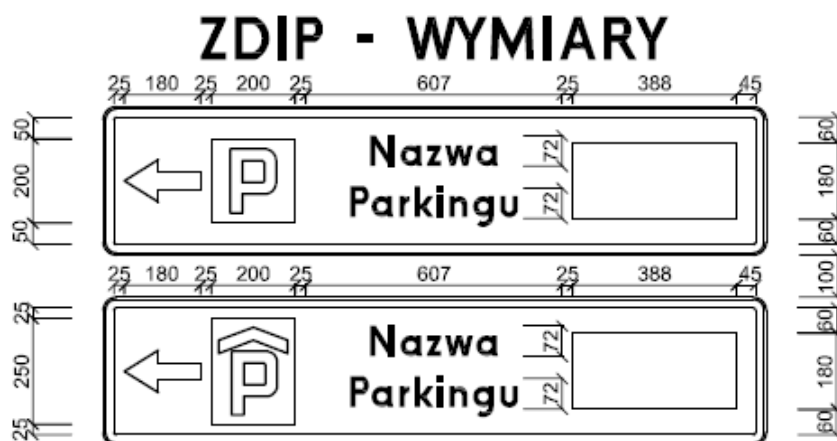
- nazwa parkingu,
- nominalną liczbą miejsc postojowych,
- liczbą miejsc zajętych,
- liczbą miejsc dostępnych,
- liczbą pojazdów wjeżdżających w jednostce czasu,
- liczbą pojazdów wyjeżdżających w jednostce czasu.



Rys. 2. Tablica informacji parkingowej w systemie TRISTAR
Źródło: QUMAC S.A.

Wszystkie pomierzone i obliczone parametry będą zapisywane w bazie danych systemu oraz kopiowane z bazy produkcyjnej SINP do hurtowni danych. 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 oraz System Planowania Ruchu. SINP pobierał będzie z bazy danych informacje umożliwiające określenie przewidywanego czasu dojazdu do parkingu, co zostanie uwzględnione w algorytmie szacowania wolnych miejsc postojowych. Komunikaty o liczbie wolnych miejsc na parkingach będą wyświetlane na znakach i tablicach informacji parkingowej z uwzględnieniem trendu zmian zajętości i aktualnego czasu dojazdu od znaku/tablicy. Aktualny czas dojazdu podsystem informacji parkingowej będzie pobierał z centralnej bazy danych systemu. Operatorzy będą mieli możliwość wpływania na wyświetlane informacje (np. w przypadku incydentów zaburzających trend). Oprogramowanie do zarządzania zasobami SINP umożliwił będzie konfigurację urządzeń pomiaru zajętości parkingów, korygowanie przez operatora liczby pojazdów na parkingu na podstawie informacji z kamer kontrolnych oraz konfigurację i diagnostykę

tablic i znaków informacji parkingowej. W celu umożliwienia kontroli działania urządzeń zliczających zajętość parkingów oraz kalibracji systemu przez operatora wykorzystane zostaną kontrolne kamery przekazujące statyczny obraz parkingu.



Rys. 3. Znak informacji parkingowej w systemie TRISTAR

Zródło: QUMAC S.A.

System współpracował będzie z urządzeniami zainstalowanymi na poziomie lokalnym, którymi będą urządzenia zliczające pojazdy na parkingach, tablice informacji parkingowej i znaki informacji parkingowej. Wymagany dopuszczalny błąd zliczania będzie mniejszy niż 5% nominalnej pojemności parkingu w czasie 24 h. Urządzenia zliczające zajętość parkingu będą komunikować się z poziomem centralnym za pomocą protokołu TCP/IP poprzez Ethernet lub za pośrednictwem GPRS. Komunikacja urządzeń zliczających z serwerem systemu w Centrum Zarządzania ruchem odbywać się będzie poprzez udostępnienie informacji na odpowiednim porcie TCP (w przypadku podłączenia systemowego kabla światłowodowego do urządzenia parkingowego), poprzez udostępnienie informacji na porcie RS-232 w trybie odpytywania przez system nadrzędny TRISTAR (co wymaga podłączenia systemowego kabla światłowodowego do urządzenia parkingowego i zainstalowania odpowiednich konwerterów RS-232/Ethernet/FIBER), poprzez wysyłanie przez urządzenie parkingowe pakietów danych na odpowiedni port nasłuchu serwera informacji parkingowej TRISTAR w prywatnej sieci IP systemu (co wymaga podłączenia systemowego kabla światłowodowego do urządzenia parkingowego) lub poprzez wysyłanie przez urządzenie parkingowe pakietów danych na odpowiedni port nasłuchu serwera informacji parkingowej w publicznej sieci Internet (co wymaga dostępu urządzenia parkingowego do publicznej sieci Internet za pośrednictwem dowolnego medium - włączając w to dostęp bezprzewodowy GSM/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 central-

nych 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. W ramach obecnie realizowanego wdrożenia przewidziano montaż 15 tablic i 20 znaków zmiennej treści. Systemem objętych zostanie 15 parkingów (7 w Gdańsku, 4 w Gdyni i 4 w Sopocie).

3. Podsumowanie

Wdrożenie Systemu Informacji Parkingowej w założeniu powinno przyczynić się do podniesienia sprawności systemów transportu Trójmiasta poprzez redukcję natężeń ruchu o pojazdy poszukujące wolnych miejsc parkingowych. Skalę poprawy będzie można określić po przeprowadzeniu badań po wdrożeniu systemu. Należy jednak pamiętać o tym, że systemy takie nie rozwiążą problemu wynikającego ze zbyt małej podaży miejsc postojowych w stosunku do potrzeb. Rozwiązania problemu należy upatrywać również w innych instrumentach racjonalnej polityki transportowej, które umożliwią redukcję ruchu samochodowego w obszarach centralnych oraz z czasem w pozostałych częściach Trójmiasta. Spośród najbardziej efektywnych instrumentów polityki transportowej należy wymienić:

- zlokalizowanie parkingów strategicznych na obrzeżach obszarów centralnych/granic miast z zapewnieniem dogodnych połączeń transportem zbiorowym do parkingów strategicznych z kluczowymi punktami obszarów śródmiejskich (systemy P+R),
- zapewnienie parkowania stałego dla samochodów ciężarowych i autobusów na terenach baz transportowych i specjalnie do tego celu przeznaczonych parkingach,
- zarządzanie mobilnością, czego jednym z przykładów może być zobowiązanie zakładów pracy do zapewnienia minimalnej, niezbędnej liczby miejsc parkingowych dla swoich pracowników, przy równoczesnym propagowaniu i tworzenia podstaw użytkowania alternatywnych w stosunku do samochodu środków transportu.

SINP powinien również podlegać rozwojowi w celu dalszej poprawy warunków i bezpieczeństwa ruchu oraz niwelacji uciążliwości środowiskowych. W nie-dalekiej przyszłości należy wziąć pod uwagę możliwość włączenia do systemu dużych parkingów komercyjnych w obszarach centralnych Gdyni, w tym parkingów w centrach handlowych (w Sopocie i Gdańsku takie parkingi włącza się w ramach aktualnego wdrożenia) oraz parkingów przy dużych obiektach sportowo-rekreacyjnych, jak również powstających parkingów w systemie P+R.

Należy również podjąć pracę nad wykorzystaniem informacji zbieranych przez parkomaty w strefach płatnego parkowania w algorytmach szacowania wolnych miejsc postojowych w parkowaniu przykrawężnikowym. Niezmiernie ważne będzie powiązanie SINP z Systemem Planowania Ruchu, który będzie dostarczał dane niezbędne do funkcjonowania poszczególnych modułów i jednocześnie czer-

pał informacje z hurtowni danych w celach planistycznych i operacyjnych. Oprócz strony WWW, informacje na temat wolnych miejsc do parkowania będą rozpowszechniane takimi kanałami, jak aplikacje mobilne i systemy nawigacyjne. Dzięki takim rozwiązaniom władze miast będą mogły wprowadzić również zmienne w czasie ceny za parkowanie, by dynamicznie dopasowywać podaż do popytu (pod warunkiem zmian legislacyjnych).

Bibliografia

- [1] Jamroz K., Oskarbski J. i in., *Koncepcja ogólna Systemu Zarządzania Ruchem na obszarze Gdyni*. Katedra Inżynierii Drogowej PG., Gdańsk 2002.
- [2] Jamroz K., Oskarbski J. i in., *Koncepcja ogólna Systemu Zarządzania Ruchem na obszarze Sopotu*. Katedra Inżynierii Drogowej PG. Gdańsk 2003.
- [3] Jamroz K., Oskarbski J. i in., *Koncepcja ogólna Systemu Zarządzania Ruchem na obszarze Gdańska*. Katedra Inżynierii Drogowej PG. Gdańsk 2005.
- [4] Krukowski P., *Systemy naprowadzania na wolne miejsca parkingowe w miastach*. Inżynieria Ruchu Drogowego nr 3/2013.
- [5] Shoup D.C., *Cruising for parking*. *Transport Policy* nr 13/2006.
- [6] http://www.eltis.org/index.php?id=13&study_id=1435.
- [7] Jamroz K., Krystek R. i in., *Koncepcja zintegrowanego systemu zarządzania ruchem na obszarze Gdańska, Gdyni i Sopotu*. Gdańsk, Politechnika Gdańska 2007
- [8] Oskarbski J., *Inteligentny system transportu dla aglomeracji na przykładzie Aglomeracji Trójmiejskiej*. *Komunikacja Publiczna* nr 1/2011.
- [9] Oskarbski J., *Struktura funkcjonalna systemu zarządzania transportem w Trójmieście – TRISTAR*. *Przegląd Komunikacyjny* nr 7-8/2011.