

*Joanna Stankiewicz*¹, *Konrad Michalski*²

¹ eMag.pl

² Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Rozwiązania z zakresu inteligentnych systemów transportowych w wybranych miastach w Polsce

Solutions in the field of intelligent transport systems in selected cities in Poland

Synopsis. W artykule podjęto tematykę inteligentnych systemów transportowych (ITS), które stanowią jedną z możliwych dróg w poszukiwaniu poprawy życia i innowacyjności w funkcjonowaniu miasta. Transport publiczny jest najbardziej rozległym, a zarazem najczęściej użytkowanym elementem systemu logistycznego miasta, poszukiwane są więc różne sposoby na poprawę zarówno jakości (dostępność, bezpieczeństwo, punktualność itd.) funkcjonowania miasta jako jednostki gospodarującej, jak i przestrzeni do życia dla mieszkańców. Beneficjentami podejmowanych działań są więc pasażerowie transportu (mieszkańcy, dojeżdżający do pracy, turyści itd.), ale także instytucje i urzędy realizujące usługi na rzecz społeczeństwa. Celem opracowania jest identyfikacja i charakterystyka rozwiązań z zakresu ITS w publicznej sieci komunikacyjnej w wybranych miastach wojewódzkich w Polsce (Rzeszów, Bydgoszcz, Wrocław). Artykuł ma charakter przeglądowy. Wykorzystano literaturę przedmiotu, zwłaszcza z zakresu logistyki miasta i telematyki, a także informacje i dane pochodzące z miast wdrażających przedmiotowe rozwiązania.

Słowa kluczowe: logistyka miejska, telematyka, inteligentne systemy transportowe, transport publiczny

Abstract. The article discusses the subject of intelligent transport systems (ITS), which are one of the possible ways in search of improving life and innovation in the city's functioning. Because public transport is the most extensive and the most frequently used part of the city's logistic system, various methods are sought for improving the quality (availability, safety, punctuality, etc.) of the city's functioning as an economic unit as well as living space for its residents. Beneficiaries of the actions taken are therefore passengers of this transport (residents, commuters, tourists, etc.), but also institutions and offices providing services for the benefit of society. The aim of the study is to identify and characterize solutions in the field of ITS in a public communication network in selected voivodship cities in Poland (Rzeszów, Bydgoszcz, Wrocław). The article is of review nature. The literature of

the subject, in particular in the field of city logistics and telematics, as well as information and data from cities implementing presented solutions were used.

Key words: city logistics, telematics, intelligent transport systems, public transport

Wstęp

Telematyka wspiera zarządzanie ruchem towarowym i osobowym poprzez zastosowanie technologii z zakresu telekomunikacji, informatyki, pomiarów, automatyzacji, a także technik monitorowania i zarządzania siecią komunikacyjną. W założeniu zastosowanie rozwiązań z zakresu inteligentnych systemów transportowych (ITS) wpływa pozytywnie na przepustowość dróg, liczbę wypadków, czas i komfort podróży, upraszcza proces przemieszczania się. Te przykładowe rezultaty działań należy traktować jako korzystnie wpływające na jakość życia w mieście, przyjmując perspektywę mieszkańca – pasażera. Implementacja rozwiązań telematycznych pozwala optymalnie gospodarować infrastrukturą i zaspokajać oczekiwania społeczne – to z kolei spojrzenie na jakość z punktu widzenia zarządzających miastem. Ciągły rozwój zmusza do szukania coraz to nowych rozwiązań – to wymóg wobec włodarzy miasta.

W Polsce systemy typu ITS są coraz częściej wdrażane dzięki dofinansowaniu ze środków strukturalnych Unii Europejskiej. Przykładem beneficjenta środków skonsumowanych na rzecz rozwiązań ITS jest np. Lublin [Osiecki 2018]. Mniejsze ośrodki miejskie, np. Jaworzno, także podejmują konkretne działania i stawiają chociażby na wymianę taboru przewozowego, decydując się na elektryczne, proekologiczne pojazdy, w tym wypadku oparte na technologii wymiennych baterii [Warpechowska 2018a].

Wszystkie powyższe działania wpisują się w trend inteligentnego miasta (ang. *smart city*). Miasto takie wykorzystuje częściowo lub nawet całkowicie autonomiczne (w rozumieniu sprawowania kontroli przez człowieka) technologie IT, oparte na przepływie informacji w czasie rzeczywistym, otwarte (dostępne) także dla ich użytkowników (mieszkańców), mające poprawiać zarówno poziom życia, jak i funkcjonowanie miasta jako jednostki gospodarującej.

Pojęcie logistyki miejskiej

Podstawową kategorią dla miasta jest przestrzeń (miejsca, środowiska), która ma swój wymiar materialny w postaci budowli, ulic czy systemów zasilania (energetyka, kanalizacja, ciepłownictwo). Elementy komunikacyjne łączą inne elementy miasta będące miejscami pracy, zamieszkania, wypoczynku, załatwiania spraw administracyjnych, tworząc jednolity układ przestrzenny. Komunikacja jest więc czynnikiem organizacyjnym, służącym ludności do pokonywania przestrzeni i wzajemnego porozumiewania się oraz zacieśniania więzi społecznych. Z kolei transport umożliwia realizację przepływów ładunków służących zagwarantowaniu dostaw niezbędnych do zaspokojenia potrzeb użytkowników miast oraz wywozu z nich tych rzeczy, które są już niepotrzebne [Szołtysek 2009].

Badacze z zakresu logistyki postrzegają miasto jako obszar, gdzie można stosować rozwiązania z zakresu zarządzania logistycznego. Zasady te, w skrócie, opierają się na realizacji optymalnych przepływów fizycznych pod kątem czasu, kosztów i jakości, tworzących tzw. złoty trójkąt logistyki [Jedliński 1998]. W praktyce „boki” tworzące złoty trójkąt logistyki przyjmują oczekiwania, aby dane przepływy wykonać szybciej (czas), taniej (koszty) i „dobrze” zgodnie z oczekiwaniami (jakość).

W mieście należy zidentyfikować konkretne strumienie logistyczne (ludzi, towarów, odpadów, energii, informacji itd.), których przepływy są przedmiotem zarządzania. W jego toku występują konkretne problemy (korki, braki w dostawach, zanieczyszczenia, braki w dostawach prądu, brak rozkładów jazdy na przystankach itd.), dla których należy znaleźć rozwiązania. Minimalizacja tym podobnych problemów pomaga odciążyć miasto od negatywnych skutków oddziaływania jednostek gospodarczych, a w konsekwencji zwiększyć ich konkurencyjność. Co więcej miasta nie są zamkniętymi jednostkami, traktuje się je jak systemy otwarte, a sprzężenia zwrotne i ciężenia strumieni logistycznych z terenów ościennych do miast są niezaprzeczalne. Stosowane w miastach rozwiązania oddziałują nie tylko na ośrodki zurbanizowane, ale nawet na całe regiony [Tundys 2012].

Miasto jest formułą, która charakteryzuje się obszarem o dużej gęstości zasiedlenia, a więc w tym przypadku zarówno natężenie, jak i prawdopodobieństwo wystąpienia określonych problemów, np. związanych z kongestią na drogach, zawsze będą większe niż na terenach o niższym poziomie zaludnienia. Pewne możliwości daje dziedzina wiedzy znana jako logistyka miejska wraz ze swoimi narzędziami. Logistyka miejska bardzo szybko rozwija się, co wynika z dynamicznego rozwoju miast i ze skutków ich zatłoczenia, ale także z konieczności ciągłego wprowadzania zmian w funkcjonowaniu tych obszarów [Górniak 2016].

Logistyka miejska (według definicji logistyki Council of Logistic Management) obejmuje procesy planowania, realizacji i kontroli przepływów inicjowanych na zewnątrz miasta i skierowanych do niego, inicjowanych w mieście i skierowanych na zewnątrz niego, przechodzących przez miasto i tych wewnętrznych w mieście. Główne obszary badań logistyki miejskiej to [Gołemska 2010].:

- transport towarowy, dostawczy i wywozowy, przewozy tranzytowe,
- zabezpieczenie i składowanie dóbr na rzecz miasta,
- osobowy transport miejski i podmiejski, tranzytowy ruch osobowy,
- zaopatrzenie miasta,
- wywóz odpadów i nieczystości.

Telematyka j jej zastosowanie w transporcie

W ramach telematyki stosuje się następujące systemy [Wydro 2005]:

- komunikacji elektronicznej, łączące elementy systemu telematycznego (sieci rozległe WAN i lokalne LAN, systemy telekomunikacji ruchomej, satelitarne itd.),
- pozyskiwania informacji (czujniki pomiarowe, kamery, radary itp.),
- prezentacji informacji dla administratorów systemu telematycznego (systemy GIS, systemy kontroli dostępu itp.),
- prezentacji informacji dla użytkowników systemu (znaki o zmiennej treści, sygnalizacja świetlna, radiofonia, technologie internetowe: WAP, WWW, SMS itd.)

Przykładem szerokiego zastosowania rozwiązań telematycznych jest transport. Zakres zastosowań telematyki w transporcie obejmuje systemy, które pozwalają, ze względu na transmisję danych i ich analizę, oddziaływać na zachowanie uczestników ruchu lub funkcjonowanie elementów technicznych w pojazdach, również w czasie ich poruszania się. Rozwój tak rozumianego inteligentnego transportu dąży do zwiększenia bezpieczeństwa i komfortu podróżowania. Zapewnienie bezpieczeństwa na drogach ma na celu zmniejszenie liczby kolizji drogowych, co z kolei niesie za sobą mniejsze koszty społeczne (odszkodowania, świadczenia, leczenie itd.).

Celem stosowania telematyki w logistyce miasta jest też optymalizacja lokalizacji węzłów logistycznych (np. przystanki przesiadkowe dla jednego rodzaju transportu, np. autobusowego lub dworce integrujące więcej niż jedną gałąź transportu w ramach aglomeracji, np. kolej i tramwaj). W szerszym kontekście jednym z celów działań w ramach logistyki miasta jest redukcja niekorzystnego wpływu człowieka na otoczenie poprzez m.in. ograniczanie przejeżdżanych kilometrów, a więc i emisji szkodliwych związków do atmosfery. Kluczową funkcją ITS jest natomiast operowanie informacją dzięki pozyskiwaniu, przekształcaniu i dystrybucji informacji, w tym ich transmisja i wykorzystanie, np. do automatycznego kierowania ruchem. Wszystkie te procesy są niezależne od użytkowników infrastruktury.

Inteligentne systemy transportowe cechują się: integracją technologii, narzędzi i oprogramowania, zapewniającą sprawny przepływ informacji, „inteligencją”, rozumianą jako zdolność do podejmowania decyzji w zmiennych sytuacjach, elastycznością i zdolnością do adaptacji – możliwością tworzenia konfiguracji w zależności od potrzeb, efektywnością rozumianą jako powszechność korzyści ze stosowania [Pałys i Pałys 2008].

Obszary transportu wspierane telematyką obejmują [Szołtysek 2009]:

- sterowanie ruchem pojazdów, w tym ostrzeżenie o niebezpiecznych sytuacjach, wpływanie na prędkość jazdy, utrzymywanie przyjętych odstępów między pojazdami, sterowanie sygnalizacją świetlną, kierowanie zmianą kierunków ruchu,
- sterowanie potokami ruchu, unikanie zakłóceń wynikających z przekazywania informacji na danym odcinku, tworzenie objazdów dla odcinków przeciążonych lub zablokowanych,
- pobieranie opłat, gdzie w komunikacji zbiorowej funkcjonują już w pełni zautomatyzowane systemy poboru opłat za przejazd, których działanie polega na automatycznym rejestrowaniu momentu wsiadania i wysiadania pasażerów,
- dane o możliwościach podróży, gdzie podstawę dynamicznej informacji stanowią meldunki o stanie ruchu na drogach, uzyskiwane poprzez automatyczne pomiary, czujniki pod powierzchnią jezdni, zdalna ocenę obrazu z kamer.

Rozwiązania z zakresu ITS w wybranych miastach wojewódzkich w Polsce

Rzeszów

Głównym środkiem transportu publicznego w stolicy regionu podkarpackiego były i są nadal autobusy. Władze Rzeszowa zrealizowały w latach 2007–2015 projekt pod nazwą „Budowa systemu integrującego transport publiczny Miasta Rzeszowa i okolic”.

Koszt projektu wyniósł ponad 333 mln zł i uzyskał ponad 250 mln zł dofinansowania z Unii Europejskiej. Był to projekt zrealizowany w formule „zaprojektuj i wybuduj”, a jego investorem był Urząd Miasta Rzeszów [2012]. Rzeszowski inteligentny system transportowy (RIST), filar całego projektu, był wdrażany w latach 2010–2015, a jego koszt wyniósł ponad 16 mln zł, z czego 14 mln pochodziło z programu operacyjnego „Infrastruktura i Środowisko”. Cele szczegółowe wdrożenia ITS były następujące [Inteligentne systemy transportowe projekt Rzeszów, b.d.]:

- poprawa funkcjonalności systemu transportu publicznego poprzez system dynamicznej informacji pasażerskiej,
- uruchomienie monitoringu ruchu ciężarowego i udziału pojazdów przeciążonych,
- poprawa bezpieczeństwa dróg i ulic Rzeszowa,
- poprawa dostępności zarządzania ruchem.

W skład RIST wchodzi: system obszarowego sterowania ruchem drogowym (SOSRD), system zarządzania transportem publicznym (SZTP), system informacji pasażerskiej (e-Info), system elektronicznego poboru opłat (e-Bilet).

System obszarowego sterowania ruchem drogowym jest centralnym elementem RIST i ma kluczowy wpływ na proces usprawniania funkcjonowania komunikacji zbiorowej i indywidualnej w Rzeszowie. System wspomaga zarządzanie ruchem na obszarze miasta z zastosowaniem m.in. priorytetyzowania komunikacji zbiorowej, do czego służy dynamiczna optymalizacja sterowania ruchem, obejmująca skrzyżowania, informująca użytkowników o utrudnieniach, natężeniu ruchu i sytuacji meteorologicznej za pomocą 17 tablic o zmiennej treści [Urząd Miasta Rzeszów 2012]. Operatorzy centrum obszarowego sterowania ruchem – COSR (jedno ze stanowisk znajduje się na rys. 1) dbają o to, aby w mieście występowało jak najmniej korków, a kierowcom dostarczana była precyzyjna informacja o sytuacji na drodze.



Rysunek 1. Stanowisko dyspozytora ruchu w Rzeszowie

Figure 1. Traffic dispatcher station in Rzeszów

Źródło: Rzeszów News [2016].

Kluczowym elementem SOSRD jest podsystem sterowania sygnalizacją świetlną na 53 skrzyżowaniach. Głównym celem funkcjonowania podsystemu jest uzyskanie maksymalnych przepustowości w kluczowych węzłach komunikacyjnych. System ma również na celu „rozprowadzenie” ruchu w mieście na poszczególne ulice, czyli tak, aby nie powstawały zatory. System dba również o kierowanie pojazdów na trasy alternatywne.

Podstawą działania systemu sterowania sygnalizacją świetlną są wiązki koordynacyjne, czyli zatopione w asfalcie pętle indukcyjne, które wyczuwają ruch pojazdów na ulicy i dzięki temu system może dostosować sygnalizację do natężenia ruchu. Informacje uzyskiwane w ramach odczytów przesyłane są do COSR i tam przetwarzane przez aplikację, która automatycznie dostosowuje sygnalizację do potrzeb. Dzięki temu sygnalizacja działa racjonalnie i dostosowuje swoją częstotliwość do pory dnia i nocy. W skład SOSRD wchodzi też 70 kamer CCTV (ang. *closed-circuit television*), z których obraz trafia do centrum. Trzecim elementem SOSRD są stacje meteo, mierzące i przekazujące informacje o stanie warunków meteorologicznych na drogach, zarówno podróżującym na własną rękę, komunikacją zbiorową, jak i pieszym. Urządzenia pomiarowe mierzą temperaturę powietrza i nawierzchni, wilgotność, ciśnienie powietrza i siłę wiatru. Dane z urządzeń pomiarowych są wysyłane, przetwarzane i analizowane przez operatorów centrum sterowania z wykorzystaniem aplikacji, która generuje komunikat wyświetlany na tablicach świetlnych.

Nadawanie priorytetów komunikacji zbiorowej i pojazdom uprzywilejowanych (służby medyczne, mundurowe itd.) w Rzeszowie polega na przekazywaniu informacji ze sterownika zamontowanego w pojeździe do sterownika sygnalizacji świetlnej, który sprawdza możliwość przejazdu bez konieczności zatrzymania się. Aby tak się stało, analiza ruchu pojazdu musi wykazać, że pojazd będzie mógł przejechać w trakcie danej fazy sygnalizacji świetlnej. Jeżeli takie rozwiązanie nie jest możliwe, system generuje inne: wydłużenie, do dopuszczalnego maksimum, fazy pozwalającej na przejazd pojazdowi, zmianę bieżącej fazy do dopuszczalnego minimum i uruchomienie fazy pozwalającej na przejazd lub przyspieszenie fazy zezwalającej na przejazd poprzez skrócenie faz poprzedzających do dopuszczonego minimum. Rozwiązanie to jest oparte na tzw. priorytecie centralnym [Okoń 2012].

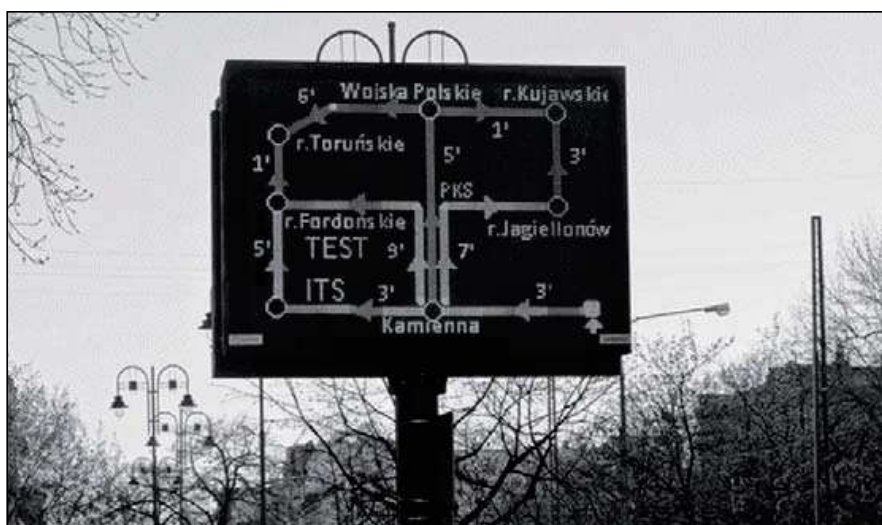
Kolejnym elementem ITS jest SZTP. Głównym celem tego podsystemu jest identyfikacja lokalizacji pojazdów, zliczanie liczby pasażerów i kontrola jakości usług komunikacji zbiorowej, co pozwala na szybkie reagowanie na aktualne potrzeby, np. w zakresie rozkładu jazdy, przebudowy układu drogowego, weryfikacji algorytmów sterowania. Każdy autobus miejski wyposażony jest w nadajnik GPS, kamery, czujniki, detektory, komputer pokładowy, sterowniki i system łączności. To pozwala generować informacje o położeniu i prędkości jazdy autobusu, a dane wyświetlane są w COSR na ekranie z mapą miasta. System wyświetla punktualność w stosunku do jazdy, zrealizowany czas przejazdu i numer autobusu. Operatorzy COSR mogą na bieżąco łączyć się z kierowcami i dowiedzieć się o powodach odchylenia w zaplanowanych kursach, a w razie stwierdzonego na trasie zatoru mogą proponować objazdy. W przypadku braku możliwości dojazdu autobusu na przystanek, stosowna informacja jest wyświetlana na tablicy.

W Rzeszowie działa też system ważenia pojazdów, który kontroluje nacisk osi pojazdu na drogę za pomocą czujników zatopionych pod asfaltem. Cały pomiar trwa w czasie

jazdy, bez potrzeby zatrzymania się. Dane z pomiarów są wyświetlane natychmiast na tablicy widocznej dla kierowcy. Głównym celem tego rozwiązania jest zachęcenie kierowców do zmiany trasy, gdyż przeładowane ciężarówki niszczą drogi [Gubernat 2018].

Bydgoszcz

W stolicy województwa kujawsko-pomorskiego działa centrum zarządzania ruchem i transportem (CZRiT), w ramach bydgoskiego inteligentnego systemu transportowego (BIST) [ZDMiKP Bydgoszcz 2015b]. Centrum zarządzania ruchem i transportem także korzysta z tablic o zmieniającej się treści (rys. 2).



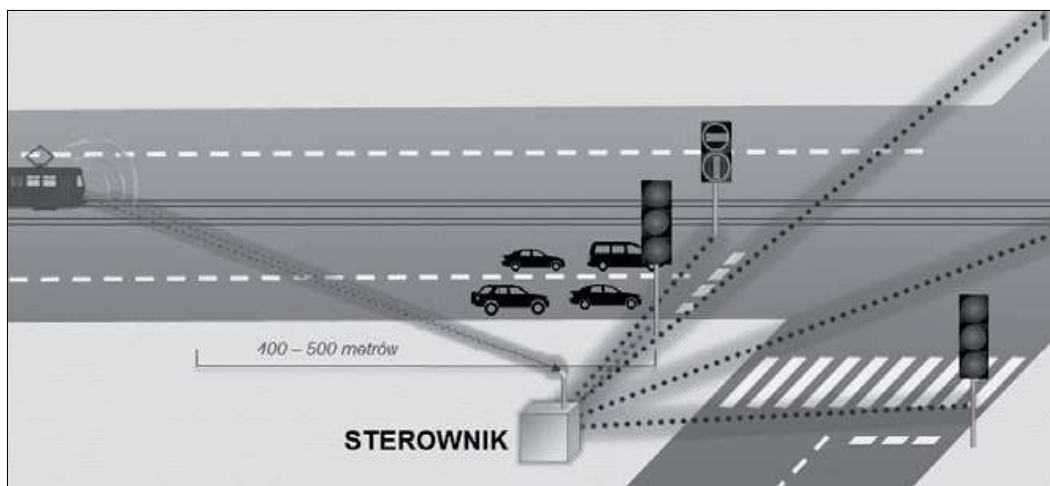
Rysunek 2. Tablica zmiennej treści w Bydgoszczy

Figure 2. Table of variable content in Bydgoszcz

Źródło: [Inteligentne systemy transportowe projekt Bydgoszcz, b.d].

Tablice służą dyspozytorom do przekazywania kierowcom informacji dotyczących dojazdu w konkretne miejsce, na przykład do centrum. Tablice wyświetlają też informacje o objeździe, a także czas dojazdu do wybranego celu. Wszystkie informacje przedstawiane są w czasie rzeczywistym i generowane są przez operatorów mających bieżący wgląd do widoku z kamer. Mieszkańcy mają także możliwość podglądu widoku z kamery, udostępnianego na dedykowanej stronie internetowej.

Każdy tramwaj w Bydgoszczy jest wyposażony w nadajnik radiowy krótkiego zasięgu, który współpracuje z komputerem pokładowym generującym sygnał wywołujący priorytet przejazdu przed dojazdem do skrzyżowania. Istotą priorytetu lokalnego (rys. 3) jest więc przekazywanie informacji bezpośrednio z pojazdu do sterownika bez pośrednictwa systemu sterowania ruchem i jest stosowany na mało lub średnio obciążonych sygnalizacjach, gdzie nie występuje konieczność współdziałania z centralnym systemem sterowania ruchem. Czynnikiem sukcesu jest tutaj dokładna detekcja pojazdu, gdyż nieprecyzyjnie działający nadajnik może spowodować brak priorytetu w odpowiednim momencie lub aktywowanie go bez potrzeby. Aby zminimalizować to ryzyko, zainstalowano zestawy automatyki zwrotnic tam, gdzie motorniczy dotąd przełączał je ręcznie [ZDMiKP Bydgoszcz 2015b].



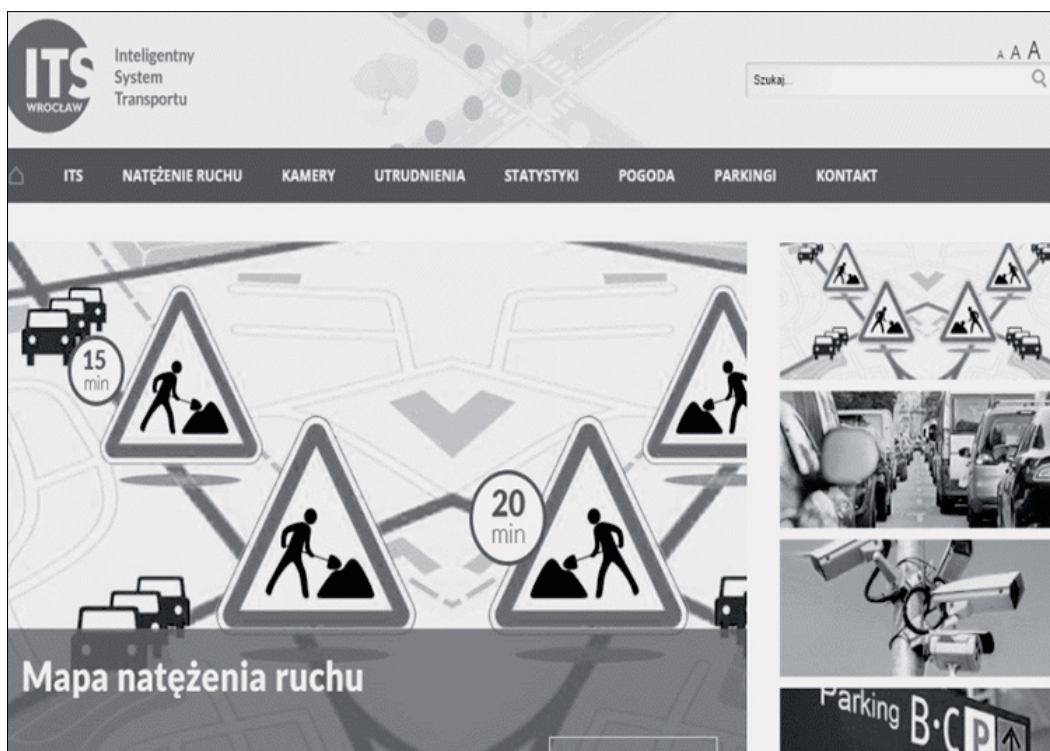
Rysunek 3. Działanie mechanizmu priorytetu lokalnego w Bydgoszczy

Figure 3. The local mechanism's functioning in Bydgoszcz

Źródło: [ZDMiKP Bydgoszcz 2015b].

Wrocław

Rozwiązania z zakresu ITS są założenia dynamiczne i interaktywne, a informacja jest udostępniana uczestnikom ruchu. Każdy z ITS np. we Wrocławiu ma swój portal (rys. 4).



Rysunek 4. Interfejs portalu internetowego ITS we Wrocławiu

Figure 4. Interface of the ITS internet portal in Wrocław

Źródło: [Inteligentne systemy transportowe projekt Wrocław, b.d.].

Portal ITS pełni funkcję repozytorium wiedzy dla pasażera, ale też kiosku informacyjnego, tablicy o zmiennej treści, parkingowej itd., czyli wszystkich kluczowych elementów systemu. ITS we Wrocławiu udostępnia także informacje parkingowe, generowane na podstawie danych dostarczanych na bieżąco przez operatorów parkingów. Do elementów podsystemu należą też wyświetlacze (rys. 5), których zadaniem jest informowanie kierowców o ilości wolnych miejsc na parkingach w najbliższych strefach płatnego parkowania.



Rysunek 5. Tablica informacji parkingowej we Wrocławiu

Figure 5. Parking information board in Wrocław

Źródło: [Skupin 2014].

Ważną funkcjonalnością każdego ITS jest jego analityka. Niezwykle istotnym elementem ITS jest więc repozytorium danych pochodzących z poszczególnych elementów całego systemu, tak aby tę informację móc szybko i skutecznie przetwarzać, analizować i prezentować. Przykładowo, wrocławski ITS posiada repozytoria: bieżących danych lokalizacyjnych i rozkładowych, wyłączeń z ruchu, bieżących zgłoszeń i danych pomiarowych, danych wizyjnych, a także bazy: GIS, referencyjną i pojazdów. Przechowywane w repozytorium zasoby są podstawą do tworzenia raportów, analiz i komunikatów. Na bazie repozytorium zbudowane są systemy analityczne i raportowe. Operatorzy CZiSR tworzą raporty, które są elementem kompleksowego informowania kierownictwa o efektywności zarządzania ruchem i transportem publicznym oraz jakości obsługi pasażera w stolicy Dolnego Śląska. Na podstawie raportów, analitycy nieustannie dążą do poprawy działania systemu, jego optymalizacji oraz do poprawy jakości usług oferowanych przez przewoźników komunikacji miejskiej¹.

¹ Oficjalny portal internetowy Wrocławia, www.wroclaw.pl [dostęp: 25.10.2018].

Cele i korzyści ze stosowania rozwiązań z zakresu ITS w miastach

Głównymi problemami, z którymi borykała się (do czasu opisanych w artykule zmian) komunikacja publiczna w Rzeszowie, były:

- konieczność przesiadania się z systemu transportu publicznego na indywidualny,
- słaby stan techniczny taboru,
- słaba separacja komunikacji zbiorowej od ruchu samochodowego w mieście,
- spadająca efektywność ekonomiczna transportu publicznego,
- duże straty czasu pasażerów komunikacji miejskiej.

Wyzwaniami w kwestii zarządzania ruchem w Rzeszowie były natomiast ograniczone możliwości oddziaływania na rozkład ruchu w mieście, co sprzyjało kongestii. Kluczem był brak dynamicznej informacji o ruchu i jego natężeniu. System drogowy borykał się z brakiem rozwiązań w zakresie infrastruktury preferującej transport zbiorowy. Problemem był też brak systemowej regulacji systemu opłat za parking. Efektem tych wszystkich problemów był negatywny wpływ systemu transportowego Rzeszowa na atrakcyjność miasta i jego potencjał rozwojowy. Wdrożone w ramach RIST rozwiązania wpłynęły pozytywnie na punktualność oraz bezpieczeństwo funkcjonowania komunikacji miejskiej w Rzeszowie, a także na bezpieczeństwo na drogach. Wprowadzenie rozwiązań miało również wpływ na poprawę komfortu podróżnych korzystających z komunikacji publicznej [Magdoń 2016].

Wprowadzając w Bydgoszczy rozwiązania w ramach ITS, jako jeden z celów przyjęto poprawę czasu przejazdu transportem indywidualnym na poziomie 6%. Po wprowadzeniu systemu osiągnięto średni wynik poprawy na poziomie 32%, co przerosło wyraźnie oczekiwania². Tabela 1 prezentuje różnice w czasie przejazdu transportem publicznym na wybranym odcinku trasy w Bydgoszczy, a tabeli 2 zmiany w punktualności kursowania jednej z linii w tym mieście.

Tabela 1. Średni czas przejazdu transportem publicznym w Bydgoszczy na wybranej trasie przed wprowadzeniem i po wprowadzeniu ITS

Table 1. The average travel time in public transport in Bydgoszcz on the selected route before and after the implementation of ITS

Korytarz	Średni czas przejazdu w kwietniu 2014 [min]	Średni czas przejazdu w marcu 2015 [min]	Oszczędność czasu [min]
Wyścigowa–Garbary	18:22	16:45	1:37
Garbary–Wyścigowa	19:50	18:00	1:50

Źródło: [ZDMiKP Bydgoszcz 2015a].

Głównym celem projektu ITS we Wrocławiu był wzrost skuteczności i efektywności działania systemu transportowego. Usprawnienie ruchu samochodów i pojazdów transportu publicznego oraz wzrost bezpieczeństwa ruchu drogowego były celami szczegółowymi [BIP UM Wrocław 2016]. Po wprowadzeniu ITS czas, jaki był potrzebny na przejazd przez miasto, zredukowano średnio o 18%, a średni czas jazdy tramwajem skrócił się o 2 min w porównaniu z 2013 rokiem [Komisja Europejska 2016].

² Zarząd Dróg Miejskich i Komunikacji Publicznej w Bydgoszczy, www.zdmikp.bydgoszcz.pl [dostęp: 25.10.2018].

Tabela 2. Punktualność wybranej linii transportu publicznego (linia 79) w Bydgoszczy przed wprowadzeniem i po wprowadzeniu ITS

Table 2. Punctuality of the selected public transport line (Line 79) in Bydgoszcz before and after the implementation of ITS

Wyszczególnienie	2014	2015
Odsetek kursów punktualnych (%)	80,00	89,56
Odsetek kursów niepunktualnych (%)	20,00	10,44
Odsetek przyspieszeń (%)	0,57	1,12
Odsetek opóźnień (%)	19,43	9,32

Źródło: [ZDMiKP Bydgoszcz 2015a].

Podsumowanie i wnioski

Wzrasta świadomość społecznej roli logistyki [Szołtysek i in. 2016, Szołtysek 2018], zwłaszcza w kontekście idei zrównoważonego rozwoju, łączącej cele społeczne, gospodarcze i środowiskowe. Zatłoczone miasto, zwłaszcza w „normalnych” warunkach jego funkcjonowania, a takim jest np. podróż do lub z pracy, jest uciążliwe. Zmęczeni użytkownicy transportu oraz pozostali mieszkańcy miasta mają poczucie niskiej jakości życia. Należy podkreślić, że prognozuje się, że do 2050 roku liczebność miejskiej metropolitarnej populacji wzrośnie do 66% (w 1950 r. wynosiła ona 30%, w 2018 r. 55%). Co ósmy mieszkaniec globu funkcjonuje w jednym z 28 megamiast z minimum 10 mln mieszkańców [Warpachowska 2018b].

Zaakcentowane w artykule rozwiązania z zakresu ITS wzmacniają nie tylko szeroko rozumianą efektywność funkcjonowania miasta, czy szerzej regionu, ale przyczyniają się do wzrostu dobrobytu społecznego, gdzie wysoka jakość życia, determinowana jest także komfortem, łatwością i bezpieczeństwem poruszania się w przestrzeni miejskiej. W polskich warunkach, kompleksowe projekty, oparte na kooperacji miast z podmiotami technologicznymi i partycypacji publiczno-prawnej, są coraz częstsze, co w odniesieniu do obszarów o walorach turystycznych, wypoczynkowych, czy uzdrowiskowych ma też uzasadnienie biznesowe. Lepsza jakość obsługi realizowanej przez miasto, np. w dostępie do rowerów, pojazdów elektrycznych, stacji ładowania samochodów, dostępności parkingów, ale także monitoringu jakości powietrza itd., wpływa na wzrost dochodów miasta, gdyż jego użytkownicy są bardziej skłonni wydatkować swoje środki [Kazimierz Dolny... 2018].

Z całą pewnością kompleksowe rozwiązania miejskie, wykorzystujące ITS są trudniejsze do wdrożenia na większych obszarach, jakimi są metropolie, co powinno być przedmiotem kolejnego przeglądu. Interesujące dla badaczy z obszaru nauk o zarządzaniu powinny być bardziej ogólne problemy badawcze:

- według jakich założeń (paradygmatów) tworzyć skuteczne i efektywne (pod względem ekonomiczności działania) struktury organizacyjne wspierające zarządzanie logistyczne przepływami fizycznymi, w których przełomowe technologie i szczegółowe rozwiązania informatyczne wyznaczają ramy i standardy działania,

- jako rolę ma do odegrania człowiek (pracownik) w rzeczywistości biznesowej, który obrazowo można zdefiniować jako *everything is smart*; czy ta rola ma mieć charakter tylko nadzorczy, koordynujący, monitorujący, inny?

Literatura

- Biuletyn Informacji Publicznej Urzędu Miejskiego Wrocławia, 2016: Inteligentny System Transportu „ITS Wrocław”, [źródło elektroniczne] <http://bip.um.wroc.pl/artukul/340/20698/inteligentny-system-transportu-its-wroclaw> [dostęp: 01.05.2018].
- Gołębska E., 2010: Kompendium wiedzy o logistyce, PWE, Warszawa.
- Górniak J., 2016: Znaczenie logistyki miejskiej w wybranych miastach europejskich. Analiza porównawcza, *Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej Zarządzanie* 24 (1), 140–151, [źródło elektroniczne] <http://www.zim.pcz.pl/znwz/files/Znaczenie-logistyki-miejskiej-w-wybranych-miastach-europejskich.-Analiza-porownawcza-.pdf> [dostęp: 03.08.2018].
- Gubernat B., 2018: Kiedy wagi będą eliminować z ruchu w Rzeszowie przeciążone auta?, [źródło elektroniczne] <http://www.nowiny24.pl/motofakty/a/kiedy-wagi-beda-eliminowac-z-ruchu-w-rzeszowie-przeciazone-auta,13063744/> [dostęp: 24.04.2018].
- Inteligentne systemy transportowe projekt Bydgoszcz [b.d.], [źródło elektroniczne] <http://www.its-frame.pl/its-bydgoszcz.html> [dostęp: 03.08.2018].
- Inteligentne systemy transportowe projekt Rzeszów [b.d.], [źródło elektroniczne] <http://www.its-frame.pl/its-rzeszow.html> [dostęp: 03.08.2018].
- Inteligentne systemy transportowe projekt Wrocław [b.d.], [źródło elektroniczne] <http://its.wroc.pl> [dostęp: 08.05.2018].
- Jedliński M., 1998: Zarządzanie systemami logistycznymi, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin.
- Kazimierz Dolny: pierwsze polskie smart city, *Puls Biznesu* z 13.06.2018, [źródło elektroniczne] <https://www.pb.pl/kazimierz-dolny-pierwsze-polskie-smart-city-931894> [dostęp: 04.08.2018].
- Komisja Europejska, 2016: Inteligentny system transportu we Wrocławiu i jego korzystne skutki dla miasta, [źródło elektroniczne] http://ec.europa.eu/regional_policy/pl/projects/poland/intelligent-transport-tools-give-wroclaw-a-new-lease-of-life [dostęp: 01.05.2018].
- Krzeszowski J., 2013: Nieznany Wrocław – centrum sterowania miastem, [źródło elektroniczne] <https://www.wroclaw.pl/its-wroclaw-co-to-jest> [dostęp: 03.08.2018].
- Magdoń P., 2016: RIST – Rzeszowski Inteligentny System Transportowy po wdrożeniu, [w:], *Kongres Drogowy*, Rzeszów, [źródło elektroniczne] http://kongresdrogowy.pl/files/upload/PFD_10_RIST_Rzeszowski_ITS_PMagdon.pdf [dostęp: 04.08.2018].
- Okoń T., 2012: Priorytety dla transportu publicznego – lokalnie czy centralnie?, *ITS Przegląd*, [źródło elektroniczne] <http://przeglad-its.pl/2012/06/26/priorytety-dla-transportu-publicznego-%E2%80%93-lokalnie-czy-centralnie/> [dostęp: 03.08.2018].
- Osiecki A., 2018: Coraz łatwiej jeździć na wschodzie kraju, *Rzeczpospolita* z 23.11, A27.
- Pałys M., Pałys M., 2008: Telematyczne systemy do monitorowania środowiska drogowego w strukturze ITS/Win, *Środowisko* 2, 223–230, [źródło elektroniczne] <http://suw.biblos.pk.edu.pl/resourceDetailsRPK&rId=1307&rsAt=20> [dostęp: 03.08.2018].
- Rzeszow News, 2016: Urzędnicy zdali test ze znajomości rzeszowskich ulic, [źródło elektroniczne] <http://rzeszow-news.pl/urzednicy-zdali-test-na-znajomosci-rzeszowskich-ulic/> [dostęp: 22.02.2017].

- Rzeszowskiego Transportu Miejskiego e-info [b.d.], [źródło elektroniczne] <http://einfo.erzeszow.pl> [dostęp: 28.02.2018].
- Skupin W., 2014: Wrocław: Postawili efektywne tablice parkingowe, które... świecą pustkami, [źródło elektroniczne] <http://www.gazetawroclawska.pl/artykul/3572423,wroclaw-postawili-efektywne-tablice-parkingowe-ktore-swieca-pustkami,id,t.html> [dostęp: 01.05.2018].
- Szołtysek J., 2009: Podstawy logistyki miejskiej, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice.
- Szołtysek J., 2018: Ewolucja zainteresowań logistyki miasta – nowe kierunki eksploracji naukowo-badawczej, *Logistyka* 1, 11–15.
- Szołtysek J., Sadowski A., Kalisiak-Mądelska M., 2016: *Logistyka społeczna. Teoria i zastosowanie*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Tundys B., 2012: Wpływ rozwiązań logistycznych z zakresu logistyki miejskiej na kształtowanie rozwoju regionów, *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Transport* 75, 93–102.
- Urząd Miasta Rzeszów, 2012: O projekcie, [źródło elektroniczne] <http://www.transport.erzeszow.pl/o-projekcie/opis-projektu> [dostęp: 01.03.2018].
- Warpechowska B., 2018a: Bezemisijny transport publiczny w Jaworznie, *Puls Biznesu* z 22.11, [źródło elektroniczne] <https://www.pb.pl/bezemisijny-transport-publiczny-w-jaworznie-946372> [dostęp: 04.08.2018].
- Warpechowska B., 2018b: W drodze do inteligentnego miasta, *Puls Biznesu* z 07.06, [źródło elektroniczne] <https://www.pb.pl/w-drodze-do-inteligentnego-miasta-931544> [dostęp: 04.08.2018].
- Wydro K., 2005: Telematyka – znaczenie i definicje terminu, *Telekomunikacja i Techniki Informacyjne* 1–2, [źródło elektroniczne] <https://www.itl.waw.pl/czasopisma/TiTI/2005/1-2/116.pdf> [dostęp: 03.08.2018].
- Zarząd Dróg Miejskich i Komunikacji Publicznej w Bydgoszczy, 2015: ITS – to już się opłaca, [źródło elektroniczne] <http://www.zdmikp.bydgoszcz.pl/index.php/pl/inwestycje-i-projekty/2478-its-to-juz-sie-oplaca> [dostęp: 08.05.2018].
- Zarząd Dróg Miejskich i Komunikacji Publicznej w Bydgoszczy, 2015: O bydgoskim Systemie ITS, [źródło elektroniczne] <http://www.zdmikp.bydgoszcz.pl/index.php/pl/inwestycje-i-projekty/2305-o-systemie-its> [dostęp: 03.08.2018].

Adres do korespondencji:

mgr Joanna Stankiewicz

eMag.pl

e-mail: joannastankiewicz1994@gmail.com

dr Konrad Michalski

(<https://orcid.org/0000-0001-6997-352X>)

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Wydział Nauk Ekonomicznych

Katedra Logistyki

ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa

tel.: (+48) 22 593 56 03

e-mail: konrad_michalski@sggw.pl