

Rozdział 5

Inteligentne Systemy Transportowe – możliwości i efekty ich zastosowania w miastach – przykład Łodzi

Streszczenie. Celem głównym rozdziału jest przedstawienie korzyści i możliwości płynących z funkcjonowania Inteligentnych Systemów Transportowych w Łodzi. W pierwszej części tego tekstu wyjaśnione zostały założenia koncepcji smart city i jej istota we współczesnym świecie. Następnie poruszono kwestię Inteligentnych Systemów Transportowych i ich ścieżki rozwoju. Część empiryczna przedstawia nowoczesne systemy transportowe wprowadzone w Łodzi i efekty ich zastosowania. Zaprezentowano również wyniki badania ankietowego przeprowadzonego wśród kierowców poruszających się po Łodzi i osób użytkujących tamtejszy publiczny transport zbiorowy.

Słowa kluczowe: inteligentne miasto, Inteligentne Systemy Transportowe (ITS), telematyka, aplikacje ITS

Intelligent Transport Systems – Possibilities and Effects of Their Application in Cities – Example of Łódź

Abstract. The main objective of the study is to present the benefits and opportunities arising from the presence of Intelligent Transport Systems in Łódź. The first part of this chapter explains the concept of smart city and its essence in the modern world. Then the

* Maria Szymczyk – studentka kierunku Logistyka, Uniwersytet Łódzki, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny, ul. Rewolucji 1905 r. 37/39, 90-214 Łódź, e-mail: marysia.szymczyk@interia.pl

question of Intelligent Transport Systems and their development path was raised. The empirical part presents modern transport systems introduced in Łódź and the effects of their application. The results of a survey conducted on drivers moving around Łódź and people using local public transport were also taken into account.

Keywords: smart city, Intelligent Transport Systems (ITS), telematics, ITS applications

Wprowadzenie

Kluczowym czynnikiem składającym się na koncepcję inteligentnego miasta jest inteligentna mobilność. Wyzwaniem dla transportu miejskiego staje się dynamiczny rozwój miast i przyrost ludności w miastach. Upłynnienie ruchu i zwiększenie bezpieczeństwa na drogach oraz redukcja negatywnego wpływu transportu na środowisko naturalne to jedne z najważniejszych czynników przy wdrażaniu Inteligentnych Systemów Transportowych (ITS). Inteligentne Systemy Transportowe w smart city odgrywają znaczącą rolę w działaniach na rzecz poprawy efektywności procesów transportowych: przewozu towarowego i pasażerskiego. Analizy podejmowane w tym obszarze pozwalają zauważyć korzyści płynące z zastosowania nowoczesnych systemów transportowych, takie jak np. zwiększenie bezpieczeństwa pieszych i kierowców na drogach, a także zwiększenie przepustowości ruchliwych tras, a dzięki temu skrócenie czasu podróży. Inteligentne Systemy Transportowe pozwalają także na optymalizację kosztów zarządzania taborem drogowym oraz wspomagają działania na rzecz środowiska, tj. zmniejszenie emisji dwutlenku węgla. Ze względu na dynamicznie postępującą urbanizację miast widoczne są szkodliwe zjawiska w postaci zatłoczeń czy zanieczyszczeń. Przejawem dobrze zaplanowanego smart city jest zadowolenie jego mieszkańców. Śladami miast europejskich polskie aglomeracje miejskie wdrażają inteligentne systemy zarządzania ruchem. Zdecydowanie najczęściej w kontekście smart city mówi się o inteligentnym transporcie. Wyzwaniem dla władz samorządowych staje się sprawne zarządzanie ruchem drogowym oraz zachęcanie do korzystania z transportu publicznego i rezygnacji z transportu indywidualnego. Celem głównym rozdziału jest przedstawienie korzyści i możliwości płynących z wdrażania ITS w Łodzi. Zbadano zatem opinie kierowców poruszających się po obszarze miasta oraz osób użytkujących tamtejszy publiczny transport zbiorowy.

Inteligentne systemy transportowe jako element miejskich systemów transportowych

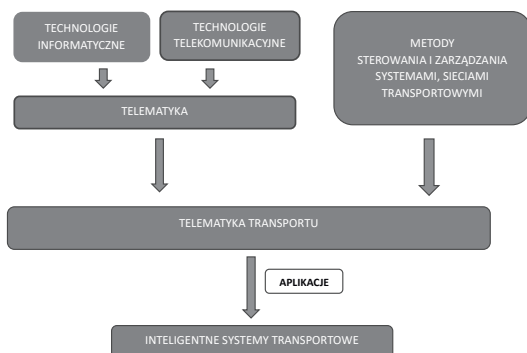
Efektywny rozwój miast w dzisiejszych czasach staje się priorytetem wraz z dynamicznym powiększaniem się obszarów miejskich. Jest to ważny aspekt zarówno dla państw wysoko rozwiniętych technologicznie, jak i dla krajów pozostających poza czołówką światową. Głównymi fundamentami miast przyszłości stają się takie płaszczyzny jak ekologia czy też zrównoważone i nowoczesne rozwiązania w dziedzinie zarządzania miastem oraz kształtowania jego infrastruktury. Uwzględniając strategiczne podejście do rozwoju miast w sferze gospodarczej, społecznej i środowiskowej, szczególną wagę przykładą się do wprowadzania nowej generacji technologii informacyjno-komunikacyjnych, wdrażania innowacji ekologicznych czy też nowoczesnych rozwiązań społecznych (innowacji społecznych) (Augustyn, 2020: 78).

Pojęcie smart city po raz pierwszy w historii zostało użyte w 2000 r. Bazało ono na wykorzystanym wcześniej terminie U-City, czyli Ubiquitous City – wszechobecne miasto. U-City interpretowano jako połączenie systemów informatycznych ze społecznymi, gdzie urządzenia podłączane są do sieci informacyjnej poprzez sieć bezprzewodową. Główną różnicą pomiędzy U-City a smart city jest stopień inteligencji (Noga, 2015: 71).

Andrea Caragliu, Chiara Del Bo i Peter Nijkamp (2011) określili smart city jako miasto, w którym inwestycje w kapitał ludzki i społeczny, infrastrukturę tradycyjną i nowoczesną są fundamentem zrównoważonego rozwoju gospodarczego, a także wysokiej jakości życia mieszkańców, przy jednoczesnym inteligentnym wykorzystaniu zasobów naturalnych. W smart city nie ma mowy o nieprzemyślanych działaniach. Reakcja na działania w inteligentnych miastach jest szybka i skuteczna, dlatego też sposób zarządzania jest efektywny (Szczech-Pietkiewicz, 2015: 75).

Jednym z wymiarów inteligentnego miasta jest smart mobility – transport i komunikacja. Miasto rozpatrywane jest tutaj jako ogromna sieć powiązań wykorzystujących ICT. Transport w ujęciu tradycyjnym, a także komunikacja cyfrowa działają z wykorzystaniem zaawansowanych technologii, które są niezbędne do funkcjonowania istniejącej infrastruktury. Telematyka transportu to dziedzina nauki, koncentrująca w sobie rozwiązania z obszaru informatyki i telekomunikacji. Jej celem jest zarządzanie, integrowanie i sterowanie ruchem w transporcie. Zastosowanie telematyki jest szersze i dotyczy też takich obszarów jak medycyna, ochrona środowiska czy magazynewanie.

Do prawidłowego funkcjonowania telematyki transportowej potrzebny jest czynnik ludzki i jego nadzór nad zaawansowanymi aplikacjami. W efekcie możemy zaobserwować powstawanie ITS. Schemat (rys. 1) prezentuje przejście technologii telekomunikacyjnych i informatycznych przez kolejne fazy – aż do momentu powstania ITS (Barwiński, Kotas, 2015: 26).



Rysunek 1. Poszczególne fazy przejścia informatyki i telekomunikacji w ITS

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Barwiński, Kotas, 2015: 27.

Inteligentne Systemy Transportowe są elementem systemu transportowego, a w ich skład wchodzi szerokie spektrum narzędzi opierających się na technologii informatycznej, elektronice pojazdowej oraz komunikacji bezprzewodowej, która w sposób sprawny i efektywny umożliwia zarządzanie infrastrukturą transportową i obsługą podróżnych. Systemy te określamy jako zaawansowane aplikacje, które same w sobie są tylko nośnikami informacji, lecz zapewniają lepsze, bardziej skoordynowane korzystanie z sieci transportowych (Perenc, Wojan, 2013). Funkcjonowanie transportu w takich systemach wspomagane jest przez zintegrowane rozwiązania: pomiarowe, telekomunikacyjne, informatyczne czy też informacyjne i automatycznego sterowania. Metody te połączone z fizycznymi systemami transportowymi, dostosowane do potrzeb tych systemów i realizowanych przez nie zadań to wspomniana już wcześniej telematyka transportu. Do składu wyposażenia infrastruktury transportowej i pojazdów wdrożone są właśnie technologie telematyczne, których głównym celem jest zarządzanie pojazdami, ładunkami i trasami w taki sposób, aby powodowały poprawę bezpieczeństwa, skrócenie czasu przejazdu, ograniczenia zatłoczenia, a także zmniejszenie zużycia paliwa (Kozłak, 2008).

Wyjaśnienie definicji ITS po raz pierwszy pojawiło się w 1994 r. na I światowym kongresie w Paryżu. Zdaniem specjalistów ITS jest zestawieniem przeróżnych technologii, takich jak technologie telekomunikacyjne, informatyczne, automatyczne czy pomiarowe z metodami sterowania ruchem transportowym, aby zapewnić usprawnienie istniejących systemów transportowych, zapobiegając negatywnym wpływom na środowisko naturalne i zapewniając ochronę życia ludzi. Biorąc pod uwagę przedmiot oddziaływania tychże systemów, wskazujemy hiperstrukturę transportu, w skład której wchodzi pojazdy, systemy sterowania, otoczenie oraz użytkownicy pojazdów (Barwiński, Kotas, 2015: 26).

Niezwykle ważnym aspektem w zakresie wdrażania ITS w przeróżnych obszarach i dla różnych odbiorców jest ich kompatybilność. Istotne jest zatem tworzenie wspólnych standardów architektonicznych ITS, aby mogły się wzajemnie uzupełniać i współdziałać. Do korzyści płynących z tego rozwiązania należą:

serwisowanie i dostęp do rynku dla poszczególnych elementów ITS o zestandaryzowanej architekturze; zaopatrywanie w rzetelne informacje dla odbiorcy; możliwość kalkulacji ekonomicznej i zaistnienie konkurencji; zrozumienie specyfiki ITS; kreowanie kompatybilnych systemów (zachęcanie do inwestowania w nie) (Barwiński, Kotas, 2015: 26).

Inteligentne Systemy Transportowe to instrument wspomagający procesy zarządzania transportem, który znajduje zastosowanie zarówno w obszarze miejskim, jak i pozamiejskim (Zysińska, 2013: 865). Zakres zastosowania ITS przedstawia tab. 1.

Tabela 1. Podział Inteligentnych Systemów Transportowych

Kategoria ITS	Nazwa usługi
informacja dla podróżnych (Traveller information)	informacja przed podróżą (Pre-trip information)
	informacja dla kierowcy w czasie podróży (On-trip driver information)
	informacja w czasie podróży transportem publicznym (On-trip public transport)
	prowadzenie wzdłuż trasy i nawigacja (Route Guidance and Navigation)
zarządzanie ruchem (Traffic management)	wspomaganie planowania transportu (Transportation planning support)
	sterowanie ruchem (traffic control)
	zarządzanie incydentami (Incident management)
	egzekwowanie przestrzegania przepisów (Policing, enforcing traffic regulations)
pojazd (Vehicle)	poprawa widoczności (Vision enhancement)
	zautomatyzowane kierowanie pojazdem (Automated vehicle operation)
	unikanie kolizji z innym pojazdem (Longitudinal collision avoidance)
	zastosowanie zaawansowanych systemów monitorujących stan pojazdu i kierowcy (Safety readiness)
pomoc (Emergency)	zastosowanie zaawansowanych systemów monitorujących stan pojazdu i kierowcy (Safety readiness)
	zarządzanie pojazdami ratowniczymi (Emergency vehicle management)
	materiały niebezpieczne i powiadomienie o incydentach (Hazardous Materials and incident notification)
bezpieczeństwo (Safety)	bezpieczeństwo w transporcie publicznym (Public travel safety)
	inteligentne skrzyżowania (Intelligent junctions)

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Wałek, 2016: 70–71.

Wdrażanie rozwiązań z obszaru ITS niesie za sobą korzyści przede wszystkim dla użytkowników dróg, czyli pieszych, kierowców, rowerzystów, użytkowników transportu zbiorowego, ale również dla środowiska czy władz miast (Tomaszewska, 2016: 132–133). Jedną z przesłanek wdrażania ITS jest poprawa przepustowości infrastruktury drogowej (Kozłak, 2008).

Tabela 2. Aplikacja ITS a redukcja wypadków drogowych – skuteczność aplikacji ITS

Aplikacja ITS	Ocena korzyści → redukcja wypadków
sterowanie ruchem za pomocą znaków o zmiennej treści	75–78%
akomodacyjne systemy sygnalizacji świetlnej	18–30%
kontrola wjazdów na główne drogi (Ramp Metering)	24%
automatyczny nadzór nad prędkością	50–80%
sterowanie ruchem na autostradach	30%
systemy informacji pogodowej ze znakami zmiennej treści	30–40%
monitorowanie stanu kierowcy	41%
systemy zarządzania zdarzeniami drogowymi	15%
systemy zarządzania służbami ratowniczymi	zmniejszenie liczby ofiar śmiertelnych o 12%
zarządzanie prędkością przez znaki zmiennej treści	41%
inteligentne dostosowanie prędkości – interwencyjne (ISA)	59%
inteligentne dostosowanie prędkości – ostrzegawcze	20%
systemy unikania kolizji	15% zdarzeń tylnych
układy utrzymania pasa ruchu	25%
eCall Automatyczne powiadomienie o wypadkach	zmniejszenie liczby ofiar śmiertelnych wypadków wśród kierowców i pasażerów o 5–10%
przypomnienie o zapięciu pasa	zmniejszenie liczby ofiar śmiertelnych wypadków wśród kierowców i pasażerów o 15,2%
elektroniczny program stabilizacji – ESP	40%

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Zysińska, 2013: 866–867.

Według statystyk Głównej Komendy Policji wypadki drogowe najliczniej występują na terenach zabudowanych. W ostatnim czasie szczególnie zwraca się uwagę na błędy ludzkie, które wynikają z braku predyspozycji i rzetelnej wiedzy czy nieatrzybnego stanu kierowcy itd. Do pozostałych przyczyn wypadków należy infrastruktura drogowa (np. słaby stan jezdni czy brak oświetlenia), ale także stan techniczny środków transportowych (np. defekt układu hamulcowego czy wady w ogumieniu) (Walek, 2016: 54). Tabela 2 przedstawia ocenę wpływu danych aplikacji ITS na zmniejszenie liczby wypadków drogowych (Zysińska, 2013: 865).

Na podstawie danych zaprezentowanych w tab. 2 można sformułować wniosek o znaczącym wpływie aplikacji ITS na redukcję wypadków drogowych. Automatyczny nadzór nad prędkością jest w stanie zmniejszyć wypadkowość aż o 80%.

Inteligentny transport w Łodzi

Głównym celem wdrażania ITS na terenie Łodzi było upłynnienie ruchu na drogach oraz poprawa funkcjonowania komunikacji publicznej. W skład tego zamierzenia wchodziło m.in.: optymalizacja czasu przejazdu komunikacją miejską; skrócenie czasu przejazdu indywidualnych pojazdów; efektywne i sprawne informowanie o ruchu pojazdów komunikacji miejskiej; wzrost liczby pasażerów komunikacji miejskiej, jednocześnie redukujący zatłoczenie pojazdów indywidualnych; ulepszenie jakości komunikacji miejskiej; zwiększenie bezpieczeństwa ruchu; redukcja negatywnego działania na środowisko naturalne, włączając w to minimalizację drgań, hałasu i zanieczyszczeń komunikacyjnych do otoczenia – wzrost jakości życia w mieście (Kiełbaska, Wronkowski, 2017: 202–203).

Za wdrożenie tego systemu w Łodzi odpowiadała firma Sprint S.A. będąca przedsiębiorstwem z ponadtrzydziestoletnim doświadczeniem w branży nowoczesnych technologii. Specjalizuje się ono w rozwiązaniach IT dla smart city, takich jak np. ITS czy monitoring wizyjny. Przedsiębiorstwo skupia się na wdrażaniu projektów teleinformatycznych, dostarczając rozwiązania najwyższej klasy do firm z sektora publicznego i prywatnego w celu ułatwienia zarządzania bezpieczeństwem publicznym, jak i bezpieczeństwem obiektów. W listopadzie 2015 r. w ramach przetargu na System Obszarowego Sterowania Ruchem firma Sprint S.A. wykonała system ITS, wyceniony na wartość 78 mln zł brutto (całkowity koszt inwestycji wyniósł około 750 mln zł). Środki finansowe przeznaczone na budowę systemu pochodziły w 60% z Programu Operacyjnego 7.3 pn. „Transport miejski w obszarach metropolitalnych” (UE). Co ciekawe, jest to największy ITS wprowadzony na terenach aglomeracyjnych w Polsce (Sprint, 2022). Jego planem była modernizacja trasy tramwaju wraz z systemem zasilania, o kierunku wschód–zachód (Retkinia–Olechów). Realizacja projektu trwała ponad 15 miesięcy i polegała

m.in. na wdrożeniu: podsystemu urządzeń sensorycznych i wideo, w tym kamer CCTV/ANPR; podsystemu obszarowego sterowania ruchem SCATS; podsystemu do zarządzania tunelem SCADA; podsystemu informacji dla kierowców; podsystemu informacji mobilnych; podsystemu zarządzania transportem publicznym MUNICOM; podsystemu informacji pasażerskiej; podsystemu zarządzania infrastrukturą drogową eDIOM (Kamiński, Oskarbski, 2017: 25).

Nagromadzone dane systemowe przetwarzane są w Centrum Sterowania Ruchem, gdzie podejmowane są strategiczne decyzje. Kooperujący z nim system SCADA wdrożony w tunelu przeznaczony jest dla ruchu pojazdów samochodowych. Poprzez automatyczną analizę obrazu z kamer system ten jest w stanie wykryć niebezpieczne sytuacje na drodze i w odpowiedzi steruje znakami aktywnymi, znajdującymi się na wylotach ulic wjazdowych do tunelu (Kamiński *et al.*, 2012). Do systemu w Łodzi wprowadzono również 236 sygnalizacji świetlnych i 126 kamer rozmieszczonych na 22 skrzyżowaniach. Dzięki obrazowi z kamer monitoringu wizyjnego można sprawować kontrolę nad obszarem danych skrzyżowań i wykrywać incydenty komunikacji miejskiej.

ANPR to system, który umożliwia automatyczny odczyt tablic rejestracyjnych i rodzaju pojazdu, zbierając równocześnie dane zarejestrowanego pojazdu w postaci zdjęć zwykłych i w podczerwieni. Dzięki kamerom do automatycznej rejestracji cech pojazdu można dokonać pomiaru czasu przejazdu pojazdów między punktami. W Łodzi wykorzystano aż 121 takich kamer, obsługujących 35 określonych systemowo odcinków dróg.

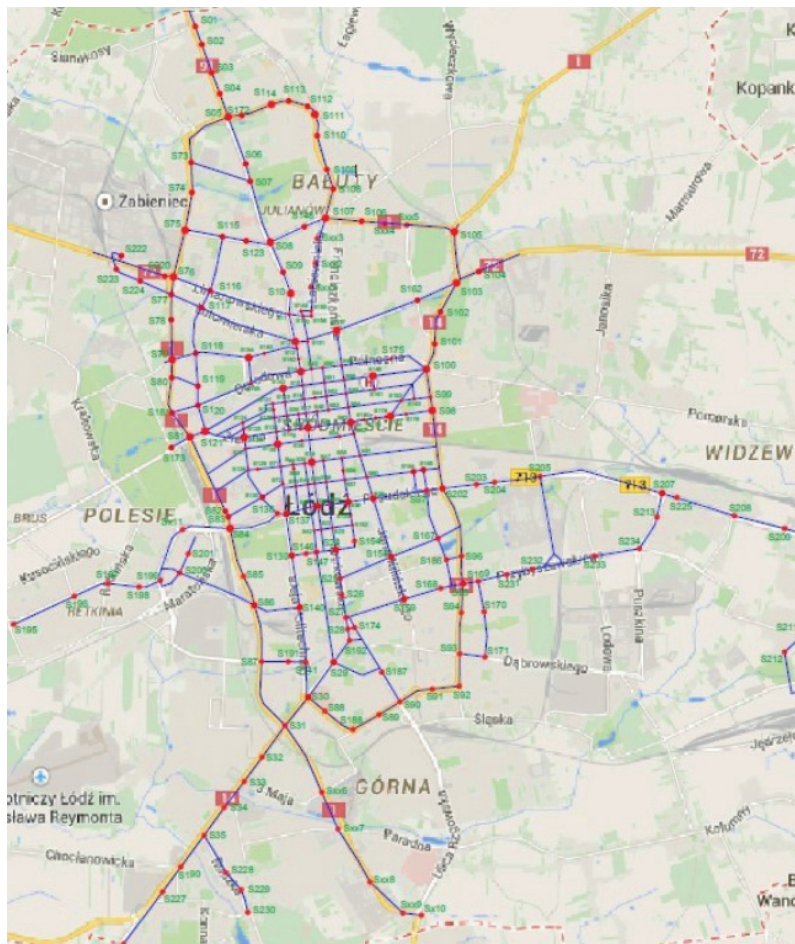
Podsystem informacji dla kierowców składa się z dziewięciu tablic o zmiennej treści – VMS. Informuje on kierowców o panujących w danej chwili warunkach na drogach na danych odcinkach i o czasie przejazdu pomiędzy wyznaczonymi punktami. Tablice wyświetlają symbol dostępności lub zamknięcia pasa ruchu czy nakaz jego zmiany.

Podsystem informacji przystankowej obejmuje 130 tablic umieszczonych na 65 przystankach w Łodzi. Wyświetlane są tam informacje o przyjeździe danego autobusu czy tramwaju. Podsystem informacji mobilnych, czyli publiczny portal internetowy opierający się na technologii www.its.lodz.pl, zapewnia podróżnym dostęp do informacji o ruchu w mieście (obraz z kamer CCTV, zdarzenia drogowe, ograniczenia drogowe).

Wdrożony system eDIOM dzięki aplikacji do ewidencji dróg i obiektów mostowych umożliwia zarządzanie infrastrukturą drogową (np. wykonanie analiz wstecz, wprzód czy nawet analizy stanu infrastruktury w celu jej poprawy).

Podsystem obszarowego sterowania ruchem SCATS pełni rolę najważniejszego elementu systemu, który zapewnia akomodacyjne sterowanie i pierwszeństwo przejazdu dla komunikacji miejskiej, tzw. „zielona fala”. System posiada urządzenia będące „punktami meldunkowymi”, umieszczonymi około 500 m od skrzyżowania. Pojazd nadjeżdżający do „punktu meldunkowego” przesyła drogą radiową do podsystemu zarządzania transportem publicznym – MUNICOM – informację o swoim rzeczywistym położeniu. Na tej podstawie system realizuje program

sterowania sygnalizacją świetlną na skrzyżowaniu (Kamiński, Oskarbski, 2017: 25–28). Rysunek 2 prezentuje schemat lokalizacji modernizowanych i wybudowanych skrzyżowań z sygnalizacją świetlną w Łodzi.



Rysunek 2. Mapa lokalizacji skrzyżowań z sygnalizacją świetlną podłączonych do systemu ITS w Łodzi
Źródło: ITS ŁÓDŹ (dostęp: 12.05.2022).

Dla Łodzi w projekcie ITS założono pięcioprocentową minimalizację czasu przejazdu dla pojazdów transportu indywidualnego i dla pojazdów transportu zbiorowego. W celu oceny efektów zastosowania ITS przeprowadzono serię pomiarów przed wdrożeniem i po wdrożeniu ITS. Pomiary dokonał Zarząd Dróg i Transportu w Łodzi oraz realizator systemu – przedsiębiorstwo Sprint S.A. Tabela 3 przedstawia efekty włączenia sygnalizacji świetlnych do systemu sterowania i zarządzania ruchem.

Tabela 3. Pomiar efektów włączenia sygnalizacji świetlnej do systemu sterowania i zarządzania ruchem w Łodzi

Miejsce	Długość korytarza (w km)	Liczba skrzyżowań z sygnalizacją świetlną	Efekty
al. Włókniarzy (DK1)	około 5	9	Skrócenie czasu przejazdu z 18 min do 8,5 min. Zmniejszenie liczby zatrzymań z 7 do 2
ul. Zachodnia	4	13	Skrócenie czasu przejazdu z 7 do 4 min. Zmniejszenie liczby zatrzymań z 4 do 1
tzw. „Trasa Górna” (droga w sieci dróg publicznych miasta Łodzi, łącząca al. Jana Pawła II z ul. Rzgowską)	około 1,6	3	Skrócenie czasu przejazdu z 3,5 min do 1,5 min. Zmniejszenie liczby zatrzymań z 2 do 0

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Kamiński, Oskarbski, 2017: 28.

W efekcie zastosowania systemu uzyskano średnie wyniki o wartości 29,46% w przypadku minimalizacji czasu przejazdu pojazdów transportu indywidualnego i 9,6% redukcji czasu przejazdu pojazdów transportu zbiorowego (Kamiński, Oskarbski, 2017: 25–28).

Dla większości miast w Polsce jednym z poważniejszych problemów jest wzrost natężenia ruchu drogowego. Straty w postaci braku płynności ruchu ponoszone są nie tylko przez kierowców, lecz także cierpi na tym środowisko naturalne. Jak donosi raport o korkach w siedmiu największych miastach Polski z 2013 r.: poruszający się po Łodzi, Wrocławiu, Warszawie, Krakowie, Katowicach, Gdańsku, Poznaniu ludzie tracili w korkach 13,1 mln zł dziennie, prawie 300 mln zł miesięcznie i około 3,5 mld zł rocznie (Rzepnikowska *et al.*, 2014: 4). Poprawa w aspekcie nadmiernego zatłoczenia komunikacyjnego, a także zanieczyszczenia powietrza w dużych miastach, takich jak np. Łódź, nie jest już możliwa bez wdrożenia nowych rozwiązań dla mobilności. Koncepcja inteligentnego miasta (smart city) przyczynia się do tworzenia tzw. ekosystemu elektromobilności, w skład której wchodzi: nowe rozwiązania w zarządzaniu nad mobilnością miast; technologie oparte na magazynowaniu energii; promowanie elektrycznych samochodów i rowerów; przechodzenie na autonomiczne systemy transportowe (Mężyk, Zamkowska, 2019: 232–233).

Obecnie polskie miasta i gminy zaczynają modernizować floty transportu zbiorowego, kupując pojazdy elektryczne i tworząc dla nich specjalnie wydzielone,

ekologiczne linie. Barię przy wdrażaniu tego są m.in. wysokie koszty zakupu pojazdu, budowa odpowiedniej infrastruktury ładowania czy też skomplikowany system pozwoleń budowlanych. Wzrastająca liczba ludności w miastach jest główną przyczyną rozwoju ekologicznego transportu. Władzom miast jako cel stawia się zachęcanie do korzystania z komunikacji miejskiej i uatrakcyjnianie tego, by spełniać wymagania w kontekście społecznym, ekonomicznym i ekologicznym podczas podróży tym środkiem transportu. Standardem staje się tworzenie ekologicznej i przyjaznej komunikacji zbiorowej, ze względu na dążenie do poprawy jakości życia mieszkańców (Dróżdż, 2018: 189–190).

Do 2022 r. Łódź dysponowała tylko jednym autobusem elektrycznym firmy Solaris (Urbino Electric), którym Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne (MPK) w Łodzi użytkuje od końca roku 2015. W celu obniżenia zanieczyszczenia powietrza w mieście w roku 2021 podpisano umowę na dostawę kolejnych 17 autobusów firmy Volvo 7900 Electric. Będą one całkowicie niskopodłogowe, dostosowane do potrzeb osób z niepełnosprawnością ruchową i będą w stanie przewieźć 75 pasażerów. Co więcej, wyposażone będą również w klimatyzację, monitoring wizyjny, ładowarki USB i system informacji pasażerskiej z ekranami LED. Elektrobusy na jednym ładowaniu bateryjnym mogą przejechać trasę ponad 100 km. Koszt zakupu wyniósł około 48 mln zł brutto, a unijne dofinansowanie objęło 84% wydatków. Zakup autobusów bezemisyjnych wiąże się przede wszystkim z redukcją zanieczyszczenia środowiska, ale także, co ważne dla mieszkańców miast, zapewnieniem płynnej jazdy i cichej pracy pojazdów. Fotografia 1 przedstawia łódzki autobus elektryczny firmy Solaris.



Fotografia 1. Autobus elektryczny firmy Solaris w Łodzi

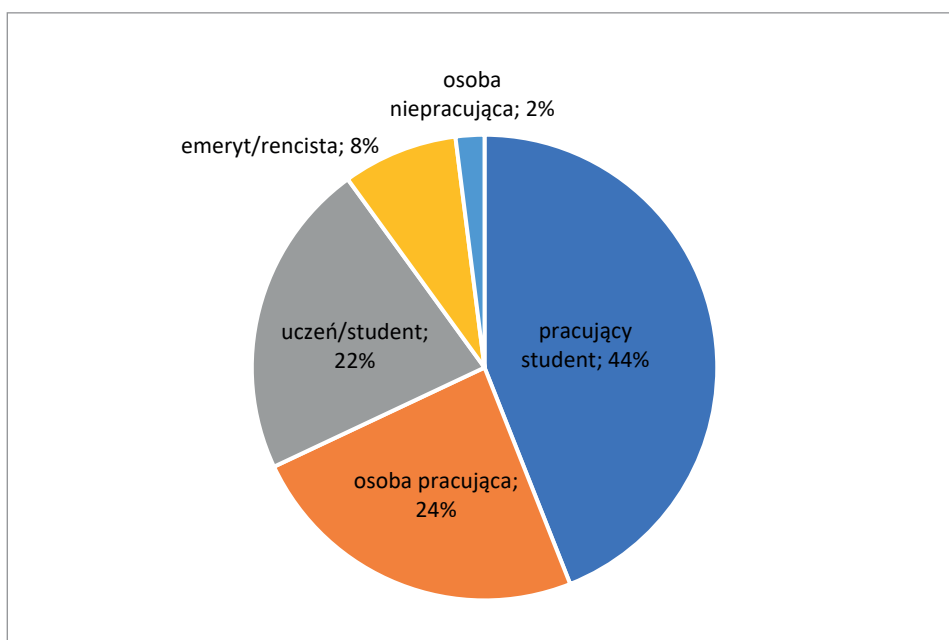
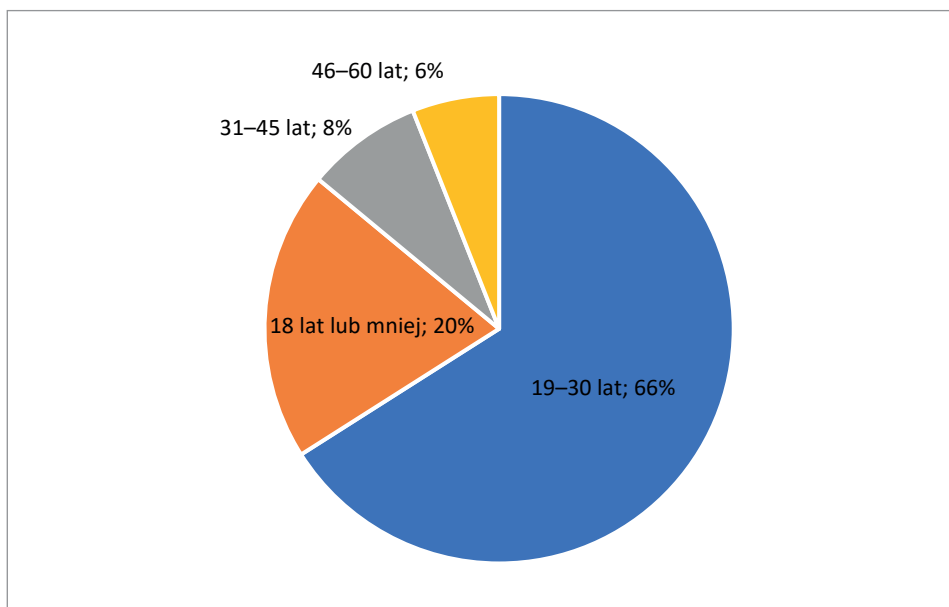
Źródło: *Autobus elektryczny na testach MPK Łódź*, Łódź Nasze Miasto, 2022.

Postrzeganie inteligentnych systemów transportowych przez użytkowników systemu transportowego Łodzi – analiza wyników przeprowadzonego badania

W maju 2022 r. przeprowadzono badanie ilościowe z wykorzystaniem ankiety internetowej, które dotyczyło możliwości i korzyści, jakie generują ITS dla usprawnienia ruchu i transportu w mieście. Skierowane było ono do kierowców poruszających się po Łodzi i osób użytkujących publiczny transport zbiorowy w Łodzi.

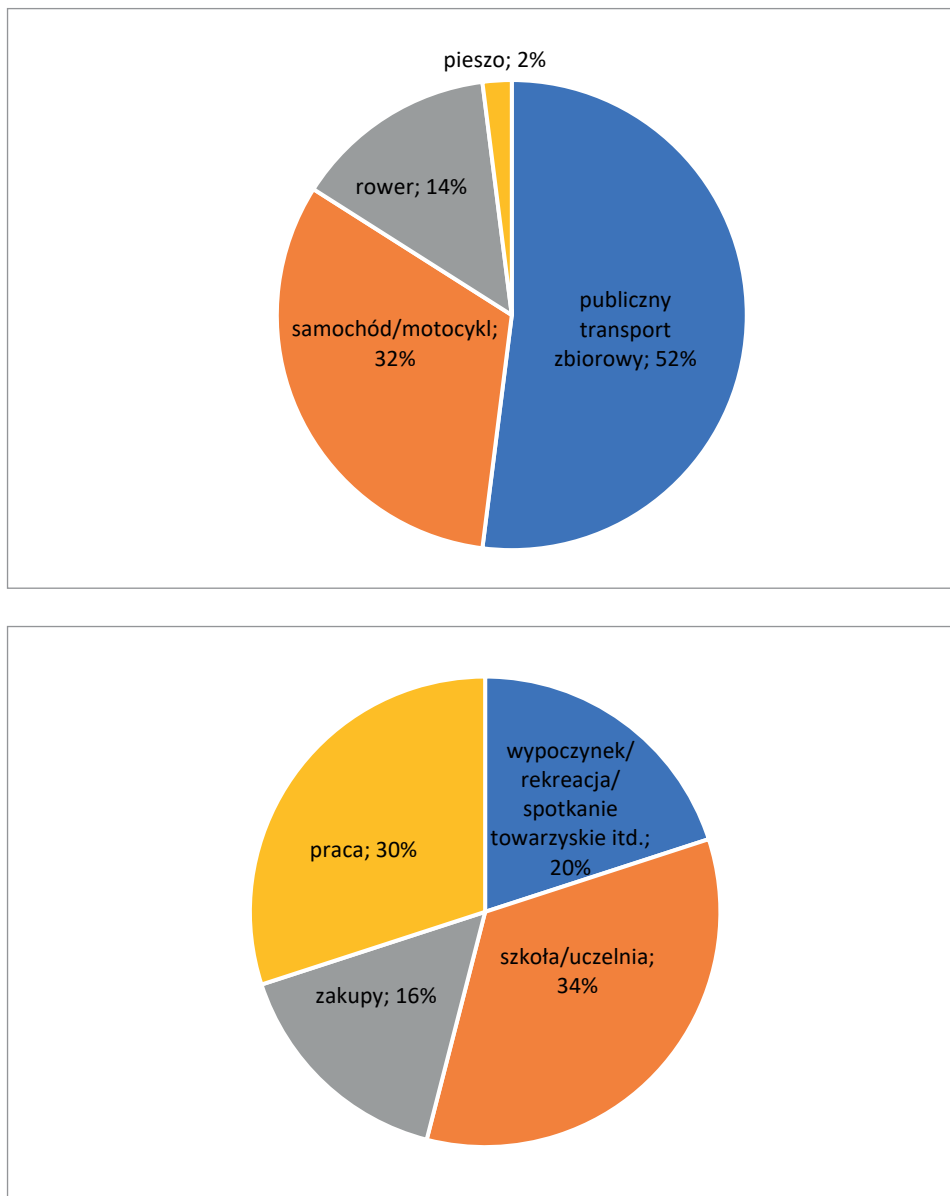
W badaniu ankietowym online wzięło udział 150 osób. Kobiety stanowią 54%, a mężczyźni 46% próby. Ankietowani należeli do czterech grup wiekowych: 18 lat lub mniej, 19–30 lat, 31–45 lat i 46–60 lat. Największa liczba osób biorących udział w badaniu (66%) znalazła się w przedziale wiekowym 19–30 lat, natomiast najmniej respondentów (6%) było z przedziału wiekowego 46–60 lat. Próba badawcza w kontekście statusu społeczno-zawodowego respondentów składała się z 44% pracujących studentów, 24% osób pracujących, 22% uczniów/studentów, 8% emerytów/rencistów i 2% osób niepracujących. Rysunek 3 przedstawia szczegółową charakterystykę badanej próby.

Ankietowanych zapytano o preferencje, co do wyboru środka transportu. Ponad połowa badanych opowiedziała się za najczęstszym korzystaniem z publicznego transportu zbiorowego, obejmującego tramwaje i autobusy (52%). Na drugim miejscu (32%) wybrano samochód/motocykl. Odpowiedzi – rowerem i pieszo wyniosły kolejno 14% i 2%. W kwestii celu podróży najczęstszą zaznaczaną opcją była szkoła/uczelnia – 34%. Również z podobnym wynikiem głosowania najczęstszym celem podróży ankietowanych jest praca – 30%. Wypoczynek/rekreacja/spotkanie towarzyskie itd. wskazało 20%, a zakupy 16% respondentów. Rysunek 4 prezentuje opisane wyniki.



Rysunek 3. Wiek i status społeczno-zawodowy respondentów

Źródło: opracowanie własne.



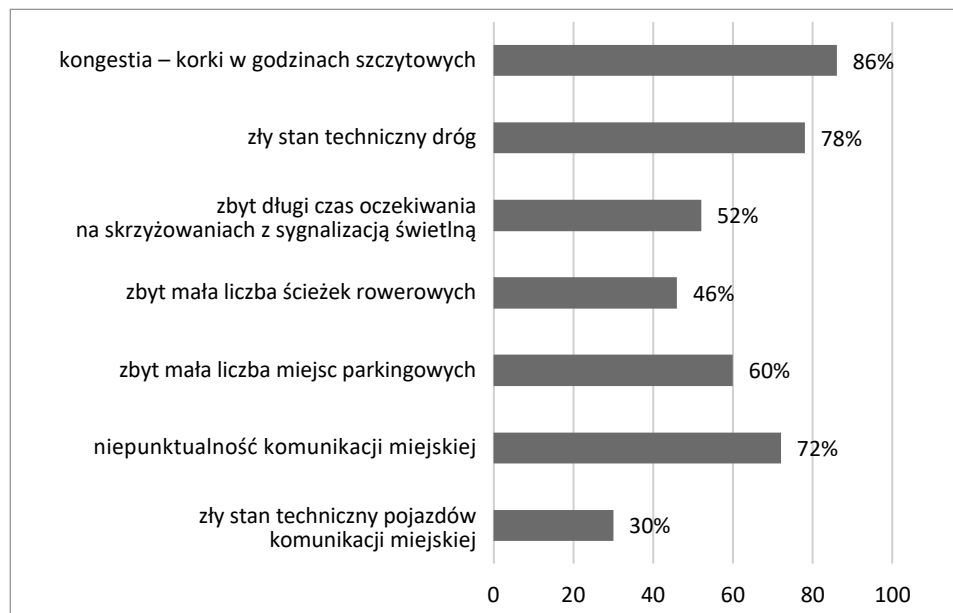
Rysunek 4. Preferencje respondentów co do wyboru środka transportu i celu podróży (%)

Źródło: opracowanie własne.

W kolejnym pytaniu ankietowym sprawdzono, z jakimi konkretnie problemami transportowymi spotykają się kierowcy i użytkownicy transportu publicznego w Łodzi. Okazało się, że głównym utrudnieniem miasta Łodzi jest opisywana w pierwszym rozdziale tej monografii kongestia – korki w szczytowych godzinach, gdyż aż 86% ankietowanych zadeklarowało tego typu problem. Na drugim miejscu

w rankingu znalazł się zły stan techniczny dróg – 78%, a na trzecim niepunktualność komunikacji miejskiej – 72%. Wśród pozostałych uciążliwości znajdują się m.in. zbyt długi czas oczekiwania na skrzyżowaniach z sygnalizacją świetlną – 52%, zbyt mała liczba ścieżek rowerowych – 46% i miejsc parkingowych – 60%, a także zły stan techniczny pojazdów komunikacji miejskiej – 30%.

Ankietowani w małym stopniu zauważali problemy dotyczące: braku systemów zarządzania ruchem miejskim, braku obwodnic i specjalnych obejść, braku nowoczesnych systemów technicznych i organizacyjnych, braku priorytetów dla komunikacji miejskiej, zbyt małej liczby przystanków, opóźnień na drogach wlotowych/wylotowych do/z miasta. Na podstawie tych informacji można stwierdzić, iż sytuacja po wprowadzeniu systemów w Łodzi, tj. sygnalizacji świetlnej, informacji pasażerskiej czy tzw. zielonej fali dla autobusów, wciąż nie rozwiązuje problemów transportowych związanych z kongestią – korkami w szczytowych godzinach. Rysunek 5 przedstawia ranking najczęściej występujących problemów transportowych w Łodzi.

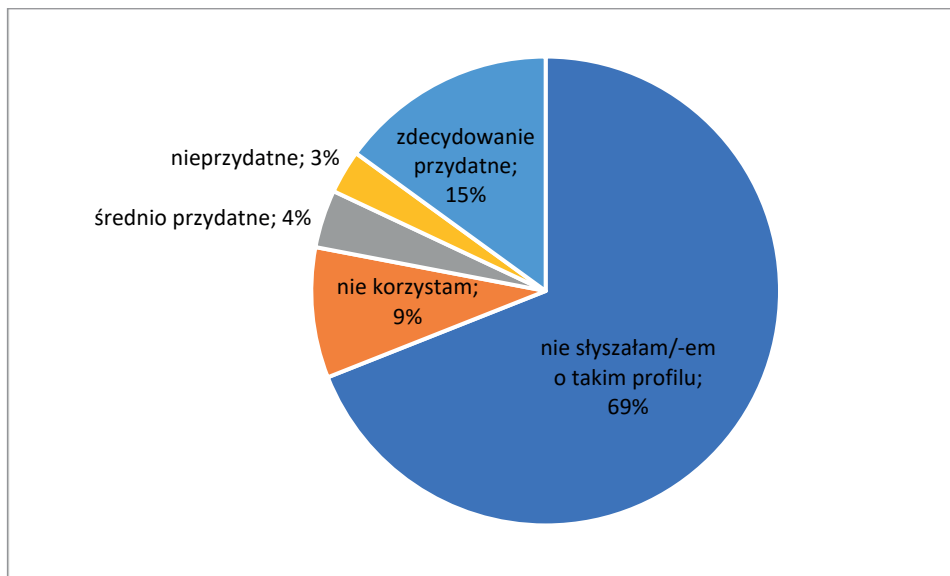


Rysunek 5. Ranking najczęstszych problemów transportowych występujących w Łodzi (w %)

Źródło: opracowanie własne.

ITS Łódź to portal internetowy zawierający dane dotyczące systemu informacji pasażerskiej, tj. konkretne godziny odjazdu/przyjazdu środka komunikacji miejskiej, rozkład linii tramwajowych, możliwość planowania tras podróży, informacje o ewentualnych zatorach czy spowolnieniach na trasie. W pytaniu dotyczącym oceny przydatności miejskiego portalu internetowego ITS Łódź ankietowani odpowiedzieli prawie w 70%, że nie słyszeli o nim (rys. 6). Może to świadczyć o słabej

promocji tej strony internetowej lub też oznaczać korzystanie z alternatywnych możliwości pozyskiwania informacji w postaci aplikacji na telefon, w której sprawie możemy odnaleźć przydatne informacje. Wśród respondentów, którzy zadeklarowali, że strona internetowa jest przydatna (15%), znajdowały się głównie osoby z przedziału wiekowego 31–45 lat. Warianty „średnio przydatne”, „nieprzydatne”, „nie korzystam” wskazało kolejno: 4%, 3% i 9%.



Rysunek 6. Ocena przydatności miejskiego portalu internetowego ITS Łódź (w %)

Źródło: opracowanie własne.

W kolejnej części badania respondentom zadano serię pięciu pytań i poproszono o zaznaczenie odpowiedzi „tak” lub „nie”. Pierwsze pytanie dotyczyło dostrzegania u siebie i u swoich bliskich zmniejszonej liczby przejazdów na czerwonym świetle. Zdecydowana większość odpowiedziała „tak”, bo aż trzy czwarte ankietowanych. Należy zauważyć, iż wprowadzony w Łodzi system rejestracji pojazdów przejeżdżających na czerwonym świetle działa skutecznie – możemy zatem wnioskować, że kierowcy w obawie przed mandatem unikają łamania przepisów drogowych. Drugie pytanie dotyczyło chęci zakupu pojazdu elektrycznego w ramach dofinansowania z racji istnienia stacji ładowania pojazdów elektrycznych. Większość ankietowanych wyraziła sprzeciw, gdyż aż prawie 60% uczestników. Może to wynikać z obawy związanej ze zbyt dużym kosztem zakupu takiego pojazdu pomimo dofinansowania lub też ze zbyt małej świadomości i promocji ekologicznych pojazdów².

² Zagadnienie postaw i intencji zakupu samochodów elektrycznych zostało omówione szerzej w rozdziale siódmym tej monografii.

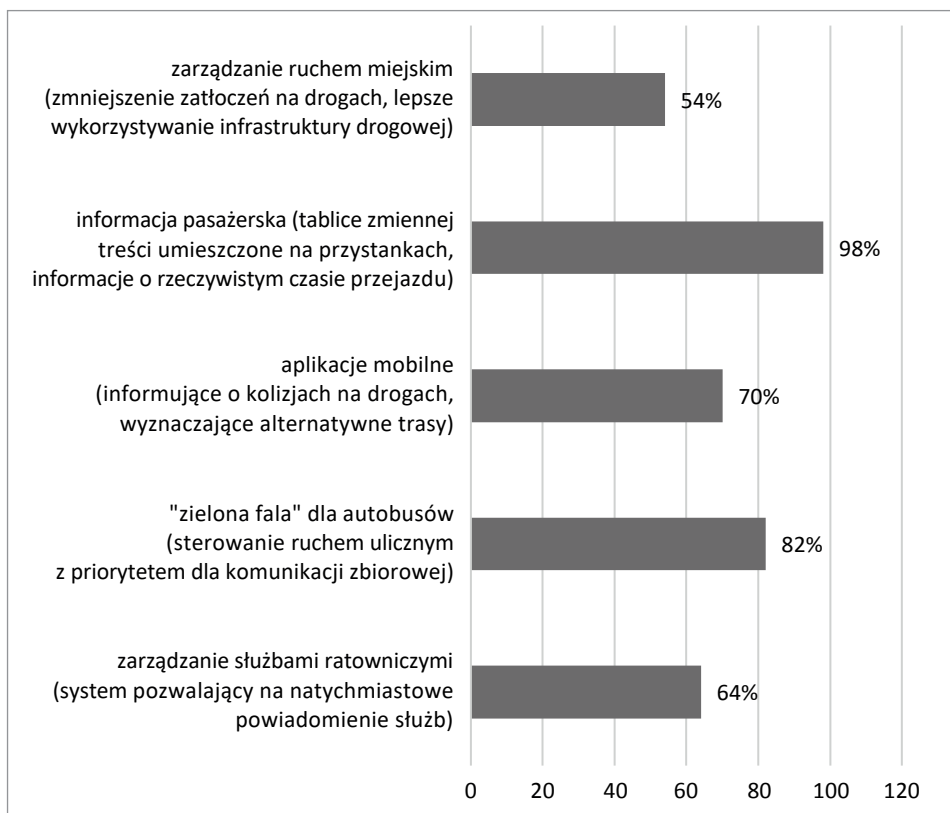
W opozycji do poprzedniego pytania, w kolejnym możemy zauważyć znaczące poparcie dla przydatności aplikacji informującej o kolizjach na drogach, natężeniu ruchu, wyznaczaniu alternatywnych tras (np. Mapy Google w Łodzi). Ankietowani w 92% odpowiedzieli „tak” – aplikacja jest przydatna. W pytaniu o sprawne działanie systemu Łódzkiego roweru miejskiego w dostarczaniu informacji o położeniu i sposobie wypożyczania tylko 10% ankietowanych zauważało wady w działaniu tego systemu wypożyczania rowerów w Łodzi, odpowiadając „nie”. Ostatnim zagadnieniem był wpływ Łódzkiego roweru miejskiego na zachęcenie ludzi do poruszania się po mieście rowerem. Na podstawie uzyskanych danych wiemy, że blisko 80% osób czuje się zachęcanych. Tabela 4 przedstawia wyniki badanej próby.

Tabela 4. Pytania i krótkie odpowiedzi respondentów na temat ITS w Łodzi

	Tak (%)	Nie (%)
Dostrzeganie u siebie/bliskich zmniejszonej liczby przejazdów na czerwonym świetle w związku z wprowadzeniem systemu rejestracji pojazdów przejeżdżających na wczesnym czerwonym świetle	72	28
Chęć zakupu pojazdu elektrycznego w ramach dofinansowania ze względu na istnienie stacji ładowania pojazdów elektrycznych	44	56
Sprawność działania aplikacji informujących o kolizjach na drogach, natężeniu ruchu, wyznaczaniu alternatywnych tras (np. Mapy Google) w Łodzi	92	8
Sprawność działania Łódzkiego roweru miejskiego w zakresie dostarczania informacji związanych z położeniem i sposobem wypożyczania rowerów	90	10
Wpływ istnienia Łódzkiego roweru miejskiego jako zachęta do poruszania się rowerem po mieście Łodzi	78	22

Źródło: opracowanie własne.

Ankietowanych poproszono o wskazanie konkretnych systemów ITS występujących w Łodzi, których działanie zauważają ze względu na ich wpływ na sprawność przemieszczania się. Prawie maksymalną liczbę głosów zdobył system informacji pasażerskiej (tablice zmiennej treści umieszczane na przystankach informujące o rzeczywistym czasie przyjazdu pojazdu komunikacji miejskiej) – 98%. Z równie wysokim uznaniem spotkał się system sterowania ruchem ulicznym (priorytet dla komunikacji zbiorowej tzw. „zielona fala”) – aż 82%. Na trzecim miejscu z wynikiem prawie 80% głosów znalazło się zarządzanie służbami ratowniczymi (system pozwalający na natychmiastowe powiadamianie służb ratowniczych). Respondenci zauważyli również działanie aplikacji mobilnej, informującej o kolizjach na drogach i wyznaczającej trasy alternatywne – równo trzy czwarte głosów. Pomimo słabej sytuacji na drogach w Łodzi, ponad połowa ankietowanych uważa też działanie ITS w kwestii zarządzania ruchem miejskim (zmniejszenie zatłoczenia na drogach i lepsze wykorzystywanie infrastruktury drogowej w Łodzi) – 54%. Wyniki zaprezentowano na rys. 7.

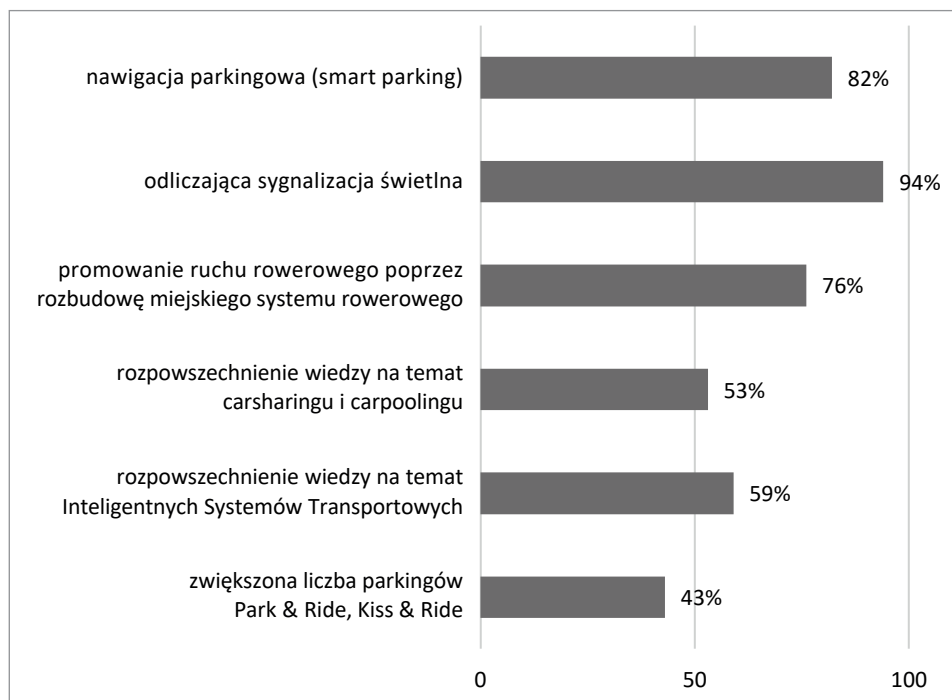


Rysunek 7. Postrzeganie ITS w Łodzi przez mieszkańców miasta

Źródło: opracowanie własne.

W podsumowaniu ankietowani mieli za zadanie wskazać kierunki rozwoju ITS w Łodzi. Rozkład odpowiedzi prezentuje rys. 8.

Największym poparciem – prawie maksymalnym – cieszył się projekt wprowadzenia odliczającej sygnalizacji świetlnej – aż 96%. Na drugim miejscu z równie wysokim wynikiem (82%) uplasowała się nawigacja parkingowa (smart parking). Na podium stanęło również promowanie ruchu rowerowego poprzez rozbudowę miejskiego systemu rowerowego bezobsługowych wypożyczalni rowerowych – 76%. Wysoko uplasowały się także pozostałe projekty: rozpowszechnianie wiedzy na temat ITS – 59%, popularyzacja wiedzy na temat carsharingu (system wypożyczania samochodów) i carpoolingu (oferowanie przejazdów prywatnym samochodem w celu dotarcia do tego samego miejsca i następnie podzielenia kosztu transportu) – 53%, zwiększenie liczby parkingów Park & Ride (pozostawianie pojazdów w wyznaczonych miejscach i przesiadanie się do komunikacji miejskiej, kontynuując drogę do celu), Kiss & Ride (wyznaczone miejsca służące do krótkiego postoju, mające ułatwić szybką przesiadkę pasażera do innego rodzaju transportu) – 43%.



Rysunek 8. Postrzeganie możliwych kierunków rozwoju ITS w Łodzi przez mieszkańców miasta

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowanie

Rozwój gospodarczy oraz zmiany w strukturze demograficznej mają istotny wpływ na to, w jaki sposób mieszkańcy poruszają się po miastach. Obecnie zwiększająca się liczba samochodów na drogach wywołuje szkodliwe efekty w postaci zwiększonej emisji spalin i hałasu, zatłoczenia transportowego w miastach, ale również obniżenia bezpieczeństwa mieszkańców w związku z wypadkami drogowymi. Nacisk stawiany jest na zmniejszenie udziału samochodów osobowych na korzyść komunikacji zbiorowej, jazdy na rowerze, hulajnodze czy przemieszczania się pieszo. Pozwala to na zmniejszenie natężenia korków, ale i pozytywnie wpływa na środowisko naturalne, a co za tym idzie również na ludzkie zdrowie. Warto także inwestować w rozwój nauk informatycznych, dzięki którym możliwy jest rozwój ITS. Obecnie standardem staje się wdrażanie w większości dużych miast zintegrowanych systemów związanych z zarządzaniem ruchem. Inwestycja w ITS z perspektywy efektywności systemów jest zdecydowanie tańsza niż rozbudowa istniejącej sieci drogowej.

Celem głównym artykułu było przedstawienie korzyści i możliwości płynących z występowania ITS w Łodzi. W ramach realizacji badania opisano pomiar efektów włączenia sygnalizacji świetlnej do systemu sterowania i zarządzania ruchem w Łodzi, który wykazał skrócony czas przejazdu pojazdów (blisko 30% w transporcie indywidualnym i prawie 10% w transporcie zbiorowym), ale także zmniejszoną liczbę zatrzymań, co wiąże się z poprawą bezpieczeństwa na drogach w Łodzi. Przeprowadzono także badania ilościowe wśród kierowców poruszających się po Łodzi i osób użytkujących łódzką komunikację miejską. W badaniu wzięło udział 150 osób. Wykazano, że w opinii respondentów, ITS są czynnikiem poprawiającym funkcjonowanie transportu oraz przyczyniają się do poprawy komfortu i bezpieczeństwa na drogach. Ankietowani zauważają wprowadzone inteligentne systemy w Łodzi i stwierdzają ich poprawne działanie. Respondenci zmieniają swoje niewłaściwe, nieprzepisowe zachowania drogowe dzięki wprowadzonym systemom (system rejestracji pojazdów przejeżdżających na czerwonym świetle), czują się bezpieczni dzięki aplikacjom informującym o kolizjach i wyznaczaniu alternatywnych tras, co pozwala również skrócić czas przejazdu, co przekłada się na zwiększenie komfortu podróżnych. Większość ankietowanych porusza się komunikacją miejską, co też dobrze świadczy o usprawnieniach wdrożonych w transporcie publicznym. Przy czym ankietowani zauważyli niepunktualność komunikacji miejskiej. Może to wynikać z niekompetencji kierowców lub po prostu z utrudnień na drogach.

Niestety największy problem transportowy Łodzi tkwi głównie w kongestii – korkach w szczytowych godzinach. Inteligentny System Transportowy nie poradził sobie z tym zadaniem w opinii ankietowanych. Jednym z czynników decydujących o tym może być zły stan techniczny dróg, na który systemy ITS nie mają bezpośredniego wpływu. Kierowcy chcąc ominąć dziurawe jezdnie, narażają się na niebezpieczeństwo i też w rezultacie tworzą tzw. korki.

Ankietowani popierają wdrażanie kolejnych systemów ITS w mieście. Odliczając sygnalizacja świetlna, nawigacja parkingowa, rozbudowa miejskiego systemu rowerowego to kierunki rozwoju transportowego Łodzi oczekiwane przez respondentów. Pożądaną perspektywą stają się również autobusy elektryczne, które cechują się płynną jazdą, cichą pracą i dodatkowymi udogodnieniami na miarę XXI w., co zdecydowanie przekłada się na komfort podróżowania mieszkańców Łodzi, przy okazji nie czyniąc szkód dla środowiska naturalnego.

Wnioski z przeprowadzonego badania mogą posłużyć do rozpoznania wad i barier napotkanych w ruchu drogowym czy też w procesie usprawnienia i udoskonalania komunikacji miejskiej w Łodzi. Kolejnym zastosowaniem wyników badania może być propagowanie aktywnych sposobów przemieszczania się tj. rowerem, pieszo, które mogłyby stać się ratunkiem na problemy z kongestią w miastach. Temat ITS powinien być przedmiotem dalszych badań, które posłużyłyby rozwojowi potencjału komunikacji miejskiej w Łodzi, a nawet w całej Polsce.

Bibliografia

- Augustyn A. (2020), *Zrównoważony rozwój miast w świecie idei Smart City*, Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok.
- Autobus elektryczny na testach MPK Łódź, Łódź Nasze Miasto, <https://lodz.naszemiasto.pl/autobus-elektryczny-na-testach-mpk-lodz/ar/c2-3543722> (dostęp: 24.05.2022).
- Barwiński S., Kotas P. (2015), *Inteligentne Systemy Transportowe w wybranych miastach Polski*, „Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe” 16, nr 10.
- Chrisidu-Budnik A. (2021), *Modern Trends in the Development of Smart Cities in the Context of Relational Potential*, Uniwersytet Wrocławski, Wrocław.
- Dróżdż W. (2018), *Elektromobilność w rozwoju miast*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kamiński T., Niezgoda M., Kruszewski M. et al. (2012), *Technical and organizational aspects of the Automatic Number Plate Recognition System (ANPR)*, „Archives of Transport System Telematics” 5.
- Kamiński T., Oskarbski J. (2017), *Wdrażanie systemów ITS na przykładzie miasta Łodzi i Bydgoszczy*, „Transport Samochodowy” 1.
- Kiełbaska P., Wronkowski D. (2017), *Zastosowanie koncepcji Smart City na terenie Łodzi*, [w:] U. Motowidlak, D. Wronkowski, A. Reńda (red.), *Różne oblicza logistyki. Zbiór prac studentów*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Koźlak A. (2008), *Inteligentne Systemy Transportowe jako instrument poprawy efektywności transportu*, „Logistyka” 2.
- Mężyk A., Zamkowska S. (2019), *Problemy transportowe miast. Stan i kierunki rozwiązań*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Noga M. (2015), *Smart City*, Polskie Towarzystwo Energetyki Słonecznej PTES – ISES, Instytut Techniki Ciepłej Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Nowe elektryczne autobusy zasilą flotę MPK Łódź. Kiedy wyjadą na ulice?, red/ŁÓDŹ.PL, <https://uml.lodz.pl/aktualnosci-lodzpl/arttykul-lodzpl/nowe-elektryczne-autobusy-zasilaj-flote-mpk-lodz-kiedy-wyjada-na-ulice-id46828/2022/1/14/> (dostęp: 30.05.2022).
- Perenc J., Wojan W. (2013), *Inteligentne systemy transportowe jako technologie sprzyjające rozwojowi sektora TSL*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego” nr 790, „Problemy Transportu i Logistyki” 23.
- Roads & Transport Authority – Explore RTA, <https://www.rta.ae/wps/portal/rta/ae/home/about-rta/explore-rta> (dostęp: 26.03.2022).
- Rzepnikowska M., Mikołajczak R., Antczak R. (2014), *Raport o korkach w 7 największych miastach Polski. Warszawa, Wrocław, Kraków, Poznań, Gdańsk, Łódź, Katowice*, Deloitte Targeo Polska.
- Sprint – Łączymy technologie, <https://sprint.pl/> (dostęp: 12.05.2022).
- Szczech-Pietkiewicz E. (2015), *Smart City – próba definicji i pomiaru*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 391.
- Tomaszewska E.J. (2016), *Inteligentne systemy transportowe w miastach – analiza studiów przypadku*, „Przedsiębiorczość i Zarządzanie” 17.

- Walek T. (2016), *Inteligentne Systemy Transportowe jako instrument poprawy bezpieczeństwa*, „Security, Economy & Law” 2.
- Weresa M.A., Kowalski A.M. (2018), *Rola miast w kształtowaniu przewag konkurencyjnych Polski*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa.
- Zysińska M. (2013), *Rozwój inteligentnych systemów transportowych w Polsce*, „TTS Technika Transportu Szynowego” 10.