

Analiza i ocena rozwiązań telematycznych w transporcie miejskim w Białymstoku

Beata Rydel

e-mail: beatarydel.97@gmail.com

Julia Siderska 

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: j.siderska@pb.edu.pl

DOI: 10.24427/az-2022-0060

Streszczenie

Tematyka artykułu obejmuje problematykę zarządzania logistycznego w miastach, przy wykorzystaniu nowoczesnych technologii telematycznych. W części teoretycznej omówiono znaczenie pojęcia telematyki oraz wskazano innowacyjne technologie, w tym przede wszystkim w zakresie transportu, które mogą być wdrażane w miastach. Za cel główny artykułu przyjęto ocenę funkcjonowania rozwiązań telematycznych w transporcie miejskim w Białymstoku, poznanie oczekiwań mieszkańców oraz zaproponowanie nowych rozwiązań technologicznych, podnoszących ich satysfakcję w tym obszarze. Zdecydowana większość mieszkańców postrzega Białystok jako miasto przyjazne do życia. Respondenci biorący udział w badaniu są otwarci na wprowadzenie nowych rozwiązań do systemu transportowego miasta. Badanie pozwoliło również zidentyfikować główne problemy w transporcie miejskim, którymi są: kongestia, zbyt mała liczba miejsc parkingowych oraz długi czas oczekiwania na skrzyżowaniach świetlnych. Mieszkańcy wskazali także nowe rozwiązania z zakresu telematyki, które mogłyby poprawić jakość transportu miejskiego, to jest: sekundniki przy sygnalizacjach świetlnych, aplikacja do podglądu i rezerwacji wolnych miejsc na parkingach miejskich oraz system powiadamiania o zdarzeniach drogowych.

Słowa kluczowe

telematyka, rozwiązania telematyczne, transport miejski, inteligentny system transportowy

Wstęp

Rozbudowa węzłów komunikacyjnych, dynamicznie rosnący wolumen transportowanych towarów, a także styl życia mieszkańców powodują ograniczenie przestrzeni w miastach [Tundys, 2008]. Rosnąca liczba ładunków przewożonych w obszarze miasta powoduje obniżenie wydolności jego systemu transportowego, a tym samym występowanie zjawiska kongestii, wzrost poziomu hałasu oraz zanieczyszczeń powietrza [Russo i Comi, 2020]. Innymi częstymi przyczynami kongestii są przede wszystkim układ i zabudowa ośrodka miejskiego, remonty dróg, ograniczony budżet na infrastrukturę drogową, różniące się koszty prywatnego i miejskiego transportu oraz wszelkie kontrole związane z transportem osób i towarów. Przeciążenie dróg skutkuje między innymi zwiększeniem nakładów na utrzymanie infrastruktury, pojazdów, marnotrawstwo czasu, utrudnienie podróży, frustrację kierowców, zwiększone ryzyko wypadków oraz obniżenie zdolności inwestycyjnych miasta [<https://e-promag.pl/kongestia,486.html>, 14.03.2021].

Aglomeracje powinny funkcjonować w oparciu o założenia zrównoważonego rozwoju, czyli zapewniać takie oddziaływanie społeczeństwa i gospodarki na środowisko naturalne, aby zaspokoić potrzeby użytkowników miasta, a tym samym pozostawić naturę w jak najmniej naruszonym stanie dla przyszłych pokoleń. Polega to na intensyfikowaniu postępu technologicznego i społecznego, przy jednoczesnym nieograniczaniu możliwości rozwoju środowiska [Obłuska, 2019].

Aktualny trend zakłada wdrażanie w miastach założeń koncepcji *smart city*. Polega to przede wszystkim na polepszaniu jakości życia mieszkańców za pomocą wprowadzania do systemu miejskiego rozwiązań opartych przede wszystkim na Internecie Rzeczy i innych innowacyjnych technologiach, a miasto powinno być kreatywnym i zrównoważonym obszarem [Choińska i Szpilko, 2021; Szpilko, 2020; Winkowska i in., 2019; Szpilko i in., 2019; Piórkowska i Szpilko, 2019].

Cechą charakterystyczną wdrażanych rozwiązań jest korzystanie z szybkiej łączności internetowej, dzięki której możliwe jest pozyskiwanie, przetwarzanie oraz gromadzenie dużej liczby danych w czasie rzeczywistym. W miastach wykorzystywane jest to w systemach telematycznych odpowiedzialnych m.in. za sterowanie ruchem, monitoring na drogach, przekazywanie bieżących informacji na drodze oraz wspomaganie użytkowników dróg. Wszystkie technologie stosowane są do poprawy przepustowości na drogach, poprawy bezpieczeństwa i komfortu codziennego funkcjonowania wszystkich osób przebywających na terenie miasta.

Celem artykułu jest ocena funkcjonowania rozwiązań telematycznych w transporcie miejskim w Białymstoku, poznanie oczekiwań mieszkańców w tym obszarze

oraz zaproponowanie nowych rozwiązań technologicznych podnoszących ich satysfakcję. W artykule przedstawiono wyniki pilotażowego sondażu diagnostycznego, przeprowadzonego wśród 126 mieszkańców Białegostoku.

1. Przegląd literatury

Pojęcie telematyki stanowi połączenie dwóch wyrazów: telekomunikacji oraz informatyki [https://media.webfleet.com/legacy/ttt/lib/assets/ttt/doc/whitepapers/pl_pl/ttt-history-of-telematics.pdf, 15.11.2022]. Telematyka definiowana jest jako „rozwiązania telekomunikacyjne, informatyczne i informacyjne oraz rozwiązania automatycznego sterowania dostosowane do potrzeb obsługiwanych systemów fizycznych – wynikających z ich zadań, infrastruktury, organizacji, procesów utrzymania oraz zarządzania – i zintegrowane z tymi systemami” [Wydro, 2005]. Systemy fizyczne traktowane są jako struktury wykorzystywane do określonej czynności, np. śledzenia przesyłki lub monitorowania trasy pojazdu [Sałek i Kliś, 2012]. W literaturze pojęcia: “systemy telematyczne” oraz “systemy teleinformatyczne” są używane zamiennie. Działanie telematyki polega na wykorzystaniu technologii do gromadzenia, przesyłania oraz odbierania informacji pomiędzy rozproszonymi obiektami i urządzeniami telekomunikacyjnymi połączonymi za pomocą sieci. Telematyka obejmuje telekomunikację, informatykę, elektrotechnikę, łączność bezprzewodową oraz transport. W transporcie rozwiązania telematyczne pozwalają na zarządzanie informacją i wraz z systemem GPS możliwe jest m.in. utrzymywanie optymalnego przepływu pojazdów, pobieranie opłat, bądź informowanie o zagrożeniach [<https://www.sparkbit.pl/pl/telematyka-obszary-zastosowania.25.04.2021>]. Poprzez zastosowanie telematyki możliwa jest integracja między gałęziami transportu, usprawniając tym samym funkcjonowanie transportu intermodalnego [Mikulski, 2007]. Takiej integracji podlegają infrastruktura drogowa, środki transportu, przedsiębiorstwa planujące i zarządzające procesem transportowym, rozwiązania i oprogramowanie do wymiany i gromadzenia informacji, jak również użytkownicy miejskiego systemu transportowego. W transporcie systemy telematyczne mogą obsługiwać pojedyncze rodzaje transportu, określony obszar administracyjny, jak również systemy są zdolne do współpracy między jednostkami administracyjnymi, a nawet między odległymi od siebie państwami [Wydro, 2005].

Każda komunikacja i integracja systemu informatycznego z elementami codzienności może być uznana za telematykę, od zdalnego otwierania bramy garażowej, aż po sterowanie ruchem ulicznym. Głównym jej celem jest ułatwienie użytkownikom funkcjonowania. Dane przetwarzane na bieżąco w systemach telematycznych znajdują zastosowanie w optymalizacji systemu transportowego miasta,

a dzięki ich analizie można lepiej dostosować usługę komunikacji miejskiej do potrzeb mieszkańców. Mobilność jest w dużym stopniu utożsamiana z rozwojem miasta i jego zdolnością do zaspokajania różnorodnych oczekiwań użytkowników. Zrównoważona mobilność w miastach określana jest przede wszystkim za pomocą wskaźników, takich jak: wykorzystanie przestrzeni miejskiej, zagęszczenie ruchu, opóźnienia transporcie osób i towarów, bezpieczeństwo i komfort podróży, czas dojazdu do pracy, dostępność do usług publicznych oraz łączność [Edoardo i in. 2007]. Na podstawie analizy takich parametrów władze miast mogą określić szanse i wyzwania w zakresie mobilności. Pozwala to również wytypować newralgiczne punkty w ruchu miejskim i ograniczać ich negatywny wpływ na funkcjonowanie systemu miejskiego. Zakłócenia w systemie transportowym oddziałują nie tylko na pobliskie obszary ich występowania, ale również na cały system. Skuteczne zarządzanie zakłóceniami wymusza konieczność integracji pod względem czasowym i przestrzennym. Takiej integracji sprzyja wykorzystanie rozwiązań telematycznych [Nowakowska-Grunt i Chład, 2015, s. 133].

Nowoczesne systemy teleinformatyczne działają za pośrednictwem różnego oprogramowania i aplikacji na urządzeniach korzystających z sieci komórkowych (GSM) i internetowych (WLAN), systemów satelitarnych, łączności radiowej oraz baz danych i raportów drogowych. Poprzez kamery, czujniki i radary systemy pozyskują i gromadzą informacje między innymi odnośnie lokalizacji pojazdu, pogody, natężenia ruchu, czy też informacje o wypadku drogowym [Nowacki, 2008, s. 61]. Rozwiązania telematyczne stosowane do regulacji ruchu w mieście tworzą inteligentne systemy transportowe (*ang.* ITS – *Intelligent Transportation System*) [Mijałska-Szewczak i Stoma, 2016].

Zastosowanie telematyki w systemie transportowym dotyczy połączenia infrastruktury drogowej, urządzeń elektronicznych oraz oprogramowania w nich zawartego. Głównym celem wdrażania rozwiązań telematycznych do sieci transportowej jest polepszenie jakości i wydajności całego systemu miejskiego transportu [Suarez i Szytko, 2017]. Projektowanie ITS ma za zadanie przede wszystkim zapewnienie zwiększonej przepustowości dróg, ograniczenie wypadków, podnoszenie jakości transportu publicznego, zmniejszenie negatywnego wpływu transportu na środowisko oraz bieżące monitorowanie tego, co dzieje się na drogach [Daiebal i in., 2019].

Rozwój inteligentnych systemów transportowych sprzyja poprawie bezpieczeństwa i niezawodności poszczególnych systemów. Pozwala to również na optymalizację tras przejazdu, a tym samym obniżenie kosztów organizacji transportu. Ważną kwestią dotyczącą bezpieczeństwa i niezawodności systemów transportowych jest umiejętność systemu w zakresie pozyskiwania informacji wysyłanych przez okre-

ślone podmioty biorące udział w procesie transportowym. Potem następuje integracja pozyskanych informacji i ich ocena pod względem jakościowym i ilościowym, aby przefiltrować informacje cenne dla procesu decyzyjnego [Neumann, 2018]. Inteligentne systemy transportowe określają technologie wykorzystywane w sygnalizacjach świetlnych, systemach parkowania, drogach i punktach poboru opłat oraz służą do skomunikowania pojazdów z infrastrukturą [Edoardo i in. 2007].

Wprowadzenie rozwiązań z zakresu telematyki do systemu transportowego jest niezbędne dla utrzymania optymalnych przepływów w zakresie logistyki miejskiej. W miejskim transporcie telematyka służy przede wszystkim do ograniczania kongestii i jej efektów. Głównym celem jej wprowadzania do miejskiego systemu transportowego jest gromadzenie i zarządzanie informacjami, czego efektem jest zwiększenie wydajności procesów logistycznych zachodzących w mieście. Związane jest to z monitorowaniem i kontrolą przepływających przez system danych. Inteligentne systemy transportowe wpływają na efektywność miejskiego transportu towarowe [Małecki i Iwan, 2014].

W większych miastach, takich jak Białystok, można zaobserwować korzyści płynące z wprowadzenia inteligentnego systemu zarządzania ruchem. Białystok był pierwszym miastem w Polsce, w którym inteligentny system zarządzania ruchem objął cały obszar miasta. System został wdrożony w 2015 roku na 120 skrzyżowaniach. System zarządzania ruchem jest częścią projektu „Poprawa jakości funkcjonowania systemu transportu publicznego miasta Białegostoku”. Projekt zakładał m. in. przebudowę ulic, wdrożenie systemu zarządzania ruchem i informacji dla pasażerów, budowę centrum przesiadkowego przy ulicy Sienkiewicza oraz modernizację i zakup nowych ekologicznych autobusów. Z raportu TomTom Traffic Index 2020 wynika, że Białystok jest jednym z najmniej zakorkowanych miast w Polsce (poziom zatłoczenia wynosi 22%).

Utrzymanie i organizacja transportu zbiorowego są jednymi z najbardziej obciążających budżet miasta kosztów, dlatego organizatorzy starają się korzystać z narzędzi do ich optymalizacji. Jednym z takich rozwiązań, bazujących na telematyce, jest system automatycznego zliczania pasażerów i wypełnienia pojazdów. W mieście funkcjonuje również zasilany panelami fotowoltaicznymi zewnętrzny system informacji pasażerskiej (tablice określające nazwę przystanku, numer linii, kierunek jazdy, czas pozostały do przybycia autobusu). Zastosowanie technologii informatycznych w logistyce miejskiej Białegostoku ma również miejsce w systemie wypożyczania rowerów miejskich BiKeR.

2. Metodyka badań

Celem badań było poznanie opinii mieszkańców Białegostoku w zakresie ich potrzeb związanych z funkcjonowaniem i rozwojem rozwiązań telematycznych w transporcie miejskim. W artykule przedstawiono wyniki przeprowadzonego sondażu diagnostycznego, przeprowadzonego techniką CAWI (ang. *Computer Assisted Web Interview*), w okresie od maja do lipca 2021 roku. Link do elektronicznego kwestionariusza badawczego został zamieszczony w popularnych portalach społecznościowych, jak Facebook, czy LinkedIn. Badanie skierowano do osób zamieszkujących lub przebywających długotrwale na terenie Białegostoku. Łącznie uzyskano zwrotnie 126 poprawnie wypełnionych kwestionariuszy ankietowych.

Ankieta składała się łącznie z 14 pytań zamkniętych i metryczki. W próbie badawczej kobiety stanowiły 40,5% (51 osób), a mężczyźni 59,5% (75 osób). Respondentami były głównie osoby młode, to jest w wieku 25-39 lat (46,8% wszystkich respondentów) oraz w wieku 16-24 lata (29,4%). Trzecią co do liczności grupę (22,2% wszystkich odpowiedzi) stanowiły natomiast osoby w wieku 40-59 lat. Najmniejsza liczba odpowiedzi pochodziła od osób 60 lat i więcej, co stanowiło 1,6% ogółu respondentów. Struktura respondentów wynika głównie ze sposobu rozpowszechniania kwestionariuszy. Analizując poziom wykształcenia osób biorących udział w badaniu należy wskazać, że najwięcej ankietowanych ma wykształcenie wyższe (76,2%), z czego 39,7% wyższe techniczne. Drugą co do liczności grupę respondentów stanowiły osoby z wykształceniem średnim (19% wszystkich odpowiedzi). Najmniej licznie w badaniu udział wzięły osoby z wykształceniem podstawowym (1,6%) oraz zasadniczym zawodowym (3,2%).

3. Wyniki badań

Większość osób biorących udział w badaniu (84,1%) oceniła Białystok jako miasto przyjazne do życia. Zdecydowane tę opinię podziela 37,3% respondentów. Odpowiedź „raczej przyjazne miasto” zaznaczyło 46,8% ankietowanych. Trudności w jednoznacznym określeniu swojego stosunku do oceny Białegostoku jako miasta dobrego do życia miało 7,9% osób. Podobna liczba osób uważa Białystok za raczej nieprzyjazne miasto (8,1%). Działania na rzecz doskonalenia jakości transportu w mieście pozytywnie oceniło 55,6% respondentów. Dosyć duży (30,2%) jest również udział odpowiedzi osób, które nie potrafiły jednoznacznie określić, czy prowadzone przez miasto działania są według nich odpowiednie, czy też nie. Natomiast negatywny stosunek do czynności podejmowanych na rzecz poprawy jakości funk-

cjonowania transportu miejskiego wyraziło blisko 14,3% respondentów. Jest to do-
 syc znaczny udział, co może świadczyć o konieczności opracowania nowej strategii
 rozwoju miejskiego systemu transportowego.

Respondenci poproszeni zostali o określenie przyczyn wyboru transportu pu-
 blicznego, jako środka lokomocji. Najczęstszymi z nich, w opinii respondentów, są:
 brak możliwości skorzystania z innych formy transportu (brak własnego samo-
 chodu, brak uprawnień, niezdolność do prowadzenia pojazdów, itp.), niski koszt po-
 dróży, bliska odległość do przystanków oraz dobre połączenia między liniami. Nie-
 wielu mieszkańców wskazało na komfort i bezpieczeństwo jazdy oraz punktualność
 przyjazdów autobusów. Może to być zatem obszar, który należy udoskonalić
 w transporcie miejskim. Na rysunku 1 przedstawiono odpowiedzi ankietowanych
 w tym zakresie.



Rys. 1. Główne przyczyny wyboru transportu miejskiego

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Respondenci poproszeni zostali także o dokonanie oceny funkcjonowania trans-
 portu publicznego w Białymstoku, uwzględniając dziewięć wskazanych aspektów,
 w tym np. koszt podróży, stan techniczny taboru, czy punktualność. Liczbę wskazań
 respondentów na poszczególne czynniki mających wpływ transport zebrano w tabeli
 1.

Tab. 1. Liczba odpowiedzi dotyczących poszczególnych czynników wpływających na funkcjonowanie transportu

	Zdecydowanie dobrze	Raczej dobrze	Trudno powiedzieć	Raczej źle	Zdecydowanie źle
Koszt podróży	11	42	15	32	8
Komfort i bezpieczeństwo jazdy	12	55	25	14	2
Połączenia między liniami	16	54	24	9	5
Częstotliwość kursów	14	50	26	14	4
Punktualność	12	46	28	15	8
Bliskość przystanków	18	64	20	4	1
Aktualność rozkładów jazdy	24	59	20	3	2
Dostępność do punktów zakupu biletów	17	35	28	20	8
Stan techniczny taboru	13	57	25	10	3

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

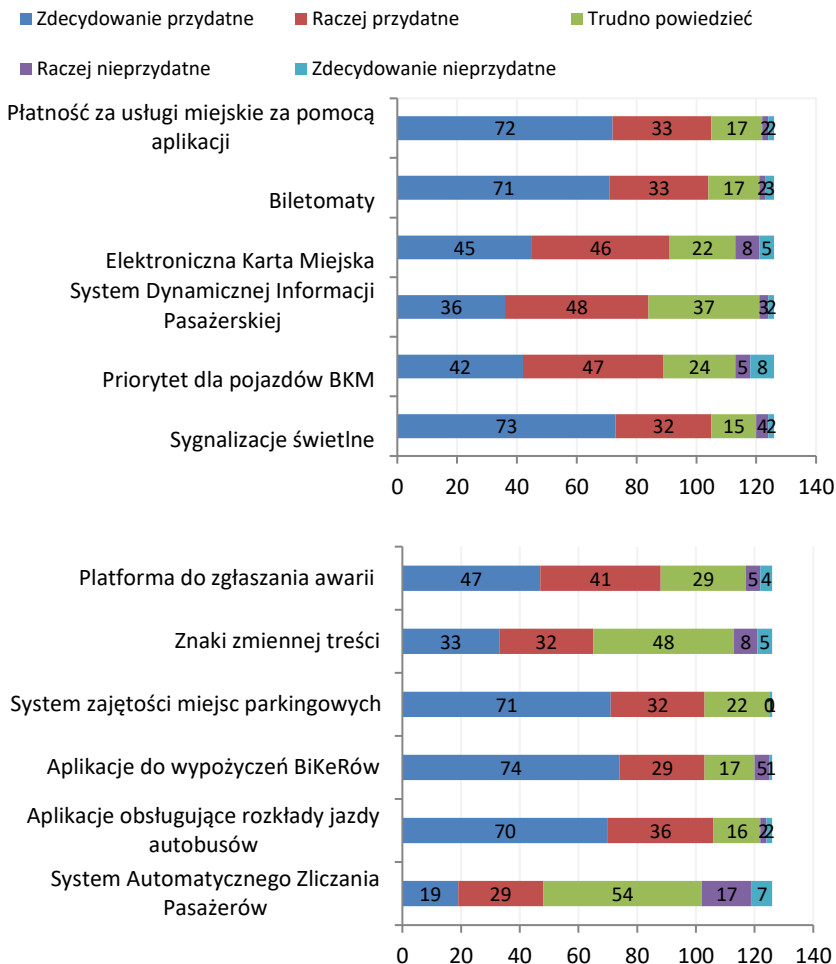
Ankietowani wskazali także główne problemy w systemie transportowym w Białymstoku. Wśród nich uwagę zwrócono przede wszystkim na: zbyt małą liczbę miejsc parkingowych, kongestię, zbyt długi czas oczekiwania na skrzyżowaniach, co głównie wynika z liczby pojazdów na skrzyżowaniach oraz ograniczoną przepustowości dróg i niewłaściwą kulturę jazdy kierowców. W tabeli 2 zebrano najczęściej podawane przez mieszkańców problemy w systemie transportowym w mieście.

Tab. 2. Problemy w systemie transportowym Białegostoku według odpowiedzi respondentów

Obszar	Liczba wskazań	Obszar	Liczba wskazań
Zbyt mała liczba miejsc parkingowych	81	Brak sygnalizacji świetlnej we wlotach na skrzyżowania o utrudnionym wjeździe	24
Kongestia	78	Niewystarczająco skuteczne sterowanie ruchem	23
Zbyt długi czas oczekiwania na skrzyżowaniach	48	Niewłaściwe umiejscowienie ścieżek rowerowych	21
Niewłaściwa kultura jazdy kierowców	29	Nieodpowiednie rozmieszczenie i oznakowanie przejść dla pieszych	20
Zły stan techniczny infrastruktury	26	Zbyt krótki czas na przejściach dla pieszych z sygnalizacją	17

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

W następnym pytaniu poproszono respondentów o ocenę użyteczności poszczególnych elementów telematyki wdrożonej w systemie miejskim Białegostoku. Rozkład liczby wskazań na poszczególne rozwiązania przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Ocena respondentów odnosząca się do użyteczności poszczególnych elementów telematyki w Białymstoku

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Pierwszym z nich były sygnalizacje świetlne, które w opinii 83,3% respondentów – (105 odpowiedzi) są użyteczne. Kolejnym elementem ocenianym przez ankietowanych, był priorytet dla Białostockiej Komunikacji Miejskiej. Należy stwierdzić, że jako użyteczne rozwiązania uznało je 70,6% osób (89 odpowiedzi). Następną technologią z zakresu telematyki w mieście, ocenianą przez respondentów, był System Dynamicznej Informacji Pasażerskiej. W opinii większości ankietowanych (66,7%) jest to użyteczne rozwiązanie. Kolejnym elementem telematycznym, którego użyteczność oceniali respondenci, była Elektroniczna Karta Miejska. W tym przypadku również większość ankietowanych stwierdziła, że jest to użyteczne rozwiązanie. Bardzo wysoko zostały również ocenione biletomaty, bowiem około 82,5% uznało je za użyteczne, a 56,3% osób za bardzo użyteczne. Podobnie wysoko mieszkańcy ocenili możliwość płatności za usługi miejskie za pomocą aplikacji. Następnym elementem telematyki w białostockim systemie transportowym, którego użyteczność była oceniana, był system identyfikacji zajętości miejsc parkingowych. W opinii większości badanych osób, system ten jest bardzo użyteczny.

Kolejna część pytań w kwestionariuszu dotyczyła nowych, proponowanych przez autorki rozwiązań z zakresu telematyki, które mogłyby poprawić jakość transportu miejskiego. Z największą aprobatą respondentów spotkały się sekundniki przy sygnalizacjach świetlnych (101 odpowiedzi). Takie rozwiązanie pozwoliłoby ograniczyć przejazdy na czerwonym świetle, unikać gwałtownego hamowania, jak również upłynnić moment ruszania pojazdu, gdy zapali się światło zielone na sygnalizacji. Drugą najczęściej wybieraną propozycją było wprowadzenie aplikacji do podglądu i rezerwacji wolnych miejsc na parkingach miejskich (59 wskazań) oraz system powiadamiania o zdarzeniach drogowych (57 osób). Dzięki informacji o ewentualnym niepożądanym zdarzeniu na drodze kierujący mieliby możliwość ominięcia danego miejsc, a tym samym zmniejszyłoby się natężenie ruchu, a służby ratunkowe miałyby prostszą drogę do dojazdu na miejsce zdarzenia. Wskazania ankietowanych dotyczące zasadności wprowadzenia pozostałych propozycji autorek, jak sygnalizacja pieszego na przejściu, wprowadzenie aplikacji integrującej wszystkie środki transportu w mieście, czy interaktywne tablice pasażerskie zostały przedstawione na rysunku 3.



Rys. Błąd! W dokumencie nie ma tekstu o podanym stylu.. Propozycje nowych rozwiązań telematycznych w transporcie miejskim i ich potrzeba wdrożenia w ocenie respondentów

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Autorki przeprowadziły także analizę opinii respondentów na temat kilku nowych, innowacyjnych, dotychczas nie wdrożonych w mieście technologii, to jest aplikacji do podglądu i czasowej rezerwacji miejsc parkingowych, sekundników przy sygnalizacjach świetlnych na skrzyżowaniach oraz systemu powiadamiającego o zdarzeniach i utrudnieniach w ruchu. Następnie, dla każdego z trzech rekomendowanych do wdrożenia rozwiązań, przeprowadzono analizę SWOT, służącą do określenia słabych i mocnych stron badanego zagadnienia, a także szans i zagrożeń, jakie się z nim wiążą. W tabeli 3 przedstawiono analizę SWOT dotyczącą wdrożenia sekundników na skrzyżowaniach, jako najczęściej wskazywanej przez respondentów technologii. Są to urządzenia odmierzające i wyświetlające czas, jaki pozostał do zapalenia się światła zielonego lub czerwonego na sygnalizacji. Dzięki wprowadzeniu czasomierzy kierowcy mają możliwość oceny, czy mogą bezpiecznie przejechać przez skrzyżowanie, zanim zmieni się światło, czy też powinni zwolnić, aby się zatrzymać. Dzięki takim rozwiązaniom, nie byłoby konieczności gwałtownego hamowania, a tym samym zmniejszyłoby się ryzyko stłuczek pojazdów. Sekundniki rekomendowane są dla sygnalizacji stałoczasowych, stąd w przypadku Białegostoku

konieczne byłoby opracowanie rozwiązania integrującego ITS oraz skrzyżowania, w których działanie adaptacyjne byłoby odłączone.

Tab. Błąd! W dokumencie nie ma tekstu o podanym stylu.. Analiza SWOT wprowadzenia sekundników na skrzyżowaniach

Mocne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> • ograniczenie gwałtownego hamowania przez kierujących • zmniejszenie liczby przekroczeń prędkości • zwiększenie czasu na przygotowanie się kierowcy do ruszania ze skrzyżowania • oszczędność paliwa • mniejsza emisja spalin 	<ul style="list-style-type: none"> • trudność skorelowania sekundników z inteligentną sygnalizacją • dosyć wysoki koszt wdrożenia • możliwość wykorzystania na skrzyżowaniach z sygnalizacją stałoczasową
Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> • zwiększenie przepustowości skrzyżowania bez konieczności wydłużania czasu dla światła zielonego • ograniczenie stłuczek spowodowanych gwałtownym hamowaniem • poprawa bezpieczeństwa, zwłaszcza w trudnych warunkach pogodowych 	<ul style="list-style-type: none"> • trudności w zmianie przyzwyczajeń kierowców • ryzyko skupienia uwagi kierujących na liczniku czasu, a nie światle na sygnalizacji • ryzyko niebezpiecznych zachowań kierowców (gwałtowne przyspieszanie w momencie, gdy zostanie mało czasu na wyświetlaczu) • niejasny status prawny sekundników

Źródło: opracowanie własne.

4. Dyskusja wyników i rekomendacje

Podstawowym problemem występującym w systemie transportowym Białegostoku jest kongestia, która powstaje, gdy występuje zbyt duża liczba pojazdów na drogach. Najlepszym rozwiązaniem pozwalającym na ograniczenie jej wpływu na transport miejski byłoby zachęcenie mieszkańców do korzystania z komunikacji zbiorowej i przedstawienie tym samym szeregu korzyści wynikających z rezygnacji z korzystania na co dzień z własnego pojazdu. Zmniejszyłoby to w dużej mierze natężenie ruchu w mieście, tym samym także obciążenie parkingów, jak również ograniczyłoby liczbę potencjalnie niebezpiecznych kierowców. Jest to jednak trudne zadanie, jako że liczba samochodów na ulicach sukcesywnie rośnie, często w gospodarstwach domowych jest po kilka aut, a i ich cena nie jest już barierą i są one coraz powszechniejsze i dostępne niemal dla każdego. Warto analizować potrzeby mieszkańców i odpowiadać na zgłaszane przez nich oczekiwania, dostosowując do nich

taryfę biletową oraz ofertę przewozową. W celu promowania transportu zbiorowego można promować i prowadzić akcje typu „Dzień bez samochodu” częściej niż raz do roku (w czasie takiej akcji podróże komunikacją miejską nie wymagałyby opłat), tak aby mieszkańcy poznali możliwości, jakie oferuje im miasto.

Wprowadzanie rozwiązań mających na celu poprawę jakości transportu w Białymstoku jest zauważane i doceniane przez mieszkańców. Badanie i analiza ich oczekiwań pozwala poznać problemy, z jakimi zmagają się na co dzień osoby poruszające się w mieście. Dodatkowo, analizując opinie osób pochodzących z różnych grup społecznych można zidentyfikować rozwiązania, które spełnią oczekiwania większości mieszkańców, jak również możliwe jest poznanie propozycji rozwiązań istotnych z punktu widzenia danej grupy osób.

Władze miasta powinny dokonać szczegółowej analizy i spróbować rozwiązać problem małej liczby miejsc parkingowych, w tym przede wszystkim w centrum miasta. Mieszkańcy nie są raczej świadomi, że niewielka powierzchnia parkingów w tych obszarach jest w dużej mierze działaniem celowym. Ograniczanie możliwości postoju w strefach centralnych miasta ma za zadanie zmniejszenie natężenia ruchu. W wielu miastach nie ma możliwości wjazdu do centrum pojazdami mechanicznymi. Ma to uzasadnienie z uwagi na bezpieczeństwo pieszych, w tym na przykład osób korzystających z rozrywek, jakie oferuje dana dzielnica miasta. Warto też podkreślić, że ważne są też w tym przypadku względy ekologii. Zmniejszony ruch samochodowy w takich obszarach wpływa na zmniejszoną emisję spalin oraz mniejszy hałas.

Problemy z miejscami parkingowymi w mieście mogłyby być poniekąd rozwiązane dzięki wdrożeniu dedykowanej temu obszarowi aplikacji, za pomocą której kierowcy byłiby informowani, że w danej lokalizacji nie ma wolnych miejsc parkingowych i nie będzie ich w najbliższym czasie. Dodatkowo, nie kierowałyby się oni do tej strefy miasta. Autorki rekomendują także budowę w dalszej części miasta parkingu Park&Ride, na którym kierowcy mogliby zostawić swoje samochody, a po mieście poruszać się transportem zbiorowym. W celu zachęcenia mieszkańców okolicznych miejscowości do korzystania z tego rozwiązania, konieczne byłoby zapewnienie lepszych połączeń komunikacji miejskiej z takim wielkoobszarowym parkingiem.

Dodatkowo, można rozważyć rozpoczęcie w mieście świadczenia usługi busów „na żądanie”, odbierających zainteresowane osoby z placu P&R i przetransportowujące ich w wyznaczone miejsce, tak jakby to miało miejsce taksówką. Rozwiązanie to jednak ma tę zaletę, że jednorazowo możliwy jest transport większej liczby pasażerów. Kolejnym pomysłem autorki na rozwiązanie problemu za małej liczby miejsc do parkowania mogłoby być promowanie przez miasto idei tzw. car pooling. Takie

rozwiązanie polega na przejazdach autami osobowymi ze wszystkimi zajętymi miejscami. Przydatne byłoby to głównie na regularnie uczęszczanych trasach, np. do jazdy do pracy, uczelni, miejsc rozrywki itp. Im więcej miejsc w każdym pojeździe byłoby zajętych, tym więcej wolnych miejsc parkingowych byłoby dla innych użytkowników. Pojazdy biorące udział w car poolingu, po odpowiednim oznakowaniu (np. logo aplikacji włożone za przednią szybą), mogłyby również korzystać z buspasów.

W celu poprawy kultury jazdy kierowców, zwłaszcza w coraz powszechniej występujących przypadkach przekraczania prędkości, władze miasta mogłyby rozważyć zastosowanie w głównych arteriach znaków zmiennej treści, wyświetlających prędkość pojazdów (takie rozwiązanie wykorzystano np. na wjeździe do miejscowości Wasilków). Nie jest to równoznaczne z jednoczesnym karaniem kierujących za przekraczanie dozwolonej prędkości, jednak, z obawy o konsekwencje, mogłyby to skłonić ich do zwolnienia i dostosowaniu się do prędkości obowiązującej na danym odcinku.

Rekomenduje się także wdrożenie wyświetlaczy czasowych, których celem byłoby zmniejszenie liczby przejazdów na czerwonym świetle. Wymagałoby to oczywiście opracowania oprogramowania, które łączyłoby inteligentny system transportowy z sekundnikiem oraz zastosowania urządzeń monitorujących prędkość w niedalekiej odległości od skrzyżowania. Innym rozwiązaniem mogłyby być zaprogramowanie świateł na sygnalizacjach tak, aby przed zmianą na żółte światło zielone migało trzykrotnie w odstępie sekundowym. Umożliwiłoby to kierowcom ocenę, możliwości bezpiecznego przejechania przez skrzyżowanie.

Podsumowanie

Białystok, chociaż jest miastem, w którym jak dotąd wdrożono dosyć dużo zaawansowanych technologicznie rozwiązań, ma przed sobą jeszcze sporo wyzwań. Na przestrzeni ostatnich lat, zmiany gospodarcze i telekomunikacyjne, jakie zaszły w mieście, pozwoliły wypracować pewne sprawdzone schematy funkcjonowania, jednak konieczne jest ich ciągłe udoskonalanie oraz wprowadzanie nowych rozwiązań. Przełamywanie barier i pokonywanie wyzwań jest siłą napędową każdego rozwoju. Istotne są też działania w zakresie zwiększania świadomości mieszkańców dotyczącej problemów transportowych w mieście. Nie ma to na celu intensyfikowania ich niezadowolonia, ale dbanie o to, by każdy mieszkaniec miał poczucie realnego wpływu na kształtowanie się poziomu natężenia ruchu w mieście, a tym samym na jakość życia wszystkich osób.

W większości miast na świecie jednym z głównych problemów jest zjawisko kongestii. Rozwój miast jest w dużej mierze zależny od zapewnienia odpowiednich

rozwiązań do zmniejszania negatywnego wpływu zatorów ulicznych na życie mieszkańców miasta. Bardzo powszechnym i użytecznym rozwiązaniem jest zastosowanie nowoczesnych technologii do zarządzania ruchem, w celu upłynnienia przejazdu przez miasto. Daje to możliwość obserwacji dróg, pozyskiwania i gromadzenia informacji o natężeniu ruchu w czasie rzeczywistym. Stosowanie rozwiązań z zakresu telematyki, takich jak sterowanie ruchem, wykorzystanie sygnalizacji świetlnych, monitoring wizyjny, czy też systemy powiadamiania i znaki zmiennej treści, pozwala zachować optymalny poziom jakości życia w mieście.

Opracowane wyniki pozwoliły zauważyć, że zdecydowana większość mieszkańców postrzega Białystok jako miasto przyjazne do życia. Respondenci biorący udział w badaniu są otwarci na wprowadzenie nowych rozwiązań do systemu transportowego miasta. Badanie pozwoliło również zidentyfikować główne problemy w transporcie miejskim, które zgłosili mieszkańcy. Najczęściej wskazywanymi utrudnieniami w przemieszczaniu się na terenie Białegostoku są: kongestia, zbyt mała liczba miejsc parkingowych oraz długi czas oczekiwania na skrzyżowaniach świetlnych. Wszystkie te problemy wynikają z dużej liczby pojazdów na drogach. Rozwiązaniem ich może być promowanie korzystania z transportu zbiorowego oraz ograniczanie podróży w pojedynkę na rzecz zapełniania miejsc dla pasażerów w jednym pojeździe (np. car pooling), jak również korzystanie z car sharingu (Godlewska i Szpilko, 2020) oraz bardziej ekologicznych form przemieszczenia, jak spacer, czy rower.

ORCID iD

Julia Siderska: <https://orcid.org/0000-0001-5717-8043>

Literatura

1. Choińska D., Szpilko D. (2021), Perspektywy wykorzystania technologii smart city w kontekście pandemii COVID-19, *Akademia Zarządzania*, 5(4), s. 109-134.
2. Daeibal J., Lapshin V., Elkin D., Kucherov S.A. (2019), *Features Of Designing The Architectue of Intelligent Transport Systems*, „Karbala International Journal of Modern Science”, Nr 5, s. 105.
3. Edoardo F., Eros Pani F., Porruru S. (2007), Opportunities and boundaries of transport network telematics, <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/DT1.3.2-Opportunities-and-boundaries-of-transport-telematics.pdf> [17.08.2021].

4. Godlewska I., Szpilko D. (2020), *Carsharing – nowoczesna forma współdzielonego transportu w smart city*, Akademia Zarządzania, 4, s. 130-147.
5. Mijalska-Szewczak I., Stoma M. (2012), *Systemy telematyczne zarządzania flotą pojazdów w przedsiębiorstwie transportowo-spedycyjnym w badaniach własnych*, http://ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk_pdf_2012/p045.pdf [24.08.2021].
6. Mikulski J. (2007), Obecny stan w dziedzinie telematyki systemów transportowych, „TTS Technika Transportu Szybowego”, Nr 11, s. 51.
7. Neumann T. (2018), *The Importance of Telematics in the Transport System*, „TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation”, Nr 3, s. 617.
8. Nowacki G. (2008), *History and development of transport telematics*, „Archives of Transport System Telematics”, Nr 1, s. 61.
9. Nowakowska-Grunt J., Chład M. (2015), *Mobilność jako element zarządzania miastem*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej”, Nr 20, s. 133.
10. Obłuska E. (2019), *Czym jest zrównoważony rozwój?*, <https://ecoreactor.org/zrownowazony-rozwoj/> [11.03.2021].
11. Piórkowska P., Szpilko D. (2019), *Komunikacja miejska jako element systemu transportowego miasta Białystok – wyniki badań*, „Akademia Zarządzania”, Nr 3, s. 103-104.
12. *Raport TomTom Traffic Index 2020*, https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/ranking/ [13.06.2021].
13. Russo F., Comi A. (2020), *Investigating the Effects of City Logistics Measures on the Economy of the City*, “Sustainability”, 12, 1439.
14. Sałek R., Kliś M. (2012), *Zastosowanie systemów telematycznych w zarządzaniu przedsiębiorstwem transportowym*, https://www.researchgate.net/publication/317057461_Zastosowanie_systemow_telematycznych_w_zarzadzaniu_przedsiębiorstwem_transportowym [01.05.2021].
15. Strona internetowa https://media.webfleet.com/legacy/ttt/lib/assets/ttt/doc/whitepapers/pl_pl/ttt-history-of-telematics.pdf [25.04.2021].
16. Strona internetowa przedsiębiorstwa Sparkbit <https://www.sparkbit.pl/pl/telematyka-obszary-zastosowania/> [25.04.2021].
17. Strona internetowa <https://e-promag.pl/kongestia,486.html> [14.03.2021].
18. Suarez D., Szpytko, J. (2017), *Transport systems telematics. Cuba case study*, „Archives of Transport System Telematics”, Nr 10, s. 38.
19. Szpilko D. (2020), *Foresight as a Tool for the Planning and Implementation of Visions for Smart City Development*, *Energies*, 13, 1782.
20. Szpilko D., Szydło, J., Winkowska J. (2019), *"Smart" or "Wise" City? A New Approach to City Management*, CID Conference 2019: International Scientific Conference on Collaborative Innovation Development: Book of Abstract, s. 214-219.

21. Tundys B. *Logistyka miejska: koncepcje, systemy, rozwiązania*, Difin, Warszawa 2008, s. 9.
22. Winkowska J., Szpilko D., Pejić S. (2019), *Smart city concept in the light of the literature review*, *Engineering Management in Production and Services*, 11(2), s. 70-86.
23. Wydro K.B. (2005), *Telematyka – znaczenia i definicje terminu*, „Telekomunikacja i Techniki Informacyjne”, Nr 1-2, s. 117.

The analysis of the telematics solutions in urban transport in the city of Białystok

Abstract

The subject of the article covers the issues of logistics management in cities using modern telematics technologies. The theoretical part of the article discusses the meaning of the concept of telematics, presents solutions in this field, especially in the area of transport, which can be implemented in various cities.

The main objective of the article was to present the results of research aimed at analyzing and evaluating the functioning of telematics solutions in urban transport in Białystok, learning about the expectations of residents in this area and proposing new technological solutions increasing their satisfaction in this field. The results showed that the vast majority of residents perceive Białystok as a city friendly to live in. Respondents participating in the survey are open to introducing new solutions to the city's transport system. The study also allowed to identify the main problems in urban transport, which are: congestion, too few parking spaces and long waiting times at traffic lights. Residents also indicated new solutions in the field of telematics that could improve the quality of urban transport, i.e.: time-pieces at traffic lights, an application for viewing and booking free spaces in city car parks and a system for road incidents notification.

Key words

telematics, telematic solutions, urban transport, intelligent transport system