ANALIZA WYBRANYCH ELEMENTÓW SYSTEMU ZARZĄDZANIA KOMUNIKACJĄ MIEJSKĄ W SZCZECINIE

Niniejszy artykuł prezentuje analizę sprawności funkcjonowania wybranych elementów ITS w Szczecinie. Analizie poddano System Zarządzania Komunikacją Miejską dla Miasta Szczecina i aglomeracji szczecińskiej poprzez porównanie biletu elektrycznego z tradycyjnym oraz przydatności urządzeń pozwalających na przekazywanie informacji dla pasażerów w czasie rzeczywistym. Wyżej wymienione systemy wdrażane są na terenie Szczecina od 2015 roku.

WSTĘP

Miasto od tysięcy lat pełni istotną rolę w kształtowaniu świata. Powstanie miast sprzyjało rozwojowi gospodarczemu, na ich terenach skupiała się władza polityczna i religijna. Celem istnienia systemu miejskiego jest służyć jego mieszkańcom i użytkownikom, a realizacja tego celu jest uzależniona od właściwej współpracy pomiędzy poszczególnymi podsystemami zgodnie z zasadą synergii.

Podsystem logistyczny miasta stanowi istotny element wpływający na funkcjonowanie systemu miejskiego. W jego skład wchodzi: [1 s. 89-92, 5 s. 60]:

- transport dóbr materialnych i przesył mediów,
- transport i składowanie odpadów komunalnych,
- komunikację zbiorową i indywidualną,
- składowanie dóbr materialnych w dzielnicach przemysłowo-handlowych i w sieciach handlowych miasta,
- sterowanie przepływami dóbr materialnych i osób.

Środowisko miejskie silnie uzależnione jest od działalności transportowej, której transport zbiorowy jest istotnym elementem. Wzrastająca liczba mieszkańców miast pociąga za sobą wzrost zapotrzebowania na przemieszczanie się. W obecnych czasach mieszkańcy miast często nie wyobrażają sobie sprawnego funkcjonowania bez samochodu. Na ulicach pojawia się coraz więcej pojazdów indywidualnych, jak i zbiorowych. Motoryzacja stała się czynnikiem wpływającym na rozwój gospodarki, a jednocześnie jest sporym zagrożeniem. Do negatywnych następstw tego zjawiska możemy zaliczyć m.in. zmniejszenie poziomu bezpieczeństwa, wzrost kongestii, pogorszenie stanu środowiska itd. Władze miast poszukują sposobów z jednej strony pozwalających na ograniczenie tych negatywnych skutków, z drugiej zaś nie ograniczających możliwości korzystania ze środków transportu drogowego. Jednym z rozwiązań uwzględniających ograniczenie negatywnego oddziaływania na środowisko jest promowanie transportu publicznego w celu redukcji wzrostu motoryzacji indywidualnej a także dążenie do ulepszenia parametrów technicznych pojazdów drogowych [2, s. 394]. Postęp technologiczny i wykorzystanie narzędzi telematiki wpływa na poprawę wydajności zarządzania procesem transportowym [3, s. 174-175]. W literaturze przedmiotu telematyka definiowana jest jako rozwiązania telekomunikacyjne, informatyczne i informacyjne. Jest to metoda automatycznego sterowania dopasowana do wymogów obsługiwanych systemów fizycznych, które wynikają z ich zadań, infrastruktury, organizacji, procesów utrzymania oraz zarządzania [4, s. 117] Najczęściej różne technologie i rozwiązania telema-

tyczne współpracują ze sobą, tworząc systemy określane jako Inteligentne Systemy Transportowe (ang. *Intelligent Transport System – ITS*). Systemy te składają się z wielu elementów składowych, dzięki integracji których możliwe jest efektywne sterowanie ruchem, modelowanie jego obciążenia, a także informowanie użytkowników dróg o aktualnej sytuacji drogowej [5, s. 119].

Wyniki badań zaprezentowane w artykule powstały w ramach realizacji pracy badawczej pt. „**Analiza logistycznych determinant zrównoważonego rozwoju miast**” finansowanej z dotacji Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego na finansowanie działalności statutowej.

1. ZNACZENIE TELEMATYKI TRANSPORTU DLA REALIZACJI FUNKCJI LOGISTYCZNO-TRANSPORTOWEJ MIASTA

Miasto można zdefiniować jako dynamicznie zmieniający się system otwarty, uwzględniający dwa kluczowe podsystemy [6, s.] :

- fizyczny, składający się z budynków połączonych ulicami, dróg i infrastruktury,
- ludzki, na który składają się ruch, interakcje i aktywności jego mieszkańców.

Dokonując wyodrębnienia miasta jako systemu, można odnieść się do jego głównych funkcji, które można podzielić na [7, s. 36–37] :

- funkcje historyczne, do których należą funkcje: polityczno-administracyjne, handlowe i handlowo komunikacyjne, przemysłowe, usługowe i kulturalno-oświatowe oraz obronne;
- funkcje współczesne, które obejmują funkcje egzogeniczne i endogeniczne, gospodarcze i pozagospodarcze, logistyczno-transportowe oraz informacyjno-komunikacyjne.

Realizacja poszczególnych funkcji wymaga sprecyzowania ich celów. W zakresie realizacji funkcji logistyczno-transportowej miasta celem tym jest zapewnienie dostępu do infrastruktury drogowej w tym możliwości korzystania z publicznych środków transportowych co przekłada się na odpowiedni poziom jakości życia przy równoczesnej minimalizacji kosztów uwzględniając potrzeby ekologii i bezpieczeństwa.

Zastosowanie technologii telematycznych wspomaga realizację wyżej przedstawionego celu wpływając na poprawę funkcjonowania systemu transportowego miasta, jak i w zakresie zwiększenia jego poziomu bezpieczeństwa oraz ograniczania negatywnego oddziaływania na środowisko miejskie. Ogólny model zintegrowanego systemu

wspomagającego funkcjonowanie miejskiego systemu transportowego przedstawiono na rysunku 1. Jego podstawę stanowią trzy podsystemy [8, s. 185]:

- SIS – strategiczny system informacji,
- UTC – podsystem sterowania ruchem miejskim,
- TTIC – centrum informacji dla podróżnych i o ruchu.

Rys. 1. Model systemu telematycznego wspomagającego planowanie, monitorowanie i sterowanie ruchem drogowym w mieście [8, s. 185].

Podstawowym zadaniem rozwiązań telematycznych jako narzędzi umożliwiających efektywne wspomaganie miejskiego transportu publicznego jest zarządzanie przepływami informacyjnymi generowanymi w jego obrębie, a najważniejszym efektem tego procesu jest podniesienie jakości funkcjonowania systemu logistycznego miasta poprzez zwiększanie możliwości kontroli i oddziaływania na pojawiające się w nim przepływy danych.

2. ANALIZA FUNKCJONOWANIA WYBRANYCH ELEMENTÓW SYSTEM ZARZĄDZANIA KOMUNIKACJĄ MIEJSKĄ W SZCZECINIE

Od 2015 roku istnieje w szczecińskich autobusach i tramwajach możliwość korzystania z systemu biletu elektronicznego dostępnego w postaci Szczecińskiej Karty Aglomeracyjnej (SKA). Jest to elektroniczna, chipowa karta bezstykowa. Karta SKA jest konkurencją dla obowiązującego biletu papierowego. Sprawność systemu elektronicznego biletu zapewnia 1668 kasowników zamontowanych w pobliżu drzwi pojazdu. Na każdej karcie SKA znajduje się aplikacja e-portmonetki, która umożliwia zakup biletów jednorazowych. Doładowania karty można dokonać poprzez dedykowaną stronę internetową, biletomaty stacyjne oraz w kasach ZDiTM. System ten pozwala podróżnym na opłacenie tylko rzeczywistego czasu przejazdu. Po wejściu i przed wyjściem z pojazdu należy odcisnąć kartę na zamontowanych kasownikach, co powoduje, pobranie opłaty z dostępnych na niej środków, a jeżeli takich nie mamy, to kasownik nas o tym poinformuje w postaci tekstowej i głosowej.

Kolejnym istotnym elementem systemów ITS funkcjonującym w Szczecinie jest system Dynamicznej Informacji Pasażerskiej skła-

dający się z 15 tablic. Dostarczają one pasażerom informacji dotyczących nr linii, kierunku jazdy oraz czasy do najbliższego odjazdu danej linii. Istotnym uzupełnieniem Dynamicznej Informacji Pasażerskiej jest strona internetowa systemu. Przekazuje ona informacje za pomocą SMS, system ten wyposażony jest też w bezprzewodowy punkt dostępu do informacji.

Podczas badania dokonano porównania biletu elektronicznego z biletomatem tradycyjnym. Wykorzystano kartę SKA z aktywnym ulgowym biletomatem okresowym na wszystkie linie zwykłe i nocne. Na karcie znajdowało się doładowanie e-portmonetki, z której dokonywane były opłaty za przejazd na badanym odcinku. Przyjęto założenie, że za każdym razem po wejściu do pojazdu kasowany będzie bilet ulgowy z karty SKA na kasowniku e-biletu (rys. 2).

Rys. 2. Kasownik e-biletu

Badanie przeprowadzono w dniach:

- poniedziałek oraz sobota o godzinie 7.00 i 15.00, na trasie Pętla Potulicka-Białowieska,
- poniedziałek oraz sobota o godzinie 7.00 i 15.00 na trasie Pętla Potulicka-Stobno 65

Pierwszym zadaniem jakie wyznaczono dla badającego było załadowanie e-Portmonetki. Z informacji zamieszczonych na stronach internetowych wynika, że doładowania można dokonać poprzez dedykowane strony internetowe, w kasach biletowych ZDiTM, oraz biletomatami stacyjnymi. W pierwszym przypadku ważność uzyskiwało się dopiero w kolejnym dniu o 6:00 po przyłożeniu karty do kasownika elektronicznego (następowało w tym momencie zakodowanie).

Trasę pierwsza badania rozpoczęto przy Pętli Potulickaiej. Pierwszym zadaniem badacza było doładowanie karty e-portmanetki. Pierwszym miejscem, gdzie badacz próbował dokonać doładowania e-portmanetki była kasa ZDiTM przy Bramie Portowej, niestety nieczynna w sobotę. Kolejnym miejscem w którym badacz próbował dokonać doładowania karty był biletomat zlokalizowany przy przystanku Plac Zwycięstwa, który również okazał się nieczynny z powodu awarii. Doładowanie było możliwe dopiero w biletomacie zlokalizowanym na Placu Kościuszki.

Kolejnym etapem badania był przejazd według określonej trasy, której przebieg przedstawiono na rysunku 3.

Rys. 3. Lokalizacja badanej trasy

Przejazd z Pętli Potulickiej do ul Białowiejskiej podzielono na trzy odcinki:

- linia tramwajowa nr 1: Pętla Potulicka – Brama Portowa – rozkładowo przejazd trwa 5 minut, czyli możemy dojechać do celu za 1zł (bilet ulgowy 15-sto minutowy);
- linia tramwajowa nr 8: Brama Portowa – Ku Słońcu – rozkładowo przejazd trwa 14 minut, czyli w przypadku biletów jednorazowych ponownie skasowalibyśmy bilet za 1zł;
- linia autobusowa nr 53: Ku Słońcu – Białowiejska – przejazd trwa rozkładowo 9 minuty, czyli konieczny byłby bilet jednorazowy za 1 zł.

Z pętli Potulicka tramwaj odjechał zgodnie z rozkładem jazdy. Pierwsze odbicie karty SKA nastąpiło po wejściu do środka transportu, zakończenie pomiaru miało miejsce na przystanku autobusowym Białowiejska po upływie 46 minut. W tabeli 1 zestawiono charakterystykę poszczególnych środków transportu wykorzystywanych na badanej trasie z wyszczególnieniem liczby czytników e-bilet, czytników standardowych, występowaniem tablic informacyjnych na przystankach, tablic informacyjnych w pojeździe, wraz z wiadomościami głosowymi.

Tab. 1. Charakterystyka poszczególnych środków transportu na badanej trasie przejazdu

Parametry	Linia tramwajowa nr 1	Linia tramwajowa nr 8	Linia autobusowa nr 53
Czytnik e-bilet	4	5	4
Czytnik standardowy	4	5	4
Biletomat	Płatność kartą	Płatność gotówką i kartą	Nie działa
Tablica informacyjna na przystanku	+	+	-
Tablica informacyjna w pojeździe	+	+	-
Wiadomość głosowa w pojeździe	Nie działa	Tablica w pojeździe działała, pokazywała całą trasę przejazdu waz z czasem dojazdu na każdy przystanek, w pojeździe dodatkowo zamontowane były 4 telebimy	-

Zarówno w sobotę jak i poniedziałek w dwóch badanych godzinach czas przejazdu łącznie z przesiadkami trwał 46 minut, w tym w środkach komunikacji miejskiej badacz przebywał 21 minut – przejazd pierwszy 3 minuty, przejazd drugi 12 minut, a przejazd trzeci 6 minut. Pozostałe 25 minut spędzono na oczekiwaniu na kolejny środek transportu. W tabeli 2 zestawiono operacje jakie zostały odczytane z aplikacji e-portmonetka użytkownika karty SKA. Nadmienić warto, że dane zostały zarejestrowane na koncie użytkownika dopiero następnego dnia.

Tab. 2. Zestawienie operacji w aplikacji e-Portmonetka (sobota)

	Cena	Saldo	Obciążenia
Wejście 1	2	8	2
Wyjście 1	1	9	1
Wejście 2	1,5	7,5	1,5
Wyjście 2	1	8,5	1
Wejście 3	1,5	7	1,5
Wyjście 3	0,5	7,5	0,5

Z przedstawionej tabeli 2 wynika, że pokonana trasa kosztowała 2,50 zł. Pierwszy etap trasy, który trwał 3 minuty kosztował 1 zł, za drugi etap trwający 12 minut pobrano opłatę 0,5 zł, gdyż potraktowano

to jako kontynuację podróży. Ostatni przejazd, na który czekali 22 minuty trwał 6 minut i kosztował 1 zł. Dla porównania zakup tradycyjnego biletu papierowego jednorazowego na taką samą trasę kosztował 2 zł i można było wykorzystać go przez 60 minut.

Przejazd na trasie Pętla Potulicka-Stobno 65 (rys. 4). Podróż środkami komunikacji miejskiej składającą się z dwóch przesiadek, podczas których czas oczekiwania na kolejny pojazd nie przekraczał 10 minut. Badana trasa odbyła się na odcinkach:

- Pętla Potulicka – Brama Portowa – rozkładowo przejazd trwa 5 minut, czyli możemy dojechać do celu za 1zł (bilet ulgowy 15-minutowy),
- Brama Portowa – Pętla Gumieńce – rozkładowo przejazd trwa 17 minut, czyli w przypadku biletów jednorazowych opłata wynosiłaby 1,5 zł,
- Gumieńce – Stobno 65 – przejazd trwa rozkładowo 9 minuty, czyli konieczny byłby bilet jednorazowy za 1 zł.

Rys. 4. Lokalizacja badanej trasy.

Trasa przejazdu przedstawia połączenie centrum miasta z miejscowością Stobno, które dysponuje bardzo niewielką liczbą połączeń. W tygodniu możemy przemieścić się tam tylko w godzinach porannych. W tabeli 3 zestawiono charakterystykę poszczególnych środków transportu poruszających się po wybranej trasie.

Tab. 3. Charakterystyka poszczególnych środków transportu na badanej trasie przejazdu

Parametry	Linia tramwajowa nr 9	Linia tramwajowa nr 8	Linia autobusowa nr 88
Czytnik e-bilet	4	5	4
Czytnik standardowy	4	5	4
Biletomat	Płatność gotówką	Płatność gotówką i kartą	Płatność gotówką
Tablica informacyjna na przystanku	+	+	+
Tablica informacyjna w pojeździe	-	+	-
Wiadomość głosowa w pojeździe	Nie działa	Tablica w pojeździe działała, pokazywała całą trasę przejazdu waz z czasem dojazdu na każdy przystanek, w pojeździe dodatkowo zamontowane były 4 telebimy	-

Całkowity czas przejazdu wyniósł 42 minut, w tym przejazd środkami komunikacji miejskiej w czasie rzeczywistym trwał 30 minut – przejazd pierwszy 4 minuty, przejazd drugi 16 minut, a przejazd trzeci 10 minut. W tabeli 4 zestawiono odczytane operacje z aplikacji e-portmonetka, ze strony użytkownika karty SKA.

Tab. 4. Dane odczytane z aplikacji e-Portmonetka

	Cena	Saldo	Obciążenia
Wejście 1	2	5,5	2
Wyjście 1	1	6,5	1
Wejście 2	1,5	5	1,5
Wyjście 2	1	6	1
Wejście 3	1,5	4,5	1,5
Wyjście 3	1	5,5	1

W drugiej części badań obserwacji poddano tablice zmiennej treści. Zewnętrzna i wewnętrzna infrastruktura informacyjna jest bardzo przydatna dla pasażerów, jednak podczas badania okazało się że, wyświetlane informacje były niezgodne z rzeczywistym czasem kursowania pojazdów. Tablica dynamicznej informacji dla pasażerów zlokalizowana na przystanku tramwajowym linii nr 8 na Bramie Portowej podczas badania pokazywała nieprawidłowe dane. Nie zlokalizowała tramwaju, który według rozkładu jazdy powinien podstawić się o godzinie 7.02 a jedynie ten planowany na godz. 7.14. W rzeczywistości tramwaj podstawił się zgodnie z rozkładem jazdy. Takie sytuacje są niedopuszczalne ponieważ osoba sugerująca się informacjami wyświetlanymi na tablicy została wprowadzona w błąd. Zauważono także, że system informacji pasażerskiej posiada zakłócenia, które objawiają się całkowitym wyłączeniem tablicy bądź rozmytym tekstem wyświetlanym na ekranie. Tablice informacyjne w pojazdach także w czasie badania okazały się zawodne a komunikaty były nieprawidłowo przekazywane. W czasie przejazdu linią tramwajową nr 8 w poniedziałek zauważono, że zawiadomienie o aktualnym przystanku jest niepoprawne. W momencie gdy tramwaj zatrzymał się przy przystanku Szkoła Salezjańska komunikat głosowy i tablice informacyjne wskazywały przystanek Ku Słońcu. System informacji wyprzedzał o jeden przystanek rzeczywiste położenie tramwaju. Pasażer, który nie zna miasta i zasugeruje się ogłoszeniem zostaje wprowadzony w błąd i nie dotrze na czas w wybrane miejsce.

PODSUMOWANIE

Z przeprowadzonych obserwacji zastosowania kart elektronicznych funkcjonujących na obszarze aglomeracji szczecińskiej wynika, że nie spełnia on swoich podstawowych założeń usprawnienia przejazdów komunikacją miejską. Dodatkowo jednym z głównych wyzwań stojących przed zarządzającymi komunikacją miejską jest skrócenie czasu oczekiwania na środek transportu w punktach przesiadkowych co wpłynęłoby na usprawnienie ich konfiguracji. Podsumowując przeprowadzone badanie stwierdzono, że:

- dużym utrudnieniem dla pasażerów komunikacji miejskiej jest brak możliwości zakupu biletu za pośrednictwem biletomatu. Biletomaty zamontowane w pojazdach często są wyłączone z użycia bądź można dokonać płatności tylko wybraną formą za pomocą gotówki lub karty płatniczej;
- z biletu elektronicznego korzysta wciąż niewiele osób, w trakcie trwania eksperymentu nie zauważono żadnego użytkownika wśród załączonych środków komunikacji miejskiej;
- dużym utrudnieniem dla użytkownika korzystającego z e-portmonetki jest brak możliwości doładowania podczas podróży. Gdy czytnik e-bilet informuje o braku środków na koncie, pasażer jest zmuszony do zakupu biletu papierowego, bądź na doładowanie w kasach biletowych ZDiTM lub infokioskach stacjonarnych zlokalizowanych tylko w wybranych punktach;
- tablice zmiennej treści zamieszczone w środkach transportu publicznego jak i na przystankach w czasie 25 obserwacji wykazały jedynie 60% skuteczność. Najczęściej były wyłączone, nieczytelne lub przekazywały nieprawdę informacje.

BIBLIOGRAFIA

1. Szoltysek J.: Logistyczne aspekty zarządzania przepływami osób i ładunków w miastach, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice 2009, s. 89–92; S. Iwan: Wdrażanie dobrych praktyk w obszarze transportu dostawczego w miastach, Wydawnictwo Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie, Szczecin 2013, s. 60.
2. Łacny J.: Funkcjonowanie międzynarodowego transportu drogowego ładunków w gospodarce globalnej, Wydawnictwo Uczelniane Wyższej Szkoły Gospodarki w Bydgoszczy, Bydgoszcz-Radom, 2009.
3. Krysiuk C., Nowacki G., Pawlak P.: Nowoczesne technologie w transporcie- system nawigacji satelitarnej Galileo, w: E. Menes [red.]: Biuletyn Informacyjny ITS, 4/ 2009, Wydawnictwo Instytutu Transportu Samochodowego, Warszawa, 2009.
4. Wydro K.: *Telematyka-znaczenie i definicja terminu*, Telekomunikacja i techniki informacyjne, nr1-2, Instytut Łączności, Warszawa 2005.
5. Iwan S.: Wdrażanie dobrych praktyk w obszarze transportu dostawczego w miastach, Wydawnictwo Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie, Szczecin 2013
6. Hillier B.: The city as a socio-technical system: a spatial reformulation in the light of the levels problem and the parallel problem, Conference on Spatial Information Theory, September 2009, <http://discovery.ucl.ac.uk/18533/1/18533.pdf> na dzień 25.11.2017.
7. Tundys B.: Logistyka miejska. Koncepcje, systemy, rozwiązania, Difin, Warszawa 2008.
8. Chwesiuk K., Hołowiński G., Iwan S.(2007b):Telematyka – narzędzie wdrażania logistyki miejskiej [w:] Problemy społeczeństwa informacyjnego – tom I, red. A. Szewczyk, Uniwersytet Szczeciński.
9. www.google.pl/maps
10. www.szczecin.pl

Analysis of selected elements of the urban transport management system in Szczecin

This article introduces results of the analysis of functioning of selected ITS elements in Szczecin. The analysed system was the City Transport Management System for the City of Szczecin and the Szczecin agglomeration. In the research authors comparing the e-ticket with the traditional one and the suitability of information devices allowing the passengers to collect real time information related to the travel. The above-mentioned systems have been implemented in Szczecin since 2015.

Autorzy:

dr **Kinga Kijewska** – Akademia Morska w Szczecinie, Wydział Inżynieryjno-Ekonomiczny Transportu, Zakład Logistyki,
mgr inż. **Agnieszka Polak** – Akademia Morska w Szczecinie absolwentka Wydziału Inżynieryjno-Ekonomicznego Transportu,
Grzegorz Terebecki – Akademia Morska w Szczecinie, student II roku kierunku Logistyka na Wydziale Inżynieryjno-Ekonomicznym Transportu.

JEL: O18 DOI: 10.24136/atest.2018.191

Data zgłoszenia: 2018.05.25 Data akceptacji: 2018.06.15