ANALIZA WYBRANYCH ELEMENTÓW INTELIGENTNYCH SYSTEMÓW TRANSPORTOWYCH W SZCZECINIE

Celem artykułu jest prezentacja rozwiązań z zakresu inteligentnych systemów transportowych wykorzystywanych w Szczecinie. Miasto Szczecin ze względu na położenie i występujące w nim szlaki komunikacyjne jest ważnym elementem krajowego systemu transportu. Zadaniem miasta jest zapewnienie wszystkim użytkownikom sprawnego przemieszczania się nie zapominając o zachowaniu zasad zrównoważonego rozwoju. Sposobem na spełnienie tych celów jest wdrażanie inteligentnych systemów transportowych. Przedmiotem badań zaprezentowanych w artykule są funkcjonujące w Szczecinie wybrane podsystemy inteligentnego systemu transportowego. Analizy dokonano poprzez weryfikację informacji przekazywanych przez tablice zmiennej treści.

WSTĘP

Sprawny system transportowy w dużej mierze determinuje funkcjonalność współczesnych miast. Ma on znaczący wpływ na poziom rozwoju gospodarczego regionu, ułatwia dostęp do infrastruktury miejskiej tj. szpitali, szkół, przedszkoli, kin, teatrów. Zapewnia członkom społeczeństwa kontakt z kulturą, przeciwdziałając tym samym wykluczeniu społecznemu. Sprawnie funkcjonujący system transportowy wpływa również na realizację dostaw towarów, bez której miasta nie mogą się obyć.

W XXI wieku na znaczą skalę obserwujemy wzrastającą liczbą pojazdów kołowych poruszających się po drogach. Następstwem tego procesu są liczne problemy związane z energochłonnością, negatywnym wpływem na środowisko naturalne i bezpieczeństwo. W celu minimalizowania negatywnych zjawisk związanych z rozwojem motoryzacji w ostatnich latach nastąpił znaczący rozwój systemów optymalizujących funkcjonowanie pojazdów kołowych takich jak np. systemy zarządzania dostępną infrastrukturą i pojazdami. Systemy te wpływają na decyzję użytkowników sieci drogowej, poprawiając tym samym np. bezpieczeństwo na drodze.

Inteligentne systemy transportowe rozwijają się od ponad 30 lat w coraz szybszym tempie. Stanowią istotną część planu zarządzania ruchem, będącego zestawem środków i procedur, które wykorzystywane są w odpowiedzi na konkretne sytuacje na drogach. Również w Polsce w ostatnich latach zauważamy znaczący postęp związany z zastosowaniem ITS. Przykładem mogą być projekty podejmowane na obszarze największych aglomeracji miejskich, takich jak: Trójmiasto, Wrocław, Poznań, Warszawa, a także Szczecin.

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 INTELIGENTNYCH SYSTEMÓW TRANSPORTOWYCH

Mieszkańcy miast często nie wyobrażają sobie sprawnego funkcjonowania bez samochodu. Posiadanie tego środka transportu nie

tylko daje poczucie komfortu i wygody ale również pozwala człowiekowi na dużą niezależność funkcjonalną. Procesy wdrażania nowych technologii zwłaszcza w XX i XXI wieku wpłynęły na jakość i komfort współczesnego życia. Robotyka, medycyna, astronomia, farmaceutyka, elektronika, cybernetyka i wiele innych dziedzin wiedzy bardzo mocno korzysta na rozwoju techniki. Zarządzanie transportem drogowym w miastach także nie zostało wykluczone spod tego wpływu. Ograniczenie negatywnych skutków wykorzystania pojazdów z silnikiem spalinowym umożliwiają rozwiązania z zakresu Inteligentnych Systemów Transportowych. Stanowią one zaawansowane rozwiązania technologiczno-organizacyjne [1].

Telematyka w literaturze przedmiotu 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 [2 s.117].

Najistotniejszymi działaniami związanymi z funkcjonowaniem ITS są [3 s.74]:

- optymalne wykorzystanie danych o drogach, ruchu i podróży,
- skuteczne zarządzanie ruchem i przewozami towarowymi,
- poprawa bezpieczeństwa i ochrona ruchu drogowego,
- powiązanie pojazdu z infrastrukturą transportową.

Do narzędzi Inteligentnych Systemów Transportowych możemy zaliczyć [4 s.72]:

- zaawansowane metody zarządzania ruchem drogowym,
- zarządzanie flotą i transportem ładunków,
- zaawansowane systemy wspomaganie kierowania pojazdem,
- automatyczne systemy pobierania opłat,
- automatyczne kontrole przestrzegania przepisów,
- systemy dynamicznego informowania użytkowników.

Bardzo ważną rolę w tych systemach ITS spełnia zarządzanie informacją. Począwszy od jej pozyskania, poprzez przetwarzanie i przekazywanie do odbiorców w celu wykorzystania do podjęcia odpowiednich decyzji, które wpływają na efektywne działanie ITS. Wdrażane podsystemy ITS muszą ze sobą w pełni współpracować, aby mogły działać poprawnie, bez żadnych utrudnień i nieprzewidzianych problemów [5 s. 26]. Zapewnia im to zastosowanie architektury ITS.

Poprzez zastosowanie systemów telematycznych w transporcie drogowym można realizować szereg istotnych zadań związanych

między innymi z ograniczeniem kongestii, nadzorowaniem infrastruktury transportowej, koordynacją przewozów [1 s. 117]

2. ZASTOSOWANIE SYSTEMÓW ITS W SZCZECINIE

ITS Szczecin powstał w ramach projektu „Poprawa funkcjonowania transportu miejskiego poprzez zastosowanie systemów telematycznych związanych z funkcjonowaniem Centralnego Systemu Zarządzania Komunikacją Miejską”. W przyszłości swoim zasięgiem ma objąć całą Aglomerację Szczecińską. Główny cel podjętej inicjatywy zakłada poprawę zarządzania ruchem za pomocą wdrożenia inteligentnych systemów transportowych, działających na poziomie lokalnym. Na obszarach aglomeracji szczecińskiej zrealizowano założenia wynikające z budowy: Systemu Zarządzania Ruchem w Szczecinie oraz Systemu Zarządzania Komunikacją Miejską dla Szczecina i aglomeracji szczecińskiej. Ostatecznie system ten składa się z [6].

- Podsystemu Informacji dla Podróżnych - PIP,
- Podsystemu Detekcji Ruchu - PDR,
- Podsystemu Informacji Mobilnych - PIM,
- Podsystemu Łączności-PL,
- Centrum Zarządzania Ruchem – CZR,
- Podsystemu Zarządzania Flotą dla całego taboru,
- Podsystemu Lokalizacji Pojazdów Technicznych,
- Podsystemu Monitoringu Wizyjnego w Pojazdach,
- Podsystemu Zliczania Potoków Pasażerskich,
- Podsystemu Transportu „na żądanie”,
- Podsystemu Dynamicznej Informacji Pasażerskiej,
- Podsystemu Biletu Elektronicznego i Karty Miejskiej,
- Podsystemu Optymalizacji Sieci Komunikacyjnej.

Podsystem Informacji dla Podróżnych jest podstawowym elementem Systemu Zarządzania Ruchem. Dzięki niemu dostarczane są informacje skierowane dla uczestników ruchu. W ramach funkcjonowania systemu na terenie Szczecina powstała sieć ulicznych kamer, tablice z informacjami dla kierowców i internetowy portal dla użytkowników dróg.

Rys. 1 Tablica zmiennej treści [7]

Tablice zmiennej treści (ang. Variable Message Signs – VMS) sytuowane zostały przy głównych węzłach komunikacyjnych w mieście (przykładową tablicę zaprezentowano na rysunku 1).

VMS odzwierciedlają panującą sytuację na drodze. Odcinek trasy zaznaczony na czerwono przestrzega przed występującymi utrudnieniami warunków drogowych związanych z ograniczeniem ruchu, kolorem zielonym oznaczane są odcinki, na których ruch przebiega płynnie, natomiast kolor żółty informuje, że na danej trasie mogą wystąpić jedynie drobne utrudnienia.

Podsystem Detekcji Ruchu dostarcza dane, na które składa się liczba przejeżdżających pojazdów. Na tej podstawie podawana jest szacunkowa długość kolejki oraz przewidywany czas przejazdu na

obszarze kontrolowanym przez system. System detekcji ruchu podzielono na:

- detekcję w strefie skrzyżowania (pętle indukcyjne, kamery detekcji wideo),
- detekcję na odcinkach dróg pomiędzy skrzyżowaniami (pętle indukcyjne, kamery detekcji wideo),
- identyfikację pojazdów za pomocą kamer ANPR w kwestii pomiaru średniego czasu przejazdu.

W aspekcie rozpatrywania Podsystemu Informacji Mobilnych został wyszczególniony serwis WWW, którego zadaniem jest przekazywanie informacji w formie graficznej i tekstowej o panujących i przewidywanych warunkach ruchu w mieście.

W ramach systemu Zarządzania Ruchem przekształcone zostały programy sterujące sygnalizacją świetlną na akomodacyjną w pięciu miejscach rysunek 2:

- skrzyżowaniu przy Moście Długim,
- skrzyżowaniu ul. Struga z Gryfińską,
- skrzyżowaniu ul. Krygiera z ul. Ustowską,
- skrzyżowaniu ul. Granitowej z ul. Krygiera,
- skrzyżowaniu ul. Granitowej z ul. Marmurową

Rys. 2 Lokalizacja akomodacyjnych sygnalizacji świetlnych [8]

Cykle zmiany świateł na poszczególnych kierunkach dostosowują się do natężenia ruchu.

W ramach Systemu Zarządzania Flotą i Lokalizacji Pojazdów zainstalowano urządzenia pokładowe w 410 pojazdach (260 autobusach i 110 pociągach tramwajowych) wraz z przyciskami alarmowymi, zestawami zapewniającymi komunikację głosową, czujnikami otwierania bądź zamykania drzwi.

Zainstalowane autokomputery identyfikują pojazd na podstawie odczytu z odbiornika GPS w systemie. Zapewniają komunikację pomiędzy kierowcą a dyspozytorem oraz pozwalają na przekazanie informacji dotyczących m.in. ewentualnych odchyśleń od rozkładu jazdy. W nowoczesnej flocie transportu miejskiego znajdują się także: kamery monitorujące sytuację wewnątrz pojazdu, urządzenia rejestrujące dane z bramek, które liczą pasażerów i przesyłają pomiary do głównego serwera oraz ciche przyciski bezpieczeństwa, dzięki którym kierowca zgłasza alarm do siedziby ZDITM. Pojazd taki zostaje automatycznie zlokalizowany i zostaje mu udzielona pomoc.

3. ANALIZA FUNKCJONOWANIA WYBRANYCH INTELIGENTNYCH SYSTEMÓW TRANSPORTOWYCH W SZCZECINIE

Przedmiotem badań były funkcjonujące w Szczecinie wybrane podsystemy inteligentnego systemu transportowego. Celem była analiza poprawności wskazań znaków zmiennej treści, których głównym zadaniem jest usprawnienie przepływów poprzez ograniczenie kongestii transportowej.

Badanie podzielono na dwie części. W pierwszym badaniu dokonano analizy Systemu Zarządzania Ruchem w Szczecinie po przez weryfikację informacji przekazywanych przez tablice zmiennej treści, w drugiej dokonano analizy Systemu Zarządzania Komunikacją Miejską dla Miasta Szczecina i aglomeracji szczecińskiej poprzez porównanie biletu elektronicznego z tradycyjnym. sprawdzono przydatności urządzeń pozwalających na przekazywanie informacji dla pasażerów w czasie rzeczywistym.

Pierwszą część badania przeprowadzono na trasie z punktem początkowym znajdującym się przy Centrum Handlowym Outlet Park, gdzie usytuowane są liczne osiedla mieszkaniowe, i punktem końcowym, który zlokalizowano na Placu Armii Krajowej 1, gdzie znajduje się siedziba Urzędu Miejskiego Szczecina. Trasa to została wybrana ze względu na duże natężenie ruchu występujące na niej niezależnie od dnia tygodnia. Łączy ona dzielnice Prawobrzeże ze Śródmieściem, codziennie trasę tę pokonuje znaczna część mieszkańców w drodze do pracy i powrotnej a także w związku z potrzebą załatwienia spraw administracyjnych w Urzędzie Miasta. Na rysunku 3 przedstawiono trasę, na której dokonano pomiarów.

Rys. 3. Lokalizacja badanej trasy [9]

Z przedstawionego rysunku wynika, że badaną trasę można odbyć poprzez różne szlaki komunikacyjne, a mianowicie:

- Outlet Park-Trasa Zamkowa im. Piotra Zaremby- Plac Armii Krajowej,
- Outlet Park- Księdza Kardynała Stefana Wyszyńskiego- Plac Armii Krajowej.

Badana trasa liczy niecałe 12 km. W czasie pokonywania tej odległości mijamy trzy tablice zmiennej treści VMS, zlokalizowane kolejno na ul. Struga przed skrzyżowaniem z ul. Gryfińską-Hangarową i Batalionów Chłopskich, ul. Eskadrowej i ul. Gdańskiej—przy rozjeździe na trasę Zamkową i ul. Energetyków. W trakcie prowadzenia badań pomiarowych jedna z tablic przy ulicy ul. Eskadrowej była całkowicie wyłączona z użytku. Poza tablicami obrazującymi sytuację, na badanej trasie umiejscowione są także tzw. VMS małe, które przekazywały informacje o dozwolonej prędkości na danym odcinku trasy.

Pomiaru dokonywano od poniedziałku do piątku w godzinach: 7.30, 11.00, 15.30 oraz 17.00 na dwóch trasach z wykorzystaniem dwóch samochodów osobowych. Godziny wybrano po przestudiowaniu wyników pomiaru ruchu przeprowadzonego w ramach projektu GRASS, co pozwoliło na wyodrębnienie godzin w których kongestia na drogach w centrum miasta jest znacząca (7:30; 15:30) oraz niska bądź umiarkowana odpowiednio w godzinach 11:00; 17:00. Wyniki dla poszczególnych dni tygodnia uśredniono i przedstawiono w tabeli 1. W warunkach pozwalających na sprawne przemieszczanie się przy zachowaniu przepisów ruchu drogowego, trasę pierwszą można pokonać w ok. 17 minut, druga natomiast w ok. 20 minut.

Tab. 1. Wskazania tablic VMS w wybranych godzinach

Dzień /	Godzina	Pomiary czasu przejazdu na poszczególnych odcinkach	Wskazania tablicy zmiennej treści
Trasa 1	7.30	23 minuty	Na tablicach VMS droga na odcinku ul. Gdańskiej wskazywała utrudnienia w ruchu zaznaczone kolorem pomarańczowym;
	11:00	17 minut	Na tablicach VMS dominował zielony kolor, który wskazywał na brak utrudnień w ruchu;
	15:30	20 minut	Tablica VMS informowała o utrudnionym ruchu na Moście Długim.
	17:00	18 minut	Na tablicach VMS dominował zielony kolor, który wskazywał na brak utrudnień w ruchu
Trasa 2	7.30	27 minut	Na tablicach VMS droga na odcinku ul. Gdańskiej wskazywała utrudnienia w ruchu zaznaczone kolorem pomarańczowym;
	11:00	21 minut	Na tablicach VMS dominował zielony kolor, który wskazywał na brak utrudnień w ruchu;
	15:30	30 minuty	Tablica VMS zawiadomiła o utrudnionym ruchu na Moście Długim.
	17:00	22 minuty	Na tablicach VMS dominował zielony kolor, który wskazywał na brak utrudnień w ruchu

Najdłuższy czas przejazdu odnotowano w czwartek, wynosił on 32 minuty na szlaku komunikacyjnym Outlet Park- Księża Kardynała Stefana Wyszyńskiego -Plac Armii Krajowej i 23 minuty na relacji Outlet Park-Trasa Zamkowa im. Piotra Zaremby- Plac Armii Krajowej. Tablice zmiennej treści w czasie trwania eksperymentu zawiadaniały o utrudnionych warunkach ruchu na odcinku ul. Gdańskiej, która oznaczona była pomarańczowym kolorem, aż do Mostu Cłowego. Sugerując tym samym wybór alternatywnej trasy (rys. 4).

Przeprowadzony eksperyment udowodnił, że informacje zawarte na tablicach zmiennej treści prawidłowo sugerowały szlak komunikacyjny pozwalający na szybsze dotarcie do celu, rekomendując najkrótsze trasy przejazdu.

Rys. 4. Tablica VMS podczas badania dnia

Weryfikacji poddano także informacje wyświetlane na tablicy zmiennej treści zlokalizowanej w centrum miasta przy Bramie Portowej. Zmierzone czas przejazdu na odcinku Brama Portowa -Autostrada Kijewo w godzinach 7.30, 11.00, 15.30 oraz 17.00 i porównano z czasem pokazywanym na ekranie. Zebrane dane przedstawiono w tabeli 2.

Tab. 2. Czas przejazdu na trasie Brama Portowa -Autostrada Kijewo

Data i godzina badania	Kolor trasy	Czas wyświetlany na tablicy	Czas rzeczywisty przejazdu
7:30	Czerwony	28 minut	35 minut
11:00	Zielony	16 minut	17 minut
15:30	Czerwony	27 minut	31 minut
17:00	Pomarańczowy	21 minut	25 minut

Z zaprezentowanej tabeli wynika, że czas wyświetlany na tablicy jest taki sam lub niewiele się różni w porównaniu z rzeczywistym czasem przejazdu (trasa oznaczona kolorem zielonym). Różnice w czasie przejazdu porównując czas wyświetlony na tablicy z czasem rzeczywistym przejazdu w godzinach szczytu (na tablicy kolor pomarańczowy i czerwony) i wzmożonego ruchu zwiększają i oscylują w granicach od 4 do 7 minut. Przyczyną takiego stanu rzeczy są nieprzewidziane intensywne natężenie ruchu i przestoje w miejscach niekontrolowanych na wskazanej trasie.

PODSUMOWANIE

Inteligentne systemy transportowe pozwalają na usprawnienie przepływów osób i towarów w sposób bezpieczniejszy i efektywniejszy. Nieustannie poszukuje się nowych sposobów oferowania innowacyjnych usług, które ułatwią mobilność osób, pojazdów i towarów. Badane są nowe modele usługowe, które zgłaszają swoją gotowość do uchwycenia potencjału najnowszych modeli technologicznych w celu zaspokojenia zmieniających się potrzeb mobilności użytkowników.

Miasto Szczecin ze względu na położenie i występujące w nim szlaki komunikacyjne jest ważnym elementem krajowego systemu transportu. Zadaniem miasta jest zapewnienie wszystkim użytkownikom sprawnego przemieszczania się z uwzględnieniem założeń zrównoważonego rozwoju. W tym celu miasto realizuje wytyczne Unii Europejskiej związane z dobrymi praktykami wdrażania Inteligentnych Systemów Transportowych.

Z przedstawionych badań analizujących funkcjonowanie inteligentnych systemów transportowych w Szczecinie wynika, że systemy działają sprawnie, zapewniając wiarygodną informację przekazywaną na znakach zmiennej treści.

BIBLIOGRAFIA

1. Koźlak. A., Inteligentne systemy transportowe jako instrument poprawy efektywności transportu, „Logistyka” 2008, nr 2
2. Wydro K., *Telematyka-znaczenie i definicja terminu*, Telekomunikacja i techniki informacyjne, nr1-2, Instytut Łączności, Warszawa 2005,
3. Nowacki G., *Telematyka transportu drogowego*, Wydawnictwo Instytutu Samochodowego, Warszawa 2008
4. Polityka Transportowa Państwa na lata 2006-2025. Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa 2005.
5. Adamski A., *Inteligentne systemy transportowe*, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo Techniczne AGH, Kraków 2003
6. <http://mobilne-miasto-its.iztech.pl/its-w-praktyce/szczecin/powraca-funkcjonowania-transportu-miejskiego-w-aglomeracji-szczecinskiej-poprzez-zastosowanie-systemow-telematycznych>.
7. www.niebezpiecznik.pl
8. Tumielewicz R., Budowa Systemu Zarządzania Ruchem, Gmina Miasto Szczecin
9. www.google.pl/maps

Analysis of selected elements of smart systems transportation in Szczecin

The aim of the article is to present solutions in the field of intelligent transport systems used in Szczecin. The city of Szczecin, due to its location and communication routes, is an important element of the national transport system. The city's task is to provide all users with efficient mobility, not forgetting to maintain the principles of sustainable development. The way to meet these goals is the implementation of intelligent transport systems. The subject of the research presented in the article are the selected subsystems of the intelligent transport system operating in Szczecin. The analysis was made by verifying information provided by Variable Message Signs.

Autorzy:

dr Kinga Kijewska – Akademia Morska w Szczecinie, Wydział Inżynieryjno-Ekonomiczny Transportu, Zakład Logistyki.

JEL: O18 DOI: 10.24136/atest.2018.190

Data zgłoszenia: 2018.05.25 Data akceptacji: 2018.06.15