

Zeszyty Naukowe Pro Publico Bono 2024, Nr 1 (1), s. 143–155

ISSN: 2719-3403 e-ISSN: 2720-2216

Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY)

DOI: 10.5604/01.3001.0054.8778

Data złożenia: 23.09.2024 Data zatwierdzenia: 14.10.2024 Data publikacji: 05.12.2024

**dr Martyna Ostrowska**

Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach

[martyna.ostrowska@ujk.edu.pl](mailto:martyna.ostrowska@ujk.edu.pl)

ORCID: 0000-0003-4883-5608

# BEZPIECZEŃSTWO RUCHU DROGOWEGO W POLSKICH MIASTACH A WDRAŻANIE INTELIWENTNYCH SYSTEMÓW TRANSPORTOWYCH

## Abstrakt

Bezpieczeństwo ruchu drogowego to istotna problematyka społeczna, a poszukiwanie sposobów jego poprawy to aktualny problem badawczy. Jednym z rozwiązań w tym zakresie jest implementacja innowacyjnych metod sterowania i zarządzania ruchem drogowym oddziałujących na poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego. Jedną z takich metod jest wdrażanie inteligentnych systemów transportowych. Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie oddziaływania wdrażania inteligentnych systemów transportowych w polskich miastach na poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego.

**Słowa kluczowe:** bezpieczeństwo ruchu drogowego, inteligentne systemy transportowe, miasto

## ROAD TRAFFIC SAFETY IN POLISH CITIES AND THE IMPLEMENTATION OF INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS

## Abstract

Road safety is a major societal issue and the search for ways to improve it is a current research problem. One of the solutions in this area is the implementation of innovative traffic control and management methods to improve road safety. One of such methods is the implementation of intelligent transport systems. The aim of this article is to present the impact of the implementation of intelligent transport systems in Polish cities on the improvement of road traffic safety.

**Keywords:** road safety, intelligent transport systems, city

## 1. Wprowadzenie

Bez wątpienia bezpieczeństwo ruchu drogowego w miastach to aktualny i społecznie istotny temat. W ostatnich latach poszukiwane są nowe sposoby poprawiające jego bezpieczeństwo. Jedną z możliwości jest budowa nowych dróg i modernizacja tych już istniejących<sup>1</sup>. Jednak to kosztowna metoda, a zaspokojenie potrzeb w tym zakresie jest praktycznie niemożliwe. Ponadto nie zawsze rozbudowa dróg będzie przynosiła poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego, a w miastach mało efektywne jest rozwiązywanie problemów transportowych w taki sposób<sup>2</sup>. Rozwiązaniem jest wdrażanie innowacyjnych metod sterowania oraz zarządzania ruchem drogowym, które przełożą się na poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego<sup>3</sup>. Jedną z nich są inteligentne systemy transportowe. Komisja Europejska propaguje ich wykorzystanie w obszarze poprawy bezpieczeństwa infrastruktury drogowej i bezpieczeństwa pojazdów<sup>4</sup>.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie oddziaływania wdrażania inteligentnych systemów transportowych w polskich miastach na bezpieczeństwo ruchu drogowego.

## 2. Bezpieczeństwo ruchu drogowego – definicja i istota

Bez wątpienia bezpieczeństwo ruchu drogowego stanowi część bezpieczeństwa wewnętrznego państwa<sup>5</sup>. W literaturze przedmiotu można znaleźć wiele definicji tego pojęcia. Jednocześnie w żadnym akcie prawnym nie ma formalnej definicji tego terminu. S. Siedlecka i M. Mądziel uważają, że bezpieczeństwo ruchu drogowego „to funkcja działania systemu: człowiek – pojazd – droga. Niewątpliwie najistotniejszym elementem układu, a zarazem stanowiącym najbardziej zawodną jego część jest człowiek. Trudno jest bowiem przewidzieć zachowanie człowieka, biorąc pod uwagę jego skomplikowaną istotę”<sup>6</sup>. Z kolei M. Ogrodniczak i J. Ryba określają je „poprzez różne rodzaje zagrożeń i problemów dla bezpieczeństwa czy skutków zdarzeń je zakłócających. Najczęściej podaje się wypadki drogowe, wraz

<sup>1</sup> W. Lewicki, *Inteligentne systemy transportowe jako narzędzie inżynierii ruchu drogowego*, „Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2012, 7–8, s. 106.

<sup>2</sup> T. Wałek, *Inteligentne systemy transportowe jako instrument poprawy bezpieczeństwa*, „Security, Economy & Law” 2016, 2, s. 71.

<sup>3</sup> W. Lewicki, *Inteligentne systemy transportowe...*, dz. cyt., s. 106.

<sup>4</sup> K. Jamrozik, *Oddziaływanie ITS na brd*, 2008, <http://edroga.pl/inzynieria-ruchu/oddziaływanie-its-na-brd-1805147/all-pages> (dostęp 5.09.2024).

<sup>5</sup> A. Korjat, *Bezpieczeństwo ruchu drogowego. Dylematy i wyzwania przemian kulturowych*, Europejskie Centrum Edukacyjne, Toruń 2010, s. 164.

<sup>6</sup> S. Siedlecka, M. Mądziel, *Problemy bezpieczeństwa w logistyce transportu drogowego*, „Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2016, 6, s. 1536.

z liczbą osób, która poniosła śmierć lub została ranna wskutek zdarzenia oraz kolizje”<sup>7</sup>. B. Landowski i J. Kwasińska przedstawiają bezpieczeństwo ruchu drogowego jako „zdolność systemu U-P-O (użytkownik – pojazd – otoczenie) do bezkolizyjnego funkcjonowania”<sup>8</sup>.

Bezpieczeństwo ruchu drogowego można oceniać w obiektywny i subiektywny sposób. Bezpieczeństwo obiektywne oceniane jest na podstawie wskaźników, tj. liczba wypadków drogowych, liczba kolizji drogowych, liczba osób rannych oraz liczba ofiar śmiertelnych. Z kolei bezpieczeństwo subiektywne oceniane jest na podstawie odczuć uczestników ruchu drogowego dotyczących poczucia bezpieczeństwa<sup>9</sup>. Obydwa te wymiary na siebie wpływają i obydwie należy brać pod uwagę w rozważaniach na temat poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego.

### 3. Inteligentne systemy transportowe – definicja i istota

Pierwszą definicję inteligentnych systemów transportowych przedstawiono na I Światowym Kongresie w dziedzinie systemów transportowych w Paryżu w 1994 r.<sup>10</sup> Od tego czasu w literaturze przedmiotu można znaleźć wiele definicji tego pojęcia, a tematyka ta w ostatnich latach przeżywa swój rozkwit. E. Szmidt definiuje je jako „złożony zbiór nowoczesnych technologii informatycznych, telekomunikacyjnych i elektronicznych połączonych w sieć wielokrotnie podrzędnie złożoną, mającą na celu skuteczne i kompleksowe zarządzanie transportem drogowym oraz sprawną obsługę podróżnych”<sup>11</sup>. Z kolei E.J. Tomaszewska uważa, że są to „systemy stanowiące obszerny zbiór różnorodnych technologii (telekomunikacyjnych, informatycznych, automatycznych i pomiarowych), które świadczą innowacyjne usługi związane z różnymi rodzajami transportu i zarządzania ruchem”<sup>12</sup>. J. Perenc i W. Wojan przedstawiają je jako „zaawansowane aplikacje, które – choć same w sobie są tylko nośnikami informacji – mają na celu świadczenie innowacyjnych usług

<sup>7</sup> M. Ogrodniczak, J. Ryba, *Bezpieczeństwo ruchu drogowego w świetle wybranych aktów prawnych*, „Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2016, 6, s. 352.

<sup>8</sup> B. Landowski, J. Kwasińska, *Ocena stanu i analiza bezpieczeństwa ruchu drogowego oraz próba jego poprawy*, „Studies & Proceedings of Polish Association for Knowledge Management” 2014, 69, s. 114.

<sup>9</sup> A. Murawska, *Bezpieczeństwo publiczne i drogowe jako uwarunkowanie jakości życia mieszkańców miast wojewódzkich w Polsce*, „Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy” 2016, 4, s. 266.

<sup>10</sup> K. Nowicka, *Inteligentne systemy transportowe a zarządzanie miastem* [w:] M. Bryx (red. nauk.), *Innowacje w zarządzaniu miastami w Polsce*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2014, s. 93.

<sup>11</sup> E. Szmidt, *Mechanizm działania systemów ITS i ich wpływ na BRD*, „Transport Samochodowy” 2016, 4, s. 84.

<sup>12</sup> E.J. Tomaszewska, *Inteligentny system transportowy w mieście na przykładzie Białegostoku*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Problemy Zarządzania, Finansów i Marketingu” 2015, 41/2, s. 320.

związanych z różnymi rodzajami transportu i zarządzaniem ruchem oraz pozwalają na lepsze informowanie różnych użytkowników oraz zapewniają bezpieczniejsze, bardziej skoordynowane i «inteligentniejsze» korzystanie z sieci transportowych<sup>13</sup>. Niewątpliwie inteligentne systemy transportowe są połączeniem technologii informatycznych i telekomunikacyjnych z infrastrukturą i środkami transportu<sup>14</sup>.

Inteligentne systemy transportowe wdrażane są w celu poprawy efektywności i płynności ruchu drogowego<sup>15</sup>. To ich podstawowe zadania, jednakże dodatkowo przyczyniają się do poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego i ochrony zasobów środowiska naturalnego<sup>16</sup>.

Inteligentne systemy transportowe tworzone są przez centrum zarządzania połączonego z infrastrukturą transportową za pomocą rozwiązań informatycznych czy automatycznych<sup>17</sup>. Wykorzystują one:

- urządzenia detekcji;
- sieci komórkowe;
- systemy łączności radiowej;
- systemy nawigacji satelitarnej;
- geograficzne bazy danych;
- bazy danych drogowych;
- urządzenia monitorowania ruchu drogowego czy pogody;
- urządzenia przekazywania danych użytkownikom systemu;
- tablice świetlne<sup>18</sup>.

Warto także wspomnieć o ogólnej strukturze inteligentnych systemów transportowych. Składają się one z czterech następujących podsystemów:

- podsystemu monitorowania i nadzoru ruchu pojazdów – jest on nadrzędny w stosunku do pozostałych podsystemów. Zajmuje się on pomiarem, a następnie gromadzeniem i archiwizowaniem parametrów dotyczących aktualnych warunków ruchu drogowego. Wykonywanie tego zadania jest niezbędne do prawidłowego funkcjonowania pozostałych podsystemów;

---

<sup>13</sup> J. Perenc, W. Wojan, *Inteligentne Systemy Transportowe jako technologie sprzyjające rozwojowi sektora TSL*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Problemy Transportu i Logistyki” 2013, 23, s. 247.

<sup>14</sup> S. Barwiński, P. Kotas, *Inteligentne Systemy Transportowe jako narzędzie rozwiązywania problemów komunikacyjnych miast na przykładzie Łodzi* [w:] W. Grzegorzczak (red. nauk.), *Wybrane problemy zarządzania i finansów. Studia przypadków*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2015, s. 144–145.

<sup>15</sup> R. Ziółkowski, R. Dziejma, D. Cylko, *Inteligentne Systemy Transportowe jako narzędzie wspomagające zarządzanie bezpieczeństwem ruchu drogowego*, „Magazyn Autostrady” 2016, 6, s. 24.

<sup>16</sup> A. Selwon, K. Roman, *Wpływ Inteligentnych Systemów Transportowych na redukcję kongestii w miastach*, „Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2017, 3, s. 29.

<sup>17</sup> E. Ciepaj, *Determinanty i obszary implementacji rozwiązań telematycznych w ramach Inteligentnych Systemów Transportowych w miastach*, „Studia Miejskie” 2012, 6, s. 32.

<sup>18</sup> A. Świdorski, T. Kamiński, J. Zelkowski, *Aspekty Inteligentnych Systemów Transportowych w miastach*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 2016, 5, s. 699–700.

- podsystemu zarządzania ruchem – jego zadaniem jest zarządzanie prędkością oraz sterowanie ruchem podczas złych warunków pogodowych oraz na pasach;
- podsystem zarządzania incydentami drogowymi – zajmuje się wykrywaniem zdarzeń drogowych, zarządzaniem nimi i kierowaniem pojazdów na trasy alternatywne;
- podsystem informacji dla kierowców – zbudowany jest z modułu informacji drogowej oraz modułu informacji parkingowej. Jego zadaniem jest informowanie kierowców o aktualnych warunkach ruchu drogowego<sup>19</sup>.

Należy wspomnieć o wysokiej efektywności wdrażania ITS, gdyż pokrycie poniesionych nakładów na inwestycje następuje w krótkim czasie (od kilku miesięcy do dwóch lat)<sup>20</sup>.

#### 4. ITS w polskich miastach

W ostatnich latach inteligentne systemy transportowe są wdrażane w wielu polskich miastach. Jednak „zakres wdrożeń podsystemów ITS i procentowego pokrycia obszaru miejskiego jest bardzo różnorodny. Zależy przede wszystkim od wielkości i specyfiki miasta oraz potrzeb lokalnej społeczności”<sup>21</sup>. Poniżej przedstawiono kilka przykładów takiej implementacji.

Pierwszym omawianym przykładem będzie inteligentny system transportowy wdrożony w Łodzi. W 2015 r. wdrożony tam został Obszarowy System Sterowania Ruchem (OSSR). Celem jego implementacji była poprawa płynności ruchu pojazdów publicznych i indywidualnych oraz bezpieczeństwa uczestników ruchu drogowego, a także poprawa atrakcyjności, punktualności i skrócenie czasu przejazdu komunikacji publicznej oraz zwiększenie liczby jej pasażerów<sup>22</sup>.

Obszarowy System Sterowania Ruchem w Łodzi składa się z kilku podsystemów:

- podsystemu sterowania ruchem SCATS – odpowiada za optymalizację sygnalizacji świetlnej, nadawanie priorytetów dla publicznego transportu zbiorowego i zarządzanie ruchem w tunelu;
- podsystemu zarządzania transportem publicznym MUNICOM – nadzoruje ruch pojazdów transportu zbiorowego oraz zarządzanie dynamiczną informacją przystankową i portalem internetowym;

<sup>19</sup> M. Siergiejczyk, K. Tatar, *Koncepcja wdrażania usług Inteligentnych Systemów Transportowych w obszarze miejskim*, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport” 2016, 11, s. 447–448.

<sup>20</sup> E.J. Tomaszewska, *Inteligentny system transportowy...*, dz. cyt., s. 322.

<sup>21</sup> Taż, *„Korzyści wdrożenia inteligentnego systemu transportowego w mieście*, „Akademia Zarządzania” 2022, 6 (3), s. 336.

<sup>22</sup> A. Giedryś, *Wdrażanie Systemu Zarządzania Ruchem w Łodzi*, „Przegląd ITS” 2008, 7–8, s. 5.

- podsystemu kamer (ANPR i CCTV);
- podsystemu kierowania na trasy alternatywne przy pomocy tablic VMS<sup>23</sup>;
- podsystemu do zarządzania tunelem SCADA<sup>24</sup>.

Warto zwrócić uwagę na kamery ANPR i CCTV oraz tablice zmiennej treści działające w Łodzi. Kamery ANPR oraz CCTV (monitoring wizyjny) są zainstalowane na większości skrzyżowań. Obraz przez nie nagrywany trafia do Centrum Zarządzania Ruchem. Kamery ANPR rozpoznają tablice rejestracyjne, a kamery CCTV umożliwiają nadzór i podgląd skrzyżowań, co przekłada się na możliwość szybkiego wykrywania pojawiających się incydentów<sup>25</sup>. Zainstalowane w Łodzi tablice zmiennej treści (tablice VMS) mają za zadanie dostarczanie bieżących informacji na temat natężenia ruchu, korkach i przewidywanym czasie przejazdu przez poszczególne ulice. Dzięki temu kierowcy mają możliwość wyboru najkrótszej trasy podróży. W Łodzi zainstalowano 9 tablic zmiennej treści przy drogach krajowych oraz wjeździe do centrum miasta<sup>26</sup>. Tablice VMS są zlokalizowane przy:

- alei Bandurskiego przed wiaduktem na Maratońskiej/alei Unii Lubelskiej;
- ulicy Konstantynowskiej przed aleją Włókniarzy;
- ulicy Limanowskiego przed aleją Włókniarzy;
- ulicy Zgierskiej przed rondem Biłyka;
- ulicy Wojska Polskiego przed ulicą Strykowską;
- alei Piłsudskiego przy „skrzyżowaniu marszałków”;
- ulicy Przybyszewskiego przed aleją Rydza-Śmigłego;
- ulicy Rzgowska przed ulicą Broniewskiego;
- ulicy Pabianickiej przed wiaduktem kolejowym<sup>27</sup>.

Warto również dodać, że uczestnicy ruchu drogowego w Łodzi mogą korzystać z portalu ITS Łódź, na którym znajdą informacje na temat ruchu drogowego na obszarze funkcjonowania Obszarowego Systemu Sterowania Ruchem. Strona składa się z zakładek: Meteo, Mapa, Zdarzenia, Dojazd<sup>28</sup>.

---

<sup>23</sup> M. Ziemska, M. Śrubka, *Analiza porównawcza inteligentnych systemów sterowania ruchem drogowym, metoda BALANCE i metoda SCATS*, „Prace Wydziału Nawigacyjnego Akademii Morskiej w Gdyni” 2016, 31, s. 205.

<sup>24</sup> T. Kamiński, J. Oskarbski, *Wdrażanie systemów ITS na przykładzie miasta Łodzi i Bydgoszczy*, „Transport Samochodowy” 2017, 1, s. 25.

<sup>25</sup> Tamże, s. 26.

<sup>26</sup> A. Magnuszewska, *Tablice VMS pokazują kierowcom najkrótszą drogę przez Łódź*, 2016, <http://www.dzienniklodzki.pl/artykul/9295036,tablice-vms-pokazuja-kierowcom-najkrotsza-droge-przez-lodz,id,t.html> (dostęp 1.09.2024).

<sup>27</sup> UM Łódź, *Tablice VMS pokierują kierowców w Łodzi*, 2016, <https://edroga.pl/inzynieria-ruchu/tablice-vms-pokieruja-kierowcow-w-lodzi-150112338> (dostęp 6.09.2024).

<sup>28</sup> P. Wasiak, *Sytuację na drogach sprawdzisz w komputerze i telefonie*, 2016, <http://lodz.wyborcza.pl/lodz/1,35136,19601871,sytuacje-na-drogach-sprawdzisz-w-komputerze-i-telefonie.html> (dostęp 5.09.2024).

Podczas wdrażania OSSR w Łodzi zastosowano innowacyjne rozwiązania w postaci włączenia tunelu do obszaru sterowania i zintegrowanego systemu ewidencji pasa drogi z OSSR<sup>29</sup>.

Drugim przykładem miasta, które wdrożyło ITS, jest Białystok. Początek wdrażania tego systemu rozpoczął się w 2011 r. od funkcjonowania karty miejskiej obsługującej bilety okresowe oraz jednorazowe. Następnie w 2015 r. zaimplementowano System Zarządzania Ruchem (SZR) obejmujący całe miasto<sup>30</sup>. W jego ramach wprowadzono:

- sterowanie sygnalizacją świetlną na skrzyżowaniach (120);
- tablice zmiennej treści – w celu informowania o utrudnieniach w ruchu, objazdach i wypadkach;
- pierwszeństwo przejazdu dla autobusów komunikacji miejskiej<sup>31</sup>.

Wdrożenie inteligentnego systemu transportowego w Białymstoku miało na celu sprawniejsze poruszanie się po mieście. Wdrożony system na bieżąco analizuje natężenie ruchu drogowego i dostosowuje do niego działanie sygnalizacji świetlnej. Ponadto informacje z systemu są udostępniane uczestnikom ruchu drogowego na stronie internetowej, co jest pomocne przy planowaniu podróży i śledzeniu natężenia aktualnego ruchu. W ramach wdrożonego systemu funkcjonują także tablice mierzące natężenie ruchu i czas przejazdu<sup>32</sup>. Warto także wspomnieć o podsystemie rejestracji wjazdu na czerwonym świetle, którego zadaniem jest analiza zachowań kierowców na wlotach skrzyżowań, co ma przyczynić się do poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego<sup>33</sup>.

W Białymstoku wdrożony system ITS przyczynił się do poprawy płynności ruchu drogowego, jak i zwiększenia jego bezpieczeństwa<sup>34</sup>.

Trzecim omawianym miastem, w którym w 2005 r. wdrożono ITS, jest Kraków. W jego ramach funkcjonuje:

- system sterowania ruchem UTCS;
- system nadzoru ruchu tramwajowego TTSS;
- system informacji pasażerskiej<sup>35</sup>.

System sterowania ruchem UTCS funkcjonuje po to, żeby czuwać nad prawidłowym działaniem sygnalizacji świetlnej i optymalizować jej działanie. System nadzoru ruchu tramwajowego TTSS sprawuje nadzór nad ruchem tramwajów w mieście. System informacji pasażerskiej dostarcza pasażerom informacji za po-

<sup>29</sup> M. Ziemska, M. Śrubka, *Analiza porównawcza inteligentnych systemów sterowania ruchem drogowym...*, dz. cyt., s. 205.

<sup>30</sup> R. Ziółkowski, R. Dziejma, D. Cylko, *Inteligentne Systemy Transportowe...*, dz. cyt., s. 25.

<sup>31</sup> E.J. Tomaszewska, *Inteligentny system transportowy...*, dz. cyt., s. 326.

<sup>32</sup> Tamże, s. 325–327.

<sup>33</sup> R. Ziółkowski, R. Dziejma, D. Cylko, *Inteligentne Systemy Transportowe...*, dz. cyt., s. 27.

<sup>34</sup> E.J. Tomaszewska, *Inteligentny system transportowy...*, dz. cyt., s. 327.

<sup>35</sup> A. Selwon, K. Roman, *Wpływ Inteligentnych Systemów Transportowych...*, dz. cyt., 29.

mocą tablic SDIP. Jest on także zintegrowany z systemem TTSS. Wdrożony w Krakowie inteligentny system transportowy został rozbudowany w latach 2010–2013 w ramach projektu *Rozwój systemu zarządzania transportem publicznym w Krakowie*. Projekt ten był realizowany przez Zarząd Infrastruktury Komunalnej i Transportu w Krakowie przy wykorzystaniu dofinansowania Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego. W ramach tego projektu system TTSS zintegrowano z częścią floty samochodowej za pomocą zamontowania komputerów pokładowych w 30 tramwajach i oprogramowania do analizy statystycznej. System UTCS został wzbogacony o sieć światłowodową. Dokonano również remontu sygnalizacji świetlnej na niektórych skrzyżowaniach. Z kolei system informacji pasażerskiej został rozbudowany o 203 tablice na przystankach tramwajowych oraz 14 tablic informujących o bieżącej sytuacji w ruchu drogowym<sup>36</sup>.

Czwarty przykład wdrożenia ITS w Polsce stanowi Trójmiasto, gdzie w 2006 r. prezydenci miast podpisali porozumienie o wspólnych działaniach polegających na przygotowaniu wniosku o dofinansowania z UE. W Trójmieście zaimplementowany został system TRISTAR, w ramach którego działają:

- dwa centra zarządzania i sterowania ruchem (w Gdańsku i w Gdyni);
- stanowisko sterowania ruchem w Sopocie;
- 26 znaków zmiennej treści;
- 33 tablice informacji;
- 24 rejestratory prędkości odcinkowej;
- 161 skrzyżowań z sygnalizacją świetlną;
- 35 rejestratorów wjazdu na czerwonym świetle;
- 14 stacji pogodowych<sup>37</sup>.

Wiele polskich miast wdrożyło także elementy systemu ITS w tradycyjnym systemie transportowym. Przykładami takich miast są m.in.: Biała Podlaska, Bolesławiec, Ostrów Wielkopolski, Kraśnik, Elbląg, Płock, Suwałki, Puławy, Stalowa Wola, Świdnica<sup>38</sup>.

## **5. Korzyści z wdrażania inteligentnych systemów transportowych i ich oddziaływanie na poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego**

Wdrażanie inteligentnych systemów transportowych umożliwi poprawę funkcjonowania systemów transportowych<sup>39</sup>. Korzyści odnoszą nie tylko mieszkańcy (bę-

<sup>36</sup> Tamże, s. 29–30.

<sup>37</sup> P. Krukowski, J. Oskarbski, *Zintegrowany System Zarządzania Ruchem. Przygotowanie i realizacja systemu*, „Komunikacja Publiczna” 2014, 2, s. 28.

<sup>38</sup> B. Kos, *System dynamicznej informacji jako informatyczne narzędzie udostępniania informacji pasażerom w publicznym transporcie zbiorowym*, „Marketing i Zarządzanie” 2016, 4, s. 153.

<sup>39</sup> A. Selwon, K. Roman, *Wpływ Inteligentnych Systemów Transportowych...*, dz. cyt., s. 29.



dący uczestnikami ruchu drogowego), ale także przedsiębiorcy i pozostali interesariusze miast<sup>40</sup>. ITS jest także ważnym narzędziem w rękach osób zarządzających ruchem. Systemy te dostarczają informacji na temat m.in.: wypadków drogowych, korków, warunków atmosferycznych<sup>41</sup>. Warto wspomnieć, że inteligentne systemy transportowe powinny spełniać rzeczywiste potrzeby użytkowników, a nie możliwości dostawców albo trendy rynkowe<sup>42</sup>.

Badania przeprowadzone w Japonii, USA i Europie dowodzą, że wdrażanie inteligentnych systemów transportowych zmniejsza o ok. 30–35% nakłady ponoszone na infrastrukturę transportową, przynosząc przy tym taką poprawę sprawności funkcjonowania, jak w przypadku budowania nowych odcinków dróg. Ponadto następuje zwiększenie o ok. 20% przepustowości dróg<sup>43</sup>. Badania przeprowadzone przez Komisję Europejską pokazują poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego o 40%, poprawę przepustowości ulic o 25% oraz zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska o 10%<sup>44</sup>.

Inne korzyści z wdrażania ITS wymieniane w literaturze przedmiotu to skrócenie czasu podróży oraz poprawa komfortu podróży transportem zbiorowym<sup>45</sup>. „Zastosowanie ITS umożliwi efektywniejsze, bardziej ekonomiczne i bezpieczniejsze wykorzystanie już istniejącej infrastruktury”<sup>46</sup>.

Bez wątplenia wdrażanie ITS przynosi także wymierne korzyści dla zapewnienia bezpieczeństwa ruchu drogowego, co zostanie opisane poniżej. Warto podkreślić, że inteligentne systemy transportowe oddziałują na poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego, chociaż nie był to główny cel ich stosowania. Badania przeprowadzone w Japonii, USA i Europie dowodzą, że wdrażanie ITS w zakresie informowania podróżujących, przekazywania im różnych zaleceń i poleceń przy pomocy znaków i tablic zmiennej treści oraz sygnalizacji świetlnej przyczynia się do zmniejszenia liczby wypadków drogowych o ok. 80% w przypadku wdrożenia zaawansowanych systemów zarządzania ruchem, o 25–50% przy zastosowaniu dozowania wjazdu i o 30–40% przy implementacji znaków zmiennej treści. Wdroże-

<sup>40</sup> E.J. Tomaszewska, *Inteligentny system transportowy...*, dz. cyt., s. 317.

<sup>41</sup> M. Ziemska, *Cele stosowania inteligentnych systemów transportowych i koordynowania sygnalizacji świetlnej*, „Prace Wydziału Nawigacyjnego Akademii Morskiej w Gdyni” 2014, 29, s. 107.

<sup>42</sup> T. Kamiński, M. Niezgodna, M. Siergiejczyk, J. Oskarbski, A. Świdorski, P. Filipek, *Wpływ stosowania usług Inteligentnych Systemów Transportowych na poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego*, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport” 2016, 113, s. 204.

<sup>43</sup> I. Nowotyńska, *Inteligentne Systemy Transportowe jako skuteczne narzędzie wspomagające rozwój transportu drogowego*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej. Zarządzanie i Marketing” 2011, 3, s. 107.

<sup>44</sup> E. Ciepaj, *Determinanty i obszary implementacji rozwiązań telematycznych...*, dz. cyt., s. 34.

<sup>45</sup> M. Ziemska, *Cele stosowania inteligentnych systemów transportowych...*, dz. cyt., s. 107–108.

<sup>46</sup> M. Kozerska, M. Konopka, *Zastosowanie inteligentnych systemów transportowych w sytuacjach ograniczonego dostępu do miast*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria: Organizacja i Zarządzanie” 2018, 130, s. 371.

nie automatycznego nadzoru nad ruchem skutkuje zmniejszeniem liczby wypadków o 20–80%<sup>47</sup>. Z kolei wyniki badań europejskich pokazują, że implementacja środków telematiki transportu oddziałuje na skrócenie czasu akcji ratowniczej o 30%. Badania amerykańskie dowodzą na temat skrócenia czasu reakcji służb ratowniczych o 20–40%, a zastosowanie automatycznie generowanych wywołań alarmowych wpływa na wzrost szansy przeżycia ofiary o 15%. Ponadto usługa zarządzania zdarzeniami drogowymi, w skład której wchodzi automatyczne wykrycie zdarzenia drogowego, obsługa dojazdu oraz przywrócenie normalnych warunków ruchu, oddziałuje na reedukację:

- czasu wykrycia zaistnienia zdarzenia drogowego do 65%;
- czasu dojazdu służb ratunkowych do 45%;
- pojawienia się wypadków wtórnych od 7% do 50%<sup>48</sup>.

W literaturze przedmiotu można znaleźć także mechanizmy oddziaływania systemów ITS na bezpieczeństwo ruchu drogowego, a wśród nich bezpośrednie modyfikacje pojazdu dotyczące prowadzenia pojazdu oraz bezpośrednie oddziaływanie na kierowców za pomocą systemów drogowych<sup>49</sup>. Bezpośrednie modyfikacje pojazdu dotyczące prowadzenia pojazdu polegają na przekazywaniu informacji, doradzaniu i przejmowaniu części zdarzeń. To wszystko wpływa na uwagę prowadzącego, jego koncentrację, obciążenie psychiczne oraz tempo podejmowania decyzji. Mechanizm ten polega na zastosowaniu aplikacji systemu, która bezpośrednio wpływa na zachowanie kierowcy. „Cechą zasadniczą tego mechanizmu jest fakt, że zastosowanie określonej aplikacji systemu wywiera bezpośredni wpływ na zachowanie kierowcy; innymi słowy są to bezpośrednie reakcje na bodziec i pojawiają się w ciągu kilku milisekund lub sekund od pojawienia się określonego bodźca. Ten mechanizm obejmuje zarówno intencjonalne skutki działania aplikacji (na przykład zmniejszenie prędkości w celu uniknięcia kolizji), jak i nieintencjonalne (np. rozproszenie uwagi kierowcy)”<sup>50</sup>. Przykład takiego oddziaływania mogą stanowić badania przeprowadzone przez A. Várhelyi, M. Hjalmdahl, C. Hydén, M. Draskóczy na temat alarmu zintegrowanego z prędkościomierzem aktywowanego przez pedał przyspieszenia. Pozytywne efekty związane z jego zastosowaniem to obniżenie średnich prędkości w badanych pojazdach oraz odchyleń standardowych prędkości, a to oddziałuje na płynniejszą jazdę oraz zmniejsza zużycie paliwa<sup>51</sup>.

Kolejny mechanizm oddziaływania ITS na bezpieczeństwo ruchu drogowego stanowi bezpośrednio oddziaływanie na kierowców za pomocą systemów drogo-

---

<sup>47</sup> T. Kamiński, M. Niezgoda, M. Siergiejczyk, J. Oskarbski, A. Świdorski, P. Filipek, *Wpływ stosowania usług Inteligentnych Systemów Transportowych...*, dz. cyt., s. 202.

<sup>48</sup> Tamże, s. 202.

<sup>49</sup> E. Szmídt, *Mechanizm działania systemów ITS...*, dz. cyt., s. 88.

<sup>50</sup> Tamże, s. 88.

<sup>51</sup> Tamże, s. 88.

wych. „Mechanizm ten wywiera bezpośredni wpływ na kierowcę poprzez sygnalizację drogową, głównie za pomocą informowania i doradzania. Bez możliwości kontrolowania działań kierowcy lub pojazdu, wpływ tego oddziaływania jest bardziej ograniczony niż systemów montowanych w pojazdach”<sup>52</sup>. Badania przeprowadzone przez P. Rämä pokazały, że ograniczenia prędkości spowodowane pogodą i zastosowanie przy nich znaków informacyjnych i ostrzegawczych powoduje zmniejszenie średniej prędkości pojazdu w trakcie niekorzystnych warunków atmosferycznych<sup>53</sup>.

## 6. Podsumowanie

Bezpieczeństwo ruchu drogowego to istotne zagadnienie poruszane zarówno przez praktyków, jak i teoretyków, a w ostatnich latach polskie miasta coraz chętniej wdrażają inteligentne systemy transportowe. Implementacja takich innowacyjnych metod sterowania oraz zarządzania ruchem drogowym przynosi wiele korzyści, a wśród nich przede wszystkim przekłada się na poprawę płynności ruchu drogowego oraz jego bezpieczeństwo. Zastosowanie ITS wpływa na zmniejszenie skutków obrażeń powstałych w wyniku wypadków drogowych, a także czasu dojazdu służb ratowniczych na miejsce zdarzenia. Ich implementacja przybiera różne formy, począwszy od wdrażania elementów ITS w tradycyjnym systemie transportowym, aż po budowę systemu obejmującego całe miasto. Polskie miasta powinny śledzić zagraniczne i krajowe rozwiązania w zakresie implementacji inteligentnych systemów transportowych i brać z nich wzór, dostosowując je do swoich potrzeb. Bez wątpienia potrzebne jest prowadzenie dalszych badań naukowych na temat możliwości poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego w miastach przy zastosowaniu ITS.

**Finansowanie:** Artykuł nie był finansowany z żadnych źródeł.

## Bibliografia

- [1] Barwiński S., Kotas P., *Inteligentne Systemy Transportowe jako narzędzie rozwiązywania problemów komunikacyjnych miast na przykładzie Łodzi* [w:] W. Grzegorzczak (red. nauk.), *Wybrane problemy zarządzania i finansów. Studia przypadków*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2015.
- [2] Ciepaj E., *Determinanty i obszary implementacji rozwiązań telematycznych w ramach Inteligentnych Systemów Transportowych w miastach*, „Studia Miejskie” 2012, 6.
- [3] Giedrys A., *Wdrażanie Systemu Zarządzania Ruchem w Łodzi*, „Przegląd ITS” 2008, 7–8.

---

<sup>52</sup> Tamże, s. 88.

<sup>53</sup> Tamże, s. 88–89.

- [4] Jamrozik K., *Oddziaływanie ITS na brd*, 2008, <http://edroga.pl/inzynieria-ruchu/oddziaływanie-its-na-brd-1805147/all-pages> (dostęp 5.09.2024).
- [5] Kamiński T., Niezgoda M., Siergiejczyk M., Oskarbski J., Świdorski A., Filippek P., *Wpływ stosowania usług Inteligentnych Systemów Transportowych na poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego*, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport” 2016, 113.
- [6] Kamiński T., Oskarbski J., *Wdrażanie systemów ITS na przykładzie miasta Łodzi i Bydgoszczy*, „Transport Samochodowy” 2017, 1.
- [7] Korjat A., *Bezpieczeństwo ruchu drogowego. Dylematy i wyzwania przemian kulturowych*, Europejskie Centrum Edukacyjne, Toruń 2010.
- [8] Kos B., *System dynamicznej informacji jako informatyczne narzędzie udostępniania informacji pasażerom w publicznym transporcie zbiorowym*, „Marketing i Zarządzanie” 2016, 4.
- [9] Kozerska M., Konopka M., *Zastosowanie inteligentnych systemów transportowych w sytuacjach ograniczonego dostępu do miast*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria: Organizacja i Zarządzanie” 2018, 130.
- [10] Krukowski P., Oskarbski J., *Zintegrowany System Zarządzania Ruchem. Przygotowanie i realizacja systemu*, „Komunikacja Publiczna” 2014, 2.
- [11] Landowski B., Kwasińska J., *Ocena stanu i analiza bezpieczeństwa ruchu drogowego oraz próba jego poprawy*, “Studies & Proceedings of Polish Association for Knowledge Management” 2014, 69.
- [12] Lewicki W., *Inteligentne systemy transportowe jako narzędzie inżynierii ruchu drogowego*, „Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2012, 7–8.
- [13] Magnuszewska A., *Tablice VMS pokazują kierowcom najkrótszą drogę przez Łódź*, 2016, <http://www.dzienniklodzki.pl/artykul/9295036,tablice-vms-pokazuja-kierowcom-najkrotsza-droge-przez-lodz,id,t.html> (dostęp 1.09.2024).
- [14] Murawska A., *Bezpieczeństwo publiczne i drogowe jako uwarunkowanie jakości życia mieszkańców miast wojewódzkich w Polsce*, „Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy” 2016, 4.
- [15] Nowicka K., *Inteligentne systemy transportowe a zarządzanie miastem* [w:] M. Bryx (red. nauk.), *Innowacje w zarządzaniu miastami w Polsce*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2014.
- [16] Nowotyńska I., *Inteligentne Systemy Transportowe jako skuteczne narzędzie wspomagające rozwój transportu drogowego*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej. Zarządzanie i Marketing” 2011, 3.
- [17] Ogrodniczak M., Ryba J., *Bezpieczeństwo ruchu drogowego w świetle wybranych aktów prawnych*, „Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2016, 6.
- [18] Perenc J., Wojan W., *Inteligentne Systemy Transportowe jako technologie sprzyjające rozwojowi sektora TSL*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Problemy Transportu i Logistyki” 2013, 23.
- [19] Selwon A., Roman K., *Wpływ Inteligentnych Systemów Transportowych na redukcję kongestii w miastach*, „Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2017, 3.
- [20] Siedlecka S., Mądziel M., *Problemy bezpieczeństwa w logistyce transportu drogowego*, „Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2016, 6.

- [21] Siergiejczyk M., Tatar K., *Koncepcja wdrażania usług Inteligentnych Systemów Transportowych w obszarze miejskim*, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport” 2016, 11.
- [22] Szmidt E., *Mechanizm działania systemów ITS i ich wpływ na BRD*, „Transport Samochodowy” 2016, 4.
- [23] Świdorski A., Kamiński T., Zelkowski J., *Aspekty Inteligentnych Systemów Transportowych w miastach*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 2016, 5.
- [24] Tomaszewska E.J., *Inteligentny system transportowy w mieście na przykładzie Białegostoku*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Problemy Zarządzania, Finansów i Marketingu” 2015, 41/2.
- [25] Tomaszewska E.J., *Korzyści wdrożenia inteligentnego systemu transportowego w mieście*, „Akademia Zarządzania” 2022, 6 (3).
- [26] UM Łódź, *Tablice VMS pokierują kierowców w Łodzi*, 2016, <https://edroga.pl/inzynieria-ruchu/tablice-vms-pokieruja-kierowcow-w-lodzi-150112338> (dostęp 6.09.2024).
- [27] Wałek T., *Inteligentne systemy transportowe jako instrument poprawy bezpieczeństwa*, „Security, Economy & Law” 2016, 2.
- [28] Wasiaak P., *Sytuację na drogach sprawdzisz w komputerze i telefonie*, 2016, <http://lodz.wyborcza.pl/lodz/1,35136,19601871,sytuacje-na-drogach-sprawdzisz-w-komputerze-i-telefonie.html> (dostęp 5.09.2024).
- [29] Ziemska M., *Cele stosowania inteligentnych systemów transportowych i koordynowania sygnalizacji świetlnej*, „Prace Wydziału Nawigacyjnego Akademii Morskiej w Gdyni” 2014, 29.
- [30] Ziemska M., Śrubka M., *Analiza porównawcza inteligentnych systemów sterowania ruchem drogowym, metoda BALANCE i metoda SCATS*, „Prace Wydziału Nawigacyjnego Akademii Morskiej w Gdyni” 2016, 31.
- [31] Ziółkowski R., Dziejma R., Cylko D., *Inteligentne Systemy Transportowe jako narzędzie wspomagające zarządzanie bezpieczeństwem ruchu drogowego*, „Magazyn Autostrady” 2016, 6.