

Katarzyna Sosik, Patrycja Pawłowska

Aspekt bezpieczeństwa pieszych na skrzyżowaniach drogowych z sygnalizacją świetlną

JEL: R41 DOI: 10.24136/atest.2019.132

Data zgłoszenia: 05.04.2019 Data akceptacji: 26.06.2019

Postępująca globalizacja, mobilność społeczeństwa, modernizacja infrastruktury transportu, chęć posiadania własnego środka transportu przyczyniają się do zwiększonej liczby pojazdów drogowych oraz wielu problemów transportowych. Można do nich zaliczyć przede wszystkim występowanie kongestii transportowej, która w następstwie jest źródłem kolejnych problemów systemów transportu drogowego. Zanieczyszczenie środowiska, wzmożony hałas, występujące zagrożenia w ruchu drogowym, utrudniona komunikacja wpływa w szczególności negatywnie na funkcjonowanie użytkowników miejskich systemów transportowych. Na wprost zwiększającym się oczekiwaniom użytkowników miejskich systemów transportowych wychodzą systemy wspierające bezpieczeństwo ich użytkowników oraz zwiększające przepustowość sieci transportowych. Jednym z przykładów systemu jest sygnalizacja świetlna. Implementacja tego systemu pozwala na bezpieczniejsze poruszanie się w ruchu drogowym poszczególnym jego uczestnikom, w tym pieszych.

W artykule poruszono problem bezpieczeństwa pieszych w ruchu drogowym. Przedstawiono analizę policyjnych danych statystycznych dotyczących liczby wypadków i ich skutków z udziałem pieszych. Dodatkowo zaprezentowano wyniki badań dotyczących subiektywnej oceny bezpieczeństwa pieszych na skrzyżowaniach drogowych wspieranych sygnalizacją świetlną. Zastosowano metodę wywiadu bezpośredniego z udziałem pieszych jako uczestników ruchu drogowego.

Słowa kluczowe: transport drogowy, sygnalizacja świetlna, miejski system transportowy, miasto dla pieszych, systemy telematyczne.

Wstęp

Od końca XX wieku obserwuje się wzrost poziomu urbanizacji. Według J. Szołtyska dzisiejszy świat można określić jako świat miast. Kształtowanie obecnych przestrzeni aglomeracji miejskich wynika w szczególności z procesów globalizacji. W wyniku zachodzących zmian obserwuje się wzrost populacji na obszarach zurbanizowanych przyczyniających się do przekształcania wewnętrznych struktur miejskich [1, s. 12-13, 32; 2, s. 11-12].

Dzięki postępowi urbanizacyjnemu wzrasta zapotrzebowanie na usługi transportowe. Ze względu na istotę systemu miejskiego, którego celem jest służyć jego użytkownikom, stanowi to wyzwanie dla jego zarządców. Wzorując się na miastach w krajach wysoko rozwiniętych stawia się na jakość świadczonych usług transportowych.

W dobie powszechnego dostępu i użytkowania Internetu zmieniło się podejście do zarządzania wszelkimi przedsięwzięciami, przedsiębiorstwami, a także wzajemnymi relacjami społecznymi, w tym biznesowymi. Kluczowymi elementami zachodzących zmian jest postęp techniczny, technologii cyfryzacji, rozwój komunikacji, wzrost poziomu wykształcenia, czy też zmiany w stylu życia społeczeństwa. Wyznacznikiem przekształcania się struktur społeczeństwa jest dostępność do rozwiązań z zakresu ICT (z ang. Informa-

tion and Communication Technologies). Na przestrzeni lat stosowanie rozwiązań z zakresu teleinformatyki stało się znacznie powszechniejsze. Przyczyniło się do tego wiele aspektów, jednak do głównych należy dostępność telefonów komórkowych, Internet w gospodarstwach domowych, korzystanie z usług mobilnych [3; 1, s. 83-85].

W dobie społeczeństwa informacyjnego istotne stały się zmiany oczekiwań wobec funkcjonowania miejskiego systemu transportowego. Złożoność procesów transportowych spowodowała, że konieczne stało się stosowanie systemów telematycznych w celu jego efektywnego zarządzania. Implementowanie nowoczesnych systemów poprawiających przepustowość sieci transportowych wspiera na jest przez politykę Unii Europejskiej, jak i jej kraje członkowskie [16, s. 100-101]. Prowadzone działania mają na celu zwiększenie bezpieczeństwa użytkowników sieci transportowych. Jednym z rozwiązań telematycznych jest sygnalizacja świetlna, która w szczególności jest implementowana na skrzyżowaniach drogowych [1, s. 99-102]. Ze względu na konsekwencje wciąż licznych wypadków drogowych, w szczególności z udziałem pieszych, w artykule skupiono się na ich bezpieczeństwie jako niechronionych uczestników ruchu.

Celem niniejszego artykułu jest analiza przyczyn i skutków występujących wypadków drogowych z udziałem pieszych oraz ocena poczucia bezpieczeństwa pieszych na skrzyżowaniach drogowych wspieranych sygnalizacją świetlną.

1. Wpływ funkcjonowania miejskiego systemu transportowego na jego mieszkańców

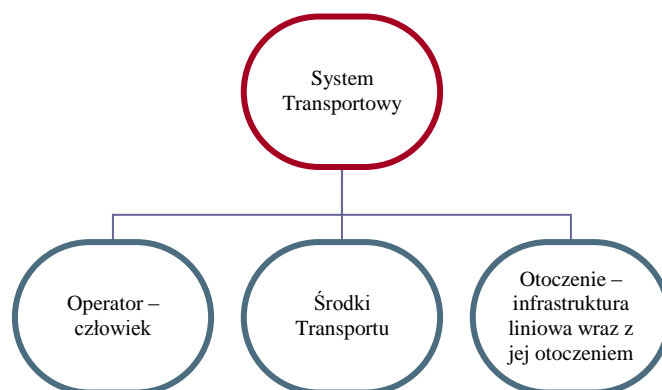
W wyniku globalizacji, obserwuje się integrację krajów i społeczeństw w kontekście przepływu towarów, pieniędzy, ludzi czy informacji. Granice terytorialne stają się mniej istotne przy wzajemnych inwestycjach, handlu. Zmiany zachodzące w strukturach wewnętrznych miast wynikają z konsekwencji procesów globalizacji. Wzrost liczby ludności w aglomeracjach miejskich związany jest z rozwojem techniki, technologii cyfryzacji, zmianie sposobu życia, wzrostu poziomu wykształcenia, dostępu do informacji i rozwiązań komunikacyjnych. Zmieniające się formy zagospodarowania przestrzeni miejskiej wpływają na rozwój funkcji metropolitalnych, dojazdów metropolitalnych, a także związanych z obsługą ludności. W obszarach metropolitalnych skupia się potencjał sprzyjający powstawaniu innowacji, wzrostu gospodarczego oraz konkurencyjności danego obszaru. Przemiany jakie zachodzą w strukturach społeczeństwa powodują w konsekwencji zmiany podejścia świadczonych usług. Wzrasta popyt na edukację, miejsca pracy, dostęp do usług kulturowych, a także na usługi transportowe [4, s. 9-17; 5, s. 15-16].

Transport stanowi integralną część procesu globalizacji. Miejski system transportowy projektowany jest dla jego mieszkańców, zgodnie z ich potrzebami. W konsekwencji komunikacja w miastach odgrywa kluczową rolę w funkcjonowaniu jego mieszkańców i wpływa na jakość ich życia. Jako jeden z elementów zrównoważonego rozwoju miasta bazuje on na czynnikach ekologicznych, ekonomicznych, społecznych, przestrzennych oraz funkcjonalnych. Transport pełniący funkcję usługową jest zależny od sprawności miejskiego układu komunikacyjnego. Możliwe jest to dzięki zasto-

sowaniu zasad benchmarkingu. Umożliwiają one bazowanie na przykładach dobrych praktyk wdrożonych w innych miastach i ich stosowaniu. Dzięki obserwacji i naśladowaniu dobrych wzorców możliwa jest również eliminacja wielu błędów występujących przy podejmowaniu decyzji. Transport stanowi również ważny aspekt w zagospodarowaniu przestrzennym miasta oraz jest określany jako integralny element terenu miasta [5, s. 47-48; 1, s. 149-151; 15, s. 101-102].

Wzrost liczby przewozów ładunków w miastach generowany jest przez przedsiębiorstwa handlowe, przemysłowe czy usługowe. Wiąże się on z rosnącą populacją na obszarach miejskich. Dotyczy to zarówno zapotrzebowania na wyroby gotowe, jak również na półfabrykaty, surowce, odpady komunalne i przemysłowe. Wybór transportu drogowego w miastach powoduje wiele problemów związanych z zanieczyszczeniem i degradacją środowiska, pogorszeniem wizerunku i funkcjonalności miast, a także w znacznym stopniu powoduje zmniejszenie poziom bezpieczeństwa uczestników ruchu drogowego. Częstotliwość wyboru transportu drogowego w miastach jest większa od usług oferowanych przez inne gałęzie transportu [1, s. 77-79].

W kontekście systemów transportowych uwzględnia się integralne jego składowe takie jak: człowiek (operator), otoczenie obejmujące infrastrukturę liniową wraz z jej zapleczem oraz środki transportu (rys. 1). Każdy z powyższych czynników ma wpływ na funkcjonowanie miejskich systemów transportowych. W dążeniu do zapewnienia bezpieczeństwa w miejskich sieciach drogowych, najważniejszą integralną częścią jest człowiek. Według statystyk przygotowywanych co roku przez Komendę Główną Policji, błędy ludzkie powodują największą liczbę występujących zagrożeń w ruchu drogowym dla innych jego uczestników, jak i dla środowiska naturalnego. Najczęściej spowodowane są nieodpowiednią lub nieaktualną wiedzą kierowców, brakiem odpowiednich predyspozycji, stresem. Według ww. Raportu, do najliczniejszych wypadków drogowych wynikających z błędów ludzkich, dochodzi przez kierowców. W 2018 roku doszło do 27556 wypadków, co stanowi 87% ogółu, z winy kierujących pojazdami. Środki transportu drogowego, pomimo wciąż wprowadzanych nowoczesnych systemów pozwalających na zwiększenie komfortu i bezpieczeństwa użytkownika, również są elementem, który może przyczynić się do występowania zagrożeń w miejskich systemach transportowych. Przyczyn występujących usterek w pojazdach drogowych może być wiele, od błędów występujących już na poziomie produkcji, po nieodpowiednią ich eksploatację, a także brakiem sprawdzania ich stanu technicznego w określonych terminach. Otoczenie składające się z infrastruktury liniowej i infrastruktury punktowej odgrywa ważną rolę w życiu społeczeństwa, ale także pełni kluczową rolę w funkcjonowaniu branży TSL (Transport-Spedycja-Logistyka). Pomimo wciąż modernizowanej infrastruktury transportu drogowego jest ona niedostosowana do ciągle rosnącej liczby środków transportu. Inwestycje w zakresie rozbudowy dróg krajowych w Polsce określa Program Budowy Dróg Krajowych na lata 2014-2023. Zbyt szybka eksploatacja infrastruktury liniowej transportu drogowego odzwierciedla jej zły stan techniczny. Co roku Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad opracowuje raport za rok poprzedni o stanie nawierzchni dróg krajowych, który w konsekwencji jest istotnym elementem w procesie zarządzania drogami [6; 17; 18].



Rys. 1. Integralne części systemu transportowego [6]

Wzorując się na miastach wysokorozwiniętych, stawia się na jakość świadczonych usług w miejskich systemach transportowych. Wynika to z wykorzystania w coraz większym stopniu analizy danych (z ang. Big Data), stosowaniu technologii opierających się na samouczeniu się, dzięki wykorzystaniu systemów wspomagających podejmowanie decyzji oraz tworzeniu modułowych systemów, które mogą działać elastycznie. Przykładami takich systemów są rozwiązania stosowane na parkingach, które informują kierowców o liczbie zajętych i wolnych miejsc parkingowych. Kolejnym z przykładów są systemy informujące kierowców o wystąpieniu w czasie rzeczywistym kongestii transportowej oraz możliwych alternatywnych trasach. Przyczyniają się tym samym do zwiększenia przepustowości sieci transportowej. Innym rozwiązaniem są sygnalizacje świetlne dostosowujące długość trwania cykli do prognozowanych natężeń ruchu drogowego na etapie projektowania wdrożenia systemu lub w zależności od aktualnego natężenia poszczególnych potoków ruchu drogowego [5, s. 48-49; 19].

2. Udział pieszych w ruchu drogowym

Rozwiązania stosowane w miejskich systemach transportowych, w głównej mierze powinny zwiększać przepustowość sieci transportowych oraz poprawiać jej funkcjonowanie. Przekłada się to na eliminację głównych barier pojawiających się na obszarach zurbanizowanych jakimi są problemy transportowe. Często jest to w sprzeczności z implementacją systemów, które wspierałyby bezpieczeństwo pieszych w ruchu drogowym w takim stopniu jak chronionych uczestników ruchu drogowego. Miasta określane jako eco-miasta lub miasta dla pieszych nastawiają się na opracowanie miejskiego systemu transportowego uwzględniającego potrzeby każdego jego uczestnika. Miasta, które stają się w koncepcji przyjazne dla pieszych powinny skupiać się przede wszystkim nad [5, s. 47, 57]:

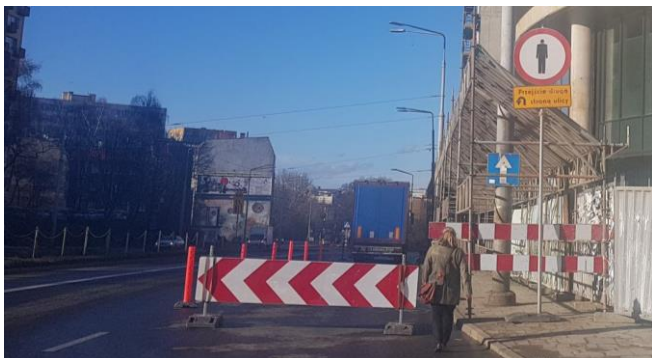
1. ograniczeniem hałasu,
2. zapewnieniu czystego powietrza,
3. możliwości przemieszczania się do punktów docelowych bez występowania problemów w całym procesie jego trwania.

Ze względu na występowanie w dużym stopniu kongestii transportowej na obszarach zurbanizowanych powyższe czynniki stają się trudne do zapewnienia. Do tego zjawiska przyczynia się ciągły wzrost liczby pojazdów w sieciach transportowych [7].

Pieszy, w odróżnieniu od użytkownika pojazdu drogowego w systemach transportowych, jest niechronionym uczestnikiem ruchu drogowego. Według Kodeksu Drogowego pieszy to „osoba znajdująca się poza pojazdem na drodze, niewykonująca na niej robót lub czynności przewidzianych odrębnymi przepisami; za pieszego uważa się również osobę prowadzącą, ciągnącą lub pchającą rower, motorower, motocykl, wózek dziecięcy, podręczny lub inwalidzki, osobę poruszającą się w wózku inwalidzkim, a także osobę w wieku do 10 lat kierującą rowerem pod opieką osoby dorosłej rów-

niez osoby poruszające się na rowerach, hulajnogach czy deskorolkach” [20]. Głównymi problemami z jakimi zmagają się niechronieni uczestnicy ruchu drogowego w miejskich systemach transportowych to [5, s. 63-67]:

- 1) ograniczenia w płynności ruchu wynikające między innym z występowania robót drogowych, modernizacją już istniejącej infrastruktury liliowej lub punktowej, itp. (rys. 2);
- 2) długie oczekiwanie na możliwość przejścia przez przejścia dla pieszych na skrzyżowaniach z sygnalizacją świetlną, która w głównej mierze poprawia przepustowość środków transportu;
- 3) brak odpowiedniej widoczności pojazdów z punktu widzenia pieszego znajdującego się na przejściu dla pieszych przyczynia się do występowania zagrożeń w ruchu drogowym;
- 4) niedostosowane odległości występowania przejść dla pieszych do wymagań niechronionych uczestników ruchu drogowego.



Rys. 2. Wyłączenie części chodnika z ruchu pieszych z powodu trwającej budowy
Źródło: Opracowanie własne

Wiele czynników wywiera istotny wpływ na zapewnienie bezpieczeństwa niechronionym uczestnikom ruchu drogowego. Można zaliczyć do nich [8]:

1. zachowanie uczestników ruchu drogowego – zarówno pieszych jak i innych użytkowników sieci transportowych;
2. klasa techniczna drogi i stan jej nawierzchni (np. liczne koleiny i nierówności nawierzchni) mogą przyczyniać się do zmian zachowania kierowców.
3. widoczność niechronionych uczestników ruchu drogowego – odnosi się między innymi do projektowania infrastruktury drogowej, w tym przejść dla pieszych w miejscach z ograniczoną widocznością;
4. oświetlenie przejść dla pieszych – odpowiednie oświetlenie dróg w obszarze przejść dla pieszych pozwala na wcześniejsze podjęcie działań w celu uniknięcia sytuacji zagrażających zdrowiu i życiu innych;
5. czytelność i oznakowanie przejść dla pieszych – odnosi się przede wszystkim do utrzymania w odpowiednim stanie technicznym oznakowania pionowego i poziomego na przejściach dla pieszych (rys. 3);
6. lokalizacja i dostępność przejść dla pieszych – zaprojektowane przejścia powinny uwzględniać potrzeby i cele ruchu pieszych oraz natężenia ruchu środków transportu. Dodatkowo ważnym elementem jest przystosowanie przejść i profili krawężników do ruchu osób z niepełnosprawnością;
7. natężenie ruchu środków transportu – wpływa na występowanie strumieni kolizyjnych wynikających z użytkowania sieci transportowych;
8. prędkość pojazdów – w wyniku przekraczania dozwolonej prędkości obowiązującej na danym obszarze zmniejsza się skuteczność wykonania odpowiedniego manewru w przypadku wystąpienia zagrożenia w ruchu drogowym.



Rys. 3. Zły stan techniczny oznakowania poziomego
Źródło: Opracowane własne

Ze względu na poprawę bezpieczeństwa pieszych w ruchu drogowym zostały powołane: Krajowa i wojewódzkie rady BRD (Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego). Z raportu przygotowanego w 2015 roku przez Najwyższą Izbę Kontroli wynika, że nie stworzono spójnego systemu umożliwiającego zarządzanie bezpieczeństwem ruchu drogowego. Instytucje powołane w tym celu nie współpracowały ze sobą. W Polsce, obecnie funkcjonuje 17 rad Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego o charakterze ponadlokalnym realizujące niezależne działania w zapewnieniu bezpieczeństwa pieszym i rowerzystów. Dodatkowo, niektórzy z zarządców dróg stworzyli organy doradcze czerpiące dobre praktyki z Krajowej i wojewódzkich rad BRD i realizują działania we własnym zakresie. Powstanie rad BRD miało na celu „m.in.: stworzenie podstaw do prowadzenia skutecznych i długofalowych działań na rzecz brd; kształtowanie bezpiecznych zachowań uczestników ruchu drogowego; ochronę pieszych, dzieci i rowerzystów; budowę i utrzymanie bezpiecznej infrastruktury drogowej; zmniejszenie „ciężkości” wypadków” [21].

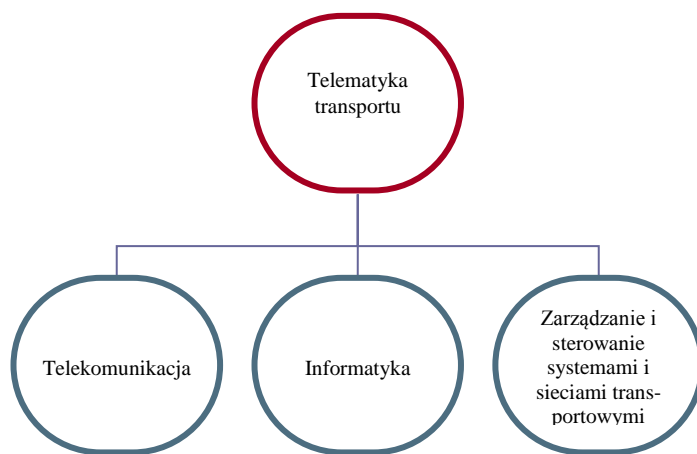
3. Technologiczne wsparcie poprawy bezpieczeństwa pieszych w ruchu drogowym

Rosnący popyt na usługi transportowe znacząco wpływa na funkcjonowanie systemów transportowych. Z jego działania wynika wiele problemów oddziałujących na różne aspekty społeczne, otoczenia ekonomicznego oraz środowiska naturalnego. W tym aspekcie miasta powinny dążyć do funkcjonowania zgodnie z założeniami zrównoważonego rozwoju. Unia Europejska, jak i kraje członkowskie podejmują w tym zakresie działania. Jednym z nich jest Biała Księga, która wspiera rozwój systemów transportowych. Kolejnym z wyzwań jakie sobie stawia to minimalizacja katastrof komunikacyjnych, jak i przemysłowych, w celu poprawy bezpieczeństwa uczestników ruchu drogowego. Dodatkowo wspiera przedsięwzięcia dotyczące modernizacji i rozbudowy bieżącej infrastruktury transportu. Następnym z wyzwań dla miast jest dążenia do ich rozwoju zgodnie z zasadami zrównoważonego transportu. Rozwiązania z zakresu telematiki transportu wychodzą naprzeciw stawianych wyzwań [1, s. 73-75].

Rozwój społeczeństwa wiedzy, często też określanych jako społeczeństwo informacyjne, wpływa na zmiany zachodzące w gospodarce oraz zmienia się podejście do zarządzania wszelkimi przedsięwzięciami, przedsiębiorstwami, a także wzajemnymi relacjami społecznymi, w tym biznesowymi. Dostępność rozwiązań ICT powoduje zmiany zachodzące w strukturach społeczeństwa. Na przestrzeni lat stosowanie rozwiązań z zakresu teleinformatyki stało się znacznie powszechniejsze. Przyczyniło się do tego wiele aspektów, jednak do głównych należy dostępność telefonów komórkowych, Internet w gospodarstwach domowych, korzystanie z usług mobilnych. Stosowanie rozwiązań z zakresu telematiki transportu opiera się na zmieniających oczekiwaniach społeczeństwa do funkcjonowania miejskich systemów transportowych. Złożoność procesów

transportowych spowodowała, że konieczne stało się stosowanie systemów telematycznych, w celu umożliwienia efektywnego zarządzania. Określenie telematyka powstało z połączenia rozwiązań telekomunikacyjnych i informatycznych (rys. 4) [9, s. 78-79; 10, s. 83-85; 11].

Dzięki zastosowaniu telematyki możliwe jest pogodzenie wymagań uczestników ruchu drogowego i odpowiednie nim zarządzanie. Głównym celem rozwiązań telematycznych w transporcie drogowym jest eliminacja kongestii transportowej. W konsekwencji powinna zwiększać się przepustowość infrastruktury drogowej oraz bezpieczeństwo uczestników ruchu drogowego, a także zmniejszać degradacja środowiska naturalnego. Zanieczyszczenie środowiska naturalnego (atmosfery, gleby, wód i lasów) spowodowane jest w głównej mierze przez szybki rozwój gospodarczy, w szczególności w rejonach przemysłowych i zurbanizowanych [1, s. 102, 109; 11; 14].



Rys. 4. Geneza telematiki transportu [1]

Systemy telematyczne wspierające funkcjonowanie miejskiego systemu transportowego przede wszystkim opierają się na zarządzaniu informacją. Wykorzystywane dane pochodzą między innymi z [1, s. 118]:

- 1) detektorów ruchu;
- 2) AVI (identyfikacja pojazdów);
- 3) Systemów automatycznego wykrywania sytuacji nietypowych;
- 4) SmartCards (w przypadku opłat parkingowych);
- 5) GSM/SMS (w przypadku opłat parkingowych).

W kolejnym etapie pozyskane informacje są przetwarzane przez odpowiednie systemy, do których zalicza się [1, s. 118]:

1. TTIC – Centra informacji dla podróżnych i o ruchu;
2. SIS – Strategiczny system informacji;
3. UTC – Sterowanie uchem miejskim.

Systemy informacyjne wykorzystujące zbierane informacje pozwalają na bezpośrednie sterowanie ruchem miejskim, planowaniem przejazdu oraz monitorowaniem i korektom przejazdu. Proces zarządzania ruchem drogowym wspierany systemami tematycznymi jest ciągły i wielopłaszczyznowy. Dostosowuje się on do bieżących warunków występujących w sieciach transportu drogowego. Miejski system transportowy staje się bardziej przyjazny dla jego użytkowników poprzez podniesienie jakości jego funkcjonowania. W ostatnich latach obserwuje się dynamiczny wzrost implementowanych systemów w krajach członkowskich Unii Europejskich zgodnych z założeniami dotyczącymi rozwoju systemów transportowych. Jednakże, systemy te w dużym stopniu są dedykowane dla użytkowników środków transportu. Problemem staje się projektowanie, produkcja i wdrażanie systemów pozwalających na zwiększenie przede wszystkim bezpieczeństwa niechronionych uczestników ruchu

drogowego. Stanowi to wzywanie z perspektywy zwiększania bezpieczeństwa w ruchu drogowym [2, s. 82-86; 1, s. 99].

Jednym z rozwiązań technologicznych wspierających użytkownika systemów miejskim przez niechronionych użytkowników ruchu drogowego jest informowanie pasażerów (ang. Passenger Information System). Rozwiązania te pozwalają na poprawę komfortu podróży środkami komunikacji miejskiej. Do jego głównych komponentów można zaliczyć rozkłady jazdy, zegary, tablice informacyjne [1, s. 115].

Urządzenia mierzące prędkość pojazdów pośrednio wspierają bezpieczeństwo niechronionych użytkowników ruchu drogowego. Według statystyk jednym z głównych przyczyn wypadków drogowych również z udziałem pieszych jest nieprzestrzeganie ograniczeń drogowych oraz niedostosowanie prędkości do warunków panujących na drogach. W większym stopniu, korzyści przyniosą odcinkowe pomiary prędkości niż punktowe pomiary prędkości. Wynika to z utrzymywania przez dłuższy czas stałej prędkości na danym odcinku drogi. W przypadku punktowych radarów prędkość pojazdów jest najczęściej redukowana na krótkich odcinkach [13].

Kolejnym z rozwiązań podnoszących bezpieczeństwo niechronionych uczestników ruchu drogowego jest ostrzegawcza sygnalizacja, która wykrywa ruch pieszego na przejściach. Dzięki zmianie natężenia światła można ostrzec użytkowników ruchu drogowego, zarówno kierowców jak i pieszych o wystąpieniu niebezpieczeństwa (rys. 5).

Obserwuje się wzrost liczby implementowanej inteligentnej sygnalizacji świetlnej. Dzięki detekcji ruchu możliwe jest dostawanie czasu cyklu świateł również do potoków ruchu pieszych. Skrzyżowania drogowe oraz przejścia dla pieszych wspierane tymi rozwiązaniami pozwalają na zwiększenie bezpieczeństwa niechronionych uczestników ruchu drogowego. W miejscach, w których widoczność jest ograniczona dla poszczególnych grup uczestników ruchu drogowego istotna staje się sygnalizacja świetlna sterująca potokami ruchu. Wspierana może być dodatkowo przez doświetlanie danych obszarów poprawiając widoczność w różnych porach dnia, porach roku oraz w zależności od panujących warunków atmosferycznych [6].



Rys. 5. Przejście dla pieszych z sygnalizacją ostrzegawczą

Źródło: Opracowanie własne

4. Skrzyżowania drogowe z sygnalizacją świetlną w kontekście poprawy bezpieczeństwa pieszych

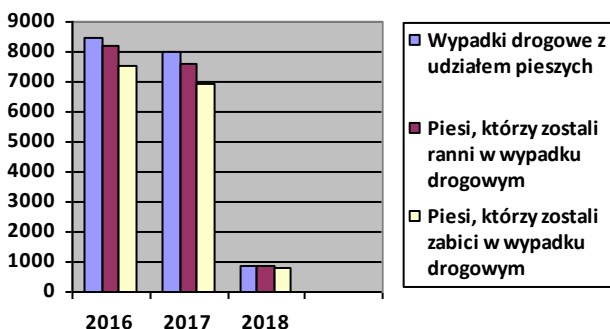
W 2018 roku doszło do 7548 wypadków drogowych z udziałem pieszych, co stanowi 23,8% ogółu. W wyniku tych zdarzeń zginęło 803 pieszych, a obrażenia ciała poniosło 6918 pieszych. Szczególną uwagę zwraca się na tę grupę uczestników ruchu drogowego ze względu na brak dodatkowych rozwiązań technicznych chroniących ich w przypadku wystąpienia zdarzenia. Użytkownicy środków transportu są dodatkowo chronieni przez osłonę karoserii pojazdu, pasami bezpieczeństwa, poduszkami powietrznymi oraz systemami czynnymi pozwalającymi na zwiększenie nie tylko bezpieczeństwa, ale i komfortu użytkownika. Komenda Główna Policji w corocznym Raportcie o Wypadkach Drogowych zaznacza, że w przypadku styku pojazd – pieszy, to pieszy jest w większym stopniu narażony na

utrata życia lub zdrowia [12]. Ze statystyk wynika, że liczba wypadków drogowych zmniejsza się. Przekrój trzech lat został przedstawiony w tabeli 1 i na wykresie 1. W 2017 roku doszło do 8197 wypadków z udziałem pieszych, co stanowiło 25% ogółu. W wyniku tych zderzeń 7587 pieszych doznało uszkodzenia ciała, a zginęło 873 pieszych. Natomiast w 2016 roku doszło do 8461 wypadków drogowych w Polsce z udziałem pieszych, co stanowiło 25,1% ogółu, a w których 7974 pieszych poniosło obrażenia ciała, a 868 pieszych zginęło.

W podziale na województwa, największą liczbę wypadków drogowych odnotowuje się województwie śląskim. W 2016 roku w ww. województwie doszło do 1070 wypadków drogowych z udziałem pieszych, w 2017 roku doszło tam do 1016 liczby wypadków z udziałem pieszych, natomiast w roku 2018 do 929 takich wypadków. Kolejnym z województw, w którym rejestruje się największą liczbę wypadków drogowych z udziałem pieszych, to województwo małopolskie.

Tab. 1. Liczba wypadków drogowych w latach 2016-2018 z udziałem pieszych oraz skutki tych wypadków drogowych dla pieszych [12;21-22]

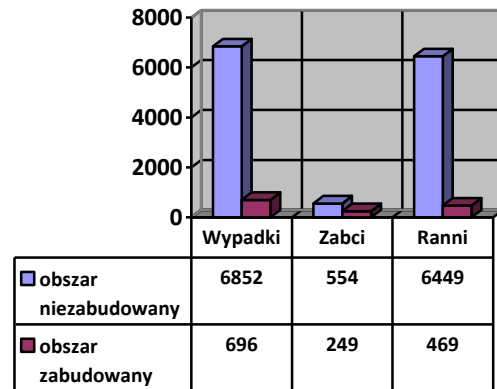
	Liczba wypadków drogowych z udziałem pieszych	Piesi, którzy doznali obrażeń ciała w wyniku wypadku	Piesi, którzy zostali zabici w wyniku wypadku
2016	8461	7974	868
2017	8197	7587	873
2018	7548	6918	803



Wyk. 1. Liczba wypadków drogowych w latach 2016-2018 z udziałem pieszych oraz skutki tych wypadków drogowych dla pieszych [12;22-23]

Najczęściej do wypadków drogowych z udziałem pieszych w 2018 roku dochodziło na obszarach zabudowanych. W co dwunastym takim wypadku ginął człowiek. Liczba wypadków drogowych z udziałem pieszych na obszarach niezabudowanych jest znacznie mniejsza niż ta występująca w obszarach zabudowanych. Jednak w wyniku wypadków drogowych poza obszarem zabudowanym częściej ginął człowiek niż w wypadku zaistniałym na obszarach zurbanizowanych. Według Raportu przygotowanego przez Komendę Główną Policji o Wypadkach Drogowych, w co trzecim takim wypadku były ofiary śmiertelne (wyk. 2) [12]. W latach 2016 i 2017 taka tendencja występowania wypadków drogowych w zależności od obszaru zabudowania przedstawiała się tak samo jak w 2018 roku [22-23]. Komenda Główna Policji uważa, że przyczyną występujących skutków wypadków drogowych jest ograniczona widoczność pieszych na obszarach niezabudowanych. Przyczynia się do tego między innymi gorsze lub brak oświetlenia dróg oraz warunki atmosferyczne. Potwierdza to liczba wypadków drogowych występująca w okresie jesienno-zimowym, gdzie warunki utrudniają widoczność w

ruchu drogowym. Dodatkowo najczęściej do wypadków drogowych dochodzi w piątek oraz w godzinach od 16 do 19. Najczęściej zarejestrowane są wypadki z udziałem pieszych powyżej 60 roku życia. Kolejną grupą wiekową charakteryzującą się znaczącym udziałem w wypadkach drogowych jako pieszych to osoby w przedziale wiekowym od 40 do 59 roku życia [12].



Wyk. 2. Liczba wypadków drogowych w Polsce z udziałem pieszych w zależności od obszaru ich występowania w 2018 roku [12]

Według statystyk, najczęściej do wypadków drogowych z udziałem pieszych dochodzi z winy użytkowników środków transportu, w szczególności kierujących samochodami osobowymi. Główną przyczyną wypadków drogowych z udziałem pieszych w 2018 roku to najechanie na pieszego. Do głównych przyczyn najechania na pieszego zalicza się [12]:

1. nieustąpienie pierwszeństwa pieszemu na przejściu dla pieszych;
2. nieustąpienie pierwszeństwa pieszemu w innych okolicznościach;
3. nieprawidłowe cofanie;
4. nieustąpienie pierwszeństwa pieszemu przy skręcaniu w drogę poprzeczną;
5. inne przyczyny;
6. niedostosowanie prędkości;
7. nieprawidłowe omijanie;
8. nieprawidłowe wyprzedzanie;
9. omijanie pojazdu przed przejściem dla pieszych;
10. nieprawidłowe wymijanie;
11. niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej.

Miejsca udostępniane dla ruchu pieszych nie stanowią zasadniczo bezpiecznej przestrzeni przeznaczonej do jej użytkowania. W tych miejscach w 2018 roku doszło do 6229 wypadków z udziałem pieszych, co stanowi 82,5% wszystkich zdarzeń z ich udziałem. W tabeli 2 przedstawiona została liczba wypadków z udziałem pieszych w zależności od miejsca ich wystąpienia [12].

Tab. 2. Liczba wypadków drogowych z udziałem pieszych w 2018 roku [12]

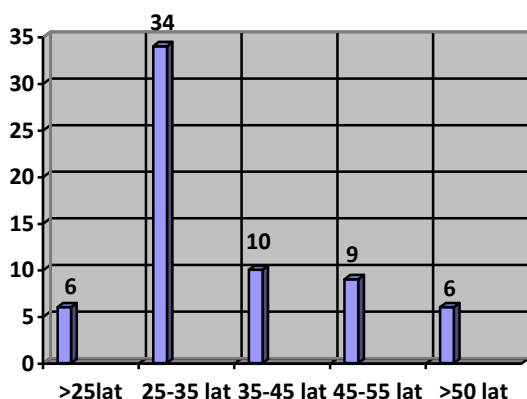
L.p.	Miejsca ruchu pieszych	Liczba wypadków z udziałem pieszych
1.	Przejście dla pieszych	3738
2.	Skrzyżowanie	1986
3.	Chodnik	374
4.	Pobocze	52
5.	Przystanek komunikacji publicznej	79

Źródło: Opracowanie własne

Spadek liczby występujących wypadków drogowych w Polsce nie powoduje eliminacji podstawowych błędów powodujących ich

występowanie. W porównaniu do 2017 roku, wypadków drogowych w Polsce odnotowano o 3,3% mniej, a do roku 2016 o 5,9% mniej. Główne przyczyny wypadków drogowych to niedostosowanie prędkości do warunków ruchu, nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu, nieustąpienie pierwszeństwa pieszemu na przejściu, niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami, niewłaściwe wyprzedzanie. Jedną z przyczyn powstawania wypadków drogowych z winy kierującego jest niestosowanie się do obowiązującej sygnalizacji świetlnej. W 2018 roku, doszło z ww. powodu do 450 wypadków drogowych. W wyniku tych zdarzeń zginęło 16 osób, a 614 osób zostało rannych [12].

W celu oceny poprawy bezpieczeństwa pieszych w miejskich systemach transportowych w kontekście skrzyżowań wspomaganym sygnalizacją świetlną został wykorzystany kwestionariusz standaryzowany. Badanie zostało przeprowadzone w dniach 14-16.01.2019 roku w Szczecinie bezpośrednio przez autorów artykułu. Wybór tej metody badań pozwolił na eliminację zagrożeń związanych z niezrozumieniem pytań. Zebranych zostało 65 odpowiednio wypełnionych ankiet. Respondentami byli piesi. Najszerzą grupą badanych były osoby w przedziale wiekowym od 25 do 35 lat (wyk. 3). Prawie 97% (64 osoby) respondentów spotkało się z wymuszeniami przez kierowców na skrzyżowaniach z przejściem dla pieszych (tab. 3). W mniejszym stopniu ankietowani (78,5%) obserwują wymuszenia pierwszeństwa ze strony pieszych (tab. 4). Według subiektywnej oceny badanych, sygnalizacja świetlna w 100% ułatwia poruszanie się pieszych w ruchu drogowym (tab. 5). Dodatkowo zastosowanie na skrzyżowaniach z przejściem dla pieszych sygnalizacji drogowej zwiększa, według respondentów (100%), poczucie ich bezpieczeństwa (tab. 6).



Wyk. 3. Liczba respondentów według grupy wiekowej

Źródło: Opracowanie własne

Tab. 3. Czy Pan/Pani spotkał się z wymuszeniem pierwszeństwa przez kierowców na skrzyżowaniach z przejściem dla pieszych?

	Liczba respondentów	Udział procentowy
Tak	64	97%
Nie	1	3%

Źródło: Opracowanie własne

Tab. 4. Czy Pan/Pani spotkał się z wymuszeniem pierwszeństwa przez pieszych na skrzyżowaniach z przejściem dla pieszych?

	Liczba respondentów	Udział procentowy
Tak	51	79%
Nie	14	21%

Źródło: Opracowanie własne

Tab. 5. Czy Pan/Pani uważa, że sygnalizacja świetlna na skrzyżowaniach drogowych ułatwia przejście przez skrzyżowanie?

	Liczba respondentów	Udział procentowy
Tak	65	100%
Nie	0	0%

Źródło: Opracowanie własne

Tab. 6. Czy Pan/Pani uważa, że sygnalizacja świetlna na skrzyżowaniach drogowych poprawia Państwa bezpieczeństwo?

	Liczba respondentów	Udział procentowy
Tak	65	100%
Nie	0	0%

Źródło: Opracowanie własne

Wnioskując, wdrażanie sygnalizacji świetlnej w kontekście poprawy bezpieczeństwa pieszych w systemach transportowych jest istotnym elementem. W znacznym stopniu eliminuje występowanie zagrożeń w ruchu drogowym. Implementacja inteligentnych systemów pozwala na sprawniejsze zarządzanie ruchem drogowym, jednakże w dalszym ciągu można spotkać się z wymuszaniem pierwszeństwa i innym nieprzestrzeganiem przepisów o Ruchu Drogowym, który w konsekwencji prowadzi do występowania zagrożeń.

Podsumowanie

Celem powyższego artykułu była analiza wypadków drogowych z udziałem pieszych jako niechronionych uczestników ruchu drogowego oraz ocena poprawy bezpieczeństwa pieszych w kontekście skrzyżowań z sygnalizacją świetlną. Z części przeglądowej artykułu wynika, że liczba wypadków drogowych w Polsce, konsekwentnie się zmniejsza. Skutki wypadków drogowych są wciąż liczne. Jednakże, wypadki drogowe z udziałem niechronionych uczestników ruchu drogowego, powodują najgorsze następstwa. Najczęściej do wypadków drogowych dochodzi z winy kierujących pojazdami drogowymi. Jednym z głównych błędów skutkujących występowaniem zagrożeń w ruchu drogowym jest nieustąpienie pierwszeństwa pieszemu na przejściu. W celu oceny poprawy bezpieczeństwa pieszych w kontekście skrzyżowań wspomaganym sygnalizacją świetlną zastosowano kwestionariusz standaryzowany. Wynik badania przedstawia subiektywne odczucia respondentów. Wszystkie badane osoby, stwierdziły, że ich poczucie bezpieczeństwa jest większe na przejściach dla pieszych z sygnalizacją świetlną. Dodatkowo poruszanie się w obszarze skrzyżowania jest prostsze dla wybranej grupy ankietowanych. Respondenci stwierdzili, że sygnalizacja świetlna nie eliminuje występowania wymuszeń ze strony kierowców. Powyższy czynnik odzwierciedla liczbę występujących wypadków drogowych i ich następstw występujących na skrzyżowaniach drogowych z sygnalizacją świetlną.

Według autorów wdrażanie systemów poprawiających bezpieczeństwo pieszych jest istotnym elementem w funkcjonowaniu miejskich systemów transportowych. Sygnalizacja świetlna nie tylko poprawia przepustowość sieci transportowych, ale również pozwala na zwiększanie poczucia bezpieczeństwa niechronionych uczestników ruchu drogowego. W większym stopniu może być to widoczne w miejscach charakteryzujących się dużym natężeniem ruchu drogowego lub w miejscach, gdzie widoczność jest znacznie ograniczona. Wysokie nakłady wynikające z projektowania, produkcji, wdrażania i utrzymania systemów są w dalszy stopniu znikome do kosztów związanych z zaistniałymi zdarzeniami występującymi w transporcie drogowym.

Bibliografia:

1. Iwan S., Wdrażanie dobrych praktyk w obszarze transportu dostawczego w miastach, Wydawnictwo Naukowe Akademii Morskiej, Szczecin, 2013.
2. Szoltysek J., Logistyka miasta, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, 2016.
3. Społeczeństwo informacyjne w Polsce w 2018 r., GUS, <https://stat.gov.pl/> [data dostępu: 27-02-2019].
4. Danielewicz J., Zarządzanie obszarami metropolitalnymi wobec globalnych procesów urbanizacji, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, 2013.
5. Szoltysek J., Brdulak H., Kauf S., Miasta dla pieszych, Texter, Warszawa, 2016.
6. Sosik K., Iwan S., Znaczenie sygnalizacji świetlnej do poprawy bezpieczeństwa transportu drogowego, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe*, nr 6, 2018, s. 249-256.
7. Transport – wyniki działalności w 2017 r, Główny Urząd Statystyczny, <https://stat.gov.pl/> [data dostępu: 18-01-2019].
8. Tomczuk P., Wytrykowska A., Analiza czynników wpływających na bezpieczeństwo pieszego na przejściu dla pieszych typu "zebra" niesterowanymi sygnalizacją świetlną, *Logistyka*, nr 4, 2015, s. 1077-1087.
9. Giddens A., *Socjologia*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2006.
10. Małecki K., Iwan S., Zastosowanie rozwiązań telematycznych jako czynnik warunkujący efektywne zarządzanie miejskim transportem towarowym, *Logistyka*, nr 3, 2014.
11. Wydro B. K., *Telematyka-znaczenie i definicje terminu, Telekomunikacja i techniki informacyjne*, nr 1-2, Instytut Łączności, Warszawa, 2005.
12. Wypadki drogowe w Polsce w 2018 roku, Komenda Główna Policji, Warszawa, 2019, <http://statystyka.policja.pl/> [data dostępu: 23-03-2019].
13. Sosik K., Koncepcja sieci odcinkowych pomiarów prędkości w województwie zachodniopomorskim, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe*, nr 12, 2018, s. 238-241.
14. Biuro Bezpieczeństwa Narodowego, *Biała Księga Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej*, Warszawa, 2013, <https://www.bbn.gov.pl> [data dostępu: 16-01-2019].
15. Wojewódzka-Król J., Rolbiecki R., *Infrastruktura transportu. Europa, Polska – teoria i praktyka*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2018.
16. Szymoniak A., *Eurologistyka. Teoria i praktyka*. Difin, Warszawa 2014.
17. <https://www.gov.pl/web/infrastruktura/program-2014-2023> [data dostępu: 10-05-2019].
18. Generalna Dyrekcja Dróg i Autostrad, *Raport o stanie technicznym nawierzchni sieci dróg krajowych na koniec 2018 roku*, Warszawa 2019, <https://www.gddkia.gov.pl/> [data dostępu: 10-05-2019].
19. Generalna Dyrekcja Dróg i Autostrad, *Wytyczne dla projektowania i wykonania sygnalizacji świetlnej na drogach krajowych w województwie pomorskim*, Gdańsk 2018, <https://www.gddkia.gov.pl/> [data dostępu: 10-05-2019].
20. Blumczyńska A., *Wybrane definicje z ustawy Prawo o ruchu drogowym i ustawy o drogach publicznych*, Szkoła Policji w Słupsku, Słupsk 2015, <http://slupsk.szkolapolicji.gov.pl/> [data dostępu: 10-05-2019].
21. Najwyższa Izba Kontroli, *Bezpieczeństwo pieszych i rowerzystów na drogach publicznych*, Warszawa 2015, <https://www.nik.gov.pl/p> [data dostępu: 11-05-2019].
22. *Wypadki drogowe w Polsce w 2017 roku*, Komenda Główna Policji, Warszawa, 2019, <http://statystyka.policja.pl/> [data dostępu: 11-05-2019].
23. *Wypadki drogowe w Polsce w 2016 roku*, Komenda Główna Policji, Warszawa, 2019, <http://statystyka.policja.pl/> [data dostępu: 11-05-2019].

Aspect of pedestrian safety at road intersections with traffic lights

The Processes of Globalisation, mobility of the society, modernization of transport infrastructure, the desire to own means of transport contribute to the increased number of road vehicles and many transport problems. These include, above all, the occurrence of transport congestion, which in turn is the source of further problems of road transport systems. Environmental pollution, increased noise, occurring traffic hazards, difficult communication has a negative impact on the functioning of users of urban transport systems. In contrast to the increasing expectations of users of urban transport systems, systems supporting their safety and increasing the capacity of transport networks come out. One of the examples of the system is traffic lights. The implementation of this system allows for safer movement of individual road users, including pedestrians. The article discusses the problem of pedestrian safety in road traffic. The analysis of police statistical data on the number of accidents and their effects with the participation of pedestrians was presented. In addition, the results of research on the subjective assessment of pedestrian safety at road intersections using traffic lights are presented. The method of direct interview involving pedestrians as participants of road traffic was used.

Keywords: road transport, traffic lights, urban transport system, city for pedestrians, telematic systems.

Autorzy:

mgr inż. Katarzyna Sosik – Akademia Morska w Szczecinie, Instytut Zarządzania Transportem, Zakład Inteligentnych Systemów Decyzyjnych, k.sosik@am.szczecin.pl

mgr inż. Patrycja Pawłowska - Akademia Morska w Szczecinie, Instytut Inżynierii Transportu, Zakład Inżynierii Produkcji, p.pawlowska@am.szczecin.pl