

ZNACZENIE SYGNALIZACJI ŚWIETLNEJ DO POPRAWY BEZPIECZEŃSTWA TRANSPORTU DROGOWEGO

Ze względu na wzrost liczby użytkowników ruchu drogowego, zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa nabiera coraz większego znaczenia. Rozwój Inteligentnych Systemów Transportowych wydaje się być w tym zakresie szczególnie pomocny. W artykule przedstawiono wyniki badań dotyczące znaczenia sygnalizacji świetlnej dla poprawy bezpieczeństwa transportu drogowego na przykładzie Szczecina. Zastosowano metodę wywiadu bezpośredniego z udziałem użytkowników dróg. Badania miały na celu określenie przydatności nowoczesnych technologii w zakresie poprawy bezpieczeństwa systemu transportowego.

WSTĘP

Telematyka transportu, jako dziedzina nauki i techniki integruje ze sobą rozwiązania telekomunikacyjne i informatyczne. Dzięki rozwojowi nowoczesnych technologii zmieniła się świadomość społeczeństwa. Szybka i ciągła komunikacja oraz wymiana informacji determinuje ciągły rozwój w obszarze telematyki.

Podjęcie tematyki zastosowania systemów telematycznych do poprawy bezpieczeństwa transportu drogowego spowodowane jest wzrostem mobilności społeczeństwa, ich potrzeb transportowych, co w efekcie prowadzi do zwielokrotnienia liczby pojazdów na drogach. Wciąż niski poziom budowy nowych dróg i modernizacji istniejących, sprzyja występowaniu zjawiska kongestii transportowej, liczby wypadków i utrudnień w ruchu drogowym oraz oddziałuje negatywnie na środowisko naturalne. W dobie nowoczesnego społeczeństwa poszukiwane są takie metody, które minimalizowałyby negatywne skutki w systemie transportowym, zwiększając tym samym bezpieczeństwo ruchu drogowego.

Celem niniejszego artykułu jest analiza zastosowania Inteligentnej Sygnalizacji Świetlnej, w aspekcie bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Bezpieczeństwo ruchu drogowego na skrzyżowaniach odzwierciedlone jest we wskaźnikach zaistniałych sytuacji niebezpiecznych z udziałem użytkowników ruchu drogowego w jego obszarze. Stąd też dobór metody badawczej oraz miejsca przeprowadzonych badań.

Implementowanie systemów telematycznych wspiera budowę bezpiecznej sieci transportu drogowego. Autorzy artykułu skupili się na analizie zagrożeń w ruchu drogowym oraz ich skutków, w postaci osób rannych i zabitych. Dodatkowo bardzo precyzyjnie został poruszony temat bezpieczeństwa w systemie transportu drogowego, gdzie został on omówiony pod względem eksploatacyjnym, ekonomicznym, technicznym oraz ochrony środowiska.

Wyniki badań zaprezentowane w artykule powstały w ramach realizacji pracy badawczej pt. „Modelowanie wpływu wybranych rozwiązań logistyki miejskiej na ograniczenie negatywnego oddziaływania systemu transportowego na środowisko” nr 5/S/IZT/17 finansowanej z dotacji Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego na finansowanie działalności statutowej.

1. PROBLEMY BEZPIECZEŃSTWA RUCHU DROGOWEGO W MIASTACH

1.1. Zagrożenia w ruchu drogowym

Aby móc rozwinąć temat zagrożeń występujących w ruchu drogowym, należy zapoznać się z terminem „bezpieczeństwo”. O jego wieloznaczności może świadczyć wydanie wielu artykułów, publikacji, w których ten kluczowy termin znajduje swoje zastosowanie. Jedną z ciekawszych proponuje R. Krystek. Autor podaje, że bezpieczeństwo to „(...) właściwość systemu, umożliwiającego działanie w danych warunków środowiskowych, bez wypadków i niepożądanych zdarzeń” [1]. Odwołując się do poruszonego tematu, kluczowe znaczenie ma realizacja procesów transportowych, definiowanych jako „szereg złożonych czynności organizacyjnych, wykonawczych oraz handlowych mających na celu przemieszczanie ładunków lub ludzi z jednego lub kilku punktów początkowych, zwanych punktami nadania, do jednego lub kilku punktów końcowych, zwanych punktami odbioru, przy pomocy odpowiednich środków transportu” [2]. Nierozłącznym elementem uzyskania efektywnego przemieszczania ładunków czy osób w procesie transportowym jest zapewnienie bezpieczeństwa na każdym etapie procesu.

Podstawowymi składowymi procesu transportowego, przez które można oddziaływać na zwiększanie bezpieczeństwa są [1]:

- człowiek jako operator,
- otoczenie,
- środki transportu.

Człowiek jako operator według statystyk powoduje największą liczbę zagrożeń w ruchu drogowym. Błędy ludzkie skutkują wystąpieniem niebezpieczeństwa dla innych użytkowników i dla środowiska. Pomyłki te mogą być spowodowane między innymi przez [1]:

- brak odpowiedniej i aktualnej wiedzy,
- brak szkoleń w danej dziedzinie,
- brak predyspozycji,
- brak logicznego (analitycznego) myślenia,
- pewność swoich umiejętności,
- zły stan zdrowia.

Środki transportu mimo wprowadzania najnowszych rozwiązań technologicznych w celu poprawy bezpieczeństwa i komfortu użytkownika, stanowią zagrożenie w ruchu drogowym zarówno dla środowiska jak i użytkowników poprzez [1]:

- wystąpienie błędów w konstrukcjach,

- zużycie materiałów eksploatacyjnych,
- nieodpowiednia renowacja lub jej brak,
- uszkodzeniami poszczególnych elementów i układów,
- eksploatawanie niezgodne z przyjętymi normami i wytycznymi.

Otoczenie, które tworzy infrastruktura liniowa i punktowa, odgrywa ważną rolę w dzisiejszych czasach, w szczególności w branży TSL, gdzie odpowiednie zaplanowanie przewozu, uwzględniając aspekty techniczne, technologiczne, ekonomiczne oraz ekologiczne musi się dopasować w taki sposób, aby sprawnie przebiegała realizacja zamówienia/zlecenia. Infrastruktura jest również nieodzownym elementem życia społecznego. Dlatego też, ciągle jest rozbudowywana i modernizowana infrastruktura liniowa wraz z jej zapleczem w celu zaspokojenia potrzeb, ale w taki sposób by zapewnić bezpieczeństwo wszystkim użytkownikom. Otoczenie może powodować zagrożenia przez [1]:

- niedostosowanie konstrukcyjne do liczby użytkowników i obciążenia,
- użyte nieodpowiednie materiały do budowy,
- zbyt długą eksploatację,
- złą przyczepność i nierówność nawierzchni,
- nieodpowiednie oznakowanie.

Podsumowując, zagrożenia w ruchu drogowym nie mają jednego źródła, ale mogą wynikać z każdego elementu składającego się i biorącego udział czynny lub bierny w procesie transportowym.

1.2. Problem bezpieczeństwa transportu drogowego w Polsce

W polskim prawodawstwie wśród zdarzeń drogowych związanych z bezpieczeństwem ruchu wskazuje się trzy główne kategorie: kolizję drogową, wypadek drogowy oraz katastrofę drogową. Kolizja drogową oznacza „zdarzenie, gdy dwa lub więcej pojazdów ulega uszkodzeniu, którego skutkiem są straty materialne i nie ma osób rannych” [3]. Wypadek drogowy definiowany jest jako „zdarzenie mające miejsce w ruchu lądowym, spowodowane poprzez nieumyślne naruszenie zasad bezpieczeństwa obowiązujących w tym ruchu, którego skutkiem jest śmierć jednego z uczestników lub obrażenia ciała powodujące naruszenie czynności narządu ciała lub rozstrój zdrowia trwające dłużej niż 7dni” [3]. Katastrofą drogową można zaś nazwać zdarzenie drogowe, którego „skutkiem jest duża liczba ofiar śmiertelnych lub skażenie znacznego obszaru substancjami niebezpiecznymi” [1]. Największe straty ekonomiczno-społeczno-środowiskowe przynoszą katastrofy drogowe, zaś najłagodniejsze w skutkach są kolizje drogowe.

Tab. 1. Zestawienie liczb wypadków oraz ich skutków na przełomie 2013-2016

	Liczba wypadków drogowych oraz ich skutków w latach 2013-2016					
	Wypadki		Zabici		Ranni	
	Ogółem	2013-100%	Ogółem	2013-100%	Ogółem	2013-100%
2013	35 847	100%	3 357	100%	44 059	100%
2014	34 970	98%	3 202	95%	42 545	97%
2015	32 967	92%	2 938	88%	39 778	90%
2016	33 664	94%	3 026	90%	40 766	93%

W Polsce problem dotyczący bezpieczeństwa ruchu drogowego jest wciąż duży. Możliwość wystąpienia zagrożenia wzrasta wraz ze wzrostem liczby użytkowników infrastruktury drogowej, co ma znaczący wpływ i odzwierciedla się w ilości wypadków drogowych. Tranzytowe położenie Polski zwiększa intensywność ruchu na szlakach transportowych wschód-zachód. Z danych zebranych przez Komendę Główną Straży Granicznej, w 2016 roku wjechało 13 228 789 pojazdów przez zewnętrzne granice Unii Europejskiej do Polski, w tym samochodów ciężarowych 1 649 391, a samocho-

dów osobowych 11 365 379 [4]. Z zestawienia danych sporządzonych przez Komendę Główną Policji dotyczących liczby wypadków drogowych oraz ich skutków wynika, że stan bezpieczeństwa użytkowników zwiększa się, co przedstawione jest w tab. 1 [4;5].

Zwiększoną liczbę wypadków drogowych obserwuje się w okresie wakacyjnym, kiedy ruch drogowy jest wzmożony. Kolejnym okresem występowania licznych wypadków oraz ich skutków zauważa się w miesiącach jesiennych, podczas pogorszenia się warunków drogowych [4;5].

Determinującym czynnikiem powstawania wypadków drogowych na przestrzeni lat 2013+2016 byli kierowcy pojazdów. Z ich winy powstało najwięcej zdarzeń drogowych. Liczba wypadków drogowych spowodowana przez pieszych znacznie się zmniejsza. Duża wypadkowość według statystyk podawanych przez Komendę Główną Policji jest spowodowana przez „młodych kierowców” w wieku 18-24 lat. Podstawową przyczyną tak dużej liczby zdarzeń drogowych w tej grupie osób było niedostosowanie prędkości do warunków panujących w ruchu drogowym. Charakterystyczne dla osób z tego przedziału wiekowego jest skłonność do brawury oraz zbyt małe doświadczenie w kierowaniu pojazdami [4;5].

1.3. Metody zapewnienia bezpieczeństwa w ruchu drogowym

Bezpieczeństwo w ruchu drogowym może być rozpatrywane z perspektywy techniczno-technologicznej, jak również w kategoriach ekonomiczno-środowiskowych.

Jednym z elementów oceny bezpieczeństwa technicznego jest analiza stanu technicznego infrastruktury drogowej. Co roku, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad (GDDKiA) sporządza raport o stanie technicznym infrastruktury drogowej na podstawie informacji ze średnich cen naprawczych oraz wyników z pomiarów cech techniczno-eksploatacyjnych m.in. głębokości kolein, równości podłużnej czy też właściwościach przeciwpoślizgowych. Każdy odcinek jest poddawany analizie i przydzielany do kategorii klas od A do D. Według raportu z roku 2016, w Polsce około 51,8% wszystkich nawierzchni dróg krajowych zarządzanych przez GDDKiA jest zadowalająca i nie wymaga renowacji. Około 16,9% to drogi w złym stanie, które należy niezwłocznie naprawić. Podsumowując, 48,2% nawierzchni dróg w Polsce powinna zostać zmodernizowana [9].

Na bezpieczeństwo techniczne wpływ ma również stan techniczny środków transportu. Okresowe przeglądy w Stacjach Kontroli Pojazdów (SKP) są obowiązkowe i regulowane przepisami krajowymi (Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie szczególnych wymagań w stosunku do stacji przeprowadzających badania techniczne pojazdów (Dz. U. Nr 25, poz. 209)). SKP powinny być wyposażone w odpowiednie narzędzia do sprawdzania stanu technicznego, kanał przeglądowy oraz wyposażenie kontrolno-pomiarowe. Oprócz systematycznych, obowiązkowych przeglądów jednorazowo przed każdym włączeniem się do ruchu drogowego powinna zostać przeprowadzona wizualna kontrola np. stanu ogumienia [10].

Bezpieczeństwo eksploatacyjne wiąże się natomiast z zarządzaniem flotą pojazdów, jej wyposażeniem czy infrastrukturą, zarówno liniową, jak i punktową. Odnosi się to do zachowywania norm, które skutkują minimalizacją wystąpienia zagrożenia. Każde urządzenie powinno być eksploatowane w taki sposób, jaki jest nakazany przez konstruktora. Wszelkie uchybienia mogą przynieść skutki w powstaniu katastrof drogowych. Począwszy od planowania produkcji urządzenia czy obiektu należącego do infrastruktury punktowej powinno brać się pod uwagę takie aspekty jak [1]:

- miejsce użytkowania,
- ilość użytkowników,
- możliwe maksymalne obciążenie,
- przystosowanie innych obiektów (w tym infrastruktury liniowej).

Przed oddaniem do użytku obiektu prowadzi się testy, które mają zapewnić bezpieczeństwo ich użytkowania. Niezawodność poszczególnych elementów wyznacza jednoznacznie niezawodność całego systemu.

Zjawiska ekonomiczne pojawiające się w procesach transportowych dotyczą różnych dziedzin z zakresu makroekonomii i mikroekonomii. Ujęcie makroekonomiczne obejmuje szereg oddziaływań pomiędzy samym procesem transportowym a jego otoczeniem, tworzeniem ładu przestrzennego, skutków zewnętrznych działalności transportowej oraz tematyka wspólnej polityki transportowej państw członkowskich Unii Europejskiej. Mikroekonomia obejmować może takie dziedziny jak: świadczone usługi transportowo-logistyczne przez przedsiębiorstwa, konkurencja na rynku usług transportowych, koszty poniesione z tytułu prowadzenia działalności. W krajach członkowskich Unii Europejskiej zwrócono dużą uwagę na problem, jaki niesie ze sobą rozwój transportu, który jest jednym z kluczowych sektorów gospodarki zarówno Europy, jak i Polski [6;7;8]. Problem występowania wypadków i kolizji drogowych stanowi istotny czynnik wpływający na funkcjonowanie przedsiębiorstw przewozowych. W wielu przypadkach może wpływać bezpośrednio na pozycję konkurencyjną firmy. Natomiast katastrofy drogowe mają oddziaływanie o znacznie większym zasięgu. Mogą wpływać zarówno na pojedynczych aktorów rynku usług przewozowych, jak również na interesariuszy na poziomie lokalnym, regionalnym, czy nawet krajowym, a w szczególnych przypadkach oddziałują na całe łańcuchy dostaw.

Zanieczyszczenie środowiska naturalnego (atmosfera, gleby, wód i lasów) spowodowane jest w głównej mierze przez szybki rozwój gospodarczy. Jedną z przyczyn jest degradacja środowiska, w szczególności w rejonach przemysłowych i zurbanizowanych. Polska jest jednym z krajów o dużym wskaźniku zanieczyszczenia środowiska, jednakże zachodzące procesy takie jak ograniczenie przemysłu ciężkiego czy zwiększenie świadomości ekologicznej oraz zobowiązania Polski względem Unii Europejskiej powodują systematyczną poprawę. Jednym z rozwiązań, nad jakimi pracuje Unia Europejska mogącymi przynieść poprawę w sektorze transportu jest powszechne produkowanie, udostępnianie i korzystanie z paliw alternatywnych. Coraz powszechniejszym rozwiązaniem stosowanym w Polsce są samochody o napędzie hybrydowym (plug-in) lub elektrycznym [11].

2. SYSTEMY WSPIERAJĄCE BEZPIECZEŃSTWO W TRANSPORCIE DROGOWYM

2.1. Systemy telematyczne stosowane w transporcie drogowym

Telematyka znajduje swoje zastosowanie w wielu dziedzinach nauki, między innymi w transporcie. Jak podaje A. Szymonik: „telematyka transportu jest to dział wiedzy o transporcie, integrujący informatykę i telekomunikację w zastosowaniach dla potrzeb zarządzania i sterowania ruchem w systemach transportowych, stymulujący działalność technicznoorganizacyjną umożliwiającą podniesienie efektywności i bezpieczeństwa eksploatacji systemów” [12].

Inna, bardziej konstruktywna, definicja przedstawiona przez M. Siergiejczyk określa telematykę transportu drogowego jako: „zintegrowane systemy pomiaru, przesyłania, przetwarzania kontroli parametrów pogodowo-ruchowych, stosowane w celu podniesienia bezpieczeństwa ruchu oraz zapewnienia płynności i komfortu jazdy na monitorowanym odcinku drogi” [13].

Tworzenie systemów telematycznych pozwala na operowanie informacją, do której należy jej:

- pozyskiwanie,
- przetwarzanie,

- przekazywanie,
 - wykorzystywanie w kolejnych procesach jako jednej z danych.
- Telematykę transportu utożsamia się z Inteligentnymi Systemami Transportu (ang. Intelligent Transportation Systems – ITS) posiadającymi różnorodne rozwiązania technologiczne, które przyczyniają się do zapewniania odpowiedniej jakości procesów transportowych. Wpływa to na połączenie składowych telematyki transportu z zarządzaniem i sterowaniem systemami i sieciami transportowymi [14].

W analizie innowacyjnych rozwiązań z zakresu Inteligentnych Systemów Transportowych, należy rozpatrywać podsystemy, do których zaliczają się [15]:

- pojazdy,
- ludzie,
- drogi.

Każdy z wymienionych podsystemów nie może funkcjonować samodzielnie, natomiast ich pełne wykorzystanie potwierdza stwierdzenie o ich wzajemnej integracji.

Zastosowanie ITS skupia się na wprowadzaniu nowych rozwiązań technologicznych w elementach takich jak infrastruktura liniowa oraz pojazdy, które wpływają na zachowanie i postawę człowieka w całym systemie. Obszar zastosowań rozwiązań ITS w poszczególnych jego podsystemach jest bardzo rozległy, można do niego zaliczyć między innymi [16]:

- zarządzanie ruchem i podróżą,
- zarządzanie ruchem publicznym
- płatności transportowe,
- zarządzanie flotą pojazdów,
- zarządzanie zdarzeniami drogowymi,
- systemy bezpieczeństwa pojazdów,
- sterowanie informacją,
- zarządzanie utrzymaniem jakości infrastruktury liniowej.

2.2. Zintegrowane systemy stosowane w pojazdach drogowych

Systemy stosowane w pojazdach w celu zapewnienia bezpieczeństwa wszystkim uczestnikom ruchu drogowego można podzielić na bierne i czynne.

Do systemów bezpieczeństwa biernego można zaliczyć takie elementy samochodów, które zmniejszają ewentualne skutki zdarzeń drogowych bez jakiegokolwiek ingerencji kierowcy. Tyczy się to wszystkich użytkowników ruchu drogowego, również pieszych. Cechy pojazdów przyczyniające się do poprawy bezpieczeństwa biernego to m.in. [17]:

- konstrukcja nadwozia (zastosowanie stref kontrolowanego zgniotu, wzmocnienia boczne),
- budowa nadwozia (brak ostrych krawędzi, konstrukcja klamek oraz lusterek składanych),
- zastosowanie elementów z materiałów niepalnych, nietoksycznych i odkształcalnych,
- zabezpieczenia przed wpływem paliwa wyprodukowane z materiałów nieiskrzących,
- zamki w drzwiach umożliwiające otwarcie samoczynne przy wystąpieniu kolizji,
- montowanie silnika w miejscu niedostępnym ze środka kabiny,
- pasy bezpieczeństwa i napinacze,
- poduszki powietrzne,
- regulowane zagłówki.

Systemy bezpieczeństwa czynnego inaczej aktywnego, charakteryzują się takimi cechami samochodów, które umożliwiają kierowcy unikać zdarzeń drogowych dzięki podjęciu decyzji bezpośrednio przez kierowcę bądź automatycznie przy pomocy technologii zastosowanej w nim. Można do niej zaliczyć takie elementy jak [17;18]:

- system sterowania zawieszeniem,
- system stabilizacji toru jazdy,
- system zachowania bezpiecznej odległości między pojazdami,
- system automatycznego prowadzenia samochodu,
- system monitorowania przestrzeni drogi,
- system kontroli stanu psychofizycznego,
- system wykrywania stężenia alkoholu,
- system wspomagający parkowanie.

2.3. Zintegrowane systemy stosowane w infrastrukturze drogowej

Termin Inteligentnej Infrastruktury łączy ze sobą infrastrukturę liniową z inteligentnymi rozwiązaniami z zakresu telematiki transportu. Takie rozwiązania mają na celu zwiększenie płynności ruchu, co w konsekwencji prowadzi do poprawy komfortu i jakości życia użytkowników ruchu drogowego.

Systemy stosowane do wspomagania uczestników ruchu drogowego zbierają dane, archiwizują je, przetwarzają, a następnie przekazują odpowiednim grupom docelowym. Możemy zaliczyć do nich między innymi [19;20;21]:

- urządzenia do monitorowania ruchu drogowego,
- urządzenia nadzoru telewizyjnego,
- tablice sygnalizacyjne zmiennej treści,
- automatyczne detektory wypadków,
- urządzenia służące pomiarom i monitorowaniu powietrza,
- urządzenia do pomiaru prędkości,
- system zarządzania parkingami,
- system kierowania pasami ruchu,
- system inteligentnej sygnalizacji świetlnej.

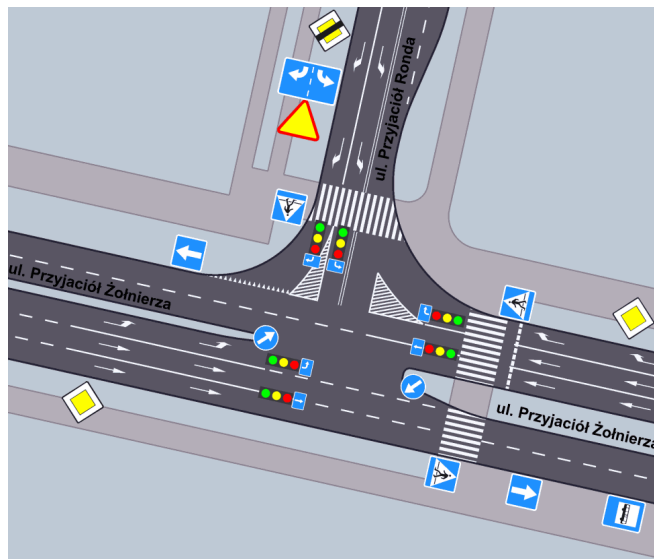
3. OCENA WPŁYWU SYGNALIZACJI ŚWIETLNEJ NA BEZPIECZEŃSTWO RUCHU DROGOWEGO W OPINII UŻYTKOWNIKÓW

3.1. Charakterystyka obszaru badanego

Bezpieczeństwo ruchu drogowego na skrzyżowaniach odzwierciedlone jest we wskaźnikach zaistniałych sytuacji niebezpiecznych z udziałem użytkowników ruchu drogowego w jego obszarze. Skrzyżowania w kształcie X i T przy wzroście natężenia potoków ruchu są uznawane za niebezpieczne dla ich użytkowników.

Jednym z przykładów takiego skrzyżowania w aglomeracji szczecińskiej jest to przy ul. Przyjaciół Żołnierza i Przyjaciół Ronda. Znajduje się w górnej części dzielnicy Niebuszewo i wchodzi w skład powstającej obwodnicy miasta. Do lipca 2012 roku, kiedy zostały rozpoczęte prace nad budową sygnalizacji świetlnej wspomaganej pętlową detekcją ruchu, było uznawane za jedno z bardziej niebezpiecznych skrzyżowań w Szczecinie.

Przecięcie dróg w kształcie T, charakteryzuje droga podporządkowana składająca się z dwóch pasów wlotowych, jednej do skrętu w lewo, drugiej do skrętu w prawo oraz z drogi głównej dwujezdniowej zawierającej trzy pasy wlotowe, które dwa z nich prowadzą wzdłuż drogi z pierwszeństwem przejazdu, a jeden do skrętu w drogę podporządkowaną. Dodatkowo rowerzyści poruszają się po przejazdach i ścieżkach rowerowych. Skrzyżowanie zostało przedstawione na rys. 1.



Rys. 1. Skrzyżowanie ul. Przyjaciół Żołnierza i ul. Przyjaciół Ronda [22]

Do oceny wpływu sygnalizacji świetlnej na bezpieczeństwo ruchu drogowego na wybranym skrzyżowaniu w Szczecinie została wybrana metoda wywiadu bezpośredniego, oparta na kwestionariuszu standaryzowanym. Wybór tej metody badań pozwolił na eliminację zagrożeń związanych z niezrozumieniem pytań. Kwestionariusz składa się z trzech części:

- metryczka – klasyfikacja respondenta do odpowiedniej grupy społecznej, w tym przypadku do konkretnego użytkownika środka transportu,
- część właściwa – pytania dotyczące problematycznego zagadnienia,
- część uzupełniająca – pytanie wychodzące za ramy problematycznego zagadnienia, odpowiedzi mierzalne w skali.

3.2. Analiza pozyskanych danych

Badanie zostało przeprowadzone metodą ankiety bezpośredniej w okresie dwóch dni (9,10-06-2017), a respondentami były osoby zamieszkujące przy ul. Przyjaciół Żołnierza 10-12. Zostało zebranych 58 odpowiednio wypełnionych ankiet, co przedstawione jest w tab. 2.

Najszerszą grupę badawczą reprezentują osoby poruszające się samochodami osobowymi, stanowią oni 62% całości. Kolejną liczną grupą badanych są piesi, stanowią oni 24% wszystkich respondentów. Rowerzyści natomiast stanowią niecałe 9% grupy badanych, a kierowcy motorowerów/motocykli jedynie 5%.

Tab. 2. Uczestnicy ruchu drogowego

Uczestnicy ruchu drogowego	Liczba
Piesi	14
Rowerzyści	5
Kierowcy motorowerów/motocykli	3
Kierowcy samochodów osobowych	36

Pytanie 1. Jak często korzysta Pan/Pani ze skrzyżowania ul. Przyjaciół Żołnierza i ul. Przyjaciół Ronda?

Wyżej wymienione pytanie miało na celu zbadanie częstotliwości podróży respondentów korzystających z danego skrzyżowania.

Według zebranych danych, przedstawionych w tab. 3, respondenci korzystają ze skrzyżowania w większości codziennie (79%). Dodatkowo grupę tą tworzą w przewadze kierowcy samochodów osobowych.

Tab. 3. Częstotliwość podróży ankietowanych

Jak często korzysta Pan/Pani ze skrzyżowania ul. Przyjaciół Żołnierza i ul. Przyjaciół Ronda?	Codziennie	Kilka razy w tygodniu	Kilka razy w miesiącu
Piesi	12	2	-
Rowerzyści	-	4	1
Kierowcy motorowerów/motocykli	1	2	-
Kierowcy samochodów osobowych	33	3	-
Suma	46	11	1

Pytanie 2. Czy zauważył/a Pan/Pani zmiany po wprowadzeniu sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu ul. Przyjaciół Żołnierza i ul. Przyjaciół Ronda?

Powyzsze pytanie, miało na celu zobrazowanie wiedzy uczestników ruchu na temat istniejącej sytuacji przed zainstalowaniem sygnalizacji świetlnej oraz wpływu nowoczesnych rozwiązań w ruchu drogowym usprawniające poszczególne potoki ruchu.

Według ankietowanych widoczne są zmiany dzięki odpowiedniemu zarządzaniu skrzyżowaniem ulic Przyjaciół Żołnierza i Przyjaciół Ronda (tab. 4). Aż 57 osób z 58 badanych odpowiedziało, że zmiany są widoczne, co stanowi 98% wszystkich odpowiedzi. Jeden respondent, który odpowiedział się przeciwnie uczestniczy w ruchu drogowym jako rowerzysta.

Tab. 4. Odpowiedzi respondentów dotyczące zmian na wybranym skrzyżowaniu po wprowadzeniu sygnalizacji świetlnej

Czy zauważył/a Pan/Pani zmiany po wprowadzeniu sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu ul. Przyjaciół Żołnierza i ul. Przyjaciół Ronda?	Tak	Nie
Piesi	14	-
Rowerzyści	4	1
Kierowcy motorowerów/motocykli	3	-
Kierowcy samochodów osobowych	36	-
Suma	57	1

Pytanie 3. Czy czas oczekiwania na przejazd/przejście przez skrzyżowanie skrócił się po wprowadzeniu sygnalizacji świetlnej?

Kolejne z pytań przedstawia podział na osoby, które zauważyły zmiany w skróceniu się czasu na możliwość przejazdu lub przejścia przez wybrane skrzyżowanie oraz na osoby, które zmian nie dostrzegają według tego parametru. Pytanie zostało skonstruowane pod wybraną grupę respondentów. Wynika to z dwóch aspektów, pierwszy z nich dotyczy kierowców, którzy podróżując do centrum miasta muszą wjechać z drogi podporządkowanej na drogę główną oraz z długiego czasu oczekiwania na przejściach dla pieszych na drodze z pierwszeństwem.

Piesi, jako jedyna grupa uczestników ruchu drogowego, w 100% widzi zmiany w skróceniu czasu oczekiwania na możliwość przejścia w wyznaczonych miejscach (tab. 5). Dowodzi to tezie, że przed modernizacją skrzyżowania, utrudniony był ruch pieszych w jego obrębie. Zdecydowana większość, bo aż 76% respondentów zauważa zmiany w skróceniu czasu oczekiwania na możliwość przejazdu/przejścia w/w skrzyżowania.

Tab. 5. Odpowiedzi respondentów dotyczące skrócenia czasu oczekiwania na przejazd na wybranym skrzyżowaniu

Czy czas oczekiwania na przejazd/przejście przez skrzyżowanie skrócił się po wprowadzeniu sygnalizacji świetlnej?	Tak	Nie
Piesi	14	-
Rowerzyści	4	1
Kierowcy motorowerów/motocykli	2	1
Kierowcy samochodów osobowych	24	12
Suma	44	14

Pytanie 4. Czy Pan/Pani spotkał/a się z wymuszeniem pierwszeństwa przez użytkowników ruchu drogowego (kierowców/pieszych/rowerzystów) przed wprowadzeniem sygnalizacji świetlnej?

Powyzsze pytanie dotyczy naruszenia przepisów drogowych przed modernizacją skrzyżowania przez uczestników ruchu drogowego wymuszających możliwość przejazdu/przejścia.

Każda osoba ankietowana spotkała się ze zjawiskiem wymuszenia pierwszeństwa na wybranym skrzyżowaniu (tab. 6). Dodatkowo, aż 93% pieszych zetknęło się z taką sytuacją za każdym razem, gdy zamierzali przejść w wyznaczonym do tego miejscu. Ze wszystkich respondentów, 72% osób spotykała się ze zjawiskiem wymuszania dość często.

Tab. 6. Odpowiedzi respondentów dotyczące wymuszeń pierwszeństwa przez uczestników ruchu drogowego przed zastosowaniem sygnalizacji świetlnej

Czy Pan/Pani spotkał/a się z wymuszeniem pierwszeństwa przez użytkowników ruchu drogowego przed wprowadzeniem sygnalizacji świetlnej?	Tak				Nie
	Za każdym razem, gdy korzystam z tego skrzyżowania	Często	Sporadycznie		
Piesi	13	1	-	-	-
Rowerzyści	-	4	1	-	-
Kierowcy motorowerów/motocykli	1	2	-	-	-
Kierowcy samochodów osobowych	-	34	2	-	-
Suma	14	41	3	0	0

Pytanie 5. Czy Pan/Pani spotkał/a się z wymuszeniem pierwszeństwa przez użytkowników ruchu drogowego (kierowców/pieszych/rowerzystów) po wprowadzeniu sygnalizacji świetlnej?

Kolejne pytanie jest powiązane z poprzedzającym, jednakże odnosi się do sytuacji po modernizacji skrzyżowania.

W porównaniu z udzielonymi odpowiedziami na pytanie 4, grupa ankietowanych osób dostrzega zmniejszenie się zjawiska wymuszeń drogowych po modernizacji skrzyżowania (tab. 7). Ze wszystkich respondentów, 51 osób nie spotkało się ze zjawiskiem wymuszenia pierwszeństwa, co stanowi 88% osób badanych. Jedna osoba (pieszy) udzieliła odpowiedzi, że wciąż często spotyka się z taką sytuacją. Bez wartości liczbowych przypisanym poszczególnym odpowiedzią, częstotliwość przypisana odpowiedzi „tak” jest jedynie orientacyjną wartością.

Tab. 7. Odpowiedzi respondentów dotyczące wymuszeń pierwszeństwa przez uczestników ruchu drogowego po modernizacji skrzyżowania

Czy Pan/Pani spotkał/a się z wymuszeniem pierwszeństwa przez użytkowników ruchu drogowego po wprowadzeniu sygnalizacji świetlnej?	Tak				Nie
	Za każdym razem, gdy korzystam z tego skrzyżowania	Często	Sporadycznie		
Piesi	-	1	1	12	14
Rowerzyści	-	-	1	4	5
Kierowcy motorowerów/motocykli	-	-	1	2	3
Kierowcy samochodów osobowych	-	-	3	33	36
Suma	0	1	6	51	58

Pytanie 6. Czy Pan/Pani zauważyła, aby pojazdy poruszały się na tym skrzyżowaniu z większą prędkością od dopuszczalnej przed wprowadzeniem sygnalizacji świetlnej?

Powyższe pytanie wraz z następnym, ma służyć porównaniu naruszania przepisów drogowych dotyczących przestrzegania dopuszczalnej prędkości, która maksymalnie wynosi 50km/h przed i po zastosowaniu sygnalizacji świetlnej.

Według ankietowanych nagminnie była przekraczana dozwolona prędkość przed modernizacją skrzyżowania przez kierowców w obrębie skrzyżowania ul. Przyjaciół Żołnierza i ul. Przyjaciół Ronda. Każda osoba biorąca udział w badaniu, spotkała się z takim wykroczeniem (tab. 8).

Tab. 8. Odpowiedzi respondentów dotyczące przekroczenia dopuszczalnej prędkości przed zastosowaniem sygnalizacji świetlnej

Czy Pan/Pani zauważyła, aby pojazdy poruszały się na tym skrzyżowaniu z większą prędkością od dopuszczalnej przed wprowadzeniem sygnalizacji świetlnej?	Tak	Nie
Piesi	14	-
Rowerzyści	5	-
Kierowcy motorowerów/motocykli	3	-
Kierowcy samochodów osobowych	36	-
Suma	58	0

Pytanie 7. Czy Pan/Pani spotkał/a zauważyła, aby pojazdy poruszały się na tym skrzyżowaniu z większą prędkością od dopuszczalnej po wprowadzeniu sygnalizacji świetlnej?

Poniższa tabela odzwierciedla odpowiedzi osób ankietowanych dotyczących naruszania przepisów w przestrzeganiu dopuszczalnej prędkości jazdy po modernizacji wybranego skrzyżowania. Zestawienie wyników z pytania szóstego powinny znaleźć zależność z udzielonymi odpowiedziami na powyższe pytanie.

Po modernizacji skrzyżowania i zastosowaniu sygnalizacji świetlnej poprawa bezpieczeństwa drogowego w tym aspekcie nie przyniosła zamierzonych rezultatów. Aż 95% respondentów styka się z łamaniem przepisów drogowych. Jest to niewielki spadek w porównaniu z odpowiedziami na ten sam temat przed wprowadzeniem sygnalizacji. Grupa osób kierująca samochodami osobowymi oraz motorowerami/motocyklami, w 100% udzieliła odpowiedzi potwierdzającej zetknięcie się z przekroczeniem dopuszczalnej maksymalnej prędkości (tab. 9).

Tab. 9. Odpowiedzi respondentów dotyczące przekroczenia dopuszczalnej prędkości po modernizacji skrzyżowania

Czy Pan/Pani spotkał/a zauważyła, aby pojazdy poruszały się na tym skrzyżowaniu z większą prędkością od dopuszczalnej po wprowadzeniu sygnalizacji świetlnej?	Tak	Nie
Piesi	12	2
Rowerzyści	4	1
Kierowcy motorowerów/motocykli	3	-
Kierowcy samochodów osobowych	36	-
Suma	55	3

Pytanie 8. Czy po wprowadzeniu sygnalizacji świetlnej zauważyła Pan/i tworzenie się korków (tzn. zatorów drogowych)?

Występowanie kongestii transportowej może prowadzić do powstania czynników, które negatywnie wpływają na bezpieczeństwo w ruchu drogowym. Do takich czynników można zaliczyć m.in. zmniejszenie czujności kierującego pojazdem. Tab. 10. obrazuje zestawienie wyników dotyczących powstawania zatorów drogowych po modernizacji badanego skrzyżowania.

Według zebranych danych, występowanie zatorów drogowych w normalnych warunkach drogowych jest niezauważalne.

Tab. 10. Odpowiedzi respondentów dotyczące powstawania zjawiska kongestii transportowej po modernizacji skrzyżowania

Czy po wprowadzeniu sygnalizacji świetlnej zauważyła Pan/i tworzenie zatorów drogowych?	Tak	Nie	W zależności od godziny i pory roku
Piesi	1	3	10
Rowerzyści	1	2	2
Kierowcy motorowerów/motocykli	-	3	-
Kierowcy samochodów osobowych	5	25	6
Suma	7	33	18

Pytanie 9. Czy oznakowanie skrzyżowania jest dla Pana/i czytelne?

Powyższe pytanie ma na celu sprawdzenie czy uczestnicy ruchu drogowego nie mają problemu z poruszaniem się po skrzyżowaniu ulic Przyjaciół Żołnierza i Przyjaciół Ronda ze względu na błędne, nieczytelne lub niewystraszające jego oznakowanie. Tab. 11 przedstawia zestawienie danych dotyczących oznakowania skrzyżowania po jego modernizacji. Większość z ankietowanych (97%) ocenia oznaczenia za czytelne i niewprowadzające uczestników ruchu drogowego w błąd.

Tab. 11. Odpowiedzi respondentów dotyczące oznakowania skrzyżowania

Czy oznakowanie skrzyżowania jest dla Pana/i czytelne?	Tak	Nie	W zależności od godziny i pory roku
Piesi	14	-	-
Rowerzyści	5	-	-
Kierowcy motorowerów/motocykli	3	-	-
Kierowcy samochodów osobowych	34	-	2
Suma	56	0	2

Pytanie 10. Poniżej przedstawiono kilka rozwiązań wspomagających bezpieczeństwo ruchu drogowego. Które z nich Pani/Pana zdaniem są przydatne w poprawie bezpieczeństwa drogowego, a które nie?

Na powyższe pytanie odpowiedzi zostały skonstruowane tak, aby respondenci udzieliłi odpowiedzi w skali Likerta, przydzielając odpowiednią wartość ze skali każdemu z parametrów. Ocenie zostały poddane cztery rozwiązania, coraz częściej stosowane w transporcie drogowym. Tab. 12 przedstawia zestawienie wyników bez podziału na poszczególne grupy uczestników ruchu drogowego, gdyż jest to pytanie dodatkowe i pomocnicze w ogólnej ocenie bezpieczeństwa transportu drogowego

Według respondentów, pomocne w przyniesieniu poprawy bezpieczeństwa będą skrzyżowania bądź drogi z zastosowaniem sygnalizacji świetlnej. Znaki zmiennej treści również oceniane są przez grupę badawczą jako istotny element tworzenia bezpieczeństwa ruchu drogowego, powodując możliwe wcześniejsze ostrzeżenie użytkowników np. o możliwym zagrożeniu. Najmniej zwolenników mają czasomierze wyświetlające pozostały czas do zmiany świateł umieszczone przy sygnalizatorach.

Tab. 12. Odpowiedzi respondentów dotyczące oznakowania skrzyżowania

Które z rozwiązań Pani/Pana zdaniem są przydatne w poprawie bezpieczeństwa drogowego, a które nie	Bardzo przydatne	Przydatne	Trudno powiedzieć	Mniej przydatne	Nie potrzebne
Sygnalizacja świetlna	54	3	1	-	-
Zielona fala (synchronizacja kilku skrzyżowań z sygnalizacją świetlną)	43	5	8	-	-
Znaki zmiennej treści	46	8	-	4	-
Czasomierze	18	13	12	15	-

3.3. Wnioski z przeprowadzonej analizy

Po przeprowadzeniu analizy z wykorzystaniem wywiadu bezpośredniego można wysnuć następujące wnioski:

- po wprowadzeniu Inteligentnej Sygnalizacji Światłowej na skrzyżowaniu ulic Przyjaciół Żołnierza i Przyjaciół Ronda w Szczecinie, zmiany wiążące się z organizacją ruchu w tym miejscu są widoczne dla uczestników ruchu drogowego,
- dużym problemem przed modernizacją skrzyżowania były liczne wymuszenia, z którymi najczęściej spotykali się piesi mający problem z poruszaniem się w obrębie skrzyżowania z powodu braku ustąpienia im pierwszeństwa, dodatkowo zbyt duża prędkość poruszających się samochodów powodowała wydłużający się czas oczekiwania na możliwość przejścia dla pieszych,
- mimo braku przestrzegania przepisów po wprowadzeniu sygnalizacji światłowej wymuszenia są mniej widoczne dla uczestników ruchu drogowego,
- sygnalizacja światłowa często kojarzona jest z tendencją do powstawania zatorów drogowych, jednak po powstaniu jej na w/w skrzyżowaniu zjawisko kongestii transportowej jest rzadko zauważalne,
- bezpieczeństwu uczestników ruchu wspiera dobre oznakowanie skrzyżowania, które jest wystarczające i nie prowadzi w błąd, dlatego użytkownicy mogą poruszać się w jego obrębie zgodnie z przepisami, nie narażając innych na sytuacje niebezpieczne,
- w ocenie społeczeństwa, na poprawę bezpieczeństwa wszystkich uczestników ruchu drogowego mają wpływ sygnalizatory światłowe wspomagające zarządzanie ruchem drogowym, dodatkowo synchronizacja ich na kilku skrzyżowaniach występujących po sobie ułatwia przejazd i możliwość wystąpienia zagrożenia dla innych uczestników ruchu drogowego,
- dużym poparciem cieszą się też tablice zmiennej treści, które pozwalają na nadawanie bieżących informacji z wyprzedzeniem, aby uczestnicy ruchu mogli się dostosować do panujących warunków.

Dodatkowo zastosowana detekcja ruchu pozwala na mierzenie natężenia ruchu i odpowiednie sterowanie sygnalizacją światłową według panujących warunków. Powoduje to upłynnienie potoków ruchu z każdej wlotowej drogi, minimalizując wystąpienie kongestii transportowej.

PODSUMOWANIE

Celem powyższego artykułu była analiza zastosowania wybranego rozwiązania telematycznego w aspekcie bezpieczeństwa ruchu drogowego. Badania zostały przeprowadzone z wykorzystaniem Inteligentnej Sygnalizacji Światłowej. System sprawdzany był pod kątem udziału w budowie bezpiecznej sieci transportu drogowego.

Telematyka transportu jest rozumiana jako koncepcja umożliwiająca sprawne i efektywne zarządzanie ruchem. W wyniku braku możliwości budowy nowych dróg i wielopoziomowych skrzyżowań w niektórych miejscach, coraz więcej zwolenników zbierają rozwiązania z zakresu Inteligentnych Systemów Transportowych.

Przy zastosowaniu jedynie rozwiązań z zakresu telematyki transportu nie zminimalizuje się występujących problemów w ruchu drogowym, jak np. kongestia, przynosząca skutki między innymi w liczbie wypadków drogowych.

W wyniku przeprowadzonej analizy systemów telematycznych do poprawy bezpieczeństwa transportu drogowego, rozwój Inteligentnych Systemów Transportowych, do których należy sygnalizacja światłowa, powoduje zwiększenie bezpieczeństwa na skrzyżowaniach w kształcie X i Y. Dodatkowym atutem stanowi połączenie jej z detekcją ruchu, którą dostosowuje się do istniejącego natężenia ruchu, minimalizując powstawanie zjawiska kongestii transportowej.

Zdaniem autorów, pomimo dużych nakładów na wprowadzanie rozwiązań systemów telematycznych, będą one wciąż stosowane. W rezultacie, koszt implementacji ich jest znikomy do kosztów wynikających z zaistniałych zdarzeń w transporcie drogowym. Dodatkowo polityka państwa, jak i Unii Europejskiej popiera projekt wdrażania dobrych praktyk z zakresu telematyki transportu, której celem jest poprawa bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Ciągle wdrażanie nowoczesnych rozwiązań, przynosi poprawę bezpieczeństwa w transporcie drogowym, co widać na przestrzeni lat. Stan brd poprawia się, jednak nie jest na tyle wystarczający, aby zaprzestać rozwojowi w tej dziedzinie. Ze względów ekonomicznych, mniej dostępne przez społeczeństwo Inteligentne Samochody, powodują wzrost znaczenia Inteligentnej Infrastruktury w bezpieczeństwie drogowym.

BIBLIOGRAFIA

1. Krystek R. (red) *Zintegrowany System Bezpieczeństwa Transportu – Diagnoza Bezpieczeństwa Transportu Drogowego*, TOM I, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2009.
2. Foltynski M., Hajdul M., Stajniak M., *Transport i spedycja Podręcznik do kształcenia w zawodzie technik logistyk*, Seria „Biblioteka Logistyka”, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2008, Wyd. II zmienione.
3. *Wypadek czy kolizja?* <http://podlaska.policja.gov.pl>
4. Komenda Główna Policji, *Wypadki drogowe w Polsce w 2016 roku*, <http://statystyka.policja.pl/>.
5. Komenda Główna Policji, *Wypadki drogowe w Polsce w 2015 roku*, <http://statystyka.policja.pl/>.
6. Mendyk E., *Ekonomika transportu*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Logistycznej w Poznaniu, Poznań 2006, Wyd. II zmienione i rozszerzone.
7. Bąk M., *Koszty i opłaty w transporcie*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2010.
8. Czarny B., *Podstawy Ekonomii*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2011.
9. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, *Raport o stanie technicznym nawierzchni sieci dróg krajowych na koniec 2016 roku*, <https://www.gddkia.gov.pl/>.
10. *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie szczególnych wymagań w stosunku do stacji przeprowadzających badania techniczne pojazdów (Dz. U. Nr 25, poz.209)*, <http://dziennikustaw.gov.pl/>
11. Biuro Bezpieczeństwa Narodowego, *Biała Księga Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskie*, Warszawa 2013, <https://www.bbn.gov.pl>
12. Bielecki M., Szymonik A., *Bezpieczeństwo systemu logistycznego w nowoczesnym zarządzaniu*, Wyd. Dyfin, Warszawa 2015.
13. Siergiejczyk M., *Analiza możliwości wykorzystania systemów telematyki transportu w ochronie środowiska*, Logistyka 2011, nr 6.
14. Koźlak A., *Inteligentne systemy transportowe jako instrument poprawy efektywności transportu*, Logistyka 2008, nr 2.
15. Jamrozik K., *Oddziaływanie ITS na brd*, <http://edroga.pl>.
16. Ważna A., *Wpływ inteligentnych systemów transportowych na oszczędność czasu w transporcie pasażerskim*, Logistyka 2014, nr 6.
17. Szczuraszak T. (red) *Bezpieczeństwo ruchu miejskiego*, Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa 2008.
18. Caban J. (red), *Inteligentne pojazdy w transporcie drogowym*, Logistyka 2014, nr 6.

19. Chołaj Ł., *Inteligentne systemy sterujące sygnalizacją jako element zarządzania komunikacją miejską*, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu.
20. Mikulski J., *Systemy informacyjne dla pasażerów i kierowców*, Logistyka 2014, nr 3.
21. <http://www.canard.gitd.gov.pl/cms/o-nas/jak-dzialamy>.
22. *ul. Przyjaciół Żołnierza, ul. Przyjaciół Ronda w Szczecinie*, <http://www.zdamyto.com/>
23. Bał J., Gajda D., *Wpływ substancji psychoaktywnych na zachowanie kierowców*, „Logistyka” 2009, nr 6.

The importance of traffic light signaling for improvement of road transport safety aspects

Undertaking the subject of the application of telematic systems to improve the safety of road transport is caused by the increase of the mobility of the society, their transport needs, which in effect leads to the multiplication of the number of vehicles on the roads. The low level of construction of new roads and modernization of the existing ones is conducive to the occurrence of transport congestion, the number of accidents and road traffic difficulties, and has a negative impact on the natural environment. In the era of modern society, methods are sought that would minimize negative effects in the transport system, thereby increasing road safe-

ty. The purpose of this article is to analyse the use of Intelligent Traffic Light in the aspect of road safety. Traffic safety at intersections is reflected in indicators of dangerous situations with the participation of road users in its area. Hence, the selection of the research method and the place of the tests carried out. Implementation of telematic systems supports the construction of a secure road transport network. The authors of the article focused on the analysis of traffic hazards and their consequences in the form of wounded and dead people. In addition, the topic of safety in the road transport system was addressed very precisely, where it was discussed in terms of operation, economic, technical and environmental protection.

Autorzy:

mgr inż. **Katarzyna Sosik** – Akademia Morska w Szczecinie, Wydział Inżynieryjno-Ekonomiczny Transportu, Instytut Zarządzania Transportem, Zakład Systemów Transportowych

dr hab. **Stanisław Iwan**, prof. AM – Akademia Morska w Szczecinie, Wydział Inżynieryjno-Ekonomiczny Transportu, Instytut Zarządzania Transportem, Zakład Systemów Transportowych

JEL: R41 DOI: 10.24136/atest.2018.073

Data zgłoszenia: 2018.05.21 Data akceptacji: 2018.06.15