



LESZEK KORNALEWSKI¹⁾
MONIKA KOWALSKA-SUDYKA²⁾
ANNA LEDWOLORZ³⁾

PROPOSAL OF POST EVALUATION METHODOLOGY FOR THE IMPACT OF A NEW ROAD INVESTMENT PROJECT ON ROAD SAFETY

PROPOZYCJA METODOLOGII EWALUACJI EX POST WPŁYWU NOWEJ INWESTYCJI DROGOWEJ NA STAN BEZPIECZEŃSTWA RUCHU DROGOWEGO

STRESZCZENIE. W artykule scharakteryzowano ogólny stan bezpieczeństwa ruchu drogowego w Polsce w latach 2010-2019, uwzględniając bezpieczeństwo niechronionych uczestników ruchu, jakimi są piesi. W przeprowadzonych analizach wykorzystano dane Biura Ruchu Drogowego Komendy Głównej Policji i Krajowej Rady Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego. W drugiej części pracy opisana została propozycja metodologii, w tym narzędzia badawcze służące do przeprowadzenia ewaluacji *ex post* wpływu nowej inwestycji drogowej na stan bezpieczeństwa ruchu drogowego. Zarówno zaproponowana metodologia, jak i przedstawione w artykule narzędzia badawcze sprawdziły się w praktyce przy realizacji opracowania zleconego przez Centrum Unijnych Projektów Transportowych pt. „Wpływ działań podejmowanych w ramach III i IV osi Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014-2020 na poprawę dostępności drogowej i obciążenie ruchem w miastach”.

SŁOWA KLUCZOWE: baza danych o wypadkach drogowych, bezpieczeństwo ruchu drogowego, mierniki bezpieczeństwa ruchu drogowego, pieszy, wypadek.

ABSTRACT. The article presents a general description of the state of road safety in Poland in the years 2010-2019, taking into account the safety of pedestrians, who belong to the most vulnerable road users. The analyses were based on data obtained from the Road Traffic Bureau of the General Police Headquarters and the National Road Safety Council. The second part describes a proposition of methodology for *ex post* evaluation of the impact of a new road project on road safety, including the necessary research tools. Both the proposed methodology and the presented research tools were verified in practical application during the works on the report “Impact of projects implemented under the III and IV priority axes of the Operational Program Infrastructure and Environment 2014-2020 on improvement of road accessibility and traffic load in cities” commissioned by the Centre for European Union Transport Projects.

KEYWORDS: accident, pedestrian, road accidents database, road safety, road safety measures.

DOI: 10.7409/rabdim.020.012

¹⁾ Instytut Badawczy Dróg i Mostów, ul. Instytutowa 1, 01-302 Warszawa; lkornalewski@ibdim.edu.pl

²⁾ Instytut Badawczy Dróg i Mostów, ul. Instytutowa 1, 01-302 Warszawa; mkowalska@ibdim.edu.pl (✉)

³⁾ Instytut Badawczy Dróg i Mostów, ul. Instytutowa 1, 01-302 Warszawa; aledwolorz@ibdim.edu.pl

1. WPROWADZENIE

Przeprowadzanie oceny wpływu inwestycji drogowych na bezpieczeństwo ruchu wynika z konieczności stosowania się krajów członkowskich UE do dyrektywy 2008/96/WE Parlamentu Europejskiego oraz Rady Unii Europejskiej z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej [1]. Współczesne podejście do zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego w Polsce staje się coraz bardziej uwarunkowane wymaganiami stawianymi przez Unię Europejską [2]. Niektórzy członkowie UE posiadają już dobrze działające systemy zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej, ale jednocześnie nie ma narzuconej ogólnie metodologii. Brak jest znormalizowanych metod przeprowadzania ocen *ex post*, co gwarantowałoby porównywalność i potencjał do uczenia się oraz prognozowania [3]. Obowiązuje jedynie ogólna zasada mówiąca o konieczności stosowania Dyrektywy 2008/96/WE i zachowania zgodności z warunkami lokalnymi. W Dyrektywie położono duży nacisk na kontrolę stanu bezpieczeństwa drogowego jako narzędzie do zarządzania ruchem drogowym [4].

Dobrze rozwinięty, oparty na podstawach naukowych system zarządzania bezpieczeństwem na drogach mają kraje nordyckie. I tak na przykład w Szwecji Urząd Transportu wymaga, aby ocena wpływu bezpieczeństwa ruchu drogowego była przeprowadzana we wszystkich studiach wykonalności projektów inwestycji drogowych, uwzględniając analizę kosztów i korzyści, analizę kosztów utrzymania, analizę wpływu na środowisko oraz prognozę zmiany stanu bezpieczeństwa, która uwzględnia zarówno skutki pod względem ofiar wypadków, czasu i jakości podróży, wpływu na środowisko i równości płci. Belgia stosuje Dyrektywę 2008/96/WE w odniesieniu do dróg sieci TERN (ang. *Trans-European Road Network*), natomiast w przypadku pozostałych dróg zasady te są stosowane jako zestaw dobrych praktyk, przy czym kryterium bezpieczeństwa jest stosowane jako jeden z elementów oceny projektu. Na Cyprze ocena wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego jest elementem wstępnego planowania. Francja dotychczas nie wprowadziła szczegółowej procedury, niemniej jednak prowadzona jest analiza kosztów i korzyści społeczno-ekonomicznych, która uwzględnia takie czynniki jak: bezpieczeństwo na drodze, kwestie środowiskowe, koszty ofiar śmiertelnych, koszty wypadków. W Portugalii opracowano podręcznik oceny wpływu projektów krajowych na bezpieczeństwo na drogach, który uwzględnia wkład do istniejącej sieci pod względem bezpieczeństwa sieci drogowej. Islandia stosuje ocenę wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego obligatoryjnie w przypadku sieci dróg TERN. Dla pozostałych dróg krajowych procedura oceny jest wykonywana w przypadku, gdy wartość projektu drogowego przekracza

1. INTRODUCTION

Evaluations of the impact of road investment projects on road safety are performed due to the fact that the EU member states are obliged to follow the Directive 2008/96/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on road infrastructure safety management [1]. The present attitude to road safety management in Poland becomes increasingly related to the requirements established by the European Union [2]. While some EU member states already have efficient road infrastructure safety management systems, there is no generally imposed methodology to achieve the goals that have been set. There are no standardized *ex post* evaluation methods that may guarantee comparability as well as potential for learning and forecasting [3]. There is only a general principle which calls for compliance with the Directive 2008/96/EC and the local requirements. The Directive strongly emphasizes the aspect of road safety control as means of road traffic management [4].

The Nordic countries possess a well-developed and scientifically grounded system of road safety management. In Sweden, for example, the Transport Agency requires road safety impact evaluations to be performed as part of all feasibility studies for road projects and to include a cost-benefit analysis, maintenance cost analysis, environmental impact analysis as well as a forecast of change in safety, taking into account the influence on the number of accident victims, travel time and quality, environment and sexual equality. Belgium applies the Directive 2008/96/EC to the roads that belong to TERN (Trans-European Road Network) and uses the same rules for other roads as a set of guidelines for good practice, safety being one of the criteria in design evaluation. In Cyprus evaluation of road safety impact is an element of preliminary planning. France has not introduced a detailed procedure yet, but analyses of costs and socio-economic benefits are performed, encompassing such factors as: road safety, environmental issues, cost of fatalities and cost of accidents. In Portugal a manual for assessment of road safety impact of national projects was published, which includes the effect on the existing network in terms of road safety. Iceland applies obligatory evaluation of the road safety impact to the TERN roads. For other roads the evaluation procedure is performed if the value of the road project exceeds a set amount of money or when the project is particularly important from the perspective of traffic safety. Ireland includes road safety impact evaluation in a broader analysis encompassing environmental, archeological and economic data as well [5]. In Poland the methodology for evaluation of the impact of road

określoną kwotę lub gdy inwestycja jest szczególnie ważna z punktu widzenia bezpieczeństwa ruchu. Irlandia stosuje ocenę wpływu na bezpieczeństwo ruchu jako część większego badania obejmującego również dane dotyczące środowiska, archeologii i zagadnień gospodarczych [5]. W Polsce metodologię oceny wpływu inwestycji na bezpieczeństwo ruchu drogowego opracowano w ramach projektu „Wpływ działań podejmowanych w ramach III i IV osi Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014-2020 na poprawę dostępności drogowej i obciążenie ruchem w miastach”, zrealizowanego dla Centrum Unijnych Projektów Transportowych. Analiza wskaźników bezpieczeństwa ruchu drogowego (BRD) przyczyni się do ustalenia w jakim stopniu inwestycja drogowa spełnia oczekiwania w tym zakresie, a także pozwoli na ocenę strat społecznych i ekonomicznych na całym obszarze objętym inwestycją. Stąd ważnym elementem poza oszacowaniem poziomu BRD jest także ocena kosztów wypadków drogowych oraz ocena inwestycji przez społeczeństwo [6].

2. CHARAKTERYSTYKA STANU BRD W POLSCE

Od początku lat dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia liczba zarejestrowanych pojazdów w Polsce stale rośnie. W tym czasie wzrosło również natężenie ruchu pojazdów w ruchu międzynarodowym. Położenie Polski w Europie oraz usytuowanie na szlaku transportowym wschód-zachód przyczynia się do wzmożonego ruchu tranzytowego. Pomimo tych pozornie niekorzystnych trendów, w ostatnim dziesięcioleciu (2010-2019) w Polsce odnotowano tendencję stałego zmniejszania się liczby wypadków drogowych i ich ofiar (Rys. 1, 2 i 3).

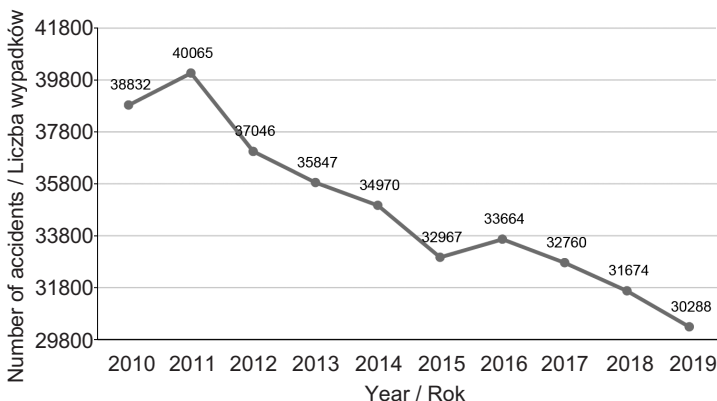


Fig. 1. The number of road accidents in the years 2010-2019 [7]
Rys. 1. Liczba wypadków drogowych w latach 2010-2019 [7]

Na bezpieczeństwo ruchu drogowego mają wpływ trzy podstawowe czynniki: droga i otoczenie, uczestnik ruchu oraz

investment projects on road safety was developed in the report “Impact of projects implemented under the III and IV priority axes of the Operational Program Infrastructure and Environment 2014-2020 on improvement of road accessibility and traffic load in cities” commissioned by the Centre for European Union Transport Projects. The analysis of road safety indicators reflects the degree to which a road investment project meets the expectations in terms of safety and enables assessment of social and economic losses in the entire area influenced by the investment. Therefore, the appraisal of the project by the society and evaluation of road accident costs also constitute important elements of the analysis [6].

2. DESCRIPTION OF ROAD SAFETY IN POLAND

The number of registered vehicles in Poland has been growing since early 1990s. In this period the international traffic volume has increased as well. The central location of Poland within Europe and the fact that it is situated on the east-west transport route contributes to increased transit traffic. Despite those seemingly unfavorable trends in terms of road safety, the number of road accidents and the number of their victims has been steadily decreasing in the last decade (2010-2019), as shown in Figs 1, 2 and 3.

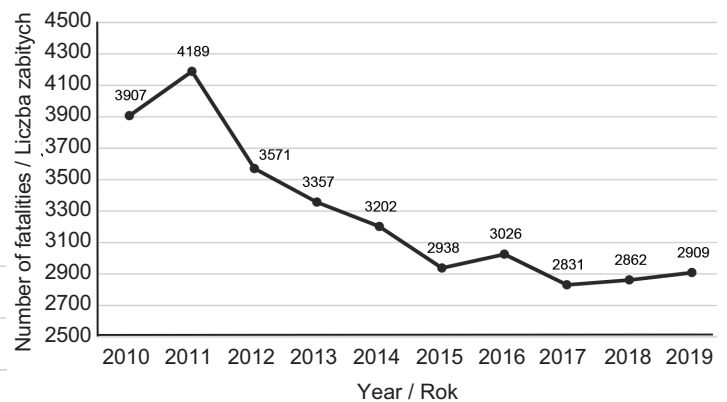


Fig. 2. The number of road fatalities in the years 2010-2019 [7]
Rys. 2. Liczba zabitych w wypadkach drogowych w latach 2010-2019 [7]

There are three basic factors that affect road safety: road and surroundings, road user, and vehicle (Fig. 4). Obviously, the human factor is the element that has the greatest impact on occurrence of road accidents⁴⁾ and collisions.

⁴⁾ Please note that in Poland the broad term of “road events” is divided into “accidents” (events that resulted in fatality or injury) and “collisions” (events that only caused material losses and/or negligible injuries).

pojazd (Rys. 4). Oczywiście czynnikiem, który ma największy wpływ na powstawanie wypadków i kolizji drogowych jest człowiek.

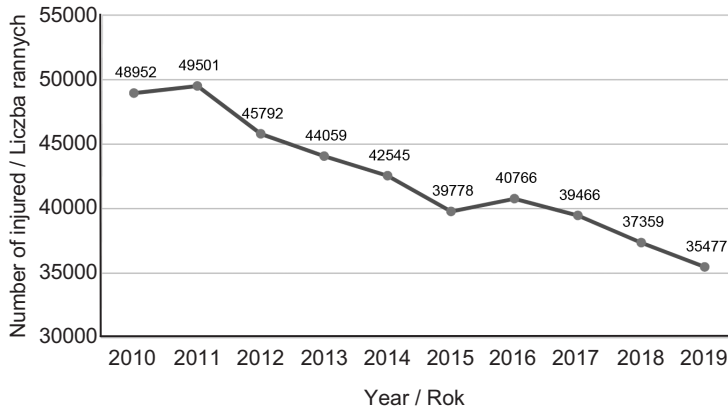


Fig. 3. The number of injured road accident victims in the years 2010-2019 [7]

Rys. 3. Liczba rannych w wypadkach drogowych w latach 2010-2019 [7]

Pomimo że kwalifikacja wskazuje, iż podstawowym czynnikiem odpowiedzialnym za powstawanie wypadków drogowych jest czynnik ludzki (57-65%), to jednak nie można formułować skrajnego wniosku, że dominującymi w działaniach na rzecz poprawy BRD powinny być jedynie działania ukierunkowane na zachowania człowieka. Znaczący wpływ na poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego mają łącznie droga wraz z jej infrastrukturą oraz czynnik ludzki. Kombinacja tych czynników ma wpływ na 24-27% wszystkich wypadków drogowych.

W latach 2010-2019 najczęściej wypadków odnotowanych zostało w obszarze zabudowanym. Ich udział w ogólnej liczbie wypadków utrzymuje się na stałym poziomie 71-73%. Corocznie w zdarzeniach drogowych w obszarze zabudowanym ginie od 42% do 47% ogółu śmiertelnych ofiar wypadków drogowych, natomiast ranni stanowią 68-70% wszystkich rannych w wypadkach drogowych. Należy zwrócić uwagę, że jakkolwiek liczba wypadków poza obszarem zabudowanym (ok. 30% ogółu) jest znacznie mniejsza niż w obszarze zabudowanym (ok. 70% ogółu), to tzw. ciężkość wypadków w obszarze niezabudowanym jest znacznie większa niż w zabudowanym. W obszarze niezabudowanym współczynnik liczby ofiar śmiertelnych przypadających na 100 wypadków wynosi ok. 18,4, tj. przeciętnie w 100 wypadkach ginie ponad 18 osób. W obszarze zabudowanym współczynnik zabitych na 100 wypadków wynosi ok. 5,9, co znaczy, że przeciętnie w 100 wypadkach ginie blisko 6 osób. Tak duże różnice we współczynnikach wynikają z faktu, że pojazdy w obszarach zabudowanych poruszają się ze średnią prędkością mniejszą niż poza obszarami zabudowanymi.

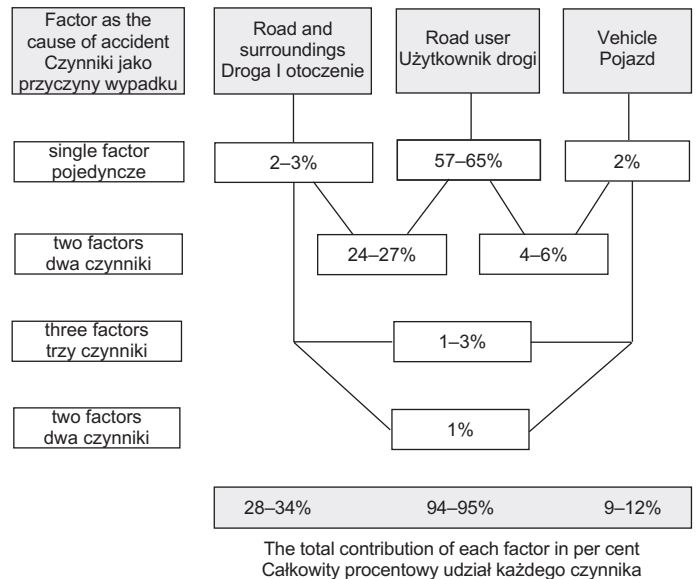


Fig. 4. Proportion of the three factor types as causes of road accidents [8]

Rys. 4. Procentowy udział trzech grup czynników w powstaniu wypadków drogowych [8]

The above classification implies that the basic factor responsible for occurrence of road accidents is the human factor (57-65%). Nevertheless, no extreme conclusions should be formulated and the dominant efforts for road safety improvement should not be focused solely on human behavior. The road and its infrastructure combined with the human factor also have a significant impact on road safety. It is a combination of these two factors that contributes to 24-27% of all road accidents.

In the years 2010-2019 the greatest number of road accidents was registered in built-up areas. Their proportion in the total number of accidents remains on the level of 71-73%. Every year, 42-47% of all road fatalities occur in built-up areas and 68-70% of all the casualties injured in road accidents are injured in built-up areas. It is noteworthy that while the number of accidents in non-built-up areas (approx. 30% of the total number) is notably lower than in built-up areas (approx. 70% of the total number), the so-called severity of accidents in non-built-up areas is significantly greater than in built-up areas. In non-built-up areas the rate of fatalities per 100 accidents equals 18.4, which means that on average over 18 people die per 100 accidents. In built-up areas the fatality rate equals 5.9, which means that on average nearly 6 people die per 100 accidents. The considerable differences in these rates result from the fact that vehicles in built-up areas move at lower average speed than outside of built-up areas.

Podstawowe rodzaje wypadków drogowych zaistniałych w Polsce od lat są niezmiennie. Gradacja zdarzeń drogowych kształtuje się następująco (biorąc pod uwagę liczbę wypadków w latach 2010-2019) [9]:

- zderzenie boczne pojazdów – 29,2% ogółu wypadków,
- najechanie na pieszego – 25,7% ogółu wypadków,
- zderzenie tylne pojazdów – 11,8% ogółu wypadków,
- zderzenie czołowe pojazdów – 10,0% ogółu wypadków,
- wywrócenie się pojazdu – 7,5% ogółu wypadków,
- najechanie na drzewo – 5,6% ogółu wypadków,
- inne – 4,0% ogółu wypadków.

W kraju najwięcej wypadków powodują kierujący pojazdami. W latach 2010-2019 powodowali oni średniorocznie 83,1% wszystkich zarejestrowanych zdarzeń, natomiast z winy pieszych średniorocznie odnotowano 8,8% ogółu wypadków. Poważnym problemem w ruchu drogowym jest bezpieczeństwo tzw. niechronionych uczestników ruchu, czyli pieszych i rowerzystów. Jak podano wyżej – pieszy uczestniczy w co czwartym wypadku drogowym [9]. Najczęściej do wypadków z osobami pieszymi dochodzi w obszarze zabudowanym, jednak poza obszarem zabudowanym są one bardziej tragiczne w skutkach. W Tabl. 1 i 2 podano dane dotyczące wypadków z pieszymi w podziale na obszar zabudowany i niezabudowany.

Table 1. The number and consequences of accidents involving pedestrians – built-up areas [7]

Tablica 1. Wypadki z udziałem pieszych i ich skutki – obszar zabudowany [7]

Year Rok	Accidents Wypadki	Fatalities Zabici	Injured Ranni
2015	7 732	604	7 580
2016	7 651	583	7 421
2017	7 454	578	7 118
2018	6 852	554	6 449
2019	6 312	510	5 938

Poniżej przedstawiono porównanie skutków wypadków z udziałem pieszych przy uwzględnieniu podziału na obszar zabudowany i niezabudowany. Liczbę osób zabitych na 100 wypadków w latach 2015-2019 w podziale na ww. obszary ilustruje Rys. 5.

Według danych statystycznych średnio w latach 2014-2019 kierujący pojazdami byli sprawcami 65,2% wszystkich potrażeń pieszych, piesi zaś 28,5% ogółu potrażeń. Jednak najczęściej osób zginęło w tych wypadkach, gdy sprawcami byli piesi [9]. Najwięcej wypadków z udziałem osób pieszych

The basic types of road accidents that occur in Poland have remained unchanged for years. The proportions between particular types (taking into account the number of accidents in the years 2010-2019) are as follows [9]:

- vehicle side impact – 29.2% of all accidents,
- vehicle-pedestrian impact – 25.7% of all accidents,
- rear-end impact – 11.8% of all accidents,
- head-on impact – 10.0% of all accidents,
- rollover – 7.5% of all accidents,
- single car impact with a tree – 5.6% of all accidents,
- other – 4.0% of all accidents.

On a national level, the greatest number of accidents is caused by vehicle drivers. In the years 2010-2019 they were the group responsible for 83.1% of all the registered occurrences, while pedestrians were responsible for 8.8%. An important issue in road traffic management is the safety of the most vulnerable ("unprotected") road users, that is pedestrians and cyclists. As shown above, a pedestrian participates in every fourth road accident [9]. Accidents involving pedestrians occur more frequently in built-up areas, but their consequences are more tragic in non-built-up areas. Tables 1 and 2 present data concerning accidents involving pedestrians in built-up and non-built-up areas.

Table 2. The number and consequences of accidents involving pedestrians – non-built-up areas [7]

Tablica 2. Wypadki z udziałem pieszych i ich skutki – obszar niezabudowany [7]

Year Rok	Accidents Wypadki	Fatalities Zabici	Injured Ranni
2015	849	319	608
2016	810	285	553
2017	743	295	469
2018	696	249	469
2019	693	283	423

A comparison of built-up and non-built-up areas in terms of consequences of road accidents involving pedestrians is presented below. The number of fatalities per 100 accidents in the years 2015-2019 is given in Fig. 5.

According to the statistics from the years 2014-2019, vehicle drivers were responsible for 65.2% cases of vehicle-pedestrian impacts, while pedestrians were responsible for 28.5% of the total number of pedestrian-vehicle impacts. However, the greater number of fatalities were registered in those cases when pedestrians were responsible [9].

miało miejsce w obszarach dla nich udostępnionych takich jak:

- przejście dla pieszych,
- skrzyżowanie,
- chodnik, droga dla pieszych,
- pobocze,
- przystanek komunikacji publicznej.

The most accidents involving pedestrians occurred in the parts of the road to which they are granted access, such as:

- pedestrian crossing,
- intersection,
- side walk, pedestrian road,
- roadside,
- public transportation stop.



Year Rok	Number of fatalities per 100 accidents Liczba zabitych na 100 wypadków
2015 ^{*)}	7.81
2016	7.62
2017	7.75
2018	8.09
2019	8.08

^{*)} All victims, including pedestrians / Wszystkie ofiary, w tym piesi.



Year Rok	Number of fatalities per 100 accidents Liczba zabitych na 100 wypadków
2015 ^{*)}	37.57
2016	35.18
2017	39.70
2018	35.78
2019	40.83

^{*)} All victims, including pedestrians / Wszystkie ofiary, w tym piesi.

Fig. 5. The number of pedestrian fatalities per 100 accidents, comparison of: a) built-up areas vs. b) non-built-up areas [7]
Rys. 5. Liczba zabitych pieszych na 100 wypadków w podziale na: a) obszar zabudowany oraz b) niezabudowany [7]

W powyższych miejscach w latach 2010-2019 odnotowano ponad 73,4% wszystkich wypadków z udziałem pieszych, w których śmierć poniosło 42,4% ogółu zabitych pieszych, a ranni stanowili 76,4% ogółu rannych pieszych. Potrącenia pieszych, których przyczyną było niedostosowanie prędkości, charakteryzują się tragicznymi skutkami. Poniższy wykres pokazuje przyrost ryzyka zaistnienia wypadku śmiertelnego z udziałem pieszego przy wzrastającej prędkości pojazdu (Rys. 6). Prędkość pojazdu w przypadku najechania na pieszego ma decydujący wpływ na ciężkość obrażeń tego uczestnika ruchu. W sytuacji potrącenia pieszego przez pojazd jadący z prędkością powyżej 10 km/h, ponad 90% pieszych odnosi obrażenia [9]. Z Rys. 6 wynika, że wraz ze wzrostem prędkości zwiększa się udział ofiar ciężko rannych i śmiertelnych [10]. Na podstawie zamieszczonego na tym rysunku wykresu można stwierdzić także, że piesi giną w wypadkach drogowych w wyniku najechania przez pojazd jadący z prędkością:

- do 30 km/h w około 10% przypadków,
- do 50 km/h w około 40% przypadków,
- 70 km/h w około 95% przypadków.

In the years 2010-2019 over 73.4% of all accidents involving pedestrians were registered in locations listed above. Pedestrian fatalities that occurred in those areas constituted 42.4% of all the registered pedestrian fatalities, and 76.4% of all the injured pedestrians were injured in those locations. Vehicle-pedestrian impacts which result from excessive speed are characterized by tragic consequences. The chart presented below visualizes the increase in pedestrian fatality risk with the increase in vehicle impact speed (Fig. 6). In case of the vehicle-pedestrian impact, vehicle speed is the decisive factor in terms of severity of pedestrian injury. If the vehicle moves at a speed greater than 10 km/h, over 90% of pedestrians will suffer injury due to impact [9]. As shown in Fig. 6, the risk of severe injuries and death increases with the increase in vehicle speed [10]. Based on the chart presented on this figure, it can be also concluded that pedestrians are killed in impacts with vehicles moving at the speed:

- under 30 km/h – in approximately 10% of cases,
- under 50 km/h – in approximately 40% of cases,
- 70 km/h – in approximately 95% of cases.

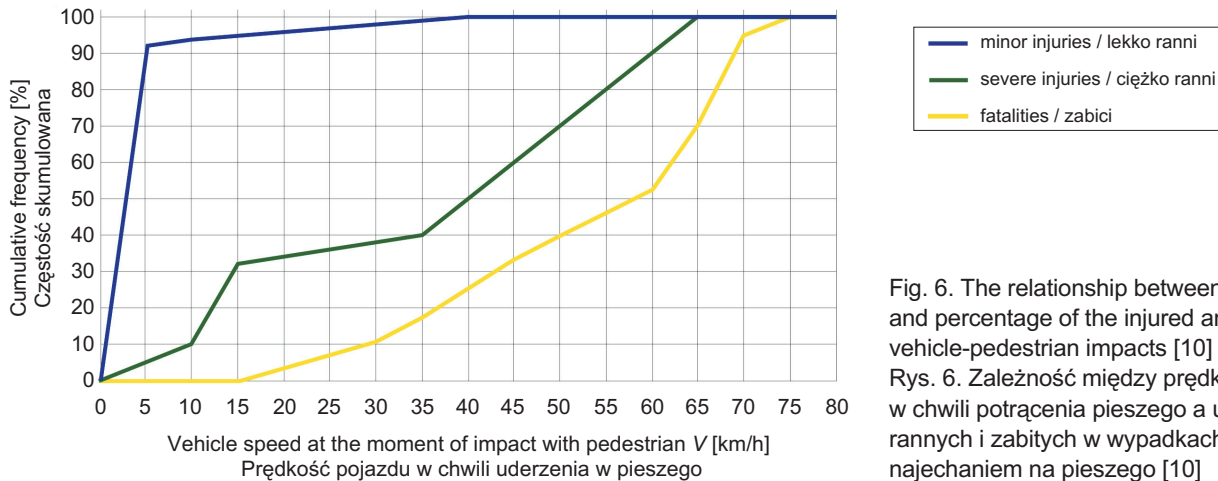


Fig. 6. The relationship between vehicle speed and percentage of the injured and fatalities of vehicle-pedestrian impacts [10]

Rys. 6. Zależność między prędkością pojazdu w chwili potrącenia pieszego a udziałem ofiar rannych i zabitych w wypadkach spowodowanych najechaniem na pieszego [10]

Wraz ze wzrostem prędkości pojazdu w momencie potrącenia pieszego zwiększa się prawdopodobieństwo spowodowania śmierci tego uczestnika ruchu (Rys. 7) [10].

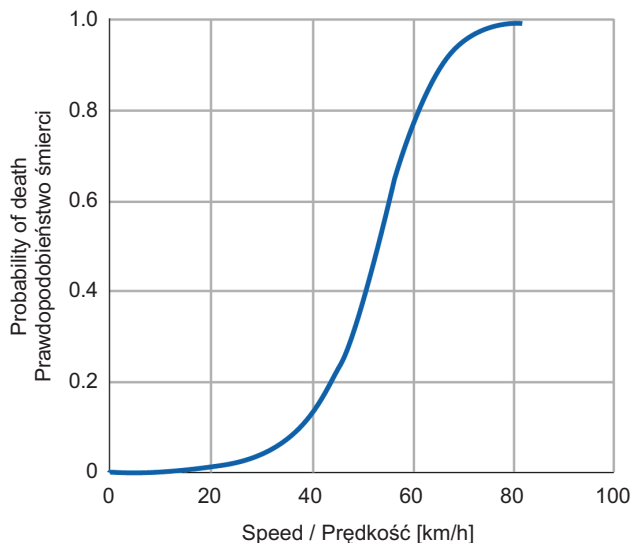


Fig. 7. The influence of vehicle impact speed on the probability of causing pedestrian death [10]

Rys. 7. Wpływ prędkości pojazdu w chwili potrącenia na prawdopodobieństwo śmierci pieszego [10]

Przejścia dla pieszych powinny zapewniać pieszym bezpieczne przekraczanie jezdni. Jednak często piesi wchodzi na przejście bezpośrednio przed jadącym pojazdem. Liczba wypadków na przejściach dla pieszych z ich udziałem wzrastała od 2012 r. aż do 2017 r., natomiast od 2018 r. obserwuje się tendencję spadkową tego rodzaju zdarzeń drogowych (Rys. 8).

Jak już wspomniano, od 2011 r. obserwuje się tendencję spadkową w zakresie liczby wypadków drogowych i ich ofiar. Nastąpiła również poprawa niektórych wskaźników służących

The probability of causing pedestrian death in a vehicle-pedestrian impact increases with the increase in vehicle impact speed (Fig. 7) [10].

Crosswalks should provide pedestrians with safe means of crossing the roadway. However, the pedestrians often enter the crossing directly in front of an approaching vehicle. While the number of accidents involving pedestrians on pedestrian crossings was increasing between 2012 and 2017, a decreasing trend has been observed since 2018 (Fig. 8).

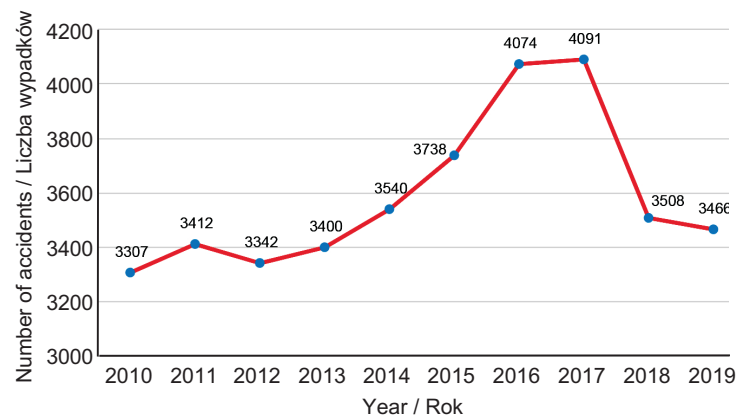


Fig. 8. Road accidents on pedestrian crossings in the years 2010-2019 [7]

Rys. 8. Wypadki drogowe na przejściach dla pieszych w latach 2010-2019 [7]

As mentioned above, decreasing tendencies have been observed in Poland since 2011 in the number of road accidents and their victims. Some indicators that enable evaluation of road safety have improved as well. For example, compared to 2011, the rate of road fatalities per million inhabitants improved in 2018. In 2011 this indicator equaled 109, which placed Poland in the inglorious lead among all EU states [11]. In 2018 this value decreased

do oceny poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego. Przykładowo, w porównaniu do 2011 r., w 2018 r. poprawił się współczynnik liczby osób zabitych w wypadkach drogowych na 1 mln mieszkańców. W 2011 r. wskaźnik ten w Polsce wynosił 109, co sprawiło, że znaleźliśmy się na niechlubnym pierwszym miejscu wśród wszystkich krajów UE [11]. W 2018 r. w porównaniu z 2011 r. współczynnik ten zmniejszył się o 30,8%. Tylko w Grecji, Belgii, Słowenii i na Cyprze nastąpiła większa redukcja współczynnika liczby zabitych na 1 mln mieszkańców niż w Polsce, przy czym różnice te wynoszą w przybliżeniu od 1% do 6%.. W Tabl. 3 przedstawiono dane porównawcze dotyczące tego wskaźnika.

by 30.8% compared with 2011. Only Greece, Belgium, Slovenia and Cyprus achieved a greater reduction in the fatality rate per million inhabitants than Poland, but the differences between changes recorded in these five states lie within the range of 1% to 6% approximately. Table 3 presents comparative data for this indicator.

Table 3. Road fatality rate per one million inhabitants in EU states in 2011 and 2018 [9, 11]
 Tablica 3. Liczba ofiar śmiertelnych wypadków drogowych przypadająca na 1 mln mieszkańców w krajach UE w 2018 r. w porównaniu z 2011 r. [9, 11]

Country / Kraj	Road fatalities per million inhabitants in 2011 Liczba zabitych na 1 mln mieszkańców w 2011 r.	Road fatalities per million inhabitants in 2018 Liczba zabitych na 1 mln mieszkańców w 2018 r.	Change from 2011 to 2018 Zmiana od 2011 r. do 2018 r. [%]
Romania / Rumunia	94	95.6	+1.7
Bulgaria / Bułgaria	89	86.5	-2.8
Croatia / Chorwacja	95	77.2	-18.7
Latvia / Łotwa	86	76.5	-11.0
Poland / Polska	109	75.4	-30.8
Greece / Grecja	96	65.2	-32.1
Hungary / Węgry	64	64.7	+1.1
Czech Republic / Czechy	74	61.8	-16.5
Cyprus / Cypr	85	56.7	-33.3
Italy / Włochy	64	55.1	-13.9
Belgium / Belgia	78	53.0	-32.1
France / Francja	63	48.5	-23.0
Austria	62	46.6	-24.8
Slovenia / Słowenia	69	44.0	-36.2
Finland / Finlandia	54	43.4	-19.6
Germany / Niemcy	49	39.6	-19.2
Spain / Hiszpania	45	38.7	-14.0
Malta	41	37.8	-7.8
The Netherlands / Holandia	40	34.8	-13.0
Sweden / Szwecja	34	32.0	-5.9
Denmark / Dania	39	29.6	-24.1
Great Britain / Wielka Brytania	31	27.3	-11.9

Z powyższej tablicy wynika, że w dwóch krajach, na Węgrzech i w Rumunii, wskaźnik ten nie tylko nie zmalał, ale wręcz odwrotnie – wzrósł.

Na Rys. 9 przedstawiono liczbę zabitych w zdarzeniach drogowych przypadającą na 1 mln mieszkańców w krajach UE w 2018 r.

As shown in the above table, two countries – Hungary and Romania – saw an increase rather than a decrease in the indicator.

Fig. 9 shows the number of road fatalities per million inhabitants in the EU states in 2018.

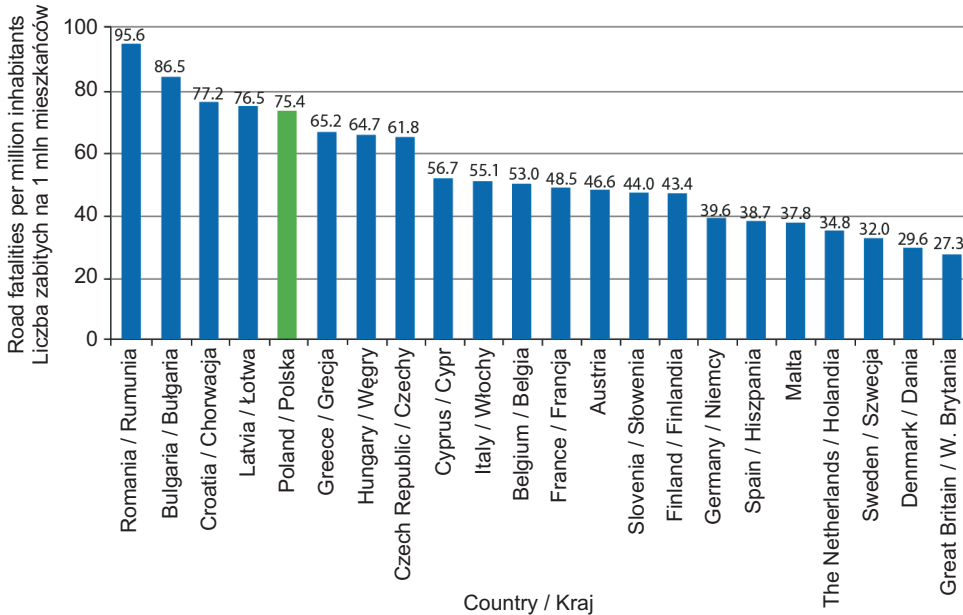


Fig. 9. Number of road fatalities per million inhabitants in European countries in 2018 [9]

Rys. 9. Liczba zabitych w wyniku wypadków drogowych przypadających na 1 mln mieszkańców w 2018 r. w krajach europejskich [9]

3. METODOLOGIA ANALIZY

Jednym z podstawowych mierników stosowanych w ewaluacji inwestycji drogowych jest ocena zmiany poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego po całkowitej realizacji inwestycji drogowej lub jej zamkniętych etapach. Celem szczegółowym analizy (badania) jest sprawdzenie, w jakim stopniu inwestycja drogowa wpłynęła na bezpieczeństwo uczestników ruchu drogowego. W analizie należy wykazać, czy inwestycja drogowa wpłynęła na bezpieczeństwo uczestników ruchu drogowego albo na zmianę wskaźników bezpieczeństwa poprzez zmniejszenie liczby kolizji drogowych oraz wypadków i ich ofiar, a także w jakim stopniu zmniejszył się lub zwiększył koszt zdarzeń drogowych oraz jak uczestnicy ruchu oceniają wpływ inwestycji na swoje bezpieczeństwo [12].

W fazie przygotowawczej badania należy ustalić strefę oddziaływania inwestycji drogowej w zakresie wpływu na stan bezpieczeństwa ruchu drogowego. Analiza wpływu inwestycji na BRD powinna obejmować ocenę takich samych interwałów czasowych przed i po jej zakończeniu. Właściwy do oceny jest okres co najmniej 3 lat, w celu dokonania bardziej trafnych ocen niezbędny jest jednak pięcioletni okres analizy. W ocenach bezpieczeństwa należy analizować zarejestrowane wypadki i kolizje drogowe, które stanowią odrębne zbiory danych [13].

W celu przeprowadzenia ewaluacji *ex post*, analiza bezpieczeństwa ruchu drogowego powinna obejmować następujące działania:

- Uzyskanie danych źródłowych z bazy o wypadkach i kolizjach drogowych (SEWiK); dane te powinny zawierać informacje o:

3. ANALYSIS METHODOLOGY

One of the basic measures used in evaluation of road investment projects is the assessment of the change in road safety level after completion of the project or its stages. The direct objective of the analysis (research) is to verify the degree to which the project has influenced the safety of road users. The analysis should show whether the road investment project has affected the safety of road users or led to a change in safety indicators, such as the number of road collisions and accidents, the number of victims, the degree to which the cost of road events has changed, as well as the appraisal of the change in road safety by the road users themselves [12].

The preliminary phase of the research should include defining the range of influence on safety. The analysis of the impact of the investment project on road safety should encompass evaluation within equal time intervals – before and after completion of the road project. While an interval of 3 years is sufficient, more accurate evaluation requires an interval of 5 years. The safety assessments should include analyses of the registered accidents and collisions, which constitute separate data sets [13].

When an *ex post* evaluation is performed, the road safety analysis should include the following actions:

- Source data should be obtained from the police database SEWiK (the Record System of Road Accidents and Collisions); the data should include information on:
 - time and location of road accidents,
 - types of road accidents,

- czasie i miejscu powstawania wypadków drogowych,
 - rodzaju wypadków drogowych,
 - przyczynach i sprawcach wypadków drogowych, w szczególności o środkach transportu osobowego, ciężarowego, pieszych i rowerzystach),
 - ofiarach wypadków drogowych z uwzględnieniem różnych grup uczestników ruchu.
- Przed uzyskaniem danych z właściwej komendy miejskiej/powiatowej/wojewódzkiej policji należy oszacować wartości bazowe (np. okres 3-5 lat przed rozpoczęciem inwestycji i po zakończeniu inwestycji), które powinny mieć jednakowe interwały czasowe. Wybór komendy policji uzależniony jest od rodzaju obszaru, na którym położona jest inwestycja lub inwestycje drogowe: miasto, gmina, powiat, województwo. W przypadku konieczności przeprowadzania ewaluacji *ex post* dla całego kraju, należy uzyskiwać dane z poszczególnych komend wojewódzkich policji.
 - Uzyskanie informacji z banku danych o wypadkach i kolizjach drogowych od właściwego zarządcy dróg: gminnych, powiatowych, wojewódzkich lub krajowych. Dane powinny zawierać co najmniej rodzaj, skutki i lokalizację zdarzeń oraz przyczyny i sprawców. Wskazaniem byłoby udostępnienie graficznego odwzorowania zdarzeń drogowych zaistniałych na badanym fragmencie drogi.
 - Wykorzystanie danych statystycznych (mierników) uzyskanych z ww. źródeł poprzez przeprowadzenie oceny stanu bezpieczeństwa – określenie ogólnego stanu BRD na wybranym odcinku drogi lub na wybranym obszarze z podaniem liczby wypadków, zabitych i rannych oraz kolizji z podziałem na uczestników ruchu (kierujący, pieszy, rowerzysta) oraz wskaźników poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego.

W celu określenia, czy i w jakim stopniu inwestycja wpłynęła na bezpieczeństwo ruchu drogowego, powinno się wykorzystywać następujące narzędzia badawcze:

- a) Bazy danych o zdarzeniach drogowych: jak zaznaczono powyżej, uzyskanie danych źródłowych o wypadkach i kolizjach drogowych z właściwej komendy policji powinno być poprzedzone szacowaniem wartości bazowej przed rozpoczęciem inwestycji i w takim samym interwale czasowym od zakończenia inwestycji. Podstawowym źródłem danych o wypadkach i kolizjach drogowych jest policyjny System Ewidencji Wypadków i Kolizji (SEWiK).
- b) Bazy danych o ludności: uzyskanie danych źródłowych o ludności z Banku Danych Lokalnych Głównego Urzędu Statystycznego; dane te posłużą do wyliczenia wskaźników wypadków w powiązaniu z liczbą ludności.

- causes of accidents and responsible road users (especially including information on the involved passenger vehicles, heavy vehicles, pedestrians and cyclists),
 - accident victims classified according to their group of road users.
- Obtaining data from the police headquarters at the appropriate level (city/county/provincial) after defining the base value and the identical time intervals (e.g. a period of 3-5 years preceding the start of the investment project and the same period after completion of the investment project). The selection of the police department depends on the type of the area influenced by the road project: urban or rural commune, county, province. If an *ex post* evaluation is needed for the entire country, the data should be obtained from all the provincial headquarters.
 - Obtaining data from road accident and collision data bank maintained by the appropriate road agency: communal, county, provincial or national. The minimum scope of the data should include the type, location, causes, responsible road users and consequences of each road event. Obtaining of graphic representation of road events on the analyzed road section is also recommended.
 - Use of statistics (indicators) obtained from the above sources in safety evaluation – determination of the general state of safety on the chosen road part or area, including specification of the number of accidents, fatalities, injuries and collisions with classification according to road users involved (driver, pedestrian, cyclist) and determination of road safety indicators.

In order to determine to what degree the road project has influenced road safety, the following research tools should be used:

- a) Road occurrence databases: as mentioned above, obtaining source data on road accidents and collisions from appropriate police headquarters should be preceded by estimation of base value and identical time intervals before the start and after completion of the investment project. The basic source of data on road occurrences is the police Record System of Accidents and Collisions (SEWiK).
- b) Population databases: obtaining source data on population from the Statistics Poland Local Data Bank; this data is necessary for calculations of indicators that relate the number of accidents to population.
- c) Statistics: comparative analysis of the number of road accidents, their victims and road collisions – within the period of 3-5 years before the start of the road project

c) Dane statystyczne: analiza porównawcza liczby wypadków drogowych i ich ofiar oraz kolizji drogowych – zaistniałych w ciągu 3-5 lat przed rozpoczęciem inwestycji i po jej zakończeniu. Analiza danych statystycznych z wykorzystaniem różnego rodzaju mierników i wskaźników wypadków, takich jak:

- Miernik bezwzględnych wartości liczbowych wypadków drogowych i ich ofiar w podziale na liczby zabitych, ciężko i lekko rannych oraz kolizji drogowych, służy on do wykonania najbardziej ogólnej oceny stanu BRD.

- Wskaźnik ekwiwalentnej liczby wypadków W_E :

$$W_E = \sum W_i \cdot g, \quad (1)$$

gdzie:

W_i – liczby kolizji i wypadków o różnym stopniu ciężkości,

g – wagi zdarzeń drogowych.

W literaturze spotyka się różne wartości wag przypisywanych poszczególnym kategoriom wypadków i kolizji drogowych [14]. Poniżej przedstawiono wartości wag zdarzeń drogowych, które można wykorzystać np. na potrzeby ewaluacji *ex post* wpływu nowej inwestycji drogowej na stan bezpieczeństwa ruchu drogowego [15]:

- kolizja bez względu na wysokość strat – 1,
- wypadek z lekko rannym – 3,
- wypadek z ciężko rannym – 5,
- osoba zmarła w wyniku wypadku – 8,
- wypadek z zabitym – 10.

Zastosowanie miernika pozwala na analizę wagi ilościowej i jakościowej zdarzeń drogowych [14]. Do innych przydatnych wskaźników należą:

- Wskaźnik liczby zabitych na 100 wypadków W_{Z100} :

$$W_{Z100} = L_Z / L_W \cdot 100, \quad (2)$$

gdzie:

L_Z – liczba zabitych,

L_W – liczba wypadków.

- Wskaźnik liczby rannych na 100 wypadków L_{R100} :

$$L_{R100} = L_R / L_W \cdot 100, \quad (3)$$

gdzie:

L_R – liczba rannych,

L_W – liczba wypadków.

and the same period after its completion. Analysis of statistical data using various measures and indicators, such as:

- Absolute numbers of road accidents and their victims (split into fatalities, severe injuries and light injuries) as well as road collisions - used as measures in the most general road safety evaluations.
- Indicator of the equivalent number of accidents W_E :

$$W_E = \sum W_i \cdot g, \quad (1)$$

where:

W_i – numbers of collisions and accidents of various severity,

g – weights assigned to particular types of road events.

Various values of weights assigned to different categories of accidents and collisions are reported in the literature [14]. A set of weights which may be used in e.g. *ex post* evaluation of the impact of new road project on road safety is given below [15]:

- collision, regardless of the value of material losses – 1,
- accident with minor injury – 3,
- accident with severe injury – 5,
- person that died due to involvement in an accident – 8,
- accident with fatality – 10.

The above indicator enables quantitative and qualitative analysis of road events [14]. Other useful indicators include:

- Fatality rate per 100 accidents W_{Z100} :

$$W_{Z100} = L_Z / L_W \cdot 100, \quad (2)$$

where:

L_Z – number of fatalities,

L_W – number of accidents.

- Injury rate per 100 accidents L_{R100} :

$$L_{R100} = L_R / L_W \cdot 100, \quad (3)$$

where:

L_R – number of injured victims,

L_W – number of accidents.

- The rate of accidents per 100 000 inhabitants W_M :

$$W_M = L_W \cdot 10^5 / M, \quad (4)$$

where:

- Wskaźnik liczby wypadków przypadających na 100 000 mieszkańców W_M :

$$W_M = L_W \cdot 10^5 / M, \quad (4)$$

gdzie:

L_W – całkowita liczba wypadków w analizowanym okresie,

M – liczba mieszkańców.

- Wskaźnik gęstości wypadków W_{GW} jako liczba wypadków przypadających na 1 km drogi oblicza się ze wzoru:

$$W_{GW} = \sum W / \sum L_i, \quad (5)$$

gdzie:

$\sum W$ – sumaryczna liczba wypadków na odcinku drogi,

$\sum L_i$ – całkowita długość odcinka drogi.

Mierniki i wskaźniki należy wyznaczać każdorazowo na podstawie danych zawartych w policyjnym Systemie Ewidencji Wypadków i Kolidacji.

- d) Analizy bezpieczeństwa ruchu drogowego: wykonane przez inne podmioty (np. zarządcę drogi) analizy obejmujące dane obszary badawcze – porównanie ocen i wniosków.
- e) Koszt wypadków drogowych: na podstawie wskaźników opracowanych przez Instytut Badawczy Dróg i Mostów [16, 17].

Wskaźniki te służą do wyliczania i porównania kosztów wypadków i kolizji drogowych przed i po zakończeniu inwestycji. Do wyceny zdarzeń drogowych stosuje się taki sam interwał czasowy jak w przypadku analiz bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Na koszt jednostkowy wypadków i kolizji drogowych składają się:

- koszt jednostkowy ofiary śmiertelnej,
- koszt jednostkowy ofiary ciężko rannej,
- koszt jednostkowy ofiary lekko rannej,
- koszt jednostkowy wypadku drogowego,
- koszt jednostkowy kolizji.

- f) Badania ankietowe (kwestionariusze wywiadów): do oceny poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego w metodologii ex post należy przeprowadzić badania bezpośrednie ankietowe wśród uczestników ruchu drogowego. Wyniki tych badań stanowią integralną część analizy BRD. Przykładowe pytania przedstawiono poniżej [18]:

A. Jak ocenia Pan/i bezpieczeństwo poruszania się po drodze powstałej w ramach tej inwestycji?

L_W – the total number of accidents in the analyzed period,

M – number of inhabitants.

- Accident density W_{GW} expressed by the number of accidents per 1 km of the road:

$$W_{GW} = \sum W / \sum L_i, \quad (5)$$

where:

$\sum W$ – the total number of accidents on the analyzed part of the road,

$\sum L_i$ – the total length of the analyzed part of the road.

The measures and indicators should be determined based on data from the Record System of Road Accidents and Collisions.

- d) Road safety analyses: analyses prepared by other parties (e.g. the road agency) – comparison of evaluations and conclusions.

- e) Road accident costs: based on the rates determined by the Road and Bridge Research Institute [16, 17].

These rates may be used for calculation and comparison of costs of road accidents and collisions before and after the investment project. Road event costs are estimated over the same time intervals as those assumed in safety analyses.

The unit costs of accidents and collisions include:

- the unit cost of fatality,
- the unit cost of severely injured victim,
- the unit cost of lightly injured victim,
- the unit cost of road accident,
- the unit cost of collision.

- f) Survey research (questionnaires): the ex post evaluation of road safety should include direct survey research among the road users. The results constitute an integral part of the analysis. An example set of questions is presented below [18]:

A. What is your estimation of safety of the users of the road constructed under this project

B. What is your estimation of safety of pedestrians using the road constructed under this project?

C. What is your estimation of safety of cyclists using the road constructed under this project?

For each of the above questions, the following answers should be available:

1. Very low,
2. Low,
3. Average,
4. High,
5. Very high.

B. Jak ocenia Pan/i bezpieczeństwo poruszania się po drodze powstałej w ramach tej inwestycji w odniesieniu do pieszych?

C. Jak ocenia Pan/i bezpieczeństwo poruszania się po drodze powstałej w ramach tej inwestycji w odniesieniu do rowerzystów?

W każdym z zadanych pytań powinny być do wyboru następujące odpowiedzi:

1. *Bardzo nisko*, 2. *Nisko*, 3. *Średnio*, 4. *Wysoko*, 5. *Bardzo wysoko*.

Odpowiedzi powinny udzielać zarówno piesi niekorzystający ze środków transportu indywidualnego, jak i użytkownicy samochodów (w równej liczbie).

g) Monitoring wizyjny inwestycji: rejestracja filmowa i fotograficzna badanej inwestycji. Służy m.in. do utrwalenia obrazów z wizji lokalnej szczególnie w przypadku nieznanego miejsca lokalizacji części wypadków i kolizji drogowych oraz do oceny wyposażenia drogi w elementy infrastruktury (oznakowanie pionowe, poziome, sygnalizację świetlną oraz urządzenia bezpieczeństwa ruchu drogowego).

Powyższe narzędzia badawcze należy stosować do oceny wpływu poszczególnych rodzajów środków transportu, oddzielnie dla transportu osobowego wykonywanego samochodami osobowymi i autobusami oraz transportu ciężarowego wykonywanego przez samochody ciężarowe. W przypadku obliczania wskaźników dla transportu osobowego i ciężarowego bierze się pod uwagę tylko te zdarzenia, w których kierowcy samochodów osobowych, autobusów i samochodów ciężarowych byli sprawcami.

Użyte w artykule określenia, zgodnie z ustawą z dnia 20 czerwca 1997 r. Prawo o ruchu drogowym (Dz.U. 1997 Nr 98 poz. 602 z późn. zm.) oznaczają:

- przez samochód osobowy należy rozumieć pojazd samochodowy przeznaczony konstrukcyjnie do przewozu nie więcej niż 9 osób (łącznie z kierowcą) oraz ich bagażu,
- przez autobus należy rozumieć pojazd samochodowy przeznaczony konstrukcyjnie do przewozu więcej niż 9 osób (łącznie z kierowcą),
- przez samochód ciężarowy należy rozumieć pojazd samochodowy przeznaczony konstrukcyjnie do przewozu ładunków; określenie to obejmuje również samochód ciężarowo-osobowy przeznaczony konstrukcyjnie do przewozu ładunków i osób w liczbie od 4 do 9 (łącznie z kierowcą).

Proponuje się, aby wielokryterialne analizy przebiegały wg rankingu poniższych kryteriów:

The answers should be obtained from equal groups of car users and pedestrians without individual means of transportation.

g) Visual monitoring: registration of films and photographs of the analyzed road. Useful for documenting field surveys, especially if the exact locations of some accidents and collisions are unknown, as well as for assessment of the road infrastructure (surface markings, vertical signs, traffic signals and road safety devices).

The above research tools should be used for evaluation of the influence of particular types of transportation - passenger transportation (cars and buses) should be analyzed separately from heavy transportation vehicles. When calculating indicators for passenger transportation and heavy transportation, only those events are included in which the passenger car/bus drivers or heavy vehicle drivers were responsible.

The terms used in the paper are consistent with the Road Traffic Act of 20 June 1997 (Journal of Laws 1997, No. 98, item 602, as amended) and signify:

- “passenger car” is understood as a road vehicle technically accommodated for transportation of no more than 9 people (including the driver) and their luggage,
- “bus” is understood as a road vehicle technically accommodated for transportation of more than 9 people (including the driver),
- “heavy vehicle” is understood as a road vehicle technically accommodated for transportation of goods; this term also encompasses a passenger/cargo vehicle for transportation of goods as well as 4 to 9 people (including the driver).

Multi-criteria analyses are proposed to be performed according to the ranking of the following criteria:

- absolute numbers of road accidents and their victims (divided into fatalities, severely injured and lightly injured) as well as the absolute number of registered collisions, taking into account the assumed weights of road occurrences,
- accident density on the given part of the road, e.g. on 1 km,
- fatality and injury rates per 100 road accidents,
- rate of road accidents per 100 000 inhabitants,
- road event costs.

The particular criteria should be associated with adequate weights, whose sum will reflect the impact of the completed project on improvement of road safety – as compared to the period preceding the investment project.

- bezwzględna liczba wypadków drogowych i ich ofiar w podziale na liczby zabitych, ciężko i lekko rannych oraz bezwzględna liczba zarejestrowanych kolizji drogowych, z uwzględnieniem przyjętych wag zdarzeń drogowych,
- wskaźnik gęstości wypadków na określonym odcinku drogi, np. 1,0 km,
- wskaźniki zabitych i rannych na 100 wypadków drogowych,
- wskaźnik liczby wypadków na 100 000 mieszkańców,
- koszt zdarzeń drogowych.

Poszczególnym kryteriom należy przypisać odpowiednie wagi, których suma będzie stanowiła odzwierciedlenie wpływu zrealizowanej inwestycji na poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego – w porównaniu do okresu sprzed inwestycji.

4. WNIOSKI

Badania pilotażowe przeprowadzone zostały dla dwóch inwestycji drogowych wybranych z listy projektów, dla których podpisano umowy o dofinansowanie w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko. Badane zagadnienia BRD obejmowały dwa aspekty oddziaływania inwestycji drogowej: na poprawę bezpieczeństwa uczestników ruchu drogowego oraz na zmianę bezpieczeństwa użytkowników ruchu drogowego w mieście.

Stwierdzono, że opracowana metodologia badania poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego jest wystarczająca do przeprowadzenia ewaluacji *ex post* wpływu inwestycji na bezpieczeństwo ruchu drogowego, zarówno w skali mikro, jak i makro, również na obszarze całego kraju, bez względu na to, jaką kategorię (czyli jaką funkcję) pełni w sieci drogowej i jaką posiada klasę (czyli jakie parametry techniczne spełnia). Zaproponowane mierniki i wskaźniki należy wykorzystać do oceny stanu BRD zarówno ogólnie, jak i w podziale na transport osobowy i ciężarowy (pod pojęciem „transport osobowy” należy rozumieć transport realizowany przez samochody osobowe oraz autobusy). Ważnym elementem oceny poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego były wyniki ankiet bezpośrednich przeprowadzonych wśród uczestników ruchu drogowego.

W trakcie przeprowadzania badań jedyną trudnością było uzyskanie danych o zdarzeniach drogowych z zarządów dróg miejskich. W jednym przypadku natrafiono na okres zmian strukturalnych urzędu, w drugim zarząd dróg miejskich nie prowadził banku danych o wypadkach i kolizjach drogowych. Wiedzę o tych zdarzeniach urząd uzyskuje, w zależności od potrzeby, z policyjnej bazy danych. Trudności te nie miały jednak wpływu na właściwą ocenę stanu bezpieczeństwa. Ryzyko nieprawidłowego ustalenia wartości mierników

4. CONCLUSIONS

Pilot study was conducted for two road investments chosen from the list of projects for which funding contracts were signed under the Operational Program Infrastructure and Environment. The analyzed road safety issues encompassed two aspects of impact: improvement in safety of road users and the change in safety of road users in the urban area.

It was established that the presented methodology is adequate for *ex post* evaluation of the impact of road investment project on road safety, both in micro and macro scale, including the entire area of the country, regardless of the category (i.e. function in the road network) or class (i.e. technical parameters) of the road. The proposed measures and indicators should be used both for general safety analyses and for analyses which separate the traffic into passenger and heavy transportation (the term “passenger transportation” includes passenger cars as well as buses). The results from direct surveys conducted among road users constituted an important element of the road safety evaluation.

The only difficulty in the study arose when the two city road administrators were contacted with requests for data. In the first case a structural reorganization of the agency was underway; in the second case it turned out that the city road agency was not maintaining a data bank of accidents and collisions. When necessary, the administration obtained information on such events from the police database. These difficulties, however, did not affect the accurate evaluation of road safety. The risk of erroneous determination of measures and indicators is relatively low, but it depends on the cooperation of the police or road administration agencies with the researchers in the area of road safety data collection.

REFERENCES / BIBLIOGRAFIA

- [1] Dz. Urz. UE L 319 z dnia 29 listopada 2008 r., str. 59
- [2] *Michalski L.*: Ocena wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego projektów infrastruktury drogowej. *Logistyka*, 3, 2011, 1889-1896, CD
- [3] *Nicolaisen M.S., Driscoll P.A.*: An International Review of *Ex-Post* Project Evaluation Schemes in the Transport Sector. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, **18**, 1, 2016, 1650008 (33 p), DOI: 10.1142/S1464333216500083
- [4] *Cafiso S., D'agostino C., Kieć M., Pappalardo G.*: Surrogate measure of safety from road inspection data - experimental test on Polish roads. *Roads and Bridges - Drogi i Mosty*, **16**, 2, 2017, 115-130, DOI: 10.7409/rabdim.017.008

i wskaźników jest stosunkowo małe, ale uzależnione od chęci współpracy policji oraz organów zarządzających drogą w zakresie pozyskiwania danych o zdarzeniach drogowych i ich ofiarach.

- [5] Laurinavičius A., Grigonis V., Ušpalytė-Vitkūnienė R., Ratkevičiūtė K., Čygaitė L., Skrodenis E., Antov D., Smirnovs J., Bobrovaitė-Jurkonė B.: Policy instruments for managing EU road safety targets: road safety impact assessment. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 7, 1, 2012, 60-67, DOI: 10.3846/bjrbe.2012.09
- [6] Świtła M., Łukasiewicz A.: Oddziaływanie inwestycji drogowych na aktywność gospodarczą w świetle opinii przedsiębiorstw prowadzących działalność w otoczeniu trasy. *Roads and Bridges - Drogi i Mosty*, 18, 4, 2019, 239-254, DOI: 10.7409/rabdim.019.016
- [7] Symon E.: Wypadki drogowe w Polsce w: 2010 r., 2011 r., 2012 r., 2013 r., 2014 r., 2015 r., 2016 r., 2017 r., 2018 r., 2019 r. Biuro Ruchu Drogowego Komendy Głównej Policji
- [8] Praca zbiorowa: Fundacja Rozwoju Inżynierii Lądowej, Ekodroga i NEA. Materiały szkoleniowe z bezpieczeństwa ruchu drogowego, wersja 2005, rozdział 1, str. 54, Krajowa Rada Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego
- [9] Kornalewski L.: Analiza statystyk wypadków drogowych w Polsce na podstawie danych Biura Ruchu Drogowego Komendy Głównej Policji. IBDiM, Warszawa 2020, praca niepublikowana
- [10] Praca zbiorowa pod redakcją K. Jamroza: Ochrona Piesznych. Podręcznik dla organizatorów ruchu pieszego. Krajowa Rada Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego, 2014, 24-25
- [11] Glinicki M.: Od redakcji. *Roads and Bridges - Drogi i Mosty*, 13, 4, 2014, 307-308
- [12] Mitas A., Jażdżik-Osmólska A.: Metoda wyceny kosztów społecznych, w tym ekonomicznych w Polsce w aspekcie BRD. *Roads and Bridges - Drogi i Mosty*, 13, 4, 2014, 379-391, DOI: 10.7409/rabdim.014.023
- [13] Budzyński M., Jamroz K., Kustra W.: Szacowanie miar bezpieczeństwa ruchu drogowego dla potrzeb oceny efektywności inwestycji drogowych. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej - Transport*, 114, 2016, 29-38
- [14] Gaca S., Suchorzewski W., Tracz M.: Inżynieria ruchu drogowego. Teoria i praktyka. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2009
- [15] Analiza bezpieczeństwa ruchu drogowego na drogach wojewódzkich województwa warmińsko-mazurskiego w latach 1999-2002. Wydział Dróg i Mostów Zarządu Dróg Wojewódzkich, Olsztyn, 2003
- [16] Jażdżik-Osmólska A.: Pandora - metoda wyceny społecznych kosztów zdarzeń drogowych w Polsce. *Roads and Bridges - Drogi i Mosty*, 14, 2, 2015, 133-142, DOI: 10.7409/rabdim.015.009
- [17] Wycena kosztów wypadków i kolizji drogowych na sieci dróg w Polsce na koniec roku 2015, z wyodrębnieniem średnich kosztów społeczno-ekonomicznych wypadków na transeuropejskiej sieci transportowej. Krajowa Rada Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego, Warszawa, 2016
- [18] Kindrat M., Kornalewski L., Łukasiewicz A., Malasek J., Polichnowski T., Świtła M., Zawieska J.: Wpływ działań podejmowanych w ramach III i IV osi Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014-2020 na poprawę dostępności drogowej i obciążenie ruchem w miastach. Raport końcowy. Centrum Unijnych Projektów Transportowych, Warszawa, 2019