

Zarządzanie bezpieczeństwem istniejącej sieci drogowej

Marcin Budzyński¹, Kazimierz Jamroz²

^{1,2} *Katedra Inżynierii Drogowej, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Politechnika Gdańska,
e-mail: ¹mbudz@pg.gda.pl, ²jamroz@pg.gda.pl*

Streszczenie: Zarządzanie bezpieczeństwem infrastruktury drogowej jest to stosowanie w planowaniu, projektowaniu, budowie i użytkowaniu dróg procedur polegających na systematycznej identyfikacji zagrożeń na drodze, szacowaniu ich ewentualnych skutków dla uczestników ruchu drogowego oraz stosowaniu działań eliminujących zidentyfikowane zagrożenia lub zmniejszających skutki ich występowania mierzone liczbą wypadków, liczbą ofiar rannych i śmiertelnych w wypadkach oraz kosztów wypadków drogowych. Istnieje wiele podejść i metod oraz narzędzi do zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego. Dyrektywa UE 2008/96/WE porządkuje i proponuje listę takich narzędzi. W referacie przedstawiono dwa z nich – klasyfikację odcinków niebezpiecznych oraz kontrolę infrastruktury pod kątem bezpieczeństwa. W końcowej części przedstawiono konieczne kierunki dalszych działań, szczególnie badań naukowych, wspierających zarządzanie istniejącą infrastrukturą drogową.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo ruchu drogowego, kontrola, klasyfikacja

1. Wprowadzenie

Zarządzanie bezpieczeństwem istniejącej sieci drogowej (ZBISD) jest jednym z narzędzi proponowanych w Dyrektywie [1] i wpisuje się w szeroko pojęte zarządzanie bezpieczeństwem transportu [2]. Jest to kilku stopniowa procedura poprawy bezpieczeństwa na eksploatowanej sieci drogowej polegająca na:

- ocenie stanu bezpieczeństwa i identyfikacji najbardziej niebezpiecznych odcinków,
- przeprowadzeniu kontroli brd na najbardziej niebezpiecznych odcinkach,
- doborze najbardziej skutecznych i efektywnych działań naprawczych stosownie do dysponowanych środków finansowych,
- komunikowaniu o niebezpieczeństwie uczestników ruchu i partnerów (samorządy, policję, firmy współpracujące),
- monitorowaniu poziomu bezpieczeństwa po wprowadzeniu zaplanowanych działań oraz oceny ich skuteczności.

W niniejszym referacie przedstawione zostaną założenia do realizacji dwóch pierwszych elementów na podstawie opracowanej na potrzeby GDDKiA, Instrukcji Klasyfikacji i Kontroli BRD, wskazane również zostaną potrzeby dalszych badań i analiz oraz konieczne wdrożenia.

1.1. Klasyfikacja odcinków niebezpiecznych

Klasyfikacja niebezpiecznych odcinków dróg „Klasyfikacja brd” – jest pierwszym działaniem w procedurze ZBISD.

Głównym celem Klasyfikacji brd jest wybór odcinków o największym ryzyku uczestniczenia w wypadku śmiertelnym przez użytkownika drogi z jednej strony oraz

odcinków o największym potencjale zmniejszenia kosztów wypadków przez działania prowadzone przez zarządcę drogi z drugiej strony.

Klasyfikację odcinków ze względu na koncentrację wypadków, prowadzi się bazując na ryzyku indywidualnym (liczba wypadków i ich ofiar w odniesieniu do pracy przewozowej na danym odcinku). Ryzyko indywidualne odnosi się do zachowań pojedynczego uczestnika ruchu drogowego na obiekcie drogowym (skrzyżowanie, odcinek międzywęzłowy) i jest definiowane jako prawdopodobieństwo poniesienia strat o określonej ciężkości (bycia uczestnikiem wypadku z ofiarami śmiertelnymi) w ciągu jednej podróży lub w ciągu wybranego przedziału czasu, kiedy dany uczestnik ruchu jest narażony na niebezpieczeństwo ze strony infrastruktury drogowej i innych uczestników ruchu drogowego. Biorąc pod uwagę różnicę ciężkości wypadków drogowych na obszarach miejskich i zamiejskich, stosuje się dwie miary:

- koncentracja wypadków śmiertelnych (KWZ), uwzględniająca w szczególności skutki i ciężkość wypadków na odcinkach dróg zamiejskich,
- koncentracja kosztów wypadków (KKW), uwzględniająca w szczególności skutki i koszty wypadków typowe dla odcinków miejskich.

Koncentrację ofiar śmiertelnych prowadzi się z uwzględnieniem trzech kategorii ruchu drogowego: wszyscy użytkownicy drogi, niechronieni uczestnicy ruchu (piesi i rowerzyści) oraz motocykliści.

Klasyfikację odcinków ze względu na bezpieczeństwo sieci drogowej, prowadzi się bazując na ryzyku społecznym (liczba wypadków i ich ofiar w odniesieniu do długości odcinka). Ryzyko społeczne odnosi się do zachowań grup uczestników ruchu drogowego na obiekcie drogowym (skrzyżowanie, odcinek międzywęzłowy) i jest definiowane jako suma strat o określonej ciężkości poniesiona w ciągu wybranego okresu na analizowanym obiekcie drogowym. Biorąc pod uwagę możliwość rozróżnienia odcinków dróg o największych kosztach wypadków i odcinków o największym potencjale redukcji kosztów wypadków stosuje się dwie miary:

- gęstość kosztów wypadków drogowych (GKW), uwzględniająca łączne koszty wypadków drogowych na odcinkach dróg,
- potencjał redukcji kosztów wypadków drogowych (PRKW), uwzględniający potencjalne możliwości działań na rzecz bezpieczeństwa ruchu drogowego.

1.2. Kontrola brd sieci drogowej

Kontrola drogi pod kątem bezpieczeństwa ruchu drogowego jest elementem systemu zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego i należy do grupy działań i środków prewencyjnych stosowanych przez zarządy dróg. Kontrola drogi ma na celu identyfikację zagrożeń i źródeł zagrożeń na sieci dróg, co pozwoli na wdrożenie efektywnych środków poprawy bezpieczeństwa użytkowników dróg oraz podniesienie standardów sieci drogowej.

Kontrolę sieci drogowej dzielą się na 3 rodzaje – ogólna, szczegółowa i specjalna. Kontrola ogólna (OK) wykonywana jest w dzień i służy kontroli stanu elementów zlokalizowanych wzdłuż drogi oraz ocenie ich wpływu na brd. Kontrola ogólna jest działaniem systematycznym, wykonywanym co najmniej 1 raz w ciągu roku i nakierowanym głównie na identyfikację zagrożeń na drodze, co ma umożliwić skuteczne i efektywne prowadzenie prac utrzymaniowych i planowanie robót o charakterze inwestycyjnym.

Kontrola szczegółowa (SK) wykonywana jest w dzień i służy kontroli miejsc specyficznych, wytypowanych podczas wykonywania Klasyfikacji, jako odcinki lub punkty

koncentracji wypadków drogowych lub w wyniku kontroli ogólnych, podczas których zidentyfikowano zagrożenia stwarzające potencjalnie wysokie ryzyko wystąpienia ciężkich w skutkach wypadków (z udziałem ofiar śmiertelnych i ciężko rannych).

Kontrola drogi wykonywana w nocy (NK) służy analizie postrzegania drogi i jej wyposażenia w warunkach braku oświetlenia naturalnego. Kontrola ta ma na celu określenie jakości oświetlenia miejsc niebezpiecznych, np. skrzyżowań, przejść dla pieszych. Kontrola służy również ocenie widoczności oznakowania w porze nocnej oraz występowania zjawiska oślepienia kierowców przez samochody jadące z przeciwnego kierunku oraz przez obiekty zlokalizowane w pasie drogowym lub jego bezpośrednim sąsiedztwie (np. reklamy).

Kontrola robót drogowych (RDK) służy sprawdzeniu, czy prowadzone roboty drogowe są prawidłowo zorganizowane i zabezpieczone z punktu widzenia bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Wyniki kontroli mogą służyć do aktualizowania warunków technicznych lub wytycznych projektowania oraz do wspomagania decyzji o wyborze rozwiązań naprawczych [3].

2. Metodyka klasyfikacji odcinków niebezpiecznych

2.1. Klasyfikacja odcinków ze względu na koncentrację wypadków

Zgodnie z przyjętymi założeniami do wykonania klasyfikacji użyto dwóch miar bezpieczeństwa: koncentracji wypadków z ofiarami śmiertelnymi i koncentracji kosztów wypadków. Miary te reprezentują ryzyko indywidualne uczestników ruchu drogowego poruszających się po analizowanej sieci dróg. Poniżej przedstawiono założenia dla wykonania klasyfikacji pod kątem koncentracji wypadków z ofiarami śmiertelnymi.

Koncentracja wypadków z ofiarami śmiertelnymi (KWZ) jest miarą uwzględniającą i uwypuklającą w szczególności skutki i ciężkość wypadków na odcinkach dróg zamiejskich o dużej prędkości jazdy uczestników ruchu drogowego. Wskaźnik koncentracji wypadków z ofiarami śmiertelnymi na analizowanym odcinku drogi oblicza się dla poszczególnych rodzajów wypadków śmiertelnych i analizowanego okresu za pomocą wzoru (1).

$$KWZ_{i,j} = \frac{LWZ_{i,j}}{PP_i} \quad (1)$$

gdzie:

$KWZ_{i,j}$ - koncentracja wypadków śmiertelnych j-tego rodzaju na odcinku drogi (wyp. śmiertelnych/1 mld pkm/3 lata) w i-tym okresie obliczeniowym,

i - numer okresu obliczeniowego, $i = 1$ przyjęto dla okresu obliczeniowego 2010 – 2012,

$j = w$ - wypadki śmiertelne ogółem,

$j = pr$ - wypadki śmiertelne z pieszymi i rowerzystami,

$j = m$ - wypadki śmiertelne z motocyklistami,

$LWZ_{i,j}$ - liczba wypadków śmiertelnych j-tego rodzaju na odcinku drogi (wyp. śmiertelnych/3 lata), w i-tym okresie obliczeniowym,

PP_i - praca przewozowa na odcinku drogi (mld pojkm/3 lata), w i-tym okresie obliczeniowym.

Klasyfikację poziomu bezpieczeństwa ruchu przyjęto na bazie metodyki zastosowanej w Programie EuroRAP [4]. Zaproponowano przejściowo sześć klas koncentracji wypadków śmiertelnych na odcinkach dróg (A, B, C, D, E1 i E2). Granice klas A-D odpowiadają

granicom odpowiednich klas przyjętym dla tej miary w Programie EuroRAP. Klasę E podzielono na dwie podklasy – (E1) bardzo duża koncentracja wypadków i klasa (E2) – katastrofalna koncentracja wypadków, która obejmuje ok. 10% najbardziej niebezpiecznych odcinków analizowanych dróg. Propozycję klasyfikacji poziomu bezpieczeństwa ze względu na koncentrację wypadków śmiertelnych zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Klasyfikacja bezpieczeństwa na odcinkach dróg ze względu na koncentrację wypadków śmiertelnych (ryzyko indywidualne – KWZw; KWZpr; KWZm)

Klasa ryzyka	Koncentracja wypadków z ofiarami śmiertelnymi	Ogółem		Piesi i rowerzyści		Motocykliści	
		KWZ (wyp./1 mld pkm)		KWZ (wyp./1 mld pkm)		KWZ (wyp./1 mld pkm)	
		od	do	od	do	od	do
A	Bardzo mała	0,0	2,4	0,0	0,8	0,0	0,5
B	Mała	2,4	9,7	0,8	3,1	0,5	2,0
C	Średnia	9,7	16,7	3,1	5,4	2,0	3,5
D	Duża	16,7	28,4	5,4	9,3	3,5	6,0
E1	Bardzo duża	28,4	41,4	9,3	13,6	6,0	8,8
E2	Największa	>41,4		>13,6		>8,8	

2.2. Klasyfikacja odcinków ze względu na bezpieczeństwo sieci dróg

Zgodnie z przyjętymi założeniami do wykonania klasyfikacji użyto dwóch miar bezpieczeństwa: gęstości kosztów wypadków i potencjału redukcji kosztów wypadków. Miary te reprezentują ryzyko społeczne, jakie występuje na obiektach drogowych. Poniżej przedstawiono założenia dla wykonania klasyfikacji pod kątem gęstości kosztów wypadków.

Gęstość kosztów wypadków drogowych (GKW) jest miarą uwzględniającą i uwypuklającą łączne straty w wypadkach drogowych na analizowanym odcinku drogi.

Gęstość kosztów wypadków drogowych jest jedną z miar ryzyka społecznego na sieci dróg. Ryzyko społeczne odnosi się do zachowań całych grup społecznych na wybranym obszarze lub sieci drogowej. Zatem jest to strata (liczba ofiar, a także straty materialne poniesione w wypadkach drogowych) w przyjętym okresie (najczęściej w przeliczeniu na rok), na wybranym obszarze lub obiekcie drogowym, które mogą przewidywalnie wystąpić w wyniku zdarzeń niebezpiecznych wywołanych przez funkcjonowanie systemu transportu drogowego.

Wskaźnik gęstości aktualnych kosztów wypadków GKW_A na analizowanym odcinku drogi oblicza się dla analizowanego okresu za pomocą wzoru (2).

$$GKW_{A,i} = \frac{KW_{A,i}}{L} \quad (2)$$

gdzie:

$GKW_{A,i}$ – gęstość aktualnych kosztów wypadków na analizowanym odcinku drogi w i -tym okresie obliczeniowym, (mln zł/km/3 lata),

$KW_{A,i}$ – suma aktualnych kosztów wypadków na analizowanym odcinku drogi w i -tym okresie obliczeniowym, (mln zł/3 lata),

L – długość analizowanego odcinka drogi, (km),

i – numer okresu obliczeniowego, $i = 1$ przyjęto dla okresu obliczeniowego 2010 – 2012.

Klasyfikację poziomu bezpieczeństwa ruchu przyjęto na bazie metodyki zastosowanej w Programie EuroRAP [4]. Propozycję klasyfikacji poziomu bezpieczeństwa ze względu na gęstość wypadków drogowych zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Klasyfikacja bezpieczeństwa na odcinkach dróg ze względu na gęstość wypadków drogowych

Klasa ryzyka	Gęstość wypadków	Przekrój drogi					
		1x2		2x2		2x3	
		GW (wyp./1km/3 lata)		GW (wyp./1km/3 lata)		GW (wyp./1km/3 lata)	
		od	do	od	do	od	do
A	Bardzo mała	0,00	0,45	0,00	0,90	0,00	1,35
B	Mała	0,45	0,90	0,90	1,80	1,35	2,70
C	Średnia	0,90	1,50	1,80	3,00	2,70	4,50
D	Duża	1,50	2,25	3,00	4,50	4,50	6,75
E	Bardzo duża	>2,25		>4,5		>6,75	

3. Metodyka kontroli sieci drogowej pod kątem bezpieczeństwa

3.1. Wybrane elementy procedury kontroli brd

Kontrola brd powinna uwzględniać elementy bezpieczeństwa istotne dla wszystkich użytkowników drogi: zmotoryzowanych, rowerzystów i pieszych (w tym specyficznych kategorii pieszych: niepełnosprawnych, osób w podeszłym wieku oraz dzieci).

Kontrola brd dotyczy wszystkich ważnych dla brd obiektów i zjawisk występujących na drogach i w ich otoczeniu, a w szczególności dotyczących: geometrii skrzyżowań, przekroju poprzecznego, organizacji ruchu, przeszkód w otoczeniu dróg, prowadzenia ruchu pieszego i rowerowego [5]. Na rys. 1 przedstawiono przykłady zagrożeń identyfikowanych na sieci dróg (brak zabezpieczenia przejść dla pieszych na drogach dwujezdniowych, błędna geometria skrzyżowań, drzewa bezpośrednio przy krawędzi jezdni, nieprawidłowe zakończenie bariery ochronnej). Na rys. 2 przedstawiono schemat procedury wykonywania kontroli.

Kontrole ogólne i specjalne (nocne, robót drogowych) przeprowadzane są przez osoby posiadające co najmniej 2 letnią praktykę w wybranym zakresie: projektowania dróg, inżynierii ruchu drogowego, zarządzania drogami, zarządzania ruchem drogowym, opiniowania projektów drogowych pod względem bezpieczeństwa ruchu drogowego lub posiadają kwalifikacje i doświadczenie wymagane dla audytora brd, zwane dalej inspektorami. Kontrole szczegółowe są przeprowadzane przez zespół inspektorów, z którego przynajmniej jedna osoba posiada kwalifikacje i doświadczenie wymagane dla audytora brd. Inspektorzy muszą odbyć przeszkolenie obejmujące zakresem zasady identyfikacji defektów oraz procedury wykonywania kontroli (wraz z zajęciami w terenie). Po każdej kontroli zespół inspektorów sporządza raport identyfikujący zagrożenia

Przykładem możliwego rozwiązania, w przypadku identyfikacji zagrożenia podczas kontroli, może być sposób przeciwdziałania na zagrożenie powodowane przez drzewa rosnące przy krawędzi jezdni – usunięcie zagrożenia to wycinka wszystkich drzew na danym odcinku, modyfikacja to usunięcie części drzew stanowiących największe zagrożenie, ochrona przed zagrożeniem – to zainstalowanie barier ochronnych.

Zidentyfikowane defekty powinny być ocenione i zakwalifikowane do czterech klas zagrożenia: Klasa A – małe, Klasa B – średnie, Klasa C – duże, Klasa D – bardzo duże. Dla poszczególnych defektów przyporządkowano również klasy ryzyka: duże - nieakceptowane – klasa zagrożeń defektów D, średnie - dopuszczalne warunkowo (akceptowalne pod warunkiem wykonania odp. działań) – klasy zagrożeń defektów B i C, małe – akceptowalne, klasa zagrożeń defektów A. Na podstawie klas ryzyka należy określić reakcję na zagrożenie: natychmiastową, rozłożoną w czasie - przy zastosowaniu natychmiast działań tymczasowych, odsuniętą w czasie. Podstawą kwalifikacji powinno być ocena inspektorów (na podstawie ich wiedzy i doświadczenia) ale przede wszystkim obiektywne miary zagrożenia.

4. Kierunki dalszych prac

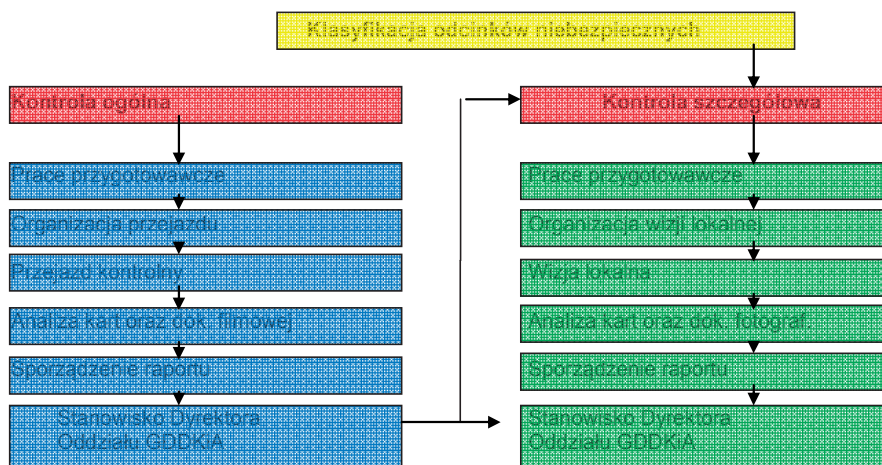
Obecnie trwają prace badawcze, których efektem będzie narzędzie dla zarządców dróg pozwalające na obiektywną ocenę zagrożenia i przyporządkowanie identyfikowanych defektów do poszczególnych klas, a w konsekwencji dobór odpowiednich działań naprawczych [6]. Obecnie inspektorzy muszą bazować praktycznie wyłącznie na swojej wiedzy i doświadczeniu, nie mając wystarczającego wsparcia merytorycznego w postaci obiektywnych miar oceny zagrożeń.

Konieczne jest zbudowanie szczegółowych modeli opisujących zależności miar bezpieczeństwa od wpływu wybranych elementów drogi i jej otoczenia, będących potencjalnym źródłem zagrożenia uczestników ruchu drogowego. Przykład takiej zależności – wpływ występowania drzew w pasie drogowym na gęstość wypadków GW na odcinkach dróg jednojezdniowych, przedstawiono na rys. 3 (przy założeniu średnich wartości dla pozostałych czynników wpływu na GW).



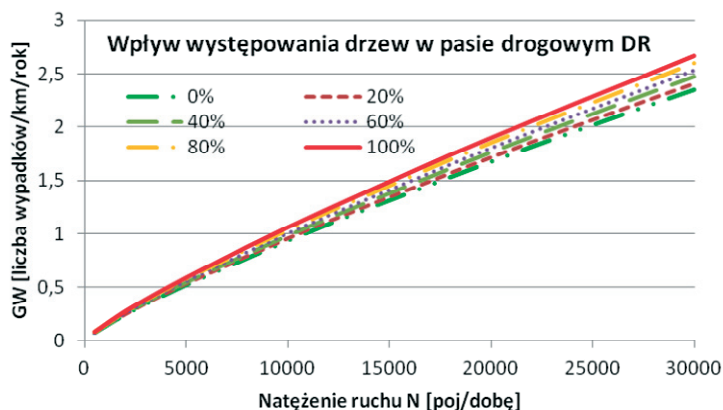
Rys. 1 Przykłady zagrożeń na sieci istniejących dróg

Modele będą bazować na natężeniu ruchu drogowego oraz prędkości rzeczywistej, jako dwóch podstawowych determinant oceny zagrożenia [7]. Badania prowadzone są dla różnych obszarów – obszar zamiejski, peryferyjne obszary miejskie, odcinki dróg tranzytowych przechodzących przez małe miejscowości oraz centralne obszary miast. Dodatkowo badaniami objęte są odcinki dróg ruchu szybkiego. Badania będą kontynuacją prac już wcześniej prowadzonych przez autorów [8], [9].



Rys. 2. Schemat procedury wykonywania kontroli brd na sieci dróg

Opracowane metody są dedykowane dla dróg krajowych, uwzględniają ich specyfikę, konieczne jest jednak opracowanie podobnej metodyki dla dróg samorządowych, szczególnie wojewódzkich i powiatowych, gdzie poza nielicznymi wyjątkami, praktycznie nie prowadzi się żadnej kontroli bezpieczeństwa. Podnoszenie poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego nie może dotyczyć tylko dróg krajowych, konieczne jest zintegrowane działanie na całej sieci drogowej w Polsce.



Rys. 3 Wpływ występowania drzew w pasie drogowym DR na gęstość wypadków GW dla odcinków drogowych na drogach jednojezdniowych (udział procentowy odcinków z drzewami w stosunku do całej długości odcinków)

5. Podsumowanie

Dobrze zorganizowany system bezpieczeństwa ruchu drogowego, wyposażony w odpowiednie struktury i procedury może przyczynić się do zwiększenia ochrony zdrowia i życia w ruchu drogowym. Każde z przedstawionych wcześniej narzędzi zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego, dobrze zastosowane, może przyczynić się do zmniejszenia liczby ofiar wypadków drogowych. Przedstawione metody dotyczą tylko dróg krajowych, w związku z tym należy opracować i wdrażać elementy zarządzania bezpieczeń-

stwem na sieci dróg samorządowych. Konieczne jest również rozwijanie narzędzi pozwalających na obiektywną klasyfikację zagrożeń w ruchu drogowym oraz ocenę efektywności stosowanych rozwiązań poprawiających bezpieczeństwo ruchu drogowego.

Literatura

- 1 Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady z 19 listopada 2008 roku w sprawie zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej 2008/96/WE (Dz.U. UE L.319/59)
- 2 Zintegrowany System Bezpieczeństwa Transportu, II tom, Uwarunkowania rozwoju integracji systemów bezpieczeństwa transport. Praca zbiorowa pod red. Krystka. R. WKŁ 2009
- 3 European best practice for roadside design, Guidelines for maintenance and operations of roadside infrastructure. RISER workshop report, Budapest 2005
- 4 EuroRAP: Atlas Rzyka na Drogach Krajowych w Polsce w latach 2009 - 2011. www.eurorap.pl
- 5 M. Budzyński: Koncepcja metody oceny zagrożeń w ruchu drogowym, 58 Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN oraz Komitetu Nauki PZITB. Rzeszów – Krynica, 2012
- 6 Jamroz K.: Metoda zarządzania ryzykiem w inżynierii drogowej. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2011
- 7 Gaca S.: Badania prędkości pojazdów i jej wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego, Zeszyty Naukowe. Inżynieria Lądowa nr 75, Politechnika Krakowska, Kraków 2002
- 8 Budzyński M.: Cechy dróg zamiejskich a zagrożenie zdrowia i życia ich użytkowników. Rozprawa doktorska, Politechnika Gdańska 2005
- 9 Budzyński M., Kustra W.: Analiza zagrożeń na jednorodnych odcinkach dróg. Drogownictwo 4/2012

Safety management of the existing road network

Marcin Budzyński¹, Kazimierz Jamroz²

^{1,2} Highway Engineering Department, Civil & Environmental Engineering Faculty, Gdansk University of Technology, e-mail: ¹mbudz@pg.gda.pl, ²jamroz@pg.gda.pl

Abstract: The objective of road infrastructure safety management is to ensure that when roads are planned, designed, built and used traffic accident risks can be identified, assessed and mitigated. There is a number of approaches, methods and tools for road safety infrastructure management. European Union Directive 2008/96/EC regulates and proposes a list of tools for managing road infrastructure safety. The paper presents two of these tools - classification of dangerous sections and control of the infrastructure in the field of safety. The final section presents the necessary directions for further action, particularly scientific research, supporting the management of the existing road infrastructure.

Keywords: road safety, control, classification