

# ZARZĄDZANIE BEZPIECZEŃSTWEM RUCHU DROGOWEGO W MIASTACH<sup>1,2</sup>

**KAZIMIERZ JAMROZ**

dr hab. inż., Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Katedra Inżynierii Drogowej, tel. 58 347 11 47  
email: kjamroz@pg.gda.pl

**LECH MICHALSKI**

dr inż., Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Katedra Inżynierii Drogowej, tel. 58 347 27 31,  
email: michal@pg.gda.pl

**JACEK OSKARBSKI**

dr inż., Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Katedra Inżynierii Drogowej, tel. 58 347 17 97,  
email: joskar@pg.gda.pl

**Streszczenie.** W nowoczesnym podejściu do kształtowania bezpieczeństwa bazującym na koncepcji trzech er, w której ery reprezentują grupy działań ukierunkowane na rozwój i usprawnienie infrastruktury drogowej, zarządzanie bezpieczeństwem oraz promocję kultury bezpieczeństwa, zarządzanie bezpieczeństwem pełni bardzo istotną rolę. W artykule przedstawiono charakterystykę stanu brd wraz z identyfikacją głównych problemów i grup ryzyka w miastach. Następnie scharakteryzowano systemy zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego, które obejmują struktury organizacyjne, planowanie, odpowiedzialność, zasady i procedury postępowania oraz zasoby (osobowe i finansowe) niezbędne do opracowania, wdrażania, realizowania i monitorowania przyjętej wizji i celów strategicznych w zakresie bezpieczeństwa ruchu drogowego. Na tym tle zaproponowano koncepcję systemu zarządzania brd w miastach, skupiając się głównie na ustandaryzowanych narzędziach zarządzania. W artykule poruszono również kwestię automatyzacji zarządzania bezpieczeństwem w miastach, której rozwój możliwy jest przy wykorzystaniu zainstalowanych lub wdrażanych systemów zarządzania ruchem ulicznym. Przytoczone w artykule wyniki analiz potwierdzają wysoką skuteczność i efektywność proponowanego przez Dyrektywę 2008/96/WE systemu zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej na drogach zamiejskich oraz wskazują na konieczność przygotowania systemu organizacyjnego i odpowiednich procedur do wdrożenia zintegrowanego systemu zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego na sieci dróg samorządowych. Doskonalenia z uwzględnieniem wymagań standaryzacji, wyników badań naukowych i przykładów dobrej praktyki wymagają ponadto narzędzia służące do zarządzania bezpieczeństwem ze szczególnym uwzględnieniem automatyzacji z wykorzystaniem środków Inteligentnych Systemów Transportu.

**Słowa kluczowe:** miasta, bezpieczeństwo ruchu drogowego, zarządzanie, narzędzia zarządzania

## Wprowadzenie

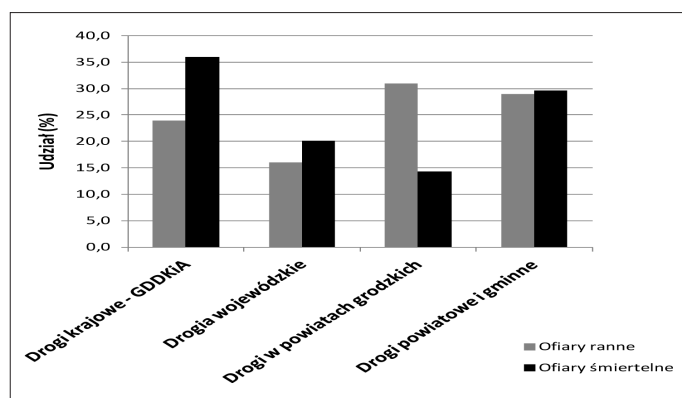
We współczesnym podejściu do kształtowania bezpieczeństwa wyróżnia się trzy zintegrowane elementy: działania infrastrukturalne, zarządzanie bezpieczeństwem i kulturę bezpieczeństwa [1], [2]. Proces zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego jest tak złożony, że wymaga zastosowania nowoczesnych narzędzi, które umożliwiłyby identyfikowanie zagrożeń uczestnika ruchu na drodze,

oszacowanie poziomu i ocenę bezpieczeństwa infrastruktury drogowej oraz dobór działań umożliwiających podejmowanie skutecznych działań zorientowanych na poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego. Jednym z takich narzędzi może być metoda zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej bazująca na ryzyku.

Na obszarach zabudowanych w 2011 roku zarejestrowano 29,2 tysiąca wypadków drogowych (ok. 72% ogółu wypadków), w których obrażenia odniosło 34,8 tysiąca osób (68% ogółu ofiar rannych), natomiast śmierć poniosło 1,96 tysiąca osób (46,5% ogółu ofiar śmiertelnych). Ponad 30% ofiar śmiertelnych i 44% ofiar rannych na obszarach zabudowanych to ofiary wypadków, które miały miejsce na sieci ulic w miastach – powiatach grodzkich. Drogi w powiatach grodzkich, zarządzane przez prezydentów miast, stanowią około 2% długości wszystkich dróg twardych, ale przenoszą prawie 28% obciążenia ruchem drogowym, na których występuje 30% ogółu ofiar rannych i 14,5% wszystkich ofiar śmiertelnych wypadków drogowych (rys. 1).

Głównymi problemami bezpieczeństwa ruchu drogowego na sieci ulic w miastach – powiatach grodzkich są:

- rodzaje wypadków: najechanie na pieszego, zderzenia boczne, najechanie na tył pojazdu;
- niebezpieczne zachowania: nadmierna prędkość, wjazd na skrzyżowanie na czerwonym sygnale;
- grupy ryzyka: piesi, rowerzyści;
- miejsca wypadków: skrzyżowania, przejścia dla pieszych.



Rys. 1. Udział ofiar rannych i śmiertelnych z podziałem na kategorie dróg w roku 2011

<sup>1</sup> © Transport Miejski i Regionalny, 2013. Wkład autorów w publikację: K. Jamroz 60%, L. Michalski – 15%, J. Oskarbski 25%.

<sup>2</sup> Artykuł opracowano na podstawie referatu wygłoszonego na IX konferencji naukowo-technicznej „Problemy komunikacyjne miast w warunkach zatłoczenia komunikacyjnego”, Poznań – Rosnówek, 19-21. VI. 2013 r.

Dla ułatwienia podejmowania właściwych decyzji dotyczących wyboru i realizacji działań na rzecz poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego w miastach konieczne jest zastosowanie skutecznych metod zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego.

Poprawa bezpieczeństwa ruchu drogowego jest także jednym z istotnych działań prowadzonych w ramach polityki transportowej Unii Europejskiej zakładającej znaczne zmniejszenie liczby ofiar śmiertelnych (o 50% w ciągu kolejnej dekady). Realizacja tego celu kontynuowana będzie między innymi poprzez wdrożenie i realizowanie Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/96/WE z listopada 2008 roku w sprawie zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej na europejskiej sieci drogowej [3].

W ostatnich latach w zarządzaniu bezpieczeństwem ruchu drogowego znalazło powszechne zastosowanie kilka narzędzi takich jak: audyt brd, ocena brd i kontrola brd. W Polsce procedowanie projektu ustawy wdrażającej dyrektywę 2008/96/WE wskazało na dużą nieznamość istoty narzędzi zarządzania brd szczególnie wśród zarządów dróg w miastach. Fakt ten skłonił autorów niniejszej pracy do usystematyzowania tych narzędzi w kontekście ich miejsca i roli w cyklu życia obiektu drogowego w miastach. W referacie wykorzystano głównie materiały z opracowań [4], [5], [6].

## Podejście systemowe do zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego

### Przeгляд systemów zarządzania brd

System bezpieczeństwa ruchu drogowego, wychodząc z ogólnej definicji bezpieczeństwa systemu, można zdefiniować jako zbiór elementów społecznych (człowiek jako uczestnik ruchu i jego organizator), materialnych (infrastruktura drogowa, pojazdy, otoczenie drogi, systemy wspomagające jak nadzór policji i ratownictwo na drogach) i niematerialnych (strategie, metody, normy, procedury itp.) oraz zbiór relacji między tymi elementami (tworzącymi strukturę systemu, czyli instytucje, organizacje itp.) umożliwiających osiągnięcie celu funkcjonowania tego systemu. Celem działania takiego systemu jest utrzymanie bezpieczeństwa ruchu drogowego na jak najwyższym i jednocześnie racjonalnym poziomie. W szczególności zaś jest to zmniejszenie liczby kolizji i wypadków drogowych oraz strat osobowych, materialnych, środowiskowych i ekonomicznych ponoszonych w tych zdarzeniach.

Podstawą do budowy systemów bezpieczeństwa ruchu drogowego jest procesowe podejście do wypadku drogowego, gdzie zdefiniowane są poszczególne fazy i funkcje w procesie wypadku drogowego. Praktycznym rozwinięciem tej koncepcji jest podejście systemowe zaprezentowane przez Haddona w postaci modelu fazowego wypadku drogowego znane pod nazwą „macierzy Haddona” [7]. Pierwszy wymiar macierzy stanowią fazy powstawania zdarzeń drogowych i szkód w tych zdarzeniach. Drugi wymiar – stanowią czynniki, które sprzyjają powstawaniu tych zdarzeń. Są to elementy systemu ruchu drogowego [8].

- C – człowiek jako użytkownik drogi i uczestnik ruchu drogowego;
- P – pojazd, jego gabaryty, waga i energia (mechaniczna, cieplna itp.) transmitowana przez poruszający się pojazd;
- D – droga reprezentująca czynniki fizyczne (infrastruktura drogowa wraz z jej bezpośrednim otoczeniem) i czynniki środowiskowe związane z otoczeniem społecznym i organizacyjnym.

Biorąc pod uwagę przedstawione podstawy teoretyczne oraz doświadczenia z budowy systemu bezpieczeństwa transportu uzyskane w ramach projektu ZSBT ZEUS [8], zaproponowano koncepcję systemu bezpieczeństwa ruchu drogowego SBRD [5]. System ten składa się z wielu warstw, do których należą:

- system instytucjonalny kraju, do SBRD zaliczono te instytucje i organizacje, w ramach których podejmowane są decyzje lub prowadzone działania istotne dla bezpieczeństwa ruchu drogowego;
- systemy funkcjonalne, do SBRD zaliczono tylko te podsystemy funkcjonujące w kraju, których celem głównym lub jednym z celów szczegółowych jest poprawa bezpieczeństwa ruchu drogowego;
- systemy profilaktyki i reagowania na potencjalne lub powstałe szkody spowodowane zdarzeniami niebezpiecznymi w ruchu drogowym;
- system zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego SZBRD.

### Systemy zarządzania brd w miastach

Od wielu lat trwają próby usystematyzowania zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego w miastach. Jednym z pierwszych był Urban Safety Project prowadzony w roku 1980 przez angielski instytut badawczy TRL wspólnie z pięcioma miastami. Wyniki tych prac zakończyły się opracowaniem wytycznych stosowania USM [9]. W ramach tego projektu powstała definicja Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem w Miastach (Urban Safety Management – USM). USM przyczynia się do redukcji liczby ofiar wypadków w miastach poprzez stawianie problemów bezpieczeństwa jako jedno z kluczowych zadań. To nakłada na władze miejskie konieczność wspólnej pracy na rzecz bezpieczeństwa różnych służb (planistycznych, zarządczych, eksploatacyjnych itp.). Zastosowanie tego podejścia przyniosło redukcję liczby wypadków poprzez działania nakierowane na najbardziej niebezpieczne skrzyżowania i uspokajanie ruchu w obszarach mieszkaniowych.

Następnym istotnym był projekt DUMAS (Developing Urban Management and Safety), zrealizowany w roku 2001 przez kilkanaście krajów UE, w którym opracowano zarys systemu zarządzania bezpieczeństwem w miastach [10]. Kolejnym był projekt TRL-u z 2003 roku, w ramach którego opracowano wytyczne zarządzania bezpieczeństwem w miastach, skierowane do krajów rozwijających się. Według autorów tego projektu USM jest to systematyczne podejście do bezpieczeństwa ruchu drogowego polegające

go na działaniach prewencyjnych wpływających na unikanie wypadków drogowych oraz działań ochronnych umożliwiających redukcję liczby ofiar wypadków drogowych. To jest możliwe do osiągnięcia jedynie poprzez zintegrowane, wielodyscyplinarne podejście obejmujące poszczególne służby i dziedziny: zarządzanie ruchem, zarządzanie transportem, edukację, nadzór nad ruchem, ratownictwo itp. Proces zarządzania bezpieczeństwem w tym podejściu składa się z sześciu faz i obejmuje: analizy, strategię, planowanie, projektowanie, wdrożenia i ocenę skuteczności [11]. Jak widać z tych przykładów zarządzanie bezpieczeństwem ruchu drogowego w miastach jest zagadnieniem szerokim i wymaga profesjonalnego opracowania. Biorąc pod uwagę ograniczenia tekstowe, autorzy skupili się w dalszej części tylko na jednym aspekcie tj. na systematyce narzędzi do zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej w miastach.

## Narzędzia do zarządzania brd w miastach

### Systematyka narzędzi zarządzania brd

W Dyrektywie 2008/96/WE zaproponowano wiele narzędzi do zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej, takich jak: ocena wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego, audyt bezpieczeństwa ruchu drogowego, klasyfikacja odcinków o dużej koncentracji wypadków, klasyfikacja ze względu na bezpieczeństwo sieci, zarządzanie siecią drogową w użytkowaniu, zarządzanie bezpieczeństwem sieci drogowej, kontrola bezpieczeństwa, badanie wpływu robót drogowych na bezpieczeństwo ruchu drogowego, sprawozdania z wypadków śmiertelnych [4].

W Dyrektywie wykorzystano doświadczenia wielu krajów, w których elementy zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego stosowano już wcześniej. Niestety skrócone nazwy proponowanych narzędzi (bez szerszego wyjaśnienia) w zderzeniu z prostą interpretacją tłumacza, spowodowały, że w polskim tłumaczeniu dyrektywy pojawiły się nazwy i opisy narzędzi nie odpowiadające terminologii stosowanej w inżynierii ruchu i drogownictwie w Polsce.

Opracowanie i rozpowszechnienie prawidłowej systematyki nazw i opisów powinno pomóc w zrozumieniu zapisów dyrektywy i proponowanych tam narzędzi zarządzania bezpieczeństwem oraz przygotowania podstaw do budowy właściwego systemu zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej.

Zarządzanie bezpieczeństwem infrastruktury drogowej to stosowanie w cyklu życia obiektu drogowego procedur używanych w zarządzaniu ryzykiem. W niniejszej pracy tematykę tę, oparto na dwóch kryteriach: cyklu życia obiektu drogowego i procesu zarządzania ryzykiem, tworząc macierz działań z zakresu zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej (tab. 1).

Fazy cyklu życia obiektu charakteryzują różne stany funkcjonowania obiektu inżynierskiego lub systemu – od planowania do jego likwidacji. Deming [12] podaje cztery fazy cyklu życia obiektu: planuj – rób – działaj – kontroluj (*Plan – Do – Act – Control*), natomiast w praktyce, w przypadku złożonych obiektów inżynierskich (elektrownie ją-

Tabela 1

Kryteria systematyki narzędzi zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej [6]			
Cykl życia obiektu drogowego	Narzędzia zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej	Proces zarządzania ryzykiem	
		Ocena ryzyka	Reagowanie na ryzyko
Planowanie	Ocena wpływu na BRD, audyt BRD, zarządzanie BIRD, kontrola BID	Macierz działań z zakresu zarządzania ryzykiem	
Projektowanie			
Budowa			
Eksploatacja			
Likwidowanie			

drowe) i w inżynierii morskiej podaje się pięć etapów cyklu życia obiektu: planowanie (koncepcja wstępna) – opracowanie projektu – budowa obiektu – eksploatacja obiektu – likwidacja obiektu. Z przedstawionych faz cyklu życia obiektu drogowego najbardziej istotne dla zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej są cztery fazy: planowanie, projektowanie, budowa i eksploatacja.

Metoda zarządzania ryzykiem w inżynierii drogowej jest to sformalizowany i powtarzalny sposób postępowania integrujący w sobie dwa etapy: ocenę ryzyka i reagowanie na ryzyko występujące na analizowanym obiekcie drogowym (sieci dróg, ciągu drogowym, odcinku dróg, skrzyżowaniu itp.). Celem zarządzania ryzykiem jest ograniczenie rozmiarów szkód, które może ono spowodować poprzez stosowanie działań w racjonalnym zakresie. Zadaniem tej metody jest ułatwienie osobom zarządzającym siecią dróg podejmowania racjonalnych decyzji dotyczących: bezpieczeństwa ruchu drogowego, bezpieczeństwa infrastruktury drogowej oraz pomniejszenie innych strat ponoszonych w poszczególnych fazach życia obiektu drogowego [5].

### Narzędzia zarządzania brd

W praktyce mamy do dyspozycji cztery rodzaje narzędzi do zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej. Należą do nich:

- ocena wpływu planowanej drogi na bezpieczeństwo sieci dróg w obszarze wpływu tej drogi – zwane dalej „Ocena wpływu na brd”;
- audyt bezpieczeństwa ruchu drogowego na planowanej, projektowanej, budowanej lub użytkowanej drodze – zwane dalej „Audyt brd”;
- zarządzanie bezpieczeństwem istniejącej sieci drogowej – zwane dalej „Zarządzanie brd”;
- kontrola bezpieczeństwa istniejącej drogi – „Kontrola brd”.

### Ocena wpływu na brd

Ocena wpływu planowanej drogi na bezpieczeństwo ruchu drogowego (ocena wpływu na brd) to strategiczna analiza wpływu wariantów planowanej drogi na poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego w sieci dróg publicznych znajdujących się w obszarze oddziaływania planowanej drogi.

Planowaną drogę może stanowić droga klasy A, S, GP lub G będącą istniejącą drogą poddaną modernizacji lub przebudowie, w tym także polegającej na dobudowie dróg serwisowych lub nową drogą. Drogami współpracującymi są wszystkie istotne drogi znajdujące się w obszarze wpływu, krzyżujące się z planowaną drogą, lub drogi równoległe do niej, na których wystąpią zmiany natężeń ruchu wywołane pojawieniem się planowanej drogi.

Celem wykonywania oceny wpływu na brd jest ustalenie rankingu wariantów planowanej drogi uwzględniającego ich wpływ na bezpieczeństwo ruchu w sieci dróg na obszarze wpływu. Ocena wpływu na brd powinna stanowić podstawę do odrzucenia z dalszych stadiów projektowych wariantów planowanej drogi nie spełniających podstawowych standardów bezpieczeństwa ruchu drogowego. Ocenę wpływu na brd należy przeprowadzić przed wykonaniem raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko lub karty informacyjnej przedsięwzięcia i objąć tą oceną opracowania służące ustaleniu najkorzystniejszego wariantu przebiegu drogi (lokalizacji drogi). Wyniki tej oceny należy zamieścić w studium wykonalności. W procedurze wykonywania oceny wpływu na brd uczestniczyć powinni: zarządca drogi, projektant i audytor brd.

Ocenę wpływu planowanej drogi na bezpieczeństwo ruchu drogowego w sieci dróg na obszarze wpływu prowadzi się w okresie 5–15 lat przed rozpoczęciem budowy planowanej drogi. Raport z tej oceny powinien zwracać:

- końcowy ranking analizowanych wariantów planowanej inwestycji, a tym samym wariant najkorzystniejszy z punktu widzenia brd;
- zasadność odrzucenia wariantów planowanej drogi, które uzyskały niedopuszczalne klasy ryzyka;
- elementy dróg przyległych do planowanej, na których może nastąpić obniżenie poziomu bezpieczeństwa ze względu na wzrost natężenia ruchu (np. na drogach prowadzących do nowych węzłów lub skrzyżowań).

Na podstawie wykonanych dotąd ocen wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego planowanych odcinków dróg ekspresowych i obwodnic miast można stwierdzić, że zastosowanie tej procedury pozwala na zmniejszenie liczby ofiar śmiertelnych i rannych w wypadkach drogowych na planowanej drodze i w sieci dróg współpracujących z tą drogą w granicach 10–25%. Na przykład dla planowanej Obwodnicy Metropolii Trójmiejskiej zastosowanie procedury oceny wpływu na brd pozwoliło na wybór najbezpieczniejszego wariantu, a efektywność tej procedury wysłała 2500:1, to znaczy, że każda złotówka wydana na wykonanie procedury oceny wpływu na brd zwróci się pod dwa tysiące razy w postaci zmniejszenia kosztów wydatków.

Ważne jest, aby procedura prowadzenia oceny wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego planowanej drogi była ustandaryzowana i wykonywana przez przeszkolonych projektantów i audytorów brd. Dobrym wzorem może być tak procedura opracowana dla potrzeb GDDKiA [13].

## Audyty brd

Audyty bezpieczeństwa ruchu drogowego (audyt brd) oznacza niezależną, szczegółową, systematyczną i techniczną ocenę pod względem bezpieczeństwa cech konstrukcyjnych projektu infrastruktury drogowej, obejmującą wszystkie etapy od projektowania do początkowej fazy użytkowania. Państwa członkowskie powinny zapewnić, aby audyt projektu infrastruktury drogowej przeprowadzany był przez audytora brd. Audytor taki powinien mieć niezbędne doświadczenie zawodowe, ukończone odpowiednie szkolenia i legitymować się certyfikatem kompetencji zawodowych w zakresie wykonywania audytów brd.

Audyty brd stanowią integralną część procesu projektowania infrastruktury na etapie wykonywania koncepcji, projektu budowlanego, przygotowania budowanej drogi do otwarcia oraz w początkowej fazie jej użytkowania. W przypadku, gdy podczas audytu zidentyfikowano elementy zagrażające bezpieczeństwu, lecz projekt nie został poprawiony przed zakończeniem odpowiedniego etapu, zarządca drogi przedstawia odpowiednie uzasadnienie do raportu z audytu. Na podstawie tego raportu powinny zostać wydane zalecenia dotyczące bezpieczeństwa.

Celem audytu brd jest eliminowanie z dokumentacji projektowych, realizowanych i eksploatowanych w początkowej fazie użytkowania obiektów drogowych rozwiązań, które mogą stanowić zagrożenie dla bezpieczeństwa wszystkich uczestników ruchu drogowego, a także zwiększenie uwagi na stosowanie bezpiecznych rozwiązań przez wszystkich uczestniczących w procesie planowania, projektowania, budowy i utrzymania dróg.

Audyty brd dotyczące budowy i przebudowy dróg można wykonywać w pięciu etapach:

- na etapie studium korytarzowego i planów zagospodarowania przestrzennego, tj. w okresie 5–15 lat przed przystąpieniem do budowy drogi;
- na etapie projektu wstępnego, tj. 3–10 lat przed przystąpieniem do budowy drogi;
- na etapie projektu szczegółowego (budowlanego), tj. 1–2 lat przed przystąpieniem do budowy drogi;
- na etapie przygotowania wybudowanej drogi do otwarcia, tj. kilka tygodni przed oddaniem drogi do użytku);
- na etapie początkowego użytkowania drogi (w okresie 2–12 miesięcy od oddania drogi do użytkowania).

W dyrektywie ujęto tylko cztery ostatnie etapy, pierwszy pominięto prawdopodobnie z powodu trudności w przygotowaniu standardów dla audytu infrastruktury drogowej w planach zagospodarowania przestrzennego.

Dokumentem finalnym z przeprowadzonego audytu brd jest sporządzony przez audytora raport z audytu brd. Raport powinien zawierać podstawowe dane o projekcie/istniejącej drodze, wykaz odstępstw od standardów projektowych oraz zestawienia błędów i usterek wraz z prognozą ich skutków. Podział spostrzeżeń na błędy i usterki należy do audytora brd. Elementem raportu są także zalecenia dla projektanta i zarządcy drogi.

Wyszczególnione w raporcie audytu brd błędy projektowe mają bardzo duży wpływ na brd i powinny być bezwzględnie usunięte poprzez wprowadzenie niezbędnych zmian w projekcie lub na ocenianym obiekcie drogowym, w fazie dla której był prowadzony audyt brd. Natomiast usunięcie usterek jest zalecane, gdyż mają one mniejszy wpływ na brd. W sytuacji braku możliwości usunięcia błędów, należy w projekcie wprowadzić środki łagodzące wpływ tych błędów na zagrożenie. O zakresie zmian w projekcie decyduje ostatecznie zarządca drogi, składając w tej sprawie pisemne oświadczenie wraz z uzasadnieniem. W przypadku nieuwzględnienia wyników audytu zarządca drogi obowiązany jest do przedstawienia uzasadnienia wraz z przedstawieniem działań zamiennych, które stanowi załącznik do dokumentacji projektowej.

Skuteczność i efektywność procedury prowadzenia audytu brd zależy od: etapu procesu inwestycyjnego, sposobu prowadzenia audytu (wewnętrzny, zewnętrzny), wyszkolenia audytora brd. Ważne jest zatem, aby procedura prowadzenia audytu brd była ustandaryzowana i wykonywana przez przeszkolonych audytorów brd. Dobrym wzorem może być tutaj procedura opracowana dla potrzeb GDDKiA [13].

Skuteczność i efektywność prowadzenia audytu brd była przedmiotem wielu prac badawczych w USA, Nowej Zelandii, Danii, Niemczech itp. Skuteczność pojedynczych audytów jest na poziomie zmniejszenia o 1–7% liczby wypadków i ofiar wypadków. Koszt tych procedur wynosi 0,1–0,25% kosztów projektów, a koszt inwestycji po przeprowadzeniu audytu może się zmniejszyć lub wzrosnąć w granicy 1%. Natomiast efektywność tej procedury jest bardzo wysoka bo wynosi od 3:1 do 242:1, a wskaźniki *IRR* są na poziomie 40–146%, co oznacza, że każda złotówka wydana na procedurę przeprowadzenia audytu brd zwraca się wielokrotnie w postaci zmniejszenia kosztów wypadków drogowych.

Sumując wszystkie procedury audytu brd (na czterech etapach prowadzenia inwestycji drogowej), można stwierdzić, że ich skuteczność jest bardzo duża, bo pozwala na zmniejszenie liczby ofiar wypadków drogowych o 5–20%. Przy czym największy udział (ponad 50%) ma audyt przeprowadzony pierwszym etapem, tj. w fazie koncepcji. Oczywiście największą skuteczność uzyskuje się na drogach, dla których nie był wykonywany audyt brd na wcześniejszych etapach procesu inwestycyjnego [14], [15].

W literaturze poruszana jest także kwestia audytu wewnętrznego i zewnętrznego. Audyt wewnętrzny spełnia oje zadanie tylko przy sprawdzaniu zgodności projektu wytycznymi. Natomiast istotny wpływ na kształt projekt mają specyfikacje projektowe przygotowane przez zarządcę drogi, uwarunkowania lokalne, uwarunkowania finansowe i inne, a te powinien oceniać audytor zewnętrzny. Łączy się, że audyt wewnętrzny ma 40–50% skuteczności dytu zewnętrznego, a jego efektywność najczęściej jest niejsza niż 1.

## Zarządzanie brd na istniejącej sieci ulic

Zarządzanie bezpieczeństwem istniejącej sieci drogowej (zarządzanie bisd) to systematyczna i cyklicznie powtarzalna procedura polegająca na identyfikacji najbardziej niebezpiecznych odcinków istniejącej sieci drogowej, ocenie zagrożeń na tych odcinkach, wyborze najbardziej skutecznych i efektywnych działań, monitorowaniu wprowadzonych działań i komunikowaniu uczestników ruchu o występujących zagrożeniach. Identyfikację najbardziej niebezpiecznych odcinków dróg przeprowadza się nie rzadziej niż raz na trzy lata na podstawie dwóch rodzajów ocen:

- klasyfikacji odcinków dróg o dużej koncentracji poważnych wypadków drogowych (np. wypadków śmiertelnych lub wypadków z ofiarami śmiertelnymi i ciężko rannymi)
- klasyfikacji odcinków dróg o dużym potencjale redukcji kosztów wypadków drogowych.

Dokumentem finalnym identyfikacji najbardziej niebezpiecznych odcinków powinien być raport sporządzony przez właściwego zarządcę drogi.

Zidentyfikowane w ten sposób najbardziej niebezpieczne (krytyczne) odcinki dróg podlegają ocenie wykonywanej przez zespół ekspertów powoływany przez zarządcę drogi. Ocena ta polega na identyfikacji zagrożeń i źródeł zagrożeń wraz z prognozą ich wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego. W skład zespołu ekspertów powinien wchodzić w szczególności audytor brd oraz inspektor brd (przeszkolony w zakresie prowadzenia kontroli brd).

Zespół ekspertów, po przeprowadzeniu wizytacji w terenie, przedstawia zarządcy drogi propozycję działań, które należy podjąć w celu poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego na najbardziej niebezpiecznych odcinkach sieci drogowej, biorąc pod uwagę wszystkich uczestników ruchu drogowego. Z zaproponowanych działań zarządca drogi wybiera działania najbardziej skuteczne i ekonomicznie uzasadnione (na podstawie analizy kosztów i korzyści) oraz możliwe do wykonania. Obowiązkiem zarządcy drogi jest poinformowanie uczestników ruchu o poziomie bezpieczeństwa zarządzanej sieci dróg. Zastosowane działania będą podlegały monitorowaniu, a ich skuteczność i efektywność będzie oceniana za pomocą metody badań „przed i po”.

Skuteczność zarządzania bezpieczeństwem istniejącej sieci drogowej można prześledzić na podstawie doświadczeń programu *EuroRAP* [16]. Publikowanie map ryzyka opracowanych według jednolitych zasad pozwala na porównanie bezpieczeństwa podstawowej sieci dróg poszczególnych krajów i wywoływanie impulsów rywalizacji między krajami w kierunku poprawy bezpieczeństwa na drogach. Te działania powodują, że każdego roku na sieci dróg w krajach objętych programem *EuroRAP* zmniejsza się liczba odcinków o dużym ryzyku, co skutkuje kilkuprocentowym zmniejszeniem liczby ofiar śmiertelnych i ciężko rannych na drogach. Szczegółowa inspekcja brd na odcinkach krytycznych pozwala na wybór skutecznych i efektywnych środków zaradczych popartych analizami ekonomicznymi. Ważne jest zatem, aby procedura zarządzania bezpieczeń-

stwem istniejącej sieci drogowej była standaryzowana i wykonywana przez przeszkolonych inspektorów brd. Dobrym wzorem będą procedury prowadzenia klasyfikacji odcinków niebezpiecznych opracowywane aktualnie przy udziale autorów dla potrzeb GDDKiA oraz ZDM w Warszawie.

Efektywność zastosowanej procedury wynosi od 10:1 do 50:1, przy czym największą skuteczność uzyskuje się na odcinkach dróg, dla których nie był wykonywany audyt brd na wcześniejszych etapach.

### Kontrola brd

Kontrola bezpieczeństwa istniejącej drogi (kontrola brd) oznacza zwykłą, okresową identyfikację cech i usterek stanowiących zagrożenie dla uczestników ruchu drogowego na istniejącej drodze, które wymagają przeprowadzenia prac konserwacyjnych lub naprawczych. Kontrole te powinny być przeprowadzane przez zarządcę drogi na tyle często, żeby zagwarantować odpowiedni poziom bezpieczeństwa danej infrastruktury drogowej. Obejmują one prowadzenie systematycznych kontroli organizacji ruchu i zabezpieczenia miejsc prowadzenia robót drogowych.

Określone w art. 20 pkt. 10 ustawy o drogach publicznych zadanie dla zarządców dróg polegające na „przeprowadzaniu okresowych kontroli stanu dróg i drogowych obiektów inżynierskich oraz przepraw promowych, ze szczególnym uwzględnieniem ich wpływu na stan bezpieczeństwa ruchu drogowego” jest działaniem rutynowym, prowadzonym okresowo na istniejących drogach w celu eksploatacyjnego skontrolowania przede wszystkim stanu technicznego dróg i obiektów. Te działania nie są wystarczające dla spełnienia wymagań stawianych w dyrektywie i wymagają rozszerzenia o stosowanie właściwych dla brd procedur i zaangażowania ekspertów kompetentnych w zakresie brd (wyszkolonych inspektorów brd, pracowników zarządcy drogi).

W harmonogramie dokonywanych kontroli brd istniejącej drogi w zależności od celu wykonywania kontroli należy rozróżniać:

- kontrole wstępne prowadzone w celu ogólnej oceny warunków bezpieczeństwa;
- kontrole ogólne służące sprawdzeniu funkcjonowania elementów i obiektów rozmieszczonych wzdłuż drogi (w pasie drogowym i w strefie bezpieczeństwa) w różnych warunkach widoczności i oświetlenia;
- kontrole szczegółowe w miejscach specyficznych, zidentyfikowanych podczas identyfikacji odcinków niebezpiecznych, tj. o dużej koncentracji wypadków oraz wyników kontroli wstępnych lub ogólnych.

W trakcie prowadzenia kontroli dokonuje się oceny zażeń na drodze z punktu widzenia zgodności z odpowiednimi przepisami szczegółowymi oraz oceny zagrożeń na drodze zgodnie z wiedzą prowadzących przegląd inspektorów brd. W przypadku identyfikacji zagrożenia niezbędne jest natychmiastowa ocena tego zagrożenia w celu określenia bieżących lub długoterminowych działań naprawczych. Karty kontrolne wraz zaleceniami pokontrolnymi

powinny stanowić dokumentację kontroli brd, podlegającą archiwizacji i monitorowaniu pod względem terminowej realizacji zaleceń kontrolnych. Ważne jest, aby procedura prowadzenia kontroli bezpieczeństwa istniejącej drogi była ustandaryzowana i wykonywana przez przeszkolonych inspektorów brd. Dobrym wzorem będzie procedura prowadzenia kontroli brd opracowywana aktualnie przy udziale Autorów dla potrzeb GDDKiA.

Skuteczność kontroli brd jest zależna od możliwości zastosowania potrzebnych środków zaradczych i może się przyczynić nawet do redukcji liczby wypadków o 5–50% (wg danych z USA, Norwegii), przy czym największą skuteczność uzyskuje się na drogach, dla których nie był wykonywany wcześniej audyt brd [14].

### Automatyzacja zarządzania brd w miastach

Skutkiem wypadków drogowych mogą być ciężkie obrażenia ofiary zdarzenia, prowadzące do jej śmierci w przypadku nieotrzymania niezwłocznej pomocy medycznej. Prawdopodobieństwo przeżycia jest tym większe, im szybciej zostanie udzielona pierwsza pomoc medyczna w miejscu zdarzenia. Na podstawie wyników badań europejskich szacuje się, że stosowanie środków telematiki transportu może zmniejszyć czas reakcji i interwencji służb ratowniczych nawet o 30%, a wykorzystanie wywołań alarmowych generowanych automatycznie przez systemy zastosowane w pojazdach zwiększa prawdopodobieństwo przeżycia ofiary wypadku o 15% [17], [18].

Zdarzenie drogowe jest przykładem incydentu losowego, skutkującego nieoczekiwanym ograniczeniem przepustowości. Ze względu na to, że taki rodzaj zatłoczenia jest nieprzewidywalny i niespodziewany dla kierowców, przyczynia się on do zwiększenia ryzyka wystąpienia wypadków wtórnych oraz nietypowych i niebezpiecznych zachowań uczestników ruchu. W celu redukcji lub likwidacji zatłoczeń jednokrotnych oraz ograniczenia ich niekorzystnego wpływu na funkcjonowanie systemu transportu konieczne jest wdrażanie dobrze funkcjonujących systemów detekcji, monitoringu i informacji oraz sprawnego systemu ratownictwa i pomocy drogowej, umożliwiających szybką likwidację skutków incydentów, w tym zdarzeń drogowych. Powyższe możliwe jest dzięki zastosowaniu środków i metod ITS (ang. Intelligent Transportation Systems – Inteligentne Systemy Transportu) [19].

Proces zarządzania zdarzeniami drogowymi stanowi element systemu zarządzania incydentami losowymi. W proces zarządzania zdarzeniami drogowymi zaangażowane są służby ratownicze, policja i służby pomocy drogowej. Uczestnikiem procesu powinny być również służby zarządzające ruchem. Proces zarządzania zdarzeniami drogowymi można podzielić na cztery etapy, tj.: wykrycie i weryfikacja zdarzenia, rozpoczęcie akcji ratowniczej oraz zarządzania ruchem w odpowiedzi na zdarzenie, usunięcie skutków zdarzenia (przeprowadzenie akcji ratowniczej i odholowanie pojazdów) oraz przywrócenie normalnych warunków ruchu. Celem działań operacyjnych jest maksymalne skrócenie czasu trwania poszczególnych etapów procesu

w celu zmniejszenia ciężkości wypadku, zminimalizowania okresu ekspozycji na ryzyko wystąpienia zdarzeń wtórnych oraz zminimalizowania strat czasu podróżyujących.

Realizację celu, jakim jest skrócenie czasu zakłóceń spowodowanych zdarzeniem drogowym umożliwia zastosowanie środków ITS takich, jak systemy wykrywania i weryfikacji zdarzeń drogowych (wykorzystujące infrastrukturę w pasie drogowym i systemy w pojazdach, systemy wysyłania pojazdów służb ratowniczych, zarządzanie taborem tych pojazdów i ich nawigacji, systemy kierowania na trasy alternatywne i systemy informacji).

Strategie i procedury automatycznego zarządzania ruchem koncentrują się na ostrzeganiu kierowców przed utrudnieniami w ruchu i niebezpiecznymi warunkami pogodowymi oraz informowaniu ich o rodzaju i lokalizacji zagrożeń, sugerowanych dróg alternatywnych, jak również przekazywaniu innych informacji mających na celu poprawę bezpieczeństwa ruchu. Poprawa warunków ruchu w rejonie miejsca zdarzenia przyczynia się również do skrócenia czasu dojazdu służb ratowniczych do miejsca zdarzenia. Zarządzanie ruchem i dostarczanie informacji kierowcom bezpośrednio po wystąpieniu zdarzenia (np. z Centrum Zarządzania Ruchem), realizowane w czasie rzeczywistym i oparte na dokładnych danych z systemu detekcji, może znacznie zmniejszyć niepożądane zatłoczenie [19]. Według doświadczeń wiodących projektów w tej dziedzinie, jedna minuta stracona na wykrycie i weryfikację zdarzenia wymaga czterech minut do osiągnięcia normalizacji przepływu ruchu [20].

## Podsumowanie

Przeprowadzone analizy potwierdziły wysoką skuteczność i efektywność proponowanego przez Dyrektywę 2008/96/WE systemu zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej na drogach zamiejskich. Biorąc pod uwagę wysoki udział wypadków i ofiar wypadków drogowych w miastach, należy:

1. Przygotować system organizacyjny i odpowiednie procedury do wdrożenia zintegrowanego systemu zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego na sieci dróg samorządowych. Przygotowaną przez Ministerstwo Transportu BiGM i uchwaloną przez Parlament ustawę (o zmianie ustawy o drogach publicznych i innych ustaw) należy traktować jako początek budowy takiego systemu.
2. Istotnym elementem systemu zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego w miastach są narzędzia służące do zarządzania bezpieczeństwem, które wymagają doskonalenia z uwzględnieniem wymagań standaryzacji, wyników badań naukowych i przykładów dobrej praktyki. Automatyzacja zarządzania zdarzeniami drogowymi przyczynia się do skrócenia czasu akcji ratowniczej, jak również czasu normalizacji przepływu ruchu po jej zakończeniu. Jednym z podstawowych działań usprawniających zarządzanie zdarzeniami, z wykorzystaniem środków telematyki transportu, powinno być wypracowanie standardów proceduralnych i sprzętowych na poziomie kraju z uwzględnieniem specyfiki lokalnej i po-

szczególnych interesariuszy biorących udział w zarządzaniu zdarzeniami. Dzięki zastosowaniu procedur i standardów wszystkie elementy ITS powinny być ze sobą w pełni kompatybilne.

## Literatura

1. Jamroz K., *Kierunki kształtowania bezpieczeństwa ruchu drogowego na drogach krajowych*, Konferencja Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego, Józefów 2008.
2. Jamroz K., Gaca S., Gacparski J., *Program bezpieczeństwa ruchu na drogach krajowych do roku 2013*. Drogownictwo 4–5, 2009, s. 126–133.
3. *Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/96/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej*
4. Michalski L., Jamroz K., Gaca S., Tracz M. i inni, *Zalecenia dotyczące stosowania założeń Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/96/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej* (Dz.u. UE L319/59) w ramach POIiŚ 2007–2013. Praca niepublikowana. FRIL, Gdańsk 2011.
5. Jamroz K., *Metoda Zarządzania Ryzykiem w Inżynierii Drogowej*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 2011.
6. Jamroz K., Michalski L., *Systematyka narzędzi do zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej*, „Drogownictwo”, 2012, nr 4.
7. Haddon W., *A logical framework for categorizing highway safety phenomena and activity*, „Journal of Trauma”, 1972;12:193–207.
8. Jamroz K., Kadziński A. i inni, *Rozwój i integracja systemu bezpieczeństwa transportu drogowego. Koncepcja metody zarządzania ryzykiem w transporcie*. Rozdz. 4.3 w pracy zbiorowej pod red. R. Krystka pt.: *Zintegrowany System Bezpieczeństwa Transportu*, t. 3: *Koncepcja zintegrowanego systemu bezpieczeństwa transportu w Polsce*, WKŁ Warszawa 2010.
9. IHT: *Urban Safety Management Guidelines*. The Institution of Highways & Transportation, UK 1990.
10. DUMAS: *Developing Urban Management and Safety*, EU Project, 2001.
11. Quimby A., Hills B. et. Al: *Urban Safety Management Guidelines for Developing Countries*. TRL, Report PR/INT/254/02, UK 2003.
12. Deming W.E., *Out of the Crisis*. MIT, Cambridge, MA, 1982.
13. *Instrukcja dla audytorów bezpieczeństwa ruchu drogowego*. Załącznik nr 1 do Zarządzenia nr 42 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 3/09/2009 roku w sprawie oceny wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego oraz Audytu bezpieczeństwa ruchu drogowego projektów infrastruktury drogowej, GDDKiA Warszawa 2009.
14. *The Road Safety Audit and Road Safety Inspection*. SWOV, Leidschendam, the Netherlands, May 2009.
15. Wilson E., Lipinski M. E., *Road Safety Audits. A Synthesis of Highway Practice*. TRB, NCHRP Synthesis 336, Washington D.C. 2004.
16. *Bezpieczne drogi ratują życie. Atlas ryzyka na drogach krajowych w Polsce w latach 2007–2009*. Fundacja Rozwoju Inżynierii Lądowej, Gdańsk 2010. www.eurorap.pl
17. Et4-024 – Traffic Guidance Systems – November 7, 2006; <http://www.pn.ewi.tudelft.nl/education/et4-024/notes/h12.pdf>
18. McDonald M., Keller H., Klijnhout J., Mauro V., Hall R., Spence A., Hecht C., Fakler O., *Intelligent Transport Systems in Europe. Opportunities for Future Research*, World Scientific, 2006.
19. Oskarbski J., *Automatyzacja zarządzania zdarzeniami drogowymi*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2012, nr 4.
20. Mandzuka S., Kljaić Z., Skorput P., *The Use of Mobile Communication in Traffic Incident Management Process*, Journal of Green Engineering, 2011.